

Crecimiento y eficiencia alimentaria de la mojarra *Cichlasoma heterospilum* (Cichlidae: Perciformes) al sur del Golfo de México

Ivette N. Cu-Sarmiento¹ y Francisco Arreguín-Sánchez²

¹Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal Campeche, SEMARNAP. Av. López Mateos esq. con Aldama s/n, Campeche, 24040, Campeche, México

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN, CICIMAR. Apartado Postal 592. La Paz, 23000, Baja California Sur, México Internet: farregui@vmredipn.ipn.mx

(Recibido 21-XI-1995. Corregido 18-XI-1996. Aceptado 7-III-1997)

Abstract: *Cichlasoma heterospilum*, a potentially important species for aquaculture was studied in the southern Gulf of Mexico. The sex ratio was 1:1, and there were seasonal differences in abundance of mature individuals. Parameters of the von Bertalanffy growth equation were: $K = 0.38$ (year⁻¹), $L_{\infty} = 26$ cm (TL), $W_{\infty} = 321$ g, $t_0 = -0.249$ years. This omnivore has a daily food consumption per unit biomass of $Q/B = 4.05\%$ of body weight, annual $Q/B = 14.8\%$; however, gross efficiency of growth associated to food consumption can be assumed to be relatively low ($= 0.1147$) compared to other commercially important species. Aquaculture would require an increase in growth efficiency.

Key words: Growth, growth efficiency, *Cichlasoma heterospilum*, Gulf of Mexico

En México el estudio de peces para acuicultura se ha orientado a especies introducidas y biotecnologías dominadas; no obstante dentro de la familia Cichlidae, mojarra de agua dulce, se encuentran algunas especies nativas del género *Cichlasoma* que tienen alta demanda en los mercados locales. Los estudios realizados sobre peces de esta familia son escasos y se abordan aspectos sobre taxonomía y distribución, pero su biología es poco conocida, siendo *Cichlasoma urophthalmus* la única especie estudiada en detalle (Martínez y Ross 1988).

En especies consideradas con potencial para ser objeto de cultivo, uno de los intereses primarios, por razones biológicas y económicas, es obtener altas tasas de crecimiento y de

conversión alimentaria. En este contexto, el presente trabajo tiene por objeto contribuir con información específica sobre crecimiento y eficiencia de la alimentación del cíclido *Cichlasoma heterospilum*, que constituye un recurso natural potencial de la Península de Yucatán con perspectivas de cultivo, ya que se trata de una especie para consumo humano bien aceptada local y regionalmente junto con *C. urophthalmus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en información de ocho muestreos efectuados en la laguna El Vapor, ubicada en la porción suroccidental de la Laguna

de Términos, Campeche, al Sur del Golfo de México. Las muestras se tomaron con una red de prueba camaronera de 6 m de largo con luz de malla de 1 cm, haciéndose tres arrastres de 10 min cada uno, en cada estación, cubriendo un área de 200 m². Los peces se fijaron en formol al 10 %.

Se registró la longitud total (LT) y peso total de los individuos. El contenido estomacal se cuantificó con base en el método volumétrico directo (Hyslop 1980), obteniéndose el porcentaje de cada tipo general ingerido por el pez (herbívoro, carnívoro o detritívoro). La proporción de sexos y frecuencia de organismos maduros se obtuvo con base en sus características morfológicas; el dimorfismo sexual se observó durante la freza (verano) de acuerdo a las características descritas por Huet (1978). La edad de primera madurez se determinó como aquella a la cual el 50% de la población está sexualmente madura; identificándose diferentes estadios de madurez según Nikolsky (1968). El crecimiento se estimó por métodos indirectos, a través del análisis de distribución de frecuencia de longitudes, suponiendo que los individuos crecen de acuerdo al modelo de von Bertalanffy (1938), utilizando el método de Shepherd (1987).

La eficiencia en la conversión del alimento se estimó de acuerdo con Ivlev (1939), a través de la relación =incremento en crecimiento/alimento ingerido. La relación consumo biomasa (alimento ingerido/ peso individual) se estimó de manera indirecta con base en la muestra del contenido estomacal (Pauly 1986; Pauly and Palomares 1987). Dado que es afectada por el peso del pez, entonces la eficiencia de conversión de alimento puede ser expresada como una función del peso (Pauly 1986) como sigue:

$$K_1 = \left(\frac{W}{W_\infty} \right)^\beta \quad (1)$$

Donde β es una constante que representa la tasa de conversión alimenticia

De acuerdo con Pauly (1986) esta relación predice el valor de 1 cuando $W = 0$, y $K_1 = 0$ en W_∞ , la cual es definida como el tamaño en el cual el incremento en peso es cero, independientemente del alimento ingerido. Esta

definición, análoga al modelo de von Bertalanffy, y la tasa de conversión alimentaria pueden ser expresadas como:

$$\beta = C / (\log_{10} W_\infty - \log_{10} W)$$

donde $C = -\log_{10}(1 - k_1)$ y $W_\infty =$ peso máximo promedio según el modelo de von Bertalanffy. De la combinación de las ecuaciones anteriores, la tasa de consumo de alimento de un pez de la edad (t) está dada por

$$dq / dt = \frac{dw / dt}{k_1(t)}$$

donde:

$$dw / dt = W_\infty 3k(1 - e^{-k(t-t_0)})^2 (e^{-k(t-t_0)})$$

La estimación de la ración diaria alimenticia, y las curvas de ingestión y egestión se evaluaron a través del programa MAXIMS (Jarre *et al.* 1990) obteniéndose los valores de consumo de alimento por unidad de biomasa y tiempo, Q/B.

RESULTADOS

Dado el grado de digestión que presentaba el contenido estomacal de *C. heterospilum*, se obtuvo en forma cuantitativa el contenido de materia vegetal y animal. Ambas fracciones aparecen en la misma proporción, observándose dos picos para la materia vegetal; uno a la edad de dos años y el otro a edades de 6-8 años. En peces de edades intermedias la materia orgánica animal predomina como componente de la dieta (Fig. 1). Entre el material identificable, se encontraron restos de oligoquetos, anfípodos, anélidos, insectos, esponjas, isópodos, escamas de peces, así como restos de vegetales correspondientes a *Vallisneria* sp. En cada caso se registró el grado de llenado de los estómagos (Cuadro 1).

C. heterospilum mostró una proporción de sexos 1:1, con una ligera variación estacional,

posiblemente como resultado de desplazamientos a lo largo del sistema fluvial, o asociados al comportamiento reproductivo diferencial, a juzgar por la asincronía mostrada entre sexos cuando los individuos están maduros (Fig. 2).

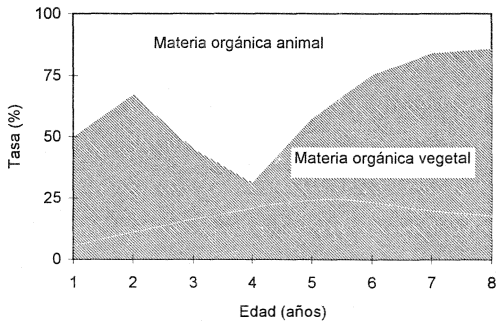


Fig. 1. Proporción de Materia Orgánica Animal y Materia Orgánica Vegetal en los contenidos estomacales para diferentes edades de *Cichlasoma heterospilum* del sur del Golfo de México.

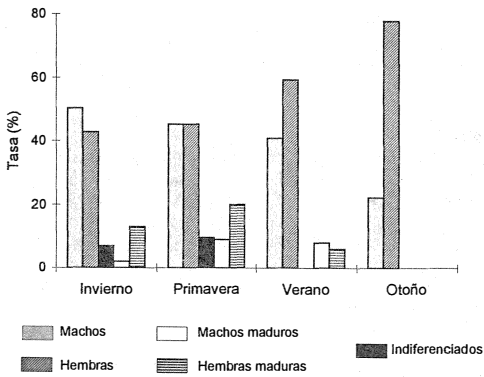


Fig. 2. Cambios estacionales en la proporción de sexos y frecuencia de individuos maduros de *Cichlasoma heterospilum* en la Laguna el Vapor, en el sur del Golfo de México.

En general se observó mayor abundancia de machos en otoño, cambiando hacia el período invierno/primavera.

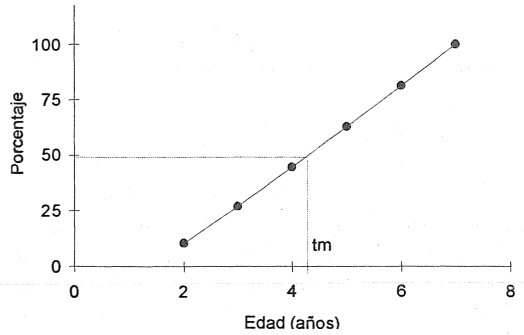


Fig. 3. Curva de madurez y edad de primera madurez de *Cichlasoma heterospilum* de la Laguna El Vapor.

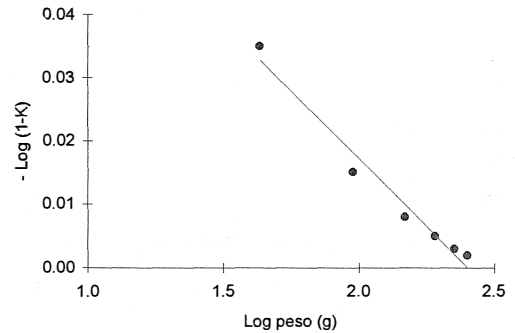


Fig. 4. Estimación de la tasa de conversión alimenticia, b , para *Cichlasoma heterospilum* de la Laguna El Vapor (para explicación ver ecuación 1).

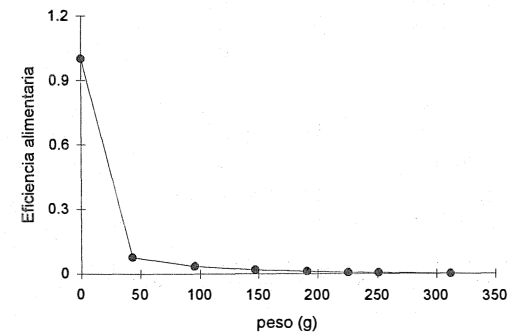


Fig. 5. Tendencia de los cambios en la conversión alimenticia con la talla de *Cichlasoma heterospilum* de la Laguna El Vapor, en el sur del Golfo de México.

La relación peso-longitud para *Cichlasoma heterospilum* fue estimada como:

$$W = 0.04184 L^{2.737}$$

Los valores obtenidos para los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy al aplicar el método de Shepherd (1987) fueron: $K = 0.38$ (1/año), $L_{\infty} = 26$ cm (LT), y $t_0 = -0.249$ años. Se estimó la edad de primera madurez en cuatro años, con una talla media de 20 cm LT y 152 g de peso (Fig. 3).

Para el análisis de la eficiencia del crecimiento se estimó la tasa de crecimiento asociada con el consumo alimentario (ecuación 1), y su valor fue: $b = -0.042$ (Fig. 4). Con este valor y los datos de cronología diaria alimentaria se estimó la tasa anual de consumo de alimento por unidad de biomasa, obteniéndose valores de Q/B anual de 14.79 %, y Q/B diaria de 4.05 %; y la relación de mantenimiento o ración diaria alimenticia para W_{∞} fue Q/B anual de 9.4 % y Q/B diaria de 2.59 %.

CUADRO 1
Grado de llenado de los estómagos de individuos de *Cichlasoma heterospilum* recolectados en la Laguna El Vapor, al sur del Golfo de México.

Fecha	13-II-88	21-IV-88	9-VI-88	27-VII-88	29-IX-88	12-II-89	25-II-89	21-II-90
Hora	11:00	10:10	17:00	15:00	10:00	15:00	10:20	11:00
S/E	14	4	4	3	0	6	2	13
V	77	23	26	3	6	3	8	5
CV	63	55	39	5	5	1	31	10
MLL	25	47	27	8	4	1	32	19
LL	8	18	9	2	9	0	5	13
Total	186	147	105	21	21	11	76	60

S/E = Sin estómago V = Vacío CV = Casi vacío MLL = Medio lleno LL = Lleno

CUADRO 2
Comparación de la eficiencia de consumo de alimento, indicado por K_1 , para varias especies.

Especie	Q/B% día	Q/B% anual	K_1	f'	Tipo de ecosistema	Referencia
1	0.64	2.33	0.475	3.397	Costas de Kuwait	Pauly y Palomares (1987)
2	0.64	2.34	0.306	3.099	Arrecifes Indo-Pacífico	Pauly y Palomares (1987)
3	0.76	2.78	0.185		Arrecifes del Caribe	Pauly (1984)
4			0.047	2.352		Pauly (19984)
5			0.881	2.83	Laguna, Este de Africa	Pauly et al. (1988)
6						
7	0.88	3.22	0.071	1.861	costas de Kuwait	Pauly y Palomares (1987)
8	4.05	14.8	0.114	2.409	Laguna costera Golfo de México	

1 *Acanthopagrus cuvieri*, 2 *Epinephelus tauvina*, 3 *Epinephelus guttatus*, 4 *Holocanthus bermudensis*, 5 *Sarotherodon melanotherodon*, 6 *Sparus auratus*, 7 Este trabajo.

Q/B se refiere al consumo por unidad de biomasa.

f' es un índice del patrón de crecimiento calculado como $f' = 2 \log_{10} K + \log_{10} L_{\infty}$

(Pauly y Munro 1984)

La eficiencia bruta fue de $=0.1147$; mientras que la tendencia de los cambios en la eficiencia de la conversión alimenticia con el peso (edad)

de los organismos se muestra en la Fig. 5. Estos resultados indican que *C. heterospilum*, en su ambiente natural, incorpora cerca del 12%

del alimento ingerido como tejido corporal, siendo mayor la eficiencia en peces jóvenes, reduciéndose hacia los adultos.

DISCUSIÓN

Para *C. heterospilum* el contenido estomacal presentó 47% de materia vegetal y 53% de materia orgánica animal, correspondiendo a una especie típicamente omnívora (Huet 1978). Es posible que la calidad del alimento para peces pequeños, sea diferente a la consumida por peces mayores. Asimismo, el mayor consumo de materia de origen animal en edades intermedias corresponde, cronológicamente, con los hábitos reproductivos; esto es, ocurre en sincronía con la edad de primera madurez. Esto podría ser interpretado en dos sentidos, como un cambio de comportamiento y de hábitat de los individuos al alcanzar la madurez o bien, como un incremento en los hábitos de desplazamiento de los peces que alcanzan la madurez, que les permite acceder a otro tipo de alimento. En cualquier caso, es claro que la sincronía entre el cambio de alimento y la edad a la cual se alcanza la madurez es un factor de relevancia para la población siendo estas edades las que contribuyen con mayor intensidad a la reproducción.

Con relación al tipo de alimento, Chávez *et al.* (1989) mencionan para *C. heterospilum* del río San Pedro, Tabasco, la presencia de diferentes grupos en el contenido estomacal: vegetales superiores 54.8%, frutos de origen vegetal 3.2%, vegetales inferiores 3.2%, moluscos 9.68%, restos de insectos 19.35%, detritus 12.9% y peces 22.58%; indicando también un régimen omnívoro para *C. heterospilum*.

La talla máxima promedio que alcanza *C. heterospilum* es de 26 cm LT, con un peso de 312 g, considerando una longevidad cercana a los ocho años, siendo una especie que no presenta tallas muy grandes; pero si podrían ser adecuado para consumo directo.

La proporción de sexos fue 1:1, a diferencia de la encontrada por Chávez *et al.* (1989) en el río San Pedro, Tabasco, de dos machos por cada hembra. Los cambios estacionales en la

proporción de sexos sugieren que en la población de *C. heterospilum* se presentan individuos machos durante todo el año, aunque no todos maduran en la misma época, mientras que la mayor parte de las hembras alcanzan la madurez hacia la primavera. Por otro lado la mayoría de los individuos maduros de ambos sexos se observaron en primavera, lo cual sugiere que el pico reproductivo de la especie ocurre hacia esta época del año. De acuerdo con esto, es posible que la diferencia en la proporción de sexos entre ambas localidades pueda estar asociada a características del hábitat, en cuanto a las condiciones requeridas para la reproducción y el tipo y calidad de alimento disponible.

La eficiencia del crecimiento cambia con la talla. Los peces pequeños convierten una alta proporción del alimento ingerido en tejido corporal, a diferencia de los peces de mayor peso, donde la eficiencia decrece al usar gran parte de esta energía en la reproducción. La eficiencia de consumo de alimento podría ser considerada como baja comparada con otras especies (Cuadro 2); esto supondría limitaciones para su cultivo. No obstante, debe considerarse que las estimaciones obtenidas corresponden a un stock que habita un ambiente fluvial donde las condiciones de disponibilidad de alimento no son excedentes, y que la magnitud de la eficiencia de crecimiento estimada es comparable a otras especies de peces de diferentes ecosistemas acuáticos del mundo (Christensen y Pauly 1993). Esto sugiere la posibilidad de que bajo condiciones controladas, y proporcionando alimento suficiente de manera continua, la eficiencia alimentaria pudiera ser incrementada y, en consecuencia, que *C. heterospilum* sea potencialmente atractiva para el cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Miguel A. Olvera Novoa, Severo de la Cruz Campa y Jorge Hidalgo Toledo por su apoyo en este estudio. A Carlos Rosas y dos revisores anónimos por sus comentarios. A la CONABIO, por el apoyo parcial otorgado a través del proyecto E024. El segundo autor agradece al IPN el apoyo recibido a través de COFAA y BDA.

RESUMEN

Cichlasoma heterospilum es una especie de interés potencial para la acuicultura, sin embargo es escaso el conocimiento que se tiene sobre la biología del crecimiento. La población estudiada habita la zona costera del sur del Golfo de México. La proporción de sexos es de 1:1, aunque la abundancia relativa de individuos maduros muestra diferencias estacionales entre ambos sexos. Los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy fueron: $K=0.38$ (anual), $L_{\infty} = 26$ cm (LT), $W_{\infty} = 321$ g, $t_0 = -0.249$ años. El análisis del contenido estomacal indica que *C. heterospilum* es una especie omnívora cuyo consumo de alimento por unidad de biomasa fue estimado, en base diaria, como $Q/B=4.05\%$, y Q/B anual = 14.8% . La eficiencia del crecimiento (conversión de alimento) podría considerarse como relativamente baja, $= 0.1147$, comparada con otras especies de alto interés comercial. Aún cuando estos resultados sugieren posibles inconvenientes biotecnológicos para considerar esta especie como viable para cultivo, los estimadores de eficiencia alimentaria podrían ser incrementados potencialmente en condiciones controladas.

REFERENCIAS

- Bertalanffy, von L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biol.* 10:181-213.
- Chávez, L. M., A. E. Matheeuws & H. Pérez Vega. 1989. Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura, Tabasco Inst. Nal. Inv. Rec. Biót. - Fund. Univ. Coop. Intern. Des. Xalapa, Veracruz, México. 222 p.
- Christensen, V. & D. Pauly (eds.). 1993. Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc. 26, 390p.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* 17: 411-429
- Huet, M. 1978. Tratado de piscicultura. Mundi. Madrid. 745 p.
- Ivlev, V.S. 1939. Balance of energy in carps. *Zool. Zh.* 18:303-318
- Jarre, A., M.L. Palomares, M.L. Soriano, V.C. Sambilya Jr., & D. Pauly. 1990. MAXIMS: A computer program for estimating the food consumption of fishes from diet stomach contents data and population parameters. ICLARM Software 4.
- Martínez, C. & L.G. Ross. 1988. The feeding ecology of the Central American Cichlid *Cichlasoma urophthalmus* (Günther). *J.Fish.Biol.* 33:665-670.
- Nikolsky, G.V. 1968. The ecology of fishes. (Trad. del Ruso por L. Birkett.). Academic Press, Londres. 352 p.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and reviews 8. 325 p.
- Pauly, D. 1986. A simple method for estimating the food consumption of fish populations from growth data and food conversion experiments. *U.S. Fish. Bull.* 84:827-840
- Pauly, D. & J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. ICLARM FishByte 2(1):21
- Pauly, D & Palomares M. 1987. Shrimp consumption by fish in Kuwait waters: a methodology, preliminary results and their implications for management and research. *Kuwait Bull. Mar. Sci.* 9:101:125.
- Pauly, D., J. Moreau, & M.L. Palomares. 1988. Detritus and energy consumption and conversion efficiency of *Sarotherodon melanotheron* (Cichlidae) in a West African lagoon. *J. Appl. Ichthyol.* 4: 190-193.
- Shepherd, J.G. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p.114-119 In: D. Pauly & G. R. Morgan (eds.). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proc. 13:468 p.