

Cichlasoma istlanum (Pisces:Cichlidae): Evaluación de algunos aspectos reproductivos en organismos silvestres y obtenidos en cautiverio

Jorge Luna-Figueroa, Laura Balán-González y
José Figueroa-Torres*

Introducción

La mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* es nativa de la cuenca del río Balsas, y se encuentra distribuida en los estados de Morelos, Michoacán, Puebla, Guerrero y Oaxaca, así como en el Sistema Armeria-Coahuayana en Colima (Danko, 1991). *C. Istlanum*, al igual que otras especies nativas de México, requiere gran atención no sólo en aspectos taxonómicos, sino en su potencial acuícola, incluyendo la reproducción y el crecimiento (Luna-Figueroa y Figueroa, 1999a). La reproducción es sin lugar a dudas uno de los aspectos más importantes que se relacionan con la biología de cualquier especie (Contreras-MacBeath, 1998); junto con el crecimiento, es un proceso que depende de la energía y nutrientes presentes en los alimentos (Wootton, 1991). Actualmente, existe muy poca información relacionada con la reproducción en cautiverio de la mojarra criolla, lo que ha originado el interés por llevar a cabo el manejo de la especie en condiciones controladas. Los ciclidos presentan gran variabilidad en la frecuencia de desove, aún bajo condiciones

ambientales controladas (Coward y Bromage, 1999). Los mecanismos que controlan tal variabilidad están aún poco claros, y requieren mayor investigación. Los factores reguladores incluyen la temperatura ambiental, la latitud, el cuidado parental, la densidad de siembra, la relación de sexos, la ración de alimento, el nivel de proteína de la dieta, el tamaño del pez y la edad. Al respecto, Coward y Bromage (2000), aseguran que el entendimiento de los factores involucrados en la regulación de la fecundidad y en la frecuencia de desove será de gran beneficio para el éxito de organismos en cultivo. Como consecuencia de lo anterior, el presente estudio tuvo como finalidad incrementar el conocimiento de algunos aspectos reproductivos de *C. istlanum* en condiciones controladas, para lo cual se planteó el objetivo de evaluar y analizar comparativamente, en organismos silvestres y de cautiverio, la frecuencia de desove y la fecundidad, así como la producción y la supervivencia de las crías.

Materiales y Métodos

La etapa experimental comprendió un período de 18 meses, para lo cual se contó con cuatro parejas de reproductores silvestres y cuatro parejas de reproductores nacidos en cautiverio. Las parejas silvestres pesaron y midieron en promedio 168.60 g y 21.15 cm., seleccionadas de un grupo de 20 organismos de *C. istlanum* capturados en el río Amacuzac, dentro de la localidad de "Chisco", que se encuentra ubicada en el municipio de Jojutla de Juárez, Morelos, México, a una altitud de 886 m.s.n.m., entre los 099° 14' de Longitud Oeste y los 18° 33' de Latitud Norte. Es importante mencionar que para realizar el experimento no fue posible contar con peces silvestres de edad conocida, así como comentar la dificultad que representó encontrar organismos adultos en buenas condiciones. Una vez realizada la colecta, los peces fueron transportados al laboratorio en bolsas de polietileno con agua del

*Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Tabla I. Análisis químico proximal del alimento suministrado a los reproductores de la mojarra criolla *C. Istlanum*.

Determinación	<i>Daphnia pulex</i>	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Api-Tilapia
Proteínas, %	53.57	42.59	31.13
Grasa, %	19.37	10.64	2.70
Carbohidratos, %	4.30	7.68	56.53

medio, y con atmósfera saturada de oxígeno. Posteriormente, se mantuvieron en dos estanques de 400 litros, durante ocho semanas, con la finalidad de aclimatarlos a las condiciones de cautiverio; manteniendo una temperatura regulada en el agua, de $26 \pm 1^\circ\text{C}$, aireación constante, y un recambio parcial de agua diario del 25%. Se consideró como inicio del experimento cuando los peces empezaron el proceso de reproducción de manera natural.

Con organismos adultos obtenidos en cautiverio (segunda generación y los padres procedentes de la misma área que los anteriores), cuya edad osciló entre los 10 y 14 meses, se formaron cuatro parejas, con peso y longitud total promedio de 126.60 g y 18.60 cm, respectivamente. Las parejas se mantuvieron en estanques de fibra de vidrio de 600 litros y dimensiones de 1.20 m por 1.20 m y 50 cm; en el interior se colocaron dos refugios, los cuales consistieron en macetas de barro con un diámetro de 20 cm. La limpieza de los estanques se efectuó diariamente antes del suministro de la primera ración de alimento, y se realizaron recambios de agua del 25% del volumen cada 72 horas. Las características fisicoquímicas del agua del río (localidad Chisco) se emplearon de referencia para proveer las condiciones adecuadas para la reproducción de *C. istlanum* en cautiverio. Las características fisicoquímicas del agua fueron las siguientes: el oxígeno disuelto fue de 5.85 ± 0.03 mg./litro; la temperatura, de $24.4^\circ \pm 0.07^\circ\text{C}$; el pH, de 6.7 0.02; la dureza total, de 67.4 ± 1.11 mg./litro CaCO_3 ; la conductividad, de 165.3 ± 0.49 microsiemens/cm.; y los sólidos disueltos, de

67.1 ± 1.71 mg/litro. No fueron encontradas diferencias significativas ($P > 0.05$) en las características del agua de los estanques de reproducción.

La alimentación consistió de una mezcla de alimento vivo a base de pulga de agua *Daphnia pulex* (50%) y larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* (30%), así como del alimento balanceado Api-Tilapia (20%). La tasa de alimentación correspondió al 5% de la biomasa, la cual se dividió en dos raciones, proporcionadas a las 08:00 y a las 16:00 horas (Caspeta 1995). Los alimentos utilizados fueron sometidos a un análisis químico proximal en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la UNAM (Tabla I). El fotoperíodo utilizado fue de 12/12 horas luz/obscuridad, y regulado mediante un cronómetro programable.

El total de desoves analizados fue de 16, los cuales fueron trasladados a acuarios de 80 litros, provistos de aireación constante y temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$. Posteriormente se realizó el conteo directo de los huevos (medido como el número total de huevos/hembra). La evaluación constó de tres repeticiones. La frecuencia de desove se evaluó por diferencia en tiempo (días) entre el primero y el siguiente. La supervivencia se estimó por diferencia entre el número inicial y el final de organismos y se expresó en porcentaje; se tomaron dos desoves por pareja al azar y se evaluaron hasta los primeros 60 días de vida de las crías. A las crías obtenidas se les alimentó con *D. pulex* al 10% de su biomasa, dividida en dos raciones diarias suministradas a las 10:00 y 16:00 horas. Los resultados de frecuencia de desove, fecundidad

parcial, producción de crías y supervivencia se contrastaron mediante un análisis de varianza de una vía (Zar, 1999).

Resultados

Los resultados indican que existe una diferencia significativa en peso ($P < 0.05$) para ambos lotes de reproductores, encontrándose una diferencia porcentual en machos de 27.80 y en hembras de 22.72 mayor en los peces silvestres. Sin embargo, la diferencia no es estadísticamente significativa ($P > 0.05$) con respecto a la longitud total, machos 13.43% y en hembras 10.81% (Tabla II). El período de reproducción en cautiverio comprendió un intervalo de ocho meses (Marzo-Octubre). Se obtuvo un intervalo de frecuencia de desove menor 9.09% ($P > 0.05$) en los reproductores silvestres, con un promedio de 25.0 días (Tabla II). La supervivencia de los reproductores durante el período experimental fue del 100%.

La fecundidad fue 18.66% mayor en los reproductores de cautiverio que en los silvestres, con 1477.20 y 1201.50 huevos por desove, respectivamente (Tabla II). Lo anterior

representa diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) (Figura 1). Estas diferencias pueden ser atribuidas al régimen de alimentación y buenas condiciones de mantenimiento de los especímenes en cautiverio, lo cual en la porción del río ("Chisco" procedencia de reproductores) puede no ser adecuada, debido a alteraciones del hábitat.

La producción de crías fue 30.30% mayor en los reproductores de cautiverio, con un promedio de 1322.2 y para los del río 921.5 ($P < 0.05$) (Tabla II). Por otra parte, la supervivencia de las crías después de 30 días de crecimiento fue de 85.0 % y 74.0 % ($P < 0.05$) para los organismos del laboratorio y los silvestres, respectivamente (Figura 1 y Tabla II).

Discusión

La generación de conocimiento relacionado con la reproducción de los peces provee información invaluable para su manejo bajo condiciones de cultivo. Como se pretende con *C. istlanum*, esta información es de particular importancia cuando se realizan pruebas en acuicultura para incrementar substancialmente la

Tabla II. Promedios de algunos aspectos reproductivos de la mojarra criolla *C. istlanum*. Promedio \pm ES.

	Silvestres	Cautiverio	ANVA
Peso, g			
Machos	192.5 \pm 11.7	148.7 \pm 5.3	$P < 0.05$
Hembras	144.7 \pm 7.3	104.5 \pm 4.2	$P < 0.05$
Longitud total, cm			
Machos	22.2 \pm 1.6	19.8 \pm 1.3	$P > 0.05$
Hembras	20.1 \pm 1.5	17.4 \pm 1.4	$P > 0.05$
Frecuencia de desove, días	25.0 \pm 1.5	27.5 \pm 1.0	$P > 0.05$
Fecundidad, huevos/hembra	1201.5 \pm 31	1477.2 \pm 16	$P < 0.05$
Producción, crías/hembra	921.5 \pm 23	1322.2 \pm 14	$P < 0.05$
Supervivencia de crías%	76.0 \pm 5.3	85.0 \pm 3.3	$P < 0.05$

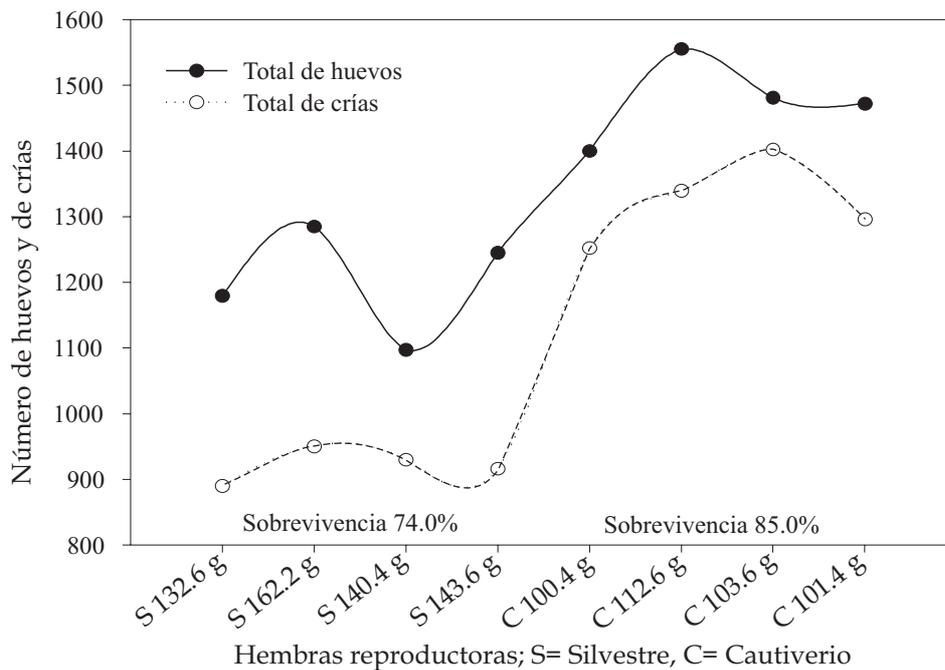


Figura 1. Producción de huevos y de crías de *C. istlanum* en condiciones de cautiverio, considerando el peso de las hembras silvestres y de cautiverio.

producción de una especie (Martínez-Palacios *et al.* 1993). Así los resultados del estudio son de gran importancia debido principalmente a que *C. istlanum*, respondió satisfactoriamente a las condiciones de cautiverio, obteniendo la reproducción tanto con organismos silvestres como de cautiverio. Sin embargo, es importante enfatizar que el desconocimiento de la edad de los organismos silvestres impidió realizar un análisis comparativo detallado.

El hecho de que la frecuencia de desove fue 9.09% menor en los reproductores silvestres que en los ejemplares cultivados se explica probablemente basado en el efecto del cambio de condiciones fisicoquímicas del agua, a la alimentación y a la edad, lo cual pudo influir de manera más fuerte sobre los organismos silvestres, los cuales, al no tener la presión del medio y contar con cantidad y calidad apropiada de alimento, destinaron parte de esta energía hacia aspectos relacionados con la reproducción. Es importante mencionar que otro factor de relevancia fue el que el período experimental fuese de 18 meses, período que fue lo suficientemente largo como para permitir

una completa adaptación de los reproductores al cautiverio. En este estudio se obtuvo un desove 28.57% superior al obtenido por Luna-Figueroa y Figueroa (1999b) en *C. Istlanum*, con una frecuencia desove de 35 días. Sin embargo, las condiciones que imperan en la mayoría de los ríos del país no son las adecuadas, debido principalmente al impacto de contaminantes y a la introducción cada vez más frecuente de especies exóticas que compiten con las nativas por espacio y alimento.

La fecundidad parcial presentó una diferencia de 18.68% mayor en los peces de cautiverio, a pesar de ser organismos más pequeños que los silvestres. Al respecto Danko (1991) y Béjar (1983), reportan de 500 a 2339 huevos en promedio por desove de *C. istlanum* en ambientes naturales. Las diferencias con los resultados del presente estudio se produjeron posiblemente por diferencias en la edad y el peso de los reproductores, así como de la disponibilidad de alimento (Luna-Figueroa y Figueroa, 2000), ya que está demostrado que la cantidad y calidad del alimento influyen positivamente tanto en la fecundidad como en el tamaño de los huevos (Coward y Bromage, 2000). Al respecto Louw



Pareja de mojarra criolla *Cichlasoma istlanum*. Tomado de la revista AquaTIC

(1997), menciona que la tasa reproductora no necesita ser muy alta o a intervalos muy frecuentes, pero debe de ser exitosa. Esto adquiere mayor importancia al considerar que el objetivo final del manejo de peces reproductores es la maximización de la productividad de huevos en condiciones controladas (Suresh, 2000).

Respecto a la supervivencia de las crías, se obtuvieron 922 y 1323 en las parejas silvestres y las cultivadas, respectivamente, lo que representó 76.0% y 85.0% en las parejas silvestres y de cautiverio, respectivamente.

Ésto manifiesta la diferencia final entre parejas de reproductores (10.58%); sin olvidar que estas últimas son de menor tamaño y peso. Por otra parte, el hecho de contar con altos porcentajes de supervivencia asegura la posibilidad de contar con larvas para cubrir objetivos relacionados con el cultivo y conservación de la especie.

Conclusiones

a) Los reproductores, en particular los silvestres, presentaron una adaptación adecuada a las condiciones físicas y químicas del agua de cultivo,



Juveniles de mojarra criolla *Cichlasoma istlanum*. Tomado de la revista AquaTIC.

así como una buena aceptación a la mezcla de alimentos suministrados.

b) De los parámetros evaluados, la fecundidad, así como la producción y supervivencia de las crías, fueron superiores en los reproductores de cautiverio, mientras que la frecuencia de desove resultó similar en ambos grupos de peces.

c) El período reproductivo en condiciones controladas comprendió de Marzo a Octubre; dicho período permite un amplio margen de tiempo para llevar a cabo la producción masiva de la especie e impactar áreas como son el cultivo y la repoblación.

Agradecimientos

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Acuicultura-CIB con apoyo de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y del Programa para el Mejoramiento del Profesorado (PROMEP).

Bibliografía

- Béjar, L.C., 1983. Contribución al conocimiento de la biología de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* (Jordan and Snyder 1889), de la presa Zicuirán, Michoacán. Tesis Profesional de Licenciatura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. 53 pp.
- Caspeta, M.J.M., 1995. Ritmo alimentario circadiano de *Cichlasoma istlanum* (Pisces:Cichlidae) del río Amacuzac, Morelos. *Universidad: Ciencia y Tecnología*, 4 (1): 18-19.
- Contreras-MacBeath, T.E., 1998. Estrategia reproductiva de *Cichlasoma istlanum* (Osteichthyes:Cichlidae), en la subcuenca del río Amacuzac, Morelos, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 48 pp.
- Coward, K. and Bromage, N.R., 1999. Spawning periodicity, fecundity and egg size in *Tilapia zillii* (Gervais), a substrate-spawning cichlid. *Aquaculture*, 171, 251-267.
- Coward, K. and Bromage, N.R., 2000. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Fish Biology and Fisheries*, 10: 1-25.
- Danko, D., 1991. *Cichlasoma* (Parapetenia) *istlanum* (Jordan and Snyder 1889). *The Journal of the American Cichlid Association*, 143: 10-12.
- Louw, G., 1997. *Physiological Animal Ecology*. Addison Wesley Longman Limited. England. 288 pp.
- Luna-Figueroa, J. y Figueroa, T.J., 1999a. La mojarra criolla de la subcuenca del río Amacuzac. *Especies*, 8 (2): 25-27.
- Luna-Figueroa, J. y Figueroa, T.J., 1999b. Producción de huevos y crecimiento en cautiverio de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* (Pisces:Cichlidae). *Acta Universitaria*, 9 (1): 57-62.
- Luna-Figueroa, J. y Figueroa, T. J., 2000. Reproducción y crecimiento en cautiverio de la mojarra criolla *Cichlasoma istlanum* (Pisces:Cichlidae). *AquaTic*, 10: 1-13. <http://aquatic.unizar.es/N2/art1004/mojarra.htm>
- Martínez-Palacios, C.A., Chávez-Sánchez, C. and Olvera-Novoa, M.A., 1993. The potential for culture of American Cichlidae with emphasis on *Cichlasoma urophthalmus*. In *Recent Advances in Aquaculture*. IV (ed. By J.E. Muir and R.J. Roberts). Blackwell Scientific Publications, Oxford. 193-232 pp.
- Suresh, V.A., 2000. Últimos avances en el manejo de reproductores de tilapia. *AquaTic*, 10: 1-14. <http://aquatic.unizar.es/n2/art1005/tilapia.htm>
- Wootton, J., 1991. *Ecology of Teleost Fishes*. Fish and Fisheries. Series I. Chapman and Hall, 2-6 Bodary Row, London SE1 8HN. 404 pp.
- Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632. 718 pp.

Recibido: 31 de enero de 2001

Aceptado: 5 de febrero de 2003