

Tasa de crecimiento y contenido estomacal en una población natural de *Procambarus clarkii* (Crustacea: Cambaridae) de Baja California, México

María del Pilar Sánchez-Saavedra, Ana Denise Re-Araujo y Domenico Voltolina

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, (C.I.C.E.S.E.), Departamento de Acuicultura, Ave. Espinoza # 843, Ensenada, Baja California 22830, México.

(Rec. 2-III-1992. Acep. 3-III-1993)

Abstract: The monthly growth rates (cephalothorax length) of a *Procambarus clarkii* (Girard) population in Baja California, Mexico, ranged (May-December, 1982), from 1.0 to 0.1 cm, with most of the values below 0.5 cm/month. Sex ratio was close to 1:1, and the higher proportions of mature males I were found in June and July (78.6 and 74.1%, respectively). Gut contents showed a higher percentage (71%) of unidentified material, followed by remains of plants (22%) and animals (7%).

Key words: *Procambarus clarkii*, growth rate, gut contents.

El cultivo de cambáridos, especialmente de *Procambarus clarkii* (Girard) en Louisiana es quizás, junto con el de ciprínidos en Europa y Asia, el ejemplo más importante de cultivo de organismos acuáticos en cuerpos de agua destinados a uso agrícola (Avault 1988).

Debido principalmente a su importancia económica, la ecología y las características biológicas de esta especie han sido ampliamente estudiadas y los datos se encuentran resumidos y comentados en varias publicaciones y manuales (La Caze 1976, Biggs 1980, Huner y Barr 1981, Avault y Huner 1985), aunque gran parte de esta información se refiere a organismos y poblaciones de su región de origen, en la parte meridional de la vertiente atlántica de América del Norte (Hobbs 1984).

Por su resistencia y adaptabilidad *P. clarkii* es, de entre las 39 especies de cambáridos presentes en México (Hobbs 1972), la que tiene el mayor potencial acuicultural en Baja California, donde su presencia ha sido señalada en diferentes ocasiones (Re Araujo 1984, Sánchez Saavedra 1984, Cordero Esquivel

1988, Campos y Rodríguez Almaraz 1992). Según Hobbs (1984), sólo dos especies de *Procambarus* (*P. bouvieri* y *P. digueti*) pueden considerarse como originarias de la vertiente pacífica de México y se supone que *P. clarkii* haya sido introducida a Baja California desde uno de los estados vecinos, como California, E.U.A. (Mc Griff 1982, Sommer 1984) o Sonora, México (Hobbs 1962), en los cuales también ha sido introducida (Hobbs 1984).

En el presente trabajo se dan los resultados de una serie de observaciones sobre el crecimiento, la proporción sexual y los hábitos alimenticios de una población natural de *P. clarkii* de Baja California.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en un manantial rodeado de árboles y de vegetación, ubicado en el Ejido Ajusco (31°34'15" N 116°27'32" W), a unos 40 km al sur de la ciudad de Ensenada, Baja California. El manantial es de forma ovalada, de 15.5 x 20 m, con una profundidad

máxima de 1 m. En él se eligieron siete zonas de muestreo que se visitaron con frecuencia mensual entre mayo y diciembre de 1982.

Para la colecta de los organismos se seleccionó un modelo de trampa cilíndrica (0.5 x 0.16 m) de malla metálica con abertura de 2 mm, con cuatro conos de entrada y se usó como carnada alimento para perro marca "Rosco". El tiempo óptimo de captura se estimó en dos horas, de acuerdo a los valores obtenidos con ensayos de captura a diferentes intervalos de tiempo (Sánchez Saavedra 1984).

Los organismos capturados fueron sexados y se midió con un vernier la longitud del cefalotórax, la cual se consideró más confiable que la total ya que la medición se realizó con organismos vivos, que se regresaron al manantial debido a la dimensión reducida de la población objeto de estudio (10 organismos/m²; superficie aproximada del manantial, 250 m²; Sánchez Saavedra 1984).

Para la estimación del crecimiento mensual se utilizó la distribución de frecuencia de tallas, empleando el método de Harding (1949), modificado por Cassie (1954) para separar las modas que corresponden a grupos de diferente edad. Los resultados obtenidos se comprobaron con el programa *NORMSEP* (separador de distribuciones normales) descrito por Hasselblad (1966). Este programa separa la distribución de frecuencias en varios componentes de distribuciones normales y compara con una prueba de Chi cuadrado las frecuencias muestrales con las esperadas, hasta obtener la máxima probabilidad de ajuste.

Para el análisis del contenido estomacal se eligieron al azar diez especímenes por cada zona de muestreo, obtenidos de capturas adicionales con una red manual, que se colocaron en frascos con formol al 10% neutralizado con borato de sodio. El contenido estomacal fue evaluado con el método volumétrico (Laevastu 1971) y los grupos presa se separaron según su origen animal o vegetal y como material orgánico no identificado (MONI).

El muestreo de las variables físico-químicas se inició en marzo. En cada fecha de muestreo se midieron en las siete estaciones, la temperatura del agua y su contenido de oxígeno con un oxigenómetro y se determinó el pH con un potenciómetro. Además, durante las salidas de abril, julio y noviembre se estimó la variabilidad diaria de estas características con mediciones

realizadas cada dos horas, durante 24 horas. En estas tres salidas se midieron también la dureza total y las concentraciones de amonio, nitritos y nitratos. No se estimó la variabilidad diaria de éstas, ya que el agua fluye continuamente desde las capas freáticas, por lo cual las características mencionadas son prácticamente independientes de ciclos nictemerales. Dureza total, nitritos y nitratos se midieron con un espectrofotómetro de campo y con la metodología y reactivos descritos en el manual del instrumento (Hach 1980). El amonio se midió con un microanalizador de iones, en muestras preservadas con HCl 0.1 M a baja temperatura.

Todas las mediciones se hicieron por triplicado en cada una de tres muestras, tomadas sucesivamente en cada estación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los diez meses de observaciones sobre la calidad del agua, la temperatura a la hora de muestreo varió entre 18.2 y 23.2°C, el oxígeno entre 6.7 y 9.8 mg/l y el pH se mantuvo entre 6.3 y 7.7 unidades (Cuadro 1). La variabilidad nictemeral no fue muy elevada (Cuadro 2). Todos estos valores de calidad del agua están dentro del intervalo considerado como óptimo para el crecimiento y la supervivencia de *P. clarkii* (Avault y Huner 1985).

CUADRO 1

Valores promedio y desviación estándar de las variables ambientales medidas a la hora de muestreo en la poza del Ejido Ajusco, México

Mes	Temp. °C	O ₂ mg/l	pH
Marzo	19.07 ± 0.10	-----	7.49 ± 0.20
Abril	19.47 ± 0.12	9.81 ± 0.20	7.67 ± 0.19
Mayo	19.72 ± 0.16	9.10 ± 0.39	6.93 ± 0.22
Junio	22.18 ± 0.23	9.00 ± 0.05	7.10 ± 0.07
Julio	22.82 ± 0.36	7.87 ± 0.13	7.25 ± 0.03
Agosto	23.22 ± 0.38	6.68 ± 0.44	-----
Setiembre	22.92 ± 0.54	8.31 ± 0.31	6.77 ± 0.11
Octubre	19.80 ± 0.12	8.40 ± 0.42	6.52 ± 0.19
Noviembre	19.10 ± 0.10	7.61 ± 0.19	7.15 ± 0.04
Diciembre	18.23 ± 0.25	8.63 ± 0.32	6.31 ± 0.07

En cuanto a las demás variables, los datos de literatura sobre los límites de tolerancia de los compuestos nitrogenados son muy escasos. Nitratos y nitritos están, en el peor de los casos, por lo menos dos órdenes de magnitud inferiores a los límites considerados como letales para

CUADRO 2

Valores promedio y desviación estándar de características físico-químicas del agua de la poza del Ejido Ajusco, México, medidas cada dos horas durante 24 horas, en tres períodos del año. Las demás variables se midieron una sola vez, en las siete estaciones de muestreo

	Abril	Julio	Noviembre
Temp.	19.02 ± 2.41	23.76 ± 2.45	17.65 ± 2.22
Oxígeno	9.46 ± 2.01	6.90 ± 1.47	7.74 ± 0.88
pH	7.36 ± 0.36	7.43 ± 0.24	6.47 ± 0.62
Dureza	351.57 ± 20.36	373.20 ± 26.94	414.00 ± 23.58
Amonio	0.061 ± 0.095	0.041 ± 0.072	0.099 ± 0.046
Nitritos	0.193 ± 0.121	<0.001	0.013 ± 0.004
Nitratos	0.423 ± 0.269	0.394 ± 0.213	3.975 ± 0.575

Temp. en °C; dureza y oxígeno en mg/l; las concentraciones de los compuestos nitrogenados son en mg de N/l.

los juveniles de otros crustáceos de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii* (de Man)) y el amonio un orden de magnitud menos de las concentraciones que pueden afectar el crecimiento de la misma especie (Sandifer y Smith 1985) y según Barnes y Avault (1982) de *P. clarkii*. En cuanto a la dureza total, la literatura sobre la importancia de esta variable para el crecimiento y la sobrevivencia de *P. clarkii* también es escasa y es además parcialmente contradictoria. De la Bretonne *et al.* (1969) informan un requerimiento mínimo de 17 mg/l y valores óptimos de entre 60 y 80 mg/l, mientras que Avault y Huner (1985) mencionan efectos negativos cuando la dureza del agua es inferior a 100-150 mg/l. En ambos casos, no se indican límites máximos de tolerancia, ni la presencia de efectos negativos sobre la supervivencia y el crecimiento de *P. clarkii* debido a la excesiva dureza del agua. Por otro lado, los efectos negativos de valores elevados de dureza total mencionados por varios autores en otros crustáceos de agua dulce, son aparentemente una consecuencia de la depositación de carbonatos en las branquias debido a altos valores de pH (9-9.5: Sandifer y Smith 1985), condición que no se presentó en el cuerpo de agua objeto del presente estudio.

Con base en la distribución de frecuencias de tallas se distinguieron las modas de las diferentes clases, correspondientes a grupos de edad, y se obtuvieron los valores de las medianas correspondientes. Las modas identificadas con el método de Cassie (1954) coinciden con las detectadas con el programa *NORMSEP* (Fig. 1). Es de hacer notar que con este último

método el área de traslape entre clases resultó amplia en varios casos, dado que la identificación de las modas depende de una combinación de distancias entre las medias, de la magnitud de las varianzas y de la proporción de la población presente en cada grupo de edad (MacDonald y Pitcher 1979). Este último punto es importante ya que, cuando una moda se refiere a un bajo número de observaciones, el programa *NORMSEP* no la considera como tal, como es el caso de la clase 6, reclutada en el mes de noviembre (12 organismos capturados) y no considerada para el mes de diciembre, cuando solamente se capturaron cinco especímenes de esa clase (Fig. 1). El valor de la tasa de crecimiento indicado en el Cuadro 3 para esta clase tiene por lo tanto que considerarse como aproximado.

En la Fig. 1 se observan nuevos reclutamientos en los meses de mayo (clase 4), septiembre (clase 5) y noviembre (clase 6). Esto coincide con lo indicado por Huner (1975, 1978) y La Caze (1976), según los cuales *P. clarkii* tiene por lo menos tres picos de reclutamiento por año, que pueden subir a cinco en condiciones ambientales favorables (Huner y Romaine 1978).

El Cuadro 3 resume los datos de incremento mensual de longitud del cefalotórax por cada una de las clases detectadas. Con raras excepciones, el incremento mensual no superó los cinco mm y se mantuvo más bien en valores de entre uno y dos mm por mes, algo más bajo de los 2.6 mm mensuales mencionados por Penn (1943) para poblaciones naturales y considerablemente inferior a los 9 a 15 mm de longitud total citados por Huner *et al.* (1974); esto equivale, según Romaine *et al.* (1976) a entre 3 y 4.7 mm de longitud del cefalotórax.

Algunos datos resultan ampliamente superiores a estos valores. Los nueve y diez mm de incremento mensual de las clases 6 (noviembre-diciembre) y 4 (mayo-junio), así como los valores de cinco mm notados en las clases 3 y 5 pudieran quizás explicarse con el hecho de que se trata de organismos juveniles que crecen más rápidamente que los adultos (Avault y Huner 1985) o que habían cesado su actividad reproductiva en el caso de las clases que ya habían alcanzado la madurez sexual, la cual en esta población se presentó en la totalidad de los organismos de longitud del cefalotórax de 1.5 cm en adelante (los organismos menores de esta

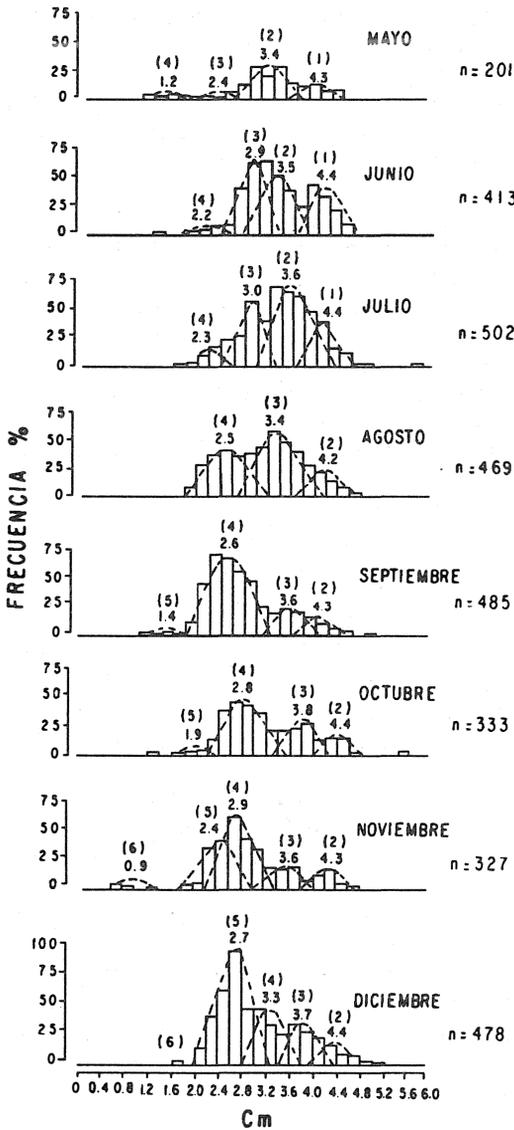


Fig. 1. Distribución de frecuencias mensuales de longitud del cefalotórax de la población de *Procambarus clarkii*. Entre parentesis se indican las clases de edad. n: número de organismos capturados.

nores de esta talla resultaron ser, en su totalidad, sexualmente indiferenciados). No se puede de todas formas descartar que estos valores anormales se deban, por lo menos parcialmente, al traslape entre clases evidenciado anteriormente. El aumento repentino de la tasa de crecimiento de la clase 2 entre julio y agosto, y los decrementos de tallas que se reportan para las clases 2 y 3 entre octubre y noviembre, pudieran ser debidos a la mortalidad, natural y/o de-

CUADRO 3

Tasas mensuales de crecimiento (en cm/mes) de *Procambarus clarkii* de la poza del Ejido Ajusco, México, para las diferentes clases de edad

Intervalo de muestreo	Clase					
	1	2	3	4	5	6
Mayo-Junio	0.1	0.1	0.5	1.0		
Junio-Julio	0.0	0.1	0.1	0.1		
Julio-Agosto		0.6	0.4	0.2		
Agosto-Setiembre		0.1	0.2	0.1		
Setiembre-Octubre		0.1	0.2	0.2	0.5	
Octubre-Noviembre		-0.1	-0.2	0.1	0.5	
Noviembre-Diciembre		0.1	0.1	0.4	0.3	0.8

bida a pesca, de los organismos de mayor tamaño. Esto dejaría una clase intermedia, formada en parte por los supervivientes de la clase desaparecida y una consiguiente sobre- o sub-estimación de la tasa de crecimiento.

El ascenso de la tasa de crecimiento en el período julio-agosto notado en las tres clases de tallas presentes, más que con la temperatura, que fue solo levemente más alta en ese período, está probablemente relacionado con una disminución de la actividad sexual, indicada por el descenso del porcentaje de machos I (maduros) evidenciado en el Cuadro 4. Según la literatura (Huner y Romaine 1978, Avault y Huner 1985) el estadio I, o sea el estadio sexualmente activo (que en la hembra no es morfológicamente diferenciado del II) corresponde a una fase sin crecimiento. Al finalizar el ciclo reproductivo, los adultos mudan a una fase morfológicamente similar a la juvenil (fase II) y a este punto reinicia su crecimiento somático.

Como se ha notado anteriormente, las tasas de crecimiento que se mencionan en este trabajo son en su mayoría inferiores a los datos de literatura. Esto se refleja en la talla de primera madurez, que fue en esta población de aproximadamente cinco cm de longitud total lo cual, según Huner y Romaine (1978) indica una condición de estrés debido a la calidad del agua o a la falta de alimento. Con base en los datos presentados en los Cuadros 1 y 2, la segunda es la causa más probable del bajo crecimiento y de las tallas reducidas de la población bajo estudio. La competencia por espacio sería un factor menos importante, ya que los autores mencionados reportan tallas de 75 mm en la primera madurez en sistemas de cultivo intensivo, mantenidos con alimento de alto contenido protéico y con densidades de 20 org./m², o de 90-100

CUADRO 4

Total de especímenes de *Procambarus clarkii* capturados en la poza del Ejido Ajusco, México, para cada fecha de muestreo y porcentajes de juveniles (longitud del cefalotórax < 1.5 cm). Se indica también la proporción entre sexos y la frecuencia (en % del total de machos por mes) de la forma macho I (maduro)

Mes	n	Juveniles	Hembras	Machos	Razón H/M	Macho I
Mayo	201	8.5	49.3	42.2	1.16	50.1
Junio	413	0.2	50.4	49.4	1.02	78.6
Julio	502	0.0	51.6	48.4	1.06	74.1
Agosto	464	0.0	53.9	46.1	1.17	59.4
Setiembre	485	1.2	53.2	45.6	1.17	37.6
Octubre	333	0.6	52.9	46.5	1.14	20.4
Noviembre	327	3.6	50.8	45.6	1.12	18.6
Diciembre	478	1.0	47.5	51.5	0.92	16.9

mm con 6-10 org./m², que es similar a la evaluada en la poza objeto del presente estudio (10 org./m²: Sánchez Saavedra 1984).

En los muestreos mensuales también se determinó la proporción sexual de los organismos de talla mayor de 1.5 cm, que resultó de aproximadamente 1:1. Para los machos, se encontró que el porcentaje del estadio I fue mayor durante los dos primeros meses de verano, con un brusco decremento en el mes de agosto y con valores progresivamente decrecientes hasta el final del período de estudio (Cuadro 4).

El Cuadro 5 resume los resultados del análisis de los contenidos estomacales. Con una sola excepción el material orgánico no identificado (MONI) constituyó el porcentaje mayor, seguido por el material de origen vegetal y muy de lejos por el de origen animal. Existe una amplia literatura sobre los hábitos alimenticios de *P. clarkii*, resumida en Momot *et al.* (1978) y más recientemente en Avault y Huner (1985), según la cual ésta es una especie omnívoro-opportunista, cuya principal fuente de alimento es el detritus. El material de origen animal, preferentemente fresco, es una componente importante de la dieta de los juveniles (Brown *et al.* 1991). Esto explicaría los bajos porcentajes de residuos animales encontrados en este estudio ya que los especímenes utilizados fueron en su mayoría adultos, cuya dieta comprende plantas vasculares, frescas o preferentemente en descomposición.

Aún cuando los datos presentados concuerdan con la literatura, cabe mencionar el riesgo de una sobre-estimación de la importancia del detritus como fuente alimenticia, ya que una parte del MONI pudiera ser constituida por material de origen animal o vegetal, no reconoci-

CUADRO 5

Contenido estomacal de *Procambarus clarkii* de la poza del Ejido Ajusco, México. Valores promedio mensual expresados en % del total

Mes	Material vegetal	Material animal	M.O.N.I.
Mayo	N.D.	N.D.	N.D.
Junio	45.5	22.7	31.8
Julio	39.0	6.5	54.5
Agosto	25.0	8.3	66.7
Setiembre	11.4	1.4	87.2
Octubre	10.0	2.0	88.0
Noviembre	10.9	3.0	86.1
Diciembre	12.3	4.0	83.7

M.O.N.I.: Material orgánico no identificado. N.D.: No determinado.

ble debido a la acción trituradora de los maxilípedos de *P. clarkii*.

AGRADECIMIENTOS

A Luis Fernando Bückle-Ramírez por su colaboración y asesoramiento en la realización del trabajo que dio origen a este manuscrito. A Guillermo Díaz de Cossio por su continua ayuda durante la parte experimental. Al CONACYT por otorgar una beca parcial para la formación de un tesista de Licenciatura. Al C.I.C.E.S.E. por su apoyo económico y el uso de su infraestructura.

RESUMEN

Se estudió la distribución de frecuencia por tallas y se estimó la tasa de crecimiento mensual de una población de *Procambarus clarkii* (Girard) de Baja California, México, de mayo a

diciembre de 1982. Las tasas de incremento de longitud del cefalotórax variaron entre 0.1 y 1 cm por mes, con una predominancia de valores inferiores a 0.5 cm. En dos casos, se obtuvieron valores negativos. Los mayores porcentajes de machos I (maduros) se encontraron en los meses de junio y julio (78.6 y 74.1%) y la proporción de sexos no se desvió en forma apreciable de 1:1. El material orgánico no identificado constituyó el 71% del contenido estomacal, seguido por el material de origen vegetal (22%) y animal (7%).

REFERENCIAS

- Avault, J.W. Jr. 1988. "New" Species for Aquaculture. Louis. State Univ. Aquacult. Mag. (March-April): 53-54.
- Avault, J.W. Jr. & J.V. Huner. 1985. Crawfish culture in the United States, p. 2-54. In J.W. Huner & E.E. Brown (eds.). "Crustacea and Mollusk Aquaculture in the United States". AVI, Westport, Connecticut.
- Barnes, W. J., Jr. & J.W. Avault, Jr. 1982. Effects of poultry waste supplementation to rice-crawfish (*Oryza sativa*-*Procambarus clarkii*) culture ponds. Aquaculture 29:109-123.
- Biggs, E.D. 1980. A review of crayfish biology, culture and potential future of the industry in the Pacific Northwest. M. Sc Project, Oregon State University, Corvallis, Oregon, 87 p.
- Brown, P.B., J.E. Wetzel II & A. Spacie. 1991. Nutritionally important, naturally-occurring foods for larval crayfish (*Procambarus clarkii*). J. World Aqu. Soc. 22:17A.
- Campos, E. & G.A. Rodríguez Almaraz. 1992. Distribution of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) in Mexico: an update. J. Crust. Biol. 12:627-630.
- Cassie, R.M. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 5:513-522.
- Cordero Esquivel, B. 1988. Evaluación de tres dietas artificiales para *Procambarus clarkii* (Girard): (Decapoda-Cambaridae), en condiciones de laboratorio. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, B.C., México.
- De la Bretonne, L.W., Jr., J.W. Avault, Jr. & R.O. Smitherman. 1969. Effects of soil and water hardness on survival and growth of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*, in plastic pools. Proc. Ann. Conf. Southeastern Assoc. Game Fish Comm. 23: 626-633.
- Hach, 1980. DR-EL/4 Methods. Hach, Loveland, Colorado. 98 p.
- Harding, J.P. 1949. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distribution. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 28:141-153.
- Hasselblad, V. 1966. Estimation of parameters for a mixture of normal distribution. Technometrics 8:1-444.
- Hobbs, H.H., Jr. 1962. La presencia de *Procambarus clarkii* (Girard) en los estados de Chihuahua y Sonora, México, (Decapoda, Astacidae). An. Inst. Biol. UNAM, México 32:273-276.
- Hobbs, H., H. Jr. 1972. Crayfish (Astacidae) of North and Middle America in biota of freshwater ecosystems. Ident. Manual. 9. U.S. Government, Washington D.C.
- Hobbs, H.H., Jr. 1984. On the distribution of the crayfish genus *Procambarus* (Decapoda: Cambaridae). J. Crust. Biol. 41:12-24.
- Huner, J.V. 1975. Observations on the life histories of recreationally important crawfishes in temporary habitats. Louisiana Acad. of Sci. Publ. 38:20-24.
- Huner, J.V. 1978. Crawfish population dynamics as they affect production in several small, open commercial crayfish pond in Louisiana. Proc. World Maric. Soc. 9:619-640.
- Huner, J.V. & J.E. Barr. 1981. Red swamp crayfish. Biology and exploitation. Sea Grant Publ. LSU-T-80-001, Louisiana State University. Baton Rouge, Louisiana.
- Huner, J.V., S.P. Meyers & J.W. Avault, Jr. 1974. Response and growth of freshwater crayfish to an extruded, water stable diet. Proc. Int. Crayfish Symp. 2:149-157.
- Huner, J.V. & R.P. Romaine. 1978. Size at maturity as means of comparing populations of *Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda) from different habitats. Int. Symp. Freshw. Crayfish 4:53-64.
- La Caze, C.G. 1976. Crawfish farming. Louisiana Wildl. Fish. Comm. Bull. 7: 1-27.
- Laevastu, T. 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. F.A.O. Roma, 243 p.
- MacDonald, P.D.M. & T.J. Pitcher. 1979. Age-groups from size-frequency data: a versatile and efficient method of analyzing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board Can. 36:987-1001.
- McGriff, D. 1982. The crayfish of California. Calif. Dept. Fish Game, Inland Fish. Information Leaflet 1:1-9.
- Momot, W.T., H. Gowing & P.D. Jones 1978. The dynamics of crayfish and their role in ecosystems. Am. Midl. Nat. 99:10-35.
- Penn, G.H. 1943. A study of the life history of the Louisiana red crayfish *Procambarus clarkii* (Girard). Ecology 24:1-18.

- Re Araujo, A.D. 1984. Efectos de dietas alimenticias isocalóricas y temperatura en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea, Decapoda). Estudio en condiciones controladas y naturales probando desechos agrícolas como alternativa alimenticia. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, B.C., México.
- Romairé, R.P., J.S. Forester & J.W. Avault. 1976. Length-weight relationships of two commercially important crawfishes of the genus *Procambarus*. Prepr. Proc. 3rd Symp. Freshw. Crayfish: 397-407.
- Sánchez Saavedra, M.P. 1984. Estudio de algunos aspectos de la biología de una población natural de *Procambarus clarkii* (Crustacea, Decapoda). Tesis Profesional, Universidad Autónoma de Baja California, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México.
- Sandifer, P.A. & T.I.J. Smith. 1985. Freshwater prawns, p. 63-118. In J.W. Huner & E.E. Brown (eds.). "Crustacea and Mollusk Aquaculture in the United States". AVI, Westport, Connecticut.
- Sommer, T.R. 1984. The biological response of the crayfish *Procambarus clarkii* to transplantation into California ricefields. *Aquaculture* 41:373-384.