

Primeras pruebas de adaptación al cultivo extensivo del robalo (*Centropomus nigrescens*) en estanques en la costa de Michoacán, México

Escárcega-Rodríguez, Sergio

Primeras pruebas de adaptación al cultivo extensivo del robalo (*Centropomus nigrescens*) en estanques en la costa de Michoacán, México

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 25, núm. 3, noviembre 2018-febrero 2019 | e30

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Escárcega-Rodríguez, S. (2018). Primeras pruebas de adaptación al cultivo extensivo del robalo (*Centropomus nigrescens*) en estanques en la costa de Michoacán, México. *CIENCIA ergo-sum*, 25(3).

<https://doi.org/10.30878/ces.v25n3a8>

Primeras pruebas de adaptación al cultivo extensivo del robalo (*Centropomus nigrescens*) en estanques en la costa de Michoacán, México

First tests of adaptation to the extensive cultivation of snooks (*Centropomus nigrescens*) in ponds in the coast of Michoacan, Mexico

Sergio Escárcega-Rodríguez
Consultor independiente, México
sergio_er56@hotmail.com

Recepción: 26 de enero de 2017
Aprobación: 01 de junio de 2017

RESUMEN:

Considerando los atributos acuícolas de los robalos (Centropomidae) y su más alto precio en el mercado nacional, se analiza la aclimatación en estanques de *Centropomus nigrescens*, la especie de mayor talla entre los robalos americanos, en agua dulce y agua salobre, como una primera contribución en México para aportar las bases de su cultivo. Es una especie que muestra altos atributos acuícolas: rápido crecimiento en agua dulce, resistencia al manejo y un alto grado de adaptabilidad a cambios súbitos de salinidad, en contraste con otras especies de peces marinos. Estos factores abren amplias expectativas para su aprovechamiento sostenible. **PALABRAS CLAVE:** robalo prieto, *Centropomus nigrescens*, Pacífico Oriental Tropical, cultivo, estanques rústicos, Michoacán.

ABSTRACT:

Mexico and Latin America need to develop a tropical marine fish farm with its native species as a strategy to diversify sustainable production options and boost food security, regional development and conservation of fishery resources. Considering the aquaculture attributes of snooks (Centropomidae) and its highest price in the national market, the objective of this work was to analyze the acclimatization of *C. nigrescens*, the largest species of American snooks, in freshwater and brackish water, as a first contribution in Mexico to provide the basis of its cultivation. It is a species that shows high aquaculture attributes: fast growth in fresh water, resistance to handling and a high degree of adaptability to sudden changes of salinity, in contrast to other marine fish species, which opens wide expectations for its sustainable use.

KEYWORDS: dark snook, *Centropomus nigrescens*, Eastern Tropical Pacific, farming, earthen ponds, Michoacan.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la acuicultura en el mundo ha cobrado una mayor importancia por sus aportaciones a la producción pesquera global y se ha constituido como una respuesta eficaz al deterioro que enfrenta más de 60% de las pesquerías más importantes del mundo (Semarnap, 2000). Cifras oficiales recientes refieren que la aportación de la acuicultura a escala planetaria, de 63.6 millones de toneladas en 2011, abarcó 41.3% de la producción pesquera total, la cual fue de 154 millones de toneladas para ese año (FAO, 2012).

México constituye una nación con una economía emergente en la que se hace necesario diversificar opciones productivas sustentables como factor indispensable para avanzar en la autosuficiencia alimentaria, la generación de empleos y el desarrollo regional. En tal sentido, el potencial de crecimiento de la piscicultura marina en el país es vasto, ya que considera la disponibilidad de más de 11 000 km de litorales y la existencia de una ictiofauna tropical diversa, la cual cuenta con peces eurihalinos (toleran un amplio gradiente de salinidad en el agua) endémicos en México y en la región del Pacífico Oriental Tropical, de alto valor comercial en los mercados nacional e internacional, con cualidades para su aprovechamiento acuícola (Escárcega, 2005).

Dentro de estas especies de peces sobresale el caso de los robalos (familias Centropomidae y Latidae) que, además de su adaptabilidad a condiciones ambientales cambiantes, poseen otras cualidades para su cultivo. No obstante, en el contexto nacional los robalos aportan tan sólo 0.57% de la producción pesquera total

(Conapesca, 2007). De igual forma, la Carta Nacional Pesquera los incluye dentro de la categoría de peces marinos de escama que comprende en este momento un conjunto de especies en el límite de su aprovechamiento máximo sostenible (DOF, 2004); por ello, las expectativas de crecimiento de los volúmenes de su captura a futuro son reducidas evidentemente. Esta situación los convierte en un grupo de peces marinos del mayor interés para focalizar la investigación y generar el conocimiento necesario para lograr su producción acuícola a gran escala.

En este sentido, una vez perfilada la dimensión de la necesidad de atender, se analizó y documentó por vez primera en México la aclimatación en cautiverio de *Centropomus nigrescens* en estanquería rústica, en agua dulce y agua salobre a partir de la recolecta de crías y ejemplares adultos del medio natural como una contribución para generar las bases para su cultivo (Escárcega, 2010). El estudio parte del supuesto de que si otras especies de robalos de las familias Centropomidae y Latidae de importancia comercial, como el robalo blanco del Atlántico (*Centropomus undecimalis*) y el chucumite (*C. parallelus*), así como el barramundi o robalo del Indo-Pacífico (*Lates calcarifer*) poseen cualidades para su cultivo, *C. nigrescens* de igual manera debe constituir una especie factible de aclimatarse al cautiverio y crecimiento en estanques de tierra.

1. ANTECEDENTES

De entre las 12 especies de robalo presentes en los litorales del continente americano en especial destaca el robalo prieto del Pacífico Oriental Tropical (POT), *Centropomus nigrescens* (Günther, 1864), especie que logra la mayor de las tallas entre los robalos americanos y que tiene una presencia usual en los ríos de la vertiente tropical del Pacífico mexicano (figura 1), lo que da cuenta de su tolerancia a amplias fluctuaciones de salinidad y temperatura. No obstante, no se tiene la tecnología para su cultivo. Hasta el momento en México no se conocen referencias sobre el cultivo de *C. nigrescens*. Inclusive, en la región del POT que abarca la costa tropical occidental del continente americano, únicamente se tiene conocimiento de una prueba sobre su reproducción inducida en el Ecuador a través de la captura de reproductores del medio natural, ocho hembras y cinco machos, de la cual se obtuvieron resultados desfavorables que registraron un porcentaje de fertilización de los óvulos de 0.7%, asociados al uso de ejemplares longevos de grandes tallas (Carvajal, 1997). No obstante, se tiene documentado para los robalos amplias cualidades para su cultivo. Destacan las siguientes:

- a) Son animales robustos, demersales (habitan por encima del nivel de fondo), sedentarios, no gastan energía por actividad excesiva, son gregarios y soportan altas densidades de estabulación (Tucker, 1989).
- b) El factor de conversión de alimentos es el más bajo entre los peces marinos cultivados, de hasta 0.875:1 (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).
- c) Presentan una tasa alta de crecimiento de 0.8-1.0 kg/año o hasta 5 kg en 20 meses de cultivo (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).
- d) Alcanzan grandes tallas. *C. nigrescens* posee un reporte de 26.19 kg para un ejemplar de más de 1 m de longitud total, el registro de peso más alto entre los robalos americanos (IGFA, 2000).
- e) Presentan un elevado potencial biológico. Una hembra de *C. undecimalis* puede producir hasta 615 000 óvulos/kg de peso corporal (Tucker, 1987). Esto les confiere un vasto potencial para la producción de alevines y crías a escala industrial.
- f) En este sentido, logran una alta productividad en la crianza. El costo por cría es de los más bajos en el mercado internacional, de hasta \$0.10 USD en comparación con especies de alto aprecio como la cobia, mero, pargo, dorado, lubina, dorada, pámpano, corvina y sabalote (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).

- g) Son resistentes a condiciones ambientales críticas. Sobreviven en aguas de baja calidad y alta turbidez, con niveles de oxígeno disuelto por debajo de 1.0 mg/l (Della Patrona, 1988).
- h) Es factible inducir su ovulación y lograr su desove artificial con el uso de distintos agentes hormonales, como los análogos de las hormonas liberadoras de gonadotropinas (LHRHa y la GnRHa) (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).
- i) Por sus cualidades biológicas y su carácter eurihalino se pueden cultivar en aguas marinas, salobres y dulces.
- j) Esta cualidad les otorga una gran versatilidad para su cultivo, siendo factible su manejo en jaulas (50-300 m³), estanques (0.4-3.0 ha), tanques (20-100 m³), corrales, encierros y canales, las cuales se encuentran bajo diversas técnicas e intensidades: superintensiva, intensiva, semi-intensiva y extensiva (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).
- k) Poseen una alta resistencia al manejo y logran índices de sobrevivencia en la engorda mayores a 80% (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).
- l) Poseen un alto rendimiento en filete, hasta del 60% (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).
- m) Presentan una alta demanda y un alto precio en el mercado internacional (en México es el pez de mayor precio en el mercado nacional), pues se cotiza a \$8.00 USD/kg para ejemplares enteros y hasta \$20.00 USD/kg en filete (Álvarez-Lajonchère y Tsuzuki, 2008).



FIGURA 1

Robalo prieto del Pacífico Oriental (*Centropomus nigrescens*)

Fuente: disponible en http://www.discoverlife.org/IM/I_RR/0007/mx/Centropomus_nigrescens,I_RR777.jpg

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre noviembre de 2004 y junio de 2008, y abarcó un total de 43 meses (tres años, siete meses) de duración y comprendió dos etapas. Todo el proceso se realizó en la planicie costera del estado de Michoacán de Ocampo, México. La primera etapa incluyó la recolecta de crías de *C. nigrescens* en el brazo izquierdo del río Balsas, en los límites de los municipios de Lázaro Cárdenas, Michoacán y de La Unión, Guerrero, después la ejecución de faenas de pesca en el mar para la captura de ejemplares adultos frente al delta del río y posteriormente la estabulación y crecimiento en estanquería rústica en agua dulce con aporte de alimento vivo en la localidad de La Mira, en Lázaro Cárdenas, Michoacán, en donde se empleó un esquema de manejo acoplado con el cultivo de tilapia (*Oreochromis* sp.) que utiliza los robalos como mecanismo de control de

su reproducción. De esta forma su alimentación estuvo soportada por alevines y crías de tilapia, langostinos (*Macrobrachium* sp.) y otros componentes de la fauna acuática nativa de la Cuenca Baja del río Balsas que ingresan de manera continua y automática a los estanques.

La segunda fase, después de 29 meses en agua dulce, abarcó el traslado de los organismos a la granja camaronícola “Dancar de Occidente”, localizada en Boca de Apiza, municipio de Coahuayana, en los límites de los estados de Michoacán y Colima, México, para la fase final de crecimiento en agua salobre (mapa 1).



MAPA 1

Área de estudio

Fuente: Google Earth, 2010.

En cuanto a la recepción, alimentación y cuidado de los organismos recolectados se contó con el apoyo de los propietarios de las granjas acuícolas comerciales de las localidades de La Mira, en Lázaro Cárdenas, para la primera fase del proyecto en agua dulce y de Dancar de Occidente, en Boca de Apiza, en Coahuayana, Michoacán, para la segunda etapa en agua salobre.

Para el diseño del estudio se tomaron en cuenta los datos disponibles sobre la biología de *C. nigrescens* y la identificación de las granjas acuícolas en las que se pudiesen llevar a cabo las pruebas de aclimatación y crecimiento, para lo cual se requería contar con instalaciones que se abastecieran con agua dulce y con agua salobre, ésta última para buscar la fase de maduración final de los organismos. Con esto, se identificó la zona del delta del río Balsas como un área factible para la colecta de organismos de robalo por sus características ambientales y por la disponibilidad en la zona de un número considerable de granjas acuícolas con estanquería rústica para la producción de tilapia y bagre de canal en las que se podrían correr las pruebas.

Dada la necesidad de disponer de agua salobre para la segunda etapa de desarrollo final de los organismos, se tuvo que buscar infraestructura adecuada, condición que nada más tenía en la granja camaronícola de Boca de Apiza. La figura 2 ilustra la secuencia de las distintas fases del estudio, así como las labores colaterales realizadas tales como los acuerdos previos con los propietarios de las granjas en las que se correrían las pruebas, el uso de la benzocaína para la sedación y el manejo de los ejemplares en la identificación de la especie disponible y el monitoreo de la calidad del agua.

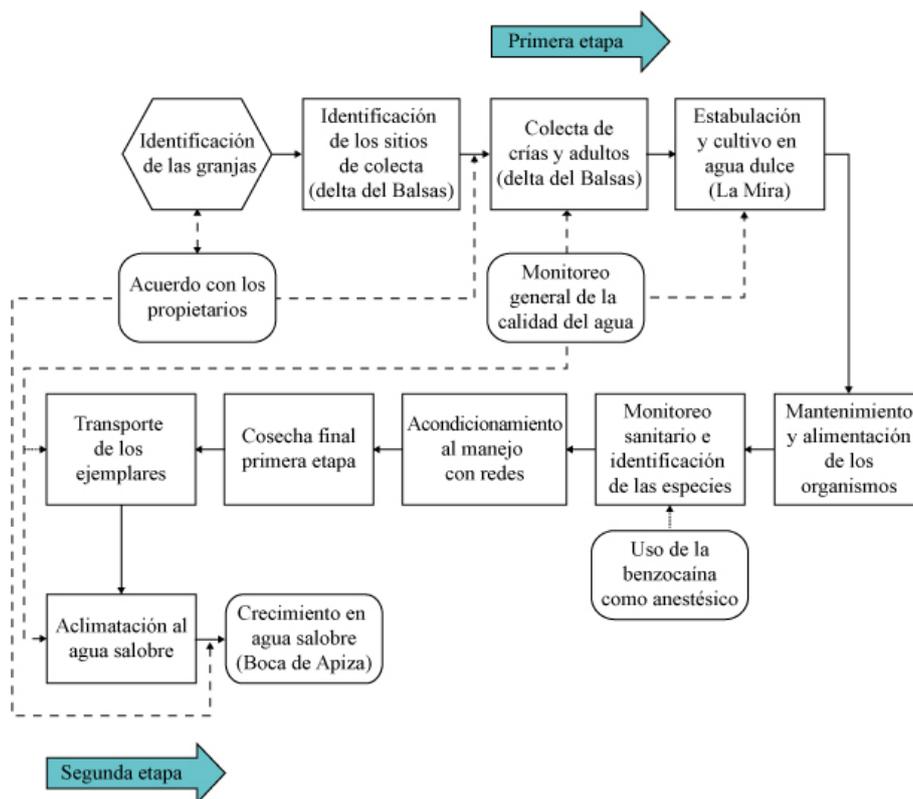


FIGURA 2
Secuencia de las etapas abarcadas en el estudio
Fuente: Escárcega, 2010.

3. RESULTADOS POR ETAPA

3. 1. Balance de la etapa en agua dulce

La etapa de confinamiento, aclimatación y crecimiento de las crías y una hembra de *C. nigrescens* en agua dulce en la granja acuícola La Mira tuvo una duración de 29 meses (dos años, cinco meses). Con base en la recolecta inicial de 198 crías (6.03 cm de longitud total promedio), la cosecha final dio por resultado un total de 31 ejemplares viables al final de esta fase, además de un ejemplar adulto (hembra) de 7.1 kg que se colectó en el mar. El crecimiento promedio determinado en 18 meses de cultivo fue de 1.84 gr/día, momento en el cual los organismos lograron una talla promedio de 52.8 cm de L. T. (longitud total) y 0.991 kg de peso.

3. 2. Transporte de los ejemplares

El traslado de los organismos de La Mira a Boca de Apiza se realizó en los meses de marzo y abril de 2007. En el primer viaje se transportaron 21 organismos a una densidad de carga de 11.6 kg/m³ en un lapso de 4.5 horas. El lapso de aclimatación de temperatura y salinidad en Boca de Apiza (de agua dulce a agua salobre) se realizó en 2.5 horas. No se presentó baja alguna en el operativo. En el segundo viaje, con una duración de 5 horas, se transportaron 10 ejemplares, además de la hembra de 7.1 kg de peso a una densidad de carga de 8.6 kg/m³. Destaca en este evento el éxito en la captura, traslado y estabulación de dicho ejemplar. También se presentó la baja de dos ejemplares. Al momento del arribo en la granja de Boca de Apiza, los valores de

oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en el agua de los transportadores de manera respectiva fueron 14.7 mg/l, 27.2 °C y 0.2‰ (partes por mil) y de 8.5 mg/l, 31.9 °C y 21.8‰ de salinidad en el estanque receptor. La aclimatación al cambio de temperatura, salinidad y demás condiciones de la calidad del agua se realizó en este caso en un lapso de dos horas con recambio gradual de agua. El conteo final de ejemplares que arribaron viables a Boca de Apiza fue de 29 juveniles de robalo, además del ejemplar adulto.

3. 3. Crecimiento en agua salobre

Los ejemplares se sembraron en un estanque rústico de cerca de 0.5 ha de la granja camaronícola Dancar de Occidente, en el que permanecieron confinados por espacio de 15 meses (de marzo de 2007 a junio de 2008) en agua a 21.8‰ de salinidad. Al final de esta segunda etapa, al mes de junio de 2008, no se presentaron bajas. La alimentación fue a base de camarón vivo de la propia granja y liseta viva (*Mugil* sp.) que se colectaba en el río Coahuayana. La sobrevivencia fue de 100% para esta etapa.

3. 4. Registro de la calidad del agua

Las mediciones se realizaron en cinco momentos: *a*) recolecta de las crías, *b*) arribo en agua dulce en el estanque de la granja acuícola La Mira, en Lázaro Cárdenas, *c*) transporte de los organismos de Lázaro Cárdenas a Boca de Apiza, *d*) arribo a la granja Dancar de Occidente, en dicha localidad, *e*) así como en la colecta de la hembra de *C. nigrescens* en el mar. En el cuadro 1 se presentan los intervalos de los valores registrados en los parámetros que fueron sujetos a medición.

CUADRO 1
Intervalos registrados en los parámetros de la calidad del agua

Parámetro	Intervalo
Temperatura	27.2-31.9 °C
Oxígeno disuelto	5.38-14.7 mg/L
pH	7.4-8.0
Salinidad	0.2-25.0‰
Alcalinidad total	95-176 mg/L
Dureza total	150-más de 6 000 mg/L
Amonio no ionizado	0.031-0.051 mg/L

Fuente: Escárcega, 2010.

3. 5. Balance final de sobrevivencia

Las fases y maniobras contempladas fueron la colecta de crías, primera y segunda subfases en agua dulce, uso de la benzocaína como agente anestésico, colecta de ejemplares adultos en el mar, transporte de los organismos de La Mira a Boca de Apiza, y segunda etapa (final) de crecimiento en agua salobre en esta última localidad. Los índices de sobrevivencia alcanzados se presentan en el cuadro 2. Se marcan como elementos de interés los sitios específicos de cada evento, su duración, el número inicial de organismos por fase o actividad, el número final resultante y la correspondiente tasa de sobrevivencia.

CUADRO 2
Índices de sobrevivencia obtenidos en las distintas fases del estudio

Fase/Actividad	Sitio	Duración total	Número inicial de organismos	Número final	Índice de sobrevivencia
Colecta de crías	Brazo izquierdo del río Balsas	8 horas ^{a/}	201	198	99%
Primera subfase en agua dulce	granja acuícola La Mira	16 meses	198	39	20%
Segunda subfase en agua dulce	granja acuícola La Mira	13 meses	39	31	94%
Uso de benzocaína como anestésico	granja acuícola La Mira	45 minutos ^{b/}	5	5	100%
Captura adultos en el mar	Desembocadura brazo izquierdo del Balsas	6 horas	3	1	33%
Traslado a Boca de Apiza	De La Mira a Boca de Apiza	9.5 horas	31	29	94%
Segunda etapa en agua salobre	granja camaronícola en Boca de Apiza	15 meses	29	29	100%

Fuente: Escárcega, 2010.

Nota: a/ Considerando una duración de cuatro horas en cada una de las dos faenas de colecta realizadas, tres horas de redeos con atarraya y una hora de transportación.

b/ Se considera sólo el tiempo invertido en la labor de sedación, medición, revisión sanitaria, identificación de la especie y recuperación de los ejemplares en agua limpia, de los cinco ejemplares revisados en esta prueba.

DISCUSIÓN

Respecto a la alimentación y crecimiento en cautiverio es evidente que los organismos de *C. nigrescens* pueden aclimatarse y crecer en agua dulce sin problema alguno, ya que mostraron condiciones de adaptabilidad para su manejo y cultivo en este medio durante un periodo de 29 meses. En cuanto a la mortalidad detectada en la primera subfase en agua dulce (cuadro 2), aunque no se detectaron organismos muertos en este proceso, es muy probable que las bajas en esta fase se hayan dado por canibalismo, que es usual en los robalos (cuando no se realiza selección de tallas), tal como se refiere para el caso de *L. calcarifer* (FAO, 2006-2010) o por depredación por aves.

Es evidente que especies eurihalinas como los robalos son susceptibles de cultivarse enteramente en agua dulce. En este sentido, cabe destacar el caso *L. calcarifer* en el que gran parte de su engorda comercial se realiza en agua dulce, lo que da cuenta de los atributos y la versatilidad que poseen los robalos para su cultivo. Aun cuando la alimentación se llevó a cabo en el estudio con alimento vivo, bajo un esquema de manejo semi-intensivo, *C. nigrescens* mostró un buen crecimiento. El crecimiento promedio valorado fue de 1.84 gr/día, tasa que, de acuerdo con lo referido por Ivarez-Lanjochre (2006), supera a la lograda con otras especies de peces marinos de interés comercial como el pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y el pargo amarillo (*L. argentiventris*), la dorada (*Sparus aurata*), la lubina (*Dicentrarchus labrax*), estas dos últimas del mar Mediterráneo, la mero guasa (*Epinephelus itajara*), la cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*) y diversas especies de pargos del Atlántico, como el criollo (*L. analis*), el guachinango del Golfo (*L. campechanus*), la rabirrubia (*Ocyurus chrysurus*), la biajaiba (*L. synagris*) y el pargo prieto (*L. griseus*), entre otras.

Por otra parte, por el hecho de que no se encontraron signos de diferenciación sexual en los cinco ejemplares revisados en la etapa de verificación de la condición sanitaria, es factible afirmar que se trató de organismos indiferenciados (inmaduros) a los 18 meses de edad. Cabe destacar en este punto que los robalos presentan una maduración tardía y, en este sentido, *C. nigrescens* así lo está evidenciando. Así, por ejemplo,

para el caso de *L. calcarifer*, dentro del protandrismo que presenta (en el caso de los robalos inician su vida reproductiva como machos y luego revierten a hembras), los machos maduran entre los tres y cuatro años y revierten a hembras entre los seis y ocho años de edad (FAO, 2006-2010). Desde el punto de vista acuícola esta maduración tardía es una ventaja, ya que no se presenta una demanda energética para la formación de gametos, lo que deriva en una tasa de crecimiento más alta.

En lo que respecta al uso de agentes químicos para la sedación de los peces, la benzocaína es factible de emplearse como anestésico en *C. nigrescens* tanto en agua dulce como en agua marina (figura 3), la cual resultó efectiva para el anestesiado total de los organismos permitiendo una manipulación fuera del agua por espacio de tres minutos sin mayor problema. La recuperación de igual forma resultó ser breve, de menos de un minuto.



FIGURA 3

Anestesiado de *C. nigrescens* con benzocaína en agua marina

Fuente: Escárcega, 2010.

Se destaca de igual manera también la capacidad de *C. nigrescens* para adaptarse a rápidos cambios de salinidad en el agua, de 0.2 a 21.8‰ en un lapso de dos horas y de 25 a 0.2‰ en el mismo periodo, en momentos distintos. Comparado con otras experiencias referidas para otras especies de robalos americanos, es realmente un dato revelador. Al respecto, Main (2009) menciona que para el robalo blanco del Atlántico occidental (*C. undecimalis*) se requieren aplicar periodos de recambio gradual de agua de hasta siete días de duración para llevarlos de agua dulce a agua salobre y no tener problemas de mortalidad. En la experiencia de este trabajo no se presentó baja alguna después de que los robalos fueron sembrados en el estanque con agua salobre en Boca de Apiza. Finalmente, los intervalos en los valores determinados en los parámetros de la calidad del agua (cuadro 1) constituyen datos preliminares de los valores en los que *C. nigrescens* puede crecer sin problema alguno, aunque la amplitud en cuanto a la tolerancia de la especie para cada uno de los parámetros debe de ser mayor, dada su naturaleza eurihalina.

CONCLUSIONES

La zona del delta de río Balsas es un área adecuada para la recolecta de crías y adultos de *C. nigrescens* por la facilidad de acceso a los puntos elegidos y la disponibilidad de los organismos.

El mes de noviembre constituye un momento adecuado para la recolecta de crías. Cuando se reduce la concentración de sólidos suspendidos en el río, se incrementa la transparencia del agua y se facilita la localización de los cardúmenes.

Es factible el crecimiento de crías de *C. nigrescens* (6.03 cm) en agua dulce con el suministro de alimento vivo a base de alevines y crías de tilapia (*Oreochromis* spp.) y de distintos organismos componentes de la fauna acuática nativa de la Cuenca Baja del río Balsas.

Bajo este esquema de forrajeo natural, la especie mostró un buen crecimiento al lograr 0.991 kg de peso en 18 meses de cultivo (1.84 gr/día). En este tenor, la zona del Distrito de Riego Núm. 98, en el municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán, constituye una zona apta para el crecimiento de *C. nigrescens* a nivel semi-intensivo en estanquería rústica por el ingreso permanente de alimento vivo a los estanques que no tiene costo alguno.

C. nigrescens puede utilizarse también para el control de la reproducción de la tilapia al incidir sobre las crías que se van generando, lo que favorece su crecimiento y el de la tilapia potenciando la productividad y la rentabilidad de los cultivos.

Es una especie resistente al manejo tanto en la recolecta en el medio natural como en el manejo en estanques, sedación, manipulación fuera del agua y en la transportación.

En el crecimiento de la especie en estanquería rústica en agua dulce en el sitio de la primera fase del estudio, hasta los 18 meses de edad, los ejemplares revisados no mostraron dimorfismo ni señales de maduración sexual.

La zona marina aledaña a la desembocadura del brazo izquierdo del río Balsas, en el límite de los estados de Michoacán y Guerrero, México, constituye una opción para la captura de ejemplares adultos de *C. nigrescens*.

El uso de la cimbra escamera de fondo (arte de pesca conocido también como palangre) con el empleo de anzuelos tipo “garra de águila” es una alternativa para la captura de ejemplares adultos vivos en el mar, dado que no es un anzuelo de muerte; sin embargo, será recomendable a futuro utilizar la línea como método opcional para la captura de ejemplares con un mayor vigor y viabilidad.

C. nigrescens muestra una gran adaptabilidad a cambios rápidos de salinidad en el agua, tanto del agua marina a la dulce, como en sentido inverso, comparado con las referencias que se tienen al respecto con otras especies de robalo, como el robalo blanco del Atlántico (*C. undecimalis*).

C. nigrescens se muestra como un pez con cualidades notables para su manejo y crecimiento en estanquería rústica en la planicie costera del estado de Michoacán, tanto en agua dulce como en agua salobre.

Los resultados obtenidos permitieron confirmar la hipótesis propuesta, ya que se refuerza la evidencia de los atributos que tiene la especie para su cultivo, lo que debe detonar la realización de futuras investigaciones en torno a la biología de la especie, tendentes al desarrollo tecnológico para su cultivo en ciclo completo.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

A partir de los resultados y conclusiones obtenidos y con miras a avanzar en el desarrollo tecnológico para el cultivo de *C. nigrescens*, ¿qué es lo que sigue?, ¿cuáles son las perspectivas que se perfilan con el cultivo de esta especie? Al respecto, se prevé lo siguiente:

- a) A futuro, para los fines de integración de lotes de reproductores cumpliendo con la normatividad establecida en la materia, la colecta de crías y juveniles de la especie se podría realizar a lo largo del periodo de estiaje en el brazo izquierdo del río Balsas en los meses de noviembre a mayo, que es cuando se encuentran las condiciones adecuadas en la calidad del agua en el río para el desarrollo de estas labores.
- b) Bajo este enfoque, en las faenas de captura de crías se podrán utilizar artes de pesca con mayor capacidad de captura como pequeños chinchorros de arrastre de no más de 15 m de longitud, de

- mallera cerrada, que permitan capturar las cantidades de crías autorizadas o permitidas, según sea el caso, por la autoridad competente (Conapesca) con una mayor facilidad y eficacia.
- c) Como alternativa para la integración de un lote de reproductores se tiene también la colecta de ejemplares adultos en el medio natural (verano). La desembocadura del brazo izquierdo del río Balsas constituye una opción factible para dicho fin, con cimbra escamera de fondo y con línea. De hecho, a través de la ejecución de este estudio se tiene referencia de pescadores con caña o línea del estado de Guerrero que capturan robalos en cantidades significativas en este punto de la desembocadura. Será recomendable a futuro obtener reproductores por medio de estos implementos de pesca, como alternativa a la cimbra, al amparo en cualquier caso del permiso o autorización correspondientes.
- d) Es importante destacar que la colecta de organismos de *C. nigrescens* y de cualquiera otra especie, a partir del medio natural para fines de acuicultura, debe estar enfocada sólo hacia la integración de lotes de reproductores en una primera fase y así establecer el paquete tecnológico para su cultivo. En este sentido, a futuro se deberá lograr la producción de crías para la engorda comercial estrictamente por medio de sistemas controlados que permitan un aprovechamiento sustentable del recurso, de rentabilidad social, económica y ambiental.
- e) Dada la factibilidad del forrajeo natural con organismos vivos propios de la fauna acuática de la Cuenca Baja del río Balsas, la zona de La Mira, en el municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán, constituye un área de oportunidad para promover e impulsar el cultivo de la especie y la formación de lotes de reproductores, dada la disponibilidad de un número considerable de granjas acuícolas existentes en la zona que en la actualidad se dedican al cultivo de tilapia y bagre de canal, cuyo abastecimiento de agua es a partir de la presa La Villita. Estas unidades podrían ir complementando de manera paulatina sus esquemas productivos incorporando el cultivo de una especie de alto valor comercial en la región y en el país, como lo es *C. nigrescens*.
- f) En pruebas posteriores para la etapa de crecimiento en crías será importante probar el uso de alimento balanceado evitando el ingreso de organismos en los estanques de cultivo. Al respecto, se recomienda capturar crías de *C. nigrescens* del menor tamaño posible en la zona del estudio, lo cual se podrá lograr al final del ciclo de lluvias, en el mes de noviembre, con la finalidad de facilitar la adaptabilidad al consumo de alimento artificial. Para las primeras pruebas se podría emplear alimento iniciador para trucha con un contenido alto de proteína.
- g) A futuro, habrá que buscar indudablemente dominar la reproducción controlada de la especie, como ocurre con otras del espectro acuícola y realizar, entre otras pruebas, la de habituación al consumo de alimento artificial desde el estadio de alevín. Al igual que lo que se ha logrado con otras especies, esto no debe constituir mayor problema.
- h) En lo general, habrá que avanzar en la investigación para generar el paquete tecnológico del cultivo de *C. nigrescens* para la costa de Michoacán y la región del Pacífico Sur de México, que abarcaría los siguientes rubros:
- Determinación de las edades en las que se alcanza la maduración sexual y las condiciones del protandrismo de la especie. Los robalos de las familias Centropomidae y Latidae (barramundi) son en general organismos que inician su maduración sexual como machos y luego revierten a hembras. Será importante identificar la edad a la que *C. nigrescens* alcance dichos estadios, lo que permitirá establecer los periodos en los que se puedan iniciar los trabajos para su reproducción controlada de organismos cuyo cultivo se inicia desde la etapa de cría.
 - En este sentido, será importante continuar con el proceso de maduración de los ejemplares materia del presente estudio en agua salobre. La salinidad es un factor indispensable en los robalos para el proceso de maduración final y consecuentemente para los trabajos de reproducción y crianza controladas.

- Realización de las pruebas de reproducción inducida partiendo de los protocolos que se emplean en la actualidad con otras especies de robalos en el contexto global, como son los que se aplican con el uso extractos hormonales como el análogo de la hormona liberadora de hormona luteinizante (LHRHa), en dosis de 50 a 70 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Dos Reis y Cerqueira, 2003) y el análogo de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRHa) (Syndel, 2010), los cuales han demostrado el logro de buenos resultados en la reproducción inducida del barramundi (*L. calcarifer*) del Indo-Pacífico y de los robalos blanco (*C. undecimalis*) y chucumite (*C. parallelus*) del Atlántico Occidental.
- Hacer lo propio para las pruebas de incubación y eclosión en apego de igual forma a los procedimientos que se emplean con otras especies de robalo. Una referencia en cuanto a los niveles de salinidad en el agua a utilizar podrán ser los valores que se tienen en las zonas de las desembocaduras de los ríos en los que habitan estas especies. En el caso de este estudio, una buena referencia es el valor de 25‰ de salinidad encontrado en el verano de 2006 en la desembocadura del río Balsas; no obstante, hay materia para la investigación en este sentido para probar en su momento distintos niveles de salinidad en las pruebas de reproducción y eclosión.
- Con el objetivo de masificar la producción de crías y como alternativa a los protocolos que actualmente se utilizan en México para la crianza de peces marinos en sistemas cerrados con niveles productivos reducidos, a escala experimental, será recomendable probar el alevinaje en estanques rústicos manipulando la sucesión de los componentes del zooplancton (Escárcega, 2005), alternativa que se emplea con éxito en otras especies de peces que presentan altos índices de fecundidad y potencial biológico como los robalos. De hecho, estas pruebas en mesocosmos se utilizan también para la producción masiva de crías de *L. calcarifer* en la región del sudeste asiático, particularmente en países como Tailandia (primer productor a nivel mundial de barramundi cultivado), sólo que no se menciona el uso de agentes químicos para manipular la sucesión del zooplancton, como se refiere en la cita anterior, lo que podría constituir un buen hándicap para nosotros.
- Crecimiento en estanquería rústica con el suministro de alimento balanceado, con el manejo de distintas densidades de siembra. Esto podría extenderse a pruebas en otros sistemas y niveles de cultivo como las jaulas flotantes (en agua marina y agua dulce), estanques circulares y otros sistemas de alto rendimiento productivo.
- Estudios bromatológicos para la formulación de un alimento específico para *C. nigrescens* en sus distintos estadios. Al respecto, se podría retomar como una referencia inicial la formulación que se emplea en la actualidad en el cultivo del barramundi en la región del Indo-Pacífico, especie emparentada que presenta una filogenia común y características biológicas similares.
- Respecto a la fuerte evidencia encontrada en este estudio de la tolerancia que muestra *C. nigrescens* a cambios rápidos de salinidad en el agua, será necesario realizar mayor número de pruebas para determinar los umbrales de viabilidad en torno a las fluctuaciones en este parámetro, información que será de utilidad en el diseño del modelo tecnológico para su cultivo en ciclo completo.
- Dada la factibilidad de su crecimiento en agua dulce, se abre un enorme potencial a futuro para expandir su cultivo a gran escala en jaulas flotantes en presas como las de “El Infiernillo” y “La Villita” y en general en las unidades de producción acuícola existentes en la Región Sierra-Costa del Estado de Michoacán, además, para el medio marino, en la engorda en jaulas que se ha venido promoviendo en la costa del municipio de Coahuayana, Michoacán.

Finalmente, y en respuesta a la segunda pregunta, resta enfatizar en el hecho de que el horizonte para el cultivo de *C. nigrescens* es promisorio gracias a los atributos que han sido identificados en este artículo, por lo que será de la mayor importancia continuar en la investigación aplicada con esta especie para impulsar su aprovechamiento. Por otra parte, resulta relevante destacar que otras especies de peces eurihalinos como los robalos, de probado potencial acuícola, como las corvinas (Sciaenidae), pámpanos (Carangidae), pargos (Lutjanidae) y lenguados (Bothidae/Paralichthyidae, Achiridae y Cynoglossidae), propias de la región oceánica del Pacífico Oriental Tropical, de alto precio en el mercado nacional e internacional, abren amplias expectativas para trascender a futuro en el cultivo de otras especies de peces marinos tropicales del litoral del Pacífico mexicano, con la visión de sentar las bases para impulsar la piscicultura marina sustentable a gran escala en Michoacán y en México de amplio beneficio social.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión de Pesca (Compesca) del gobierno del estado de Michoacán (2002-2008) y a la Dirección de Integración de Cadenas Productivas de la Conapesca, por el respaldo institucional al proyecto y por su visión y certeza de que la piscicultura marina con especies eurihalinas como los robalos constituye una promisoriosa vertiente productiva para los litorales de México.

A los propietarios de las granjas acuícolas de La Mira y Dancar del Occidente, S. P. R. de R. L. por su apoyo desinteresado y su plena disposición para la realización de las fases en agua dulce y agua salobre respectivamente.

A los pescadores de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera “29 de Julio”, con sede en el Puerto de Lázaro Cárdenas, Michoacán, por su respaldo para la colecta de ejemplares adultos de robalo en la zona del delta del ro Balsas.

REFERENCIAS

- Álvarez-Lajonchre, L. S. (2006). La selección de especies de peces marinos nativos en el Caribe y avances en México. *Primera Conferencia Latinoamericana sobre Cultivo de Peces Nativos* (presentación en power point). Morelia, Michoacán, México. Disponible en <http://www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/Conference/presentaciones.php>.
- Álvarez-Lajonchère, L. S. y Tsuzuki, M. Y. (2008). A review of methods for *Centropomus* spp. (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. *Aquaculture Research*, 39(7), 684-700.
- Carvajal, V. M. (1997). Inducción a la maduración y desove del robalo (*Centropomus nigrescens*) en cautiverio mediante la utilización de las hormonas HCG (Gonadotropina Coriónica Humana) y LHRHa (Luteinizing Hormone Releasing Hormone Ethylamide). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.
- Conapesca (2007). *Anuario estadístico de acuicultura y pesca*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México.
- Della Patrona, L. (1988). Aquaculture en Amérique Latine demain le robalo? *Aquaculture Review*, 20, 31-34.
- DOF (Diario Oficial de la Federación)(2004). *Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Dos Reis, M. A. y Cerqueira, V. R. (2003). Inducción del desove del robalo-peva *Centropomus parallelus* Poey 1860, con diferentes dosis de LHRHa. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(1), 53-59.
- Escárcega, R. S. (2005). *El robalo. Avances biotecnológicos para su crianza*. México: AGT Editor.
- Escárcega, R. S. (2010). Aclimatación al cautiverio del robalo prieto, *Centropomus nigrescens* (Günther, 1864), en estanquería rústica en la costa de Michoacán, México (tesis de maestría). Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México. Disponible en <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/handle/123456789/6056>

- FAO (Food and Agriculture Organization). (2006-2010). *Cultured aquatic species information programme*. Text by Rimmer, M.A. In FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome. Disponible en: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Lates_calcarifer/en#tcN900EA.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Roma.
- Günther, A. (1864). Report of a collection of fishes made by Messrs. Dow, Godman, and Salvin in Guatemala. *Proceedings of the general meetings for scientific business of the zoological society of London 1864* (pt 1), 144-154. IGFA (International Game Fish Association). (2000). *World record game fishes 2000*. Freshwater, saltwater, and fly fishing. Florida: International Game Fish Association.
- Main, L. K. (2009). *Laboratorio Marino Mote*. Centro para la Investigación y Desarrollo de la Acuicultura, Sarasota, Florida, E. U. (comunic personal).
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). (2000). *La gestión ambiental en México*. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Syndel (2010.) Ovaprim. spawning agent. Syndel Laboratories Ltd. Disponible en www.syndel.com/Product.aspx?CategoryId=20&ProductId=78
- Tucker, J. W. (1987). Snook and tarpon snook culture and preliminary evaluation for commercial farming. *The progressive Fish-Culturist*, 49, 49-57.
- Tucker, J. W. (1989). *Recent research on coastal finfish aquaculture in Florida and Australia*. Proceeding 39th Gulf and Caribbean Fisheries Institute.

CC BY-NC-ND

INFORMACIÓN ADICIONAL

Registro RENIECyT/CONACyT del autor No. 2104/19057