

# Efecto del alimento vivo enriquecido con *Lactobacillus casei* en la sobrevivencia y crecimiento de larvas y juveniles de *Chirostoma estor* (Pisces: Atherinopsidae)

Margarita Hernández-Martínez,\* Thalia Castro-Barrera,\*\* Manuel Garduño-Dionate,\*\*\*  
Germán Castro-Mejía\*\* y José Luis Baltierra-Rodríguez\*\*\*\*

El pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan, 1879) es una especie endémica del Lago de Pátzcuaro en México, cuyas poblaciones naturales han sido afectadas por el deterioro de su ambiente y la sobrepesca; la acuicultura es una opción para recuperarlas, pero la alta mortalidad de sus estadios larvales y juveniles durante los cambios de alimentación afectan la rentabilidad del cultivo. Los probióticos son microorganismos que, administrados como suplementos en la dieta, contribuyen al control de bacterias patógenas y son fuente de nutrientes, entre otras cosas. Por ello se evaluó la sobrevivencia y el crecimiento de larvas y juveniles de pescado blanco que recibieron estos suplementos. Durante 90 días, tres grupos de 20 peces recibieron alimento vivo (*Brachionus plicatilis* y *Artemia franciscana*) enriquecido con *Lactobacillus casei* Shirota, a una concentración de 1 300 000 cel·ml<sup>-1</sup>, simultáneamente otros tres grupos recibieron el mismo alimento no enriquecido; en los 30 días finales se incluyó alimento balanceado *ad libitum*. No hubo diferencia entre la talla y el peso de los individuos de los dos grupos, pero la sobrevivencia (76.66%) y la tasa de crecimiento específico (2.68% g·día<sup>-1</sup>) fueron más altas con la dieta enriquecida.

**Palabras clave:** *Chirostoma estor*, *Lactobacillus casei*, probiótico, alimentación, acuicultura.

## Effect of live food enriched with *Lactobacillus casei* in the survival and growth of larvae and juveniles of *Chirostoma estor* (Pisces: Atherinopsidae)

The white fish (*Chirostoma estor* Jordan, 1879) is an endemic species of Patzcuaro Lake, Mexico, whose natural populations has been affected by deterioration of its environment and overfishing; aquaculture is an option to recover stocks but the high mortalities of larval and juvenile stages during changes in its feeding habits affect the success of its culture. Probiotics are microorganisms that help control pathogenic bacteria and are a source of nutrients when administered as supplements in the diet. Therefore survival and growth of larvae and juvenile of white fish fed with this supplement were evaluated. During 90 days three groups of 20 fish each received live food (*Brachionus plicatilis* and *Artemia franciscana*) enriched with *Lactobacillus casei* Shirota, at a concentration of 1 300 000 cel·ml<sup>-1</sup>; simultaneously other three groups received the same food not enriched; during the last 30 days balanced food was supplied *ad libitum*. There were no differences in final mean length and weight, but survival (76.66%) and specific growth rate (2.68% g·day<sup>-1</sup>) were higher with the enriched diet.

**Key words:** *Chirostoma estor*, *Lactobacillus casei*, probiotic, feeding, aquaculture.

## Introducción

El pescado blanco (*Chirostoma estor* Jordan, 1879) es una especie endémica del Lago de Pátzcuaro, México, que tiene alto valor tanto cultural

como comercial, cuyas capturas han disminuido notablemente por el deterioro del embalse y la sobrepesca (DOF, 2006). La acuicultura puede ser una opción para recuperar las poblaciones y proveer una fuente de trabajo para los pescadores del lago; sin embargo, esta especie presenta alta

\* Instituto Nacional de Pesca. Dirección General de Investigación en Acuicultura. Pitágoras 1320, Colonia Santa Cruz Atoyac. México, D.F., C.P. 03310. hernandez\_ptz@yahoo.com.mx

\*\* Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Estrategias Biológicas para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales Acuáticos. Calz. del Hueso 1000, Colonia Villa Quietud. cabt7515@correo.xoc.uam.mx

\*\*\* Instituto Nacional de Pesca. Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Pitágoras 1320, Colonia Santa Cruz Atoyac. México, DF, CP 03310. mdionati@yahoo.com.mx

\*\*\*\* Instituto Nacional de Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima. Playa Ventanas S/N (A. P. 591) Manzanillo, Colima. México, 28200.

mortalidad en cautiverio, principalmente en las primeras etapas de desarrollo. Si bien existen avances acerca del conocimiento de la biología de algunas especies de *Chirostoma* (Martínez-Palacios *et al.*, 2002), aún hay grandes carencias en aspectos como nutrición, sanidad, comportamiento en cautiverio y requerimientos de calidad de agua (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2006), especialmente en las primeras etapas de desarrollo (Figueroa-Lucero *et al.*, 1999, 2004a; Martínez-Palacios *et al.*, 2002).

En condiciones naturales *C. estor* es zooplancófono, se alimenta de ostrácodos, copépodos y cladóceros, principalmente (Solórzano, 1963; Miranda-Gutiérrez, 2002; Revelo-Alcántara, 2002). La alimentación en cautiverio conlleva grandes dificultades, en particular durante las primeras etapas de desarrollo cuando se presenta alto grado de mortalidad resultado de adecuaciones morfológicas y fisiológicas, aunadas a un incipiente desarrollo del tracto digestivo, lo que no permite las adecuadas digestión y asimilación del alimento inerte durante la etapa larvaria y la transición del alimento vivo al inerte (Figueroa-Lucero *et al.*, 2004a; Martínez-Palacios *et al.*, 2006).

El término probiótico se refiere a una bacteria que promueve la salud de otros organismos (Balcazar *et al.*, 2006). En acuicultura se han demostrado sus beneficios en el control de bacterias patógenas, fuente de nutrientes y mejoramiento de la digestión por efecto de enzimas esenciales, eliminación de materia orgánica disuelta, a la vez que incrementa la respuesta inmune contra organismos patógenos (Irianto y Austin, 2002; Gatlin y Li, 2004; Burr *et al.*, 2005; Balcazar *et al.*, 2006), con la ventaja de que pueden suministrarse por medio de alimento vivo, como el rotífero *Brachionus plicatilis* y el crustáceo *Artemia* sp., alimento balanceado o diluido en el agua (Léger *et al.*, 1986). El grupo de probióticos usados en la acuicultura está conformado por bacterias Gram-negativas y Gram-positivas, bacteriófagos, levaduras y algas unicelulares (Irianto y Austin, 2002). Dentro del grupo de las bacterias Gram-positivas se encuentran algunas especies de *Lactobacillus* que se han utilizado con buenos resultados en *Oreochromis niloticus*, *Scophthalmus maximus* y *Oncorhynchus mykiss* (Gatesoupe, 1991; Harzevili *et al.*, 1998; Nikoskelainen *et al.*, 2001). El cultivo de pescado blanco inició en los

años sesenta (Solórzano, 1963), pero aún existen dificultades para obtener mejores producciones, por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar la posibilidad de mejorar la supervivencia y el crecimiento de larvas y juveniles de *C. estor*, alimentados con *B. plicatilis* y *Artemia franciscana*, enriquecidos con *Lactobacillus casei* Shirota.

## Materiales y métodos

Los organismos se mantuvieron en recipientes ovales de plástico translúcidos de 20x38x20 cm, en agua semidura reconstituida (160-180 mg·l<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub>), a una salinidad de 5‰ (medida con un refractómetro YSI 35 modelo SperScientific 300011), con una temperatura variable entre 22±1 °C y concentración de oxígeno disuelto mayor a 6 mg·l<sup>-1</sup>, registrada diariamente con un oxímetro Hanna Instruments modelo HI 9142. Las concentraciones de amoníaco, amonio, nitritos y nitratos se determinaron semanalmente con un espectrofotómetro portátil (HACH Be Right™, modelo DR/2400). Diariamente se realizaron recambios de 30% del agua y se eliminaron los restos de materia orgánica y heces con un sifón. La temperatura del agua se controló incrementado la temperatura ambiente del cuarto de experimentación con un calefactor hasta que alcanzó los 22 °C.

Las larvas se obtuvieron a partir de un lote de huevos fertilizados de *C. estor* incubados en agua semidura reconstituida, con aireación constante, con salinidad de 10‰ y temperatura de 22±1 °C. El alimento vivo consistió de rotíferos de la especie *B. plicatilis*, cultivados en salinidad de 8‰ y alimentados con *Chlorella* sp. (250 000 cel·ml<sup>-1</sup>), así como con metanauplios de *A. franciscana*, procedentes de quistes recolectados en las salinas de Yavaros, Sonora, México.

Para el ensayo se utilizaron seis recipientes, cada uno con cuatro litros de agua y 20 larvas de 0.0201 g de peso promedio de uno a dos días de edad; tres recibieron alimento enriquecido con *L. casei* y los tres restantes fueron el tratamiento control. La dieta I (enriquecida) consistió en alimentar a los peces durante los primeros 15 días con rotíferos enriquecidos con *L. casei*, a partir del día 16 se adicionó además del rotífero

nauplios de *A. franciscana* y el día 30 se suspendió este suministro de rotífero y se proporcionaron únicamente metanauplios de *Artemia* enriquecidos. La dieta II, o control, siguió el mismo patrón de alimentación con organismos vivos pero enriquecidos con microalga. A los 60 días de iniciado el estudio se adicionó en ambos lotes experimentales alimento balanceado para especies tropicales (marca Azoo), en presentación de hojuelas con 45% de proteína (Tabla 1).

Durante los primeros 60 días se alimentó a los peces tres veces al día y las dietas tuvieron las siguientes concentraciones: 20 rotíferos·ml<sup>-1</sup> y cuatro *Artemia*·ml<sup>-1</sup>. Cuando se incorporó el alimento balanceado, la frecuencia de alimentación se incrementó de tres a seis raciones por día y se alternaron los dos tipos de alimento, iniciando la alimentación del día con alimento balanceado para acelerar la aceptación y el acondicionamiento a la nueva dieta. Para enriquecer el alimento vivo con *L. casei*, los rotíferos y la *Artemia* se mantuvieron en ayuno durante las 24 horas previas al proceso de bioencapsulación con el objeto de eliminar toda partícula alimenticia del tracto digestivo y permitir tener mayor capacidad para la entrada del probiótico. Una hora antes de suministrarse a los peces se agregaron 0.2 ml·l<sup>-1</sup> de probiótico (equivalente a 1 300 000 cels·ml<sup>-1</sup>) al medio para que lo consumieran.

Se midió a los peces al inicio del experimento y posteriormente a los 30, 60 y 90 días, cuando se cambió el tipo de alimento. Se les anestesió con una solución de benzocaína a 1%, se midió la longitud total con un vernier digital DIGIPA con precisión de 0.1 mm y el peso con una balanza digital OHAUS con precisión de 0.01 g y la sobrevivencia de los peces se registró diariamente.

En cada tratamiento se calculó la Tasa de Crecimiento Específica (TCE), el Factor de Condición (K), el incremento en talla y peso, la ga-

nancia en peso individual (%) y el Porcentaje de Sobrevivencia (S%) (De la Higuera, 1987), de acuerdo con los siguientes indicadores.

Tasa de Crecimiento Específico (TCE)

$$TCE = \frac{\ln Pf - \ln Pi}{t} \cdot 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Ganancia de Peso % (GP)

$$GP = \frac{Pf - Pi}{Pi} \cdot 100 \quad \text{Ec. 2}$$

Donde: Pi = peso inicial, Pf = peso final y t = tiempo (30, 60 y 90 días).

El Factor de Condición (K) es un indicador de la condición de los peces (grado de bienestar y robustez), que permite determinar las condiciones en las que se obtienen los mejores rendimientos (Nikolsky, 1963). Este indicador se obtuvo con la ecuación:

$$K = \frac{P}{L^b} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde: P = peso total, L = longitud total y b = valor de la pendiente de la relación peso-longitud, de acuerdo con la ecuación 4.

$$P = aL^b \quad \text{Ec. 4}$$

Los resultados de talla y peso fueron analizados con el programa Statistica S-Plus 2000 Pro, se realizaron Análisis de Varianza (ANDEVA), y pruebas *t de Student* para muestras pareadas entre los grupos experimentales para determinar si existía diferencia entre ellos.

Tabla 1  
Dietas y periodos de alimentación por dieta evaluada en *Chirostoma estor*

Tiempo (días)	Dieta I (enriquecida)	Dieta II (Control)
1 - 15	<i>B. plicatilis</i> (probiótico)	<i>B. plicatilis</i>
16 - 30	<i>B. plicatilis</i> (probiótico) + <i>A. franciscana</i>	<i>B. plicatilis</i> + <i>A. franciscana</i>
31 - 60	<i>A. franciscana</i> (probiótico)	<i>A. franciscana</i>
61 - 90	<i>A. franciscana</i> (probiótico) + alimento balanceado	<i>A. franciscana</i> + alimento balanceado

**Tabla 2**  
Talla y peso promedio de *Chirostoma estor* alimentado con una dieta enriquecida con *Lactobacillus casei* (Dieta I) y sin enriquecer (Dieta II)

Dietas	30 días		60 días		90 días	
	Talla (mm)	Peso (g)	Talla (mm)	Peso (g)	Talla (mm)	Peso (g)
I	8.91±1.99	0.04±0.015	23.45±4.87	0.11±0.06	29.20±6.08	0.70±0.35
II	9.26±1.42	0.04±0.017	23.45±3.88	0.14±0.08	28.12±4.65	0.66±0.27

**Resultados**

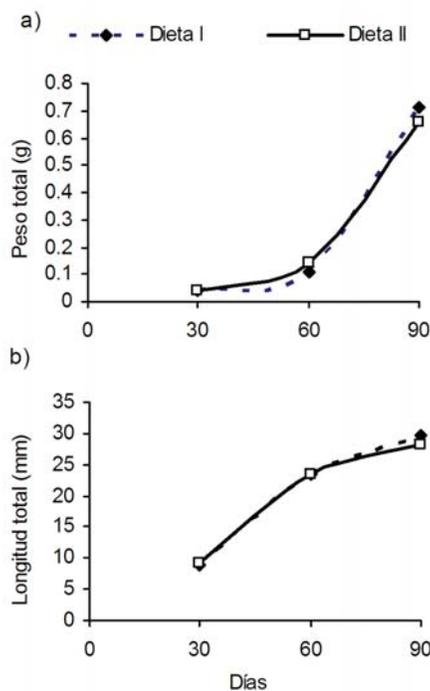
De manera general, los registros de talla, peso y sobrevivencia fueron mejores al utilizar el alimento enriquecido con *L. casei* (Dieta I) (Tabla 2). El peso de los individuos de *C. estor* presenta una ligera diferencia en el intervalo de 30 a 60 días, en tanto que para el día 90 se incrementa la diferencia entre la dieta no enriquecida y la enriquecida; con respecto a la talla se observan valores semejantes entre ambas dietas a lo largo del periodo de evaluación (Fig. 1). De acuerdo con la prueba *t de Student* aplicada a ambos parámetros de crecimiento, los incrementos en peso y talla de los peces no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) con relación a las dietas suministradas, de acuerdo con los valores de probabilidad obtenidos de 0.05 y 0.06, respectivamente (Tabla 3).

**Tabla 3**

Prueba *t de Student* para las medias de muestras pareadas de *Chirostoma estor* en 90 días de experimentación

		Número	Media+DE	Probabilidad de t
Peso	Dieta I	129	0.23±0.0272	0.0583
	Dieta II	129	0.19±0.0278	
Talla	Dieta I	129	19.11±8.85	0.0655
	Dieta II	129	18.06±9.52	

La sobrevivencia de los ejemplares de *C. estor* fue semejante durante los primeros 15 días; no obstante, a partir del día 16 la sobrevivencia de los peces sujetos a la dieta enriquecida se mantuvo casi constante hasta el día 82, en tanto que la de los peces a los que se les suministró la dieta control decreció gradualmente hasta existir una diferencia de 13.33% al final de experimento con respecto a la otra dieta. Los peces alimentados con la dieta no enriquecida presentaron a los 90



**Fig. 1.** Variación del peso (a) y la longitud (b) de *Chirostoma estor* durante tres meses de experimentación.

días de estudio una sobrevivencia de 63.33%, mientras que con la dieta enriquecida se obtuvieron valores de 76.66%, sin registrar diferencias significativas entre sí (Fig. 2, Tabla 4).

Los organismos de *C. estor* alimentados con la dieta enriquecida tienen una tasa de crecimiento específico de 2.68% g·día<sup>-1</sup>. Asimismo, con esta dieta el factor de condición es mayor a partir de los 60 y 90 días. Por otro lado, con la dieta no enriquecida, a los 90 días de estudio los organismos registran un decremento en su robustez de 1.15 a 0.50, de igual modo presentan una reducción en la ganancia del porcentaje de incremento en peso diario (Tabla 5 y Fig. 3).

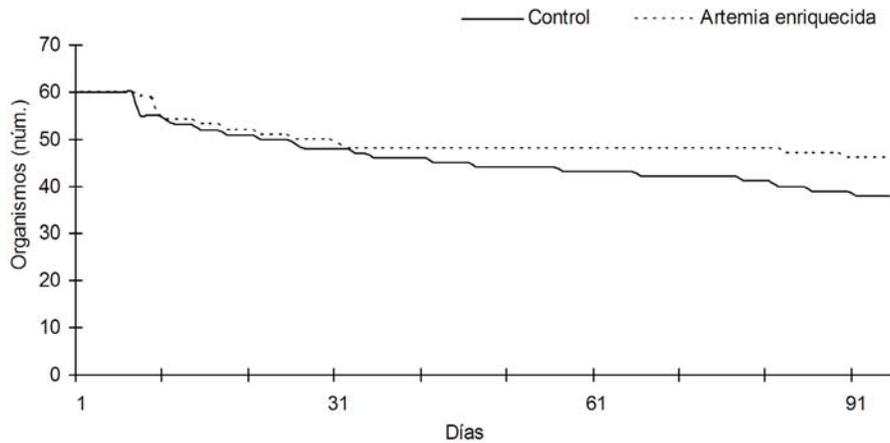


Fig. 2. Supervivencia de *Chirostoma estor* alimentado con dieta enriquecida con *Lactobacillus casei* y no enriquecidas durante 90 días de experimentación.

Tabla 4

Prueba *t* de Student para medias de muestras pareadas de *Chirostoma estor* en 90 días de experimentación

	Dieta	n	Media+DE	Probabilidad de t
Peso	I	129	0.2382±0.0272	0.05838
	II	129	0.1969±0.0278	
Talla	I	129	19.1124±8.8553	0.06554
	II	129	18.0589±9.5225	
TCE	I	* (60)	4.0264±1.2176	0.77283
	II	* (60)	3.5505±0.5861	
K	I	** (3)	1.5572±0.6113	0.05767
	II	** (3)	0.8418±0.3264	
Sobre- vivencia	I	*** (3)	43±9.6436	0.27239
	II	*** (3)	40±13.0767	

Dieta I: Alimento enriquecido.

Dieta II: Alimento no enriquecido.

\* Número de días por período de estudio junio a julio y julio a agosto (n = 60 días).

\*\* Factor de condición promedio mensual de junio, julio y agosto (n = 3).

\*\*\* Supervivencia mensual de junio, julio y agosto (n = 3).

## Discusión

Las larvas de *Chirostoma estor* alimentadas con las dos dietas alcanzaron tallas similares pero pesos diferentes; sin embargo, esto no presentó diferencias aún en la supervivencia, que fue mayor en los ejemplares sometidos a la dieta experimental, siendo de 80% para el día 30 de experimentación. Caso similar observó Figueroa *et al.* (2004b) al evaluar el crecimiento, la supervivencia y el desarro-

Tabla 5

Factor de condición (K) y tasa de crecimiento específico (TCE) de *Chirostoma estor* durante 90 días de experimentación

Tiempo	K		TCE (% g · día <sup>-1</sup> )	
	dieta I*	dieta II**	dieta I*	dieta II**
30	1.7881	0.8615		
60	2.0195	1.1581	3.165	3.965
90	0.864	0.5061	4.887	3.136

\* Enriquecida con *Lactobacillus casei*

\*\* Sin enriquecer

llo de mandíbulas de larvas de *C. humboldtianum* registró mortalidades de 20% en larvas de cuatro semanas de edad alimentadas con rotíferos. Mientras que García de la Banda *et al.* (1992) enriquecieron rotíferos y metanauplios de *Artemia* con *S. lactus* y *L. bulgaricus* para alimentar larvas de rodaballo (*Scophthalmus maximus*), cuya supervivencia fue seis veces mayor que la del grupo control, a pesar de que tampoco registraron diferencias significativas en el crecimiento. Asimismo, se han observado incrementos en la supervivencia y la producción del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) al incorporar al medio una mezcla comercial de *Bacillus* spp. (Balcazar *et al.*, 2006).

El factor de condición y la Tasa de Crecimiento Específico de los peces alimentados con la dieta enriquecida fue superior si bien, no hubo diferencias significativas en la TCE, el incremento en la robustez pudo contribuir a la mayor resistencia de los organismos al manejo y reflejarse en mayor supervivencia del grupo

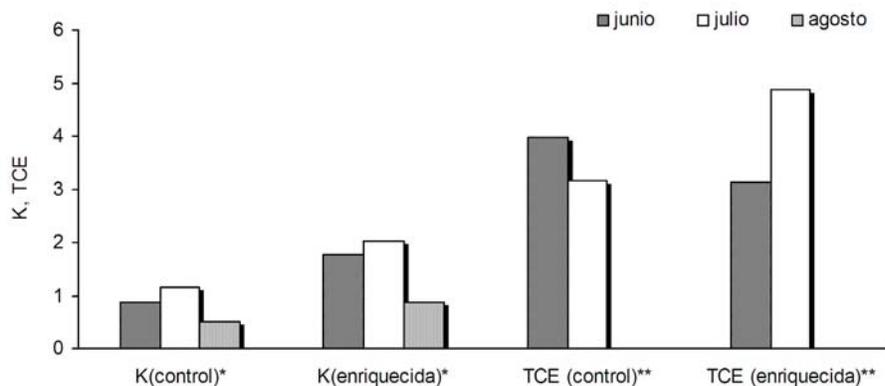


Fig. 3. Factor de Condición (K) y Tasa de Crecimiento Específico (TCE) de *Chirostoma estor* dieta enriquecida con *Lactobacillus casei* y no enriquecida.

experimental, contrario a lo que sucedió con el grupo de aquellos a los que no se les mejoró la dieta, lo que sugiere que con el uso del probiótico se obtienen mejores rendimientos, como ha ocurrido en tilapia sometida a dietas con bacterias ácido lácticas (Escobar-Briones *et al.*, 2007<sup>1</sup>) y en carpa al evaluar el efecto de *Bacillus subtilis* (Mukherjee *et al.*, 2007<sup>2</sup>). De acuerdo con lo anterior, es claro que una de las principales funciones fisiológicas de los microorganismos residentes es actuar como barrera microbiana contra patógenos microbianos y como complemento al establecimiento de enzimas digestivas, de ahí el fortalecer y manipular artificialmente la microbiota durante las primeras etapas de alimentación (Balcazar *et al.*, 2006). Se ha avanzado en el uso de probióticos comerciales, como aditivos en los alimentos acuícolas, por lo que es necesario identificar cepas autóctonas con propiedades probióticas (Gatesoupe, 1999), y continuar con la evaluación de las bacterias ácido lácticas, ya que éstas sobreviven por días en el intestino de larvas y juveniles de peces (Strøm y RingØ, 1993); pero deben analizarse aspectos como las

dosis óptimas y los vehículos para su administración en alimento vivo e inerte, ya que la composición de la microbiota está altamente influenciada por la disponibilidad de alimentos, fisiología del pez y de factores inmunológicos (Balcazar *et al.*, 2006). Abidi (2003) señala que al administrar probióticos a larvas de peces en etapas de desarrollo subsecuentes, éstas incrementan su apetito, crecen más y presentan menos problemas por enfermedades, por lo que pueden utilizarse como tratamientos profilácticos para mejorar el aprovechamiento de los nutrimentos.

Según los resultados obtenidos en el presente estudio, es importante destacar que si bien no se registraron diferencias en TCE, sí se incrementó la sobrevivencia, considerando que *C. estor* es una especie de difícil manejo y alta mortalidad en cautiverio, por lo que el uso de probióticos representa una alternativa para mejorar su cultivo. De igual modo, será importante evaluar nuevas especies de probióticos y, de ser posible, aquellas que se encuentran en su medio natural, con la finalidad de incrementar la producción y la rentabilidad del cultivo de pescado blanco pues se ha comprobado que de las especies de bacterias presentes en los huevos, gran número es de que se observan en el tracto gastrointestinal de las larvas (Gómez-Gil *et al.*, 2000). Además, estos microorganismos son una herramienta ideal en la producción acuícola conforme un esquema de armonía con el ambiente (Gatesoupe, 1999), reduciendo las malas prácticas del uso de sustancias químicas y antibióticos.

1. ESCOBAR-BRIONES, L., M. A. Olvera-Novoa y C. Puerto-Castillo. 2007. Growth and immunological evaluation in Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* fed diets containing probiotic bacteria. *World Aquaculture* 2007. February 26-March 2. San Antonio Texas, EU.
2. MUKHERJEE, S. C., R. Kumar, K. Pani y A. K. Pal. 2007. Use of *Bacillus subtilis* as a probiotic in indian major carp *Labeo rohita* (HAM.). *World Aquaculture* 2007. February 26-March 2. San Antonio Texas, EU.

## Conclusiones

- Las larvas y juveniles de *Chirostoma estor* alimentados con la dieta enriquecida mostraron una talla y peso mayor que los peces alimentados con la dieta control.
- La dieta con alimento enriquecido redundó en la sobrevivencia más alta de los peces.
- *Lactobacillus casei*, es un probiótico adecuado en el cultivo de pescado blanco, debido a su accesibilidad y su facilidad de bioencapsulación por *B. plicatilis* y *A. franciscana*, así como por los beneficios generados, expresados en ganancia en peso, tasa de crecimiento específico, factor de condición y sobrevivencia de los peces alimentados con la dieta enriquecida.

## Agradecimientos

Al personal del Laboratorio de Acuicultura del Centro Regional de Investigación Pesquera en Pátzcuaro, Michoacán, del Instituto Nacional de Pesca, por la donación del material biológico de *Chirostoma estor*.

## Literatura citada

- ABIDI, R. 2003. Use of Probiotics in larvae rearing of new candidate species. *Aquaculture Asia* 8(2):15-16.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ, F., L. Beléndez-Moreno, I. Méndez Gómez-Humarán, R. Solana-Sansores y C. Rangel-Dávalos. 2006. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, Evaluación y Manejo. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 544p.
- BALCAZAR J.L., I. de Blas, I. Ruíz-Zarzuela, D. Cunningham, D. Vendrell y J.L. Múzquiz. 2006. The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology* 114:173-186.
- BURR, G., D. Gatlin y S. Ricke. 2005. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 36(4):425-436.
- DE LA HIGUERA, M. 1987. Diseño y métodos experimentales de evaluación de dietas. En: Espinosa de los M. J. y U. Lbarta (eds.). Nutrición en Acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid, España, pp: 291-317.
- DOF. 2006. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. México. 25 de agosto de 2006.
- FIGUEROA-LUCERO, G., M.C. Hernández-Rubio, G. Ríos-Becerril y M.L. Sevilla-Hernández. 1999. Bioensayos de alimentación en alevines de *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) (Pisces: Atherinidae) bajo condiciones de laboratorio. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 45:17-23.
- FIGUEROA-LUCERO, G., M.C. Hernández-Rubio, G. Ríos-Becerril, O.R. Meza-González, J.L. Arredondo-Figueroa, T. Castro-Barrera, I.A. Barriga-Sosa y A. Rodríguez-Canto. 2004a. Effect of food type on growth and survival of *Chirostoma riojai* Solórzano y López, 1965 (Atheriniformes: Atherinopsidae) during early development. *Journal of Biological Research* 2:93-99.
- FIGUEROA-LUCERO, G., O.R. Meza-González, M.C. Hernández-Rubio, I.A. Barriga-Sosa, J.L., Rodríguez-Canto y J.L. Arredondo-Figueroa. 2004b. Growth, survival and mandible development in the larvae of the schrotfin silversid *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) (Atheriniformes: Atherinopsidae) under laboratory conditions. *Aquaculture* 242:689-696.
- GARCÍA DE LA BANDA, I., O. Chereguini e I. Rasines. 1992. Influencia de la adición de bacterias lácticas en el cultivo larvario de rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.). *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 8:247-254.
- GATESOUBE, J.F. 1991. The effect of three strain of lactic bacteria on the production rate of rotifers, *Brachionus plicatilis*, and their dietary value for larval turbot, *Scophthalmus maximus*. *Aquaculture* 96:335-342.
- GATESOUBE, J.F. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture* 180:147-165.
- GATLIN, D.M. y P. Li. 2004. Dietary supplementation of prebiotics for health management

- of hybrid Striped Bass *Morone chrisops* x *M. saxatilis*. *Aqua Feeds Formulation & Beyond* 1(4):19-21.
- GÓMEZ-GIL B., A. Roque y J.F. Turnbull. 2000. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organism. *Aquaculture* 191:259-270.
- HARZEVILI A., R.S., H. van Duffel, P. Dhert, J. Swings y P. Zorruelos. 1998. Use of potential probiotic *Lactococcus lactis* AR21 strain for the enhancement of growth in the rotifer *Brachionus plicatilis* (Muller). *Aquaculture Research* 29:411-417.
- IRIANTO, A. y B. Austin. 2002. Probiotics in aquaculture. *Journal of fish Diseases* 25:633-642.
- LÉGER P., D.A. Bengtson, K.L. Simpson y P. Sorgeloos. 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 24:521-623.
- MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A., M.G. Ríos-Duran, A. Campos-Mendoza, M. Toledo-Cuevas y L.G. Ross. 2002. Avances en el cultivo de pescado blanco de Pátzcuaro *Chirostoma estor estor*. En: L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Gaxiola-Cortés, y N. Simoes (eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México. Septiembre 2002, pp: 336-351.
- MARTÍNEZ-PALACIOS, C. A., M. Toledo-Cuevas, E. Racotta-Dimitrov, M.G. Ríos-Duran, E. Palacios-Metchenoc, J. Fonseca-Madrigal, A. Campos-Mendoza y L.G. Ross. 2006. Aspectos nutricionales del pescado blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor estor* Jordan 1879). En: L.E. Cruz Suárez, D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Nieto-López, D.A. Villareal-Cavazos, A.C. Puello-Cruz y A. García-Ortega (eds.). *Avances en Nutrición Acuícola* VIII. Memorias VIII Simposium Internacional Acuícola. Monterrey, Nuevo León, México. Noviembre, 2006. pp: 524-544.
- MIRANDA-GUTIÉRREZ, M.N. 2002. Estudio biológico para la reproducción en laboratorio y estanques del charal *Chirostoma jordani* del Lago de Xochimilco. Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. México. 68p.
- NIKOLSKY, G.U. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press, London y New York. 352p.
- NIKOSKELAINEN S., A. Ouweland, S. Salminen y G. Bylund. 2001. Protection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from furunculosis by *Lactobacillus rhamnosus*. *Aquaculture* 198:229-236.
- REVELO-ALCÁNTARA, L.G. 2002. Aclimatación y mantenimiento de *Chirostoma humboldtianum* en estanques con aguas tratadas. Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. México. 69p.
- SOLÓRZANO, P.A. 1963. *Algunos aspectos biológicos del pescado blanco del lago de Pátzcuaro (Chirostoma estor Jordan, 1879)*. SIC. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Instituto Nacional de investigaciones Biológico Pesqueras. 16p.
- STRØM, E. y E. RingØ. 1993. Changes in bacterial flora in developing cod, *Gadus morhua* (L.), larvae after inoculation of *Lactobacillus plantarum* in the water. In: B. Walter y H. J. Fyhn (eds.). *Physiological and Biochemical Aspects of fish Larval Development*. University of Bergen, Norway, pp: 226-228.

Recibido: 7 de febrero de 2009.

Aceptado: 16 de septiembre de 2009.