

# Efecto de dietas isoproteínicas en el crecimiento del cangrejo rojo de río, *Procambarus clarkii*, en condiciones experimentales, en Manzanillo, Colima, México

Martha Patricia Hernández Vergara. 1995.

Tesis de Maestría en Acuicultura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Manzanillo, Colima, México.

HERNÁNDEZ-VERGARA, P. 1996. Efecto de dietas isoproteínicas en el crecimiento del cangrejo rojo de río, *Procambarus clarkii*, en condiciones experimentales, en Manzanillo, Colima, México *INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 12*.

En México, la especie *Procambarus clarkii* es casi desconocida y son pocos los trabajos que se conocen en relación con sus hábitos en general. En este estudio se evaluaron tres dietas isoproteínicas al 30% en cangrejo rojo de río, variando su fuente (proteína animal/vegetal): dieta #1 = 80/20%, dieta #2=20/80%, dieta #3=50/50% y se compararon con una dieta comercial, como testigo. No se encontraron diferencias significativas en el número de desoves obtenidos por tratamiento ni en el incremento de peso de los reproductores en los cuatro tratamientos. Sin embargo, el mayor número de crías se obtuvo con la dieta testigo y la #3. Estas observaciones coinciden con trabajos efectuados con la misma especie en Louisiana, EUA., en donde, en la fase adulta el porcentaje de proteína de origen animal requerido para un crecimiento normal fue entre 15 y 20%. En las crías la dieta testigo y la #1 dieron el mayor aumento de peso y se observaron diferencias significativas entre ellas ( $P < 0.05$ ). Este resultado también coincide con los de Louisiana; pero en éste no se especificó el porcentaje de proteína animal requerida para un buen crecimiento, dato que se destaca en el presente estudio (80%) porque garantiza el abastecimiento para cultivos comerciales.

## Introducción

En México es escasa la búsqueda y desarrollo de tecnología acuícola útil tanto para especies nativas como introducidas. Para llevar a cabo un buen desarrollo acuícola es necesario conocer las especies nativas de cada país y a partir de ellas tratar de desarrollar técnicas útiles para las mismas. Conocer su biología es fundamental para obtener perspectivas reales de producción, y conociendo sus requerimientos y alcances estas especies se pueden llevar a otras zonas con condiciones ambientales similares. Este puede ser el caso del cangrejo rojo de río, que es una especie endémica de Louisiana, EUA. Los acociles en general se consideran idóneos para la producción masiva a bajo costo, ya que son especies conocidas por una gran parte de la población mexicana.

Los astácidos habitan algunos arroyos y depósitos lacustres de Guatemala, México, Cuba, Costa Rica, Nicaragua y la vertiente occidental de los Estados Unidos, y se le conocen con diversos nombres, tales como acocil, minilangosta, cangrejo de piedra o río y cauque (Re-Araujo, 1985). En México, el *Procambarus clarkii* habita el centro del río Bravo y sus tributarios, en el río Salado en Chihuahua, en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas en la Sierra Madre del Norte. Además,

se ha localizado en el norte y centro de Tamaulipas, centro de Nuevo León, norte de Chihuahua, en Sonora y Baja California. Campos y Rodríguez-Almaráz (1992) opinan que la presencia de esta especie en las zonas citadas se puede deber a introducción por el hombre. Esta especie tiene la ventaja de ser sumamente fuerte y adaptarse a condiciones ambientales extremas, como son las bajas de oxígeno en su hábitat, debido a que cuentan con un mecanismo ectofisiológico (ventilación pleural) que mientras tengan las branquias húmedas les permite respirar del medio; también tienen amplia tolerancia térmica y por ello pueden aclimatarse a zonas donde su cultivo puede realizarse adecuadamente.

## Antecedentes

Los cangrejos de río *Procambarus clarkii* se caracterizan por tener un rostro estrecho y alargado hacia la base, la bocada de la pinza bien definido; un saliente en el carpopodito muy fuerte, cefalotórax rugoso y el color rojo distintivo de la especie (Girard, 1852; Arrignon, 1985).

Estos cangrejos son omnívoros, es decir, comen materia vegetal o animal, viva o muerta. Prefieren la carne fresca cuando está disponible, por tanto, ésta se usa frecuentemente como carnada, aunque también se utiliza trozos de pescado,

pollo o res. Por no ser depredadores activos, no pueden capturar algunos peces o insectos que nadan rápidamente. Generalmente, cerca del 20% de la dieta del cangrejo consiste en gusanos, larvas de insectos y otros tipos de materia poco activa. El resto consiste en vegetación, pero frecuentemente es imposible determinar si el cangrejo se come a un insecto por estar pegado al tallo de la planta o si lo busca activamente. El material vegetativo también contiene grandes cantidades de animales microscópicos, particularmente durante el proceso de descomposición, por lo que el contenido de proteína es considerablemente alto (Davis, 1987).

Lovell (1989), en experiencias con estos organismos en laboratorio y en condiciones similares a las del medio natural, encontró que con niveles de proteína en el alimento entre 20 y 30% (15 a 20% de origen animal) el cangrejo de río presenta un alto nivel de crecimiento. Para el desarrollo de dietas para cangrejo de río, además de subproductos agrícolas también se pueden usar desperdicios de la pesca. Al formular alimentos, Cordero (1988) usó pescado de desecho, harina de sardina y subproductos agrícolas. Re-Araujo (1985) determinó la mejor temperatura y la dieta para que los cangrejos de río crezcan mejor, a partir de desperdicios de la pesca y agricultura. Es sumamente importante desarrollar dietas que cubran los requerimientos de la especie sin olvidar la parte económica de la misma. Lovell (1982) encontró desfavorables los costos de los insumos usados en alimentos y citó a Huner y Barr (1984) quienes sugirieron utilizar dietas en cantidades menores a 34 Kg/ha/día, o bien utilizar otros productos regionales o de menor costo, como alimento complementario o abono para incrementar la productividad natural del sistema. Estos deben presentar un perfil nutricional completo, como el de la soya y alfalfa, que además de cubrir los puntos anteriores tienen menor costo en zonas de producción.

Entre los objetivos planteados para el presente trabajo estuvo determinar si existe diferencia significativa en el número y en el tiempo de maduración de reproductores y el número de crías obtenidas a partir de tres diferentes tratamientos. Además, se evaluó el efecto de las dietas sobre el crecimiento y sobrevivencia de las crías y se comparó con una dieta comercial.

## Métodos y materiales

El diseño experimental incluyó un sistema para mantener cangrejos rojos de río en agua dulce en condiciones controladas de oxígeno, que permite operar cuatro tinas de fibra de vidrio con 30 individuos cada una, 15 machos y 15 hembras por tratamiento, sometiendo los grupos de 30 individuos a tres dietas isoproteínicas y una testigo, todas con 30% de proteína. Estos cangrejos permanecieron en observación para determinar si se reproducían, obtener las hembras ovadas y posteriormente las crías. El agua dulce utilizada en el proceso provenía de un pozo artesanal y la aereación se mantuvo constante por medio de un aereador conectado a mangueras

para acuario y piedras difusoras (dos por tina). Se trabajó con la temperatura ambiente con el fin de que se adaptaran los cangrejos a ésta.

Las hembras ovadas se separaban del tratamiento para obtener las crías en acuarios, para mejor control. Las crías obtenidas de cada hembra y cada tratamiento se contaron y las hembras se regresaron a su tratamiento después de haber mudado. Después de 20 días de nacidas, las crías se midieron y pesaron y a partir de un análisis de varianza se determinó si existía diferencias significativas entre ellas en cuanto a su peso inicial, para no afectar el resultado final del experimento. Se colocaron 30 crías por tratamiento en cuatro acuarios de vidrio con aereación y temperatura constante ( $26 \pm 0.5$  °C).

En general, los reproductores se tuvieron con aereación constante y oxígeno entre 7 y 8 ppm, alimento al 2% de la biomasa inicial al día, dividida en dos raciones; recambios de agua parciales diariamente y totales cada 15 días; las hembras y las crías a temperaturas de  $26 \pm 0.5$  °C y recambios de agua totales cada tercer día.

Diariamente, en cada acuario se supervisó la sobrevivencia. Al introducir las crías a los acuarios se les midió longitud y peso para después determinar la dieta mejor, y se calcularon sus ecuaciones de crecimiento, según los modelos de von Bertalanffy y Beverton Holt descritos en Pauly (1983).

Las dietas isoproteínicas se formularon a partir de los mismos ingredientes, variando sólo la cantidad de aquellos que aportaban la mayor cantidad de proteína, conteniendo 30% en el caso de los reproductores y un 35% para las crías. Se les realizaron pruebas de estabilidad y palatabilidad para comprobar su eficiencia alimenticia. Los alimentos contenían 10% de harina de maíz, 1% de vitaminas incluyendo "Rovomin C<sup>R</sup>" y minerales al 1%, 0.5% de colesterol, 0.5% lecitina de soya, 2% de levadura, 2% de espirulina y 10% de harina de arroz integral. Como ingredientes variables para obtener un balance de proteína de origen animal y de origen vegetal se utilizó harina de pescado y harina de cabeza de camarón (Meyer, 1990), coco, soya integral y la harina de trigo integral.

La dieta #1 estaba formada por 80% de proteína de origen animal aportada por la harina de pescado y harina de cabeza de camarón; la dieta #2 por 80% de proteína de origen vegetal aportada por la soya integral y la harina de trigo integral; la dieta #3 por 50% proteína animal aportada por la harina de pescado y la de cabeza de camarón, y 50% de proteína vegetal aportada por la soya integral, copra de coco y harina de trigo integral; la dieta testigo fue de alimento comercial para camarón marca Api Aba con 30% de proteína.

La *tabla 1* muestra las formulaciones en cuanto a proteína y lípidos, elaboradas a partir del doble cuadrado de Pearson y los valores en la dieta comercial.

**Tabla 1.** Porcentajes de proteína y lípidos en cuatro dietas de reproductores de cangrejo de río *Procambarus clarkii*.

Dieta	Proteína animal	Proteína vegetal	Lípidos	Proteína total
1	80	20	11.0	30
2	20	80	10.0	30
3	50	50	10.5	30
TESTIGO	---	---	8.5	30

## Resultados

Desde diciembre se iniciaron los apareamientos y aumentaron a lo largo del experimento, el cual duró ocho meses. En total, de 60 hembras se obtuvieron 23 ovadas y fueron las alimentadas con la dieta testigo las que maduraron más rápido, sin presentarse diferencia significativa entre los tratamientos y el número de hembras ovadas. El desarrollo y la maduración de los huevos duró de 17 a 21 días. A pesar de los continuos recambios de agua y la eliminación del alimento sobrante de los acuarios, se presentaron hongos en los huevos, los cuales se trataron con permanganato de potasio al 3%, en dos ocasiones en baños cada tercer día, sin resultados totalmente satisfactorios, por lo que se eliminaron manualmente los huevos dañados.

Las dietas preparadas fueron muy estables en el agua por más de 16 horas. Fueron fáciles de almacenar y se mantuvieron en refrigeración durante el experimento. Durante el tiempo que se probaron las dietas para los adultos se analizaron los parámetros fisicoquímicos del agua, tales como: temperatura, pH, amonio, nitritos, dureza, alcalinidad y oxígeno disuelto. La temperatura se graficó contra el tiempo en días. Ésta fluctuó de 20.0 a 29.5 °C a lo largo de todo el experimento (Tabla 2). Las crías y hembras ovadas se mantuvieron a temperatura constante (26±0.5 °C), el pH varió de 7.5 a 9, el oxígeno se mantuvo entre 6.7 y 8.5 ppm; el amonio siempre por debajo del límite crítico, entre 0.2 y 0.8. Los nitritos en niveles muy bajos, de 0.023 a 0.065, y la dureza entre 156 y 325.

**Tabla 2.** Máximos, mínimos y promedios de temperatura del agua de cultivo de cangrejo de río en reproducción

MES	am			pm		
	MÁX	MÍN	PROM	MÁX	MÍN	PROM
DIC	26.0	20.0	24.04	29.0	24.0	26.59
ENE	26.0	22.0	23.40	27.5	22.0	25.30
FEB	24.5	22.0	23.33	27.0	24.5	25.80
MAR	25.0	21.0	23.25	27.5	24.0	25.10
ABR	23.5	21.0	22.21	25.0	22.0	23.68
MAY	29.0	23.5	26.90	29.5	25.0	27.90

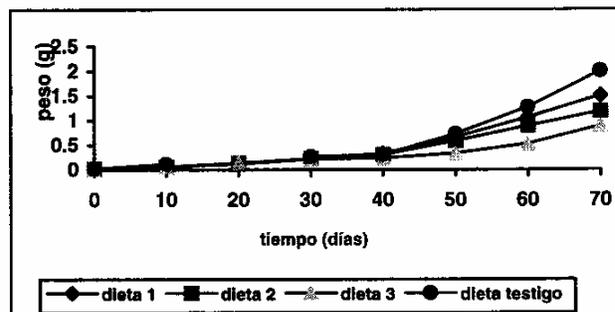
En relación con los reproductores se observó una variación interesante en cuanto a la eficiencia de conversión alimenticia durante el experimento en función del sexo: se obtuvo mejor conversión en peso en hembras alimentadas con la dieta testigo y la dieta #3 (Tabla 3). Sin embargo, por análisis

de varianza se observó que no existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los cuatro tratamientos y entre los sexos.

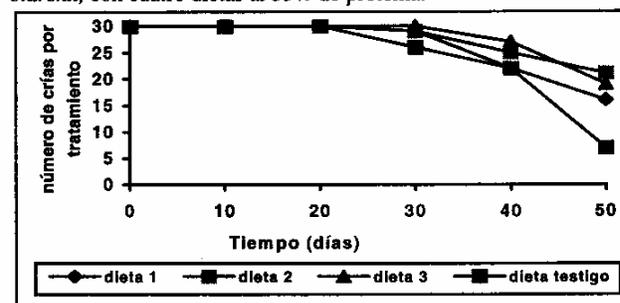
**Tabla 3.** Eficiencia de dietas experimentales en los cuatro tratamientos usados para la reproducción del cangrejo de río *Procambarus clarkii*.

Factor	Sex	Dieta#1	Dieta#2	Dieta#3	Testigo
Conversión alimenticia		7.42	6.38	5.11	3.95
Eficiencia de conversión		0.13	0.15	0.19	0.25
% en aumento de peso	M	13.38	35.69	44.40	68.22
	H	-82.76	-94.32	-84.54	-127.69
Tasa Crecim. diario	M	3.44(10 <sup>-3</sup> )	3.79(10 <sup>-3</sup> )	3.5(10 <sup>-3</sup> )	4.75(10 <sup>-3</sup> )
	H	0.71(10 <sup>-3</sup> )	1.7(10 <sup>-3</sup> )	2.09(10 <sup>-3</sup> )	2.9(10 <sup>-3</sup> )

Las crías presentaron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el aumento de peso entre los cuatro tratamientos, siendo más eficientes la dieta testigo y la dieta #1 (Fig. 1). En cuanto a sobrevivencia, no se presentó diferencia entre los cuatro tratamientos, a excepción del final del experimento con la dieta testigo; pero esta mortalidad no se consideró debida al alimento sino a una falla eléctrica de 24 h que ocasionó una baja en la concentración de oxígeno en el agua, que produjo la muerte de los organismos (Fig. 2). La ecuación que relaciona el peso y la longitud de las crías del tratamiento #3 es la siguiente:  $W = 0.052342(L^{2.5352})$ , y la de crecimiento así:  $L_t = 25.22(1 - e^{-0.0012(t+22.60)})$ .



**Fig. 1.** Crecimiento en peso de crías de cangrejo de río *Procambarus clarkii*, con cuatro dietas al 35% de proteína.



**Fig. 2.** Mortalidad de crías de cangrejo de río *Procambarus clarkii* con cuatro dietas experimentales.

La tabla 4 muestra los incrementos en talla y peso de las crías durante el tiempo en que permanecieron en observación, con las cuatro dietas experimentales.

**Tabla 4.** Incremento en peso y talla de crías de cangrejo de río *Procambarus clarkii* con cuatro dietas experimentales.

Variable	Dieta #1	Dieta #2	Dieta #3	Testigo
Peso inicial (g)	0.1243	.01428	0.142	0.12
Peso final (g)	1.5125	1.485	0.89	2.00
Aumento (g)	1.3882	1.0422	0.748	1.88
Long. inicial (cm)	1.483	1.406	1.54	1.47
Long. final (cm)	3.55	3.138	2.86	4.2
Aumento (cm)	2.067	1.732	1.32	2.73

## Discusión

El hecho de que no exista diferencia significativa en el número de hembras ovadas por tratamiento indica que todas las dietas fueron eficientes y que no se afecta la maduración por la variación de la fuente proínica. El tiempo de maduración está más influenciado por la temperatura que por la fuente de proteína de las dietas, no así la cantidad de crías presentes en cada desove, la cual fue mucho mayor en hembras alimentadas con la dieta testigo; probablemente debido a que ésta presenta una protección de las vitaminas y minerales que le proporciona más eficiencia a este alimento, a diferencia de las dietas elaboradas. La estabilidad y palatabilidad de las dietas indicaron que los ingredientes usados en su elaboración fueron eficientes y seguros para ser usados en este propósito, lo que beneficia los costos de producción, que resultan más bajos al ser ingredientes regionales. Los factores fisicoquímicos del agua permanecieron dentro de los límites de tolerancia de la especie, por lo que no afectaron su crecimiento y desarrollo durante el experimento. La variación en la eficiencia alimenticia de acuerdo con el sexo se puede deber a que en la naturaleza las hembras son generalmente más pequeñas que los machos, porque no pueden competir con ellos por el alimento; sin embargo, al no presentarse problemas en su disponibilidad y también durante el tiempo de incubación, éstas tuvieron mayor oportunidad de mantener e incluso incrementar su peso. La variación en el crecimiento de las crías se puede deber a que, como se ha indicado en los antecedentes, para las primeras fases de vida el requerimiento de proteína de origen animal es mayor comparado con los adultos. Varios autores opinan que la temperatura limita la sobrevivencia del cangrejo de río en etapas iniciales de su vida; sin embargo, en este estudio se encontró que si se realiza una adaptación paulatina de los individuos este factor no es determinante.

## Conclusiones

1. Con las tres dietas isoprotéicas evaluadas (30% y 35% de proteína) se obtuvieron tasas de crecimiento específico y sobrevivencia altas, tanto en reproductores como en crías.
2. Entre las tres dietas no hubo diferencia significativa en el número de hembras maduras y el tiempo en que empezaron a presentarse éstas durante la fase experimental.
3. La conversión alimenticia en los reproductores fue más eficiente en hembras en relación con los machos, presentándose una mayor ganancia de peso con todas las dietas.
4. Las dietas más eficaces para el crecimiento fueron la dieta #1 con 80/20% de proteína animal/vegetal y la dieta testigo, seguidas por la dieta #3 y finalmente la #2.
5. A diferencia de los adultos, sí se presentaron diferentes efectos entre las dietas para las crías.

## Referencias bibliográficas

- ARRIGNON J. 1985. Cría del cangrejo de Río. *Editorial Acribia. Zaragoza España.*
- CAMPOS, E. y G.A. Rodríguez-Almaráz. 1992. Distribution of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852)(Decapoda:Cambaridae) in Mexico: *An. Date. J. Crust. Biol.* 12.(4) 627-630.
- CORDERO E., B. 1988. Evaluación de tres dietas artificiales para *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda:Cambaridae) en condiciones de laboratorio. *Tesis de Maestría en Ciencias. 1988 C.I.C.E.S.E.* 101 p.
- DAVIS, J.T. 1987. Biología y antecedentes del cultivo del cangrejo de río (acocil) FONDEPESCA FOEXT/A1/87. Cuajimalpa, D.F.
- LOVELL, T. 1989. Nutrition and feeding of fish. *An. Avi Book Published by van Nostrand Reinhold. New York, U.S.A.*
- MEYER, A.O. 1990. Elaboración a pequeña escala de harina a partir de desperdicios marinos. *4o. Congr. Asoc. Mex. Acuic. AMAC'90, Hermosillo, Sonora. Compilado 5 pp.*
- PAULY, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *Makati, Metro, Filipinas. FAO doc. Tec. Pesca (234):49 p.*
- RE ARAUJO A. D. 1985. Crecimiento y sobrevivencia de *Procambarus clarkii*, Girard (Crustácea:Decápoda) con diferentes temperaturas y dietas isocalóricas. *C.I.C.E.S.E. Colección de Reimpresos. Ensenada, B.C. México.*