

Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y parámetros sanguíneos de *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844)

Stocking density effect on growth and blood parameters of *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844)

Daniel Badillo-Zapata^{1,2} 
Dayana Janeth Tafoya-Sánchez¹ 
Manuel Alejandro Vargas-Ceballos¹ 
Luis Eduardo Ruiz-González^{1*} 
Gustavo Alejandro Rodríguez-Montes de Oca³ 
David Palma-Cancino¹ 
Fernando Vega-Villasante¹ 

¹Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad de Guadalajara no. 203, Del. Ixtapa, CP. 48280. Puerto Vallarta, Jalisco, México.

²Cátedras CONACyT. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Alcaldía Benito Juárez, CP. 03940, Ciudad de México.

³Laboratorio de reproducción y cultivo de peces. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. P. Claussen S/N, Centro, CP. 82000. Mazatlán, Sinaloa, México.

*Autor de correspondencia: luiserui.gonzalez@gmail.com.

Nota científica

Recibida: 21 de marzo 2022

Aceptada: 02 de septiembre 2022

Como citar: Badillo-Zapata D, Tafoya-Sánchez DJ, Vargas-Ceballos MA, Ruiz-González LE, Rodríguez-Montes de Oca GA, Palma-Cancino D, Vega-Villasante F (2022) Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y parámetros sanguíneos de *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 9(3): e3310. DOI: 10.19136/era.a9n3.3310

RESUMEN. Un pez nativo cada vez más estudiado en Latinoamérica es el *Dormitator latifrons*, pero se desconoce el efecto de altas densidades de siembra en su fisiología. El objetivo fue determinar el efecto de diferentes densidades de siembra en el crecimiento y parámetros sanguíneos. Se utilizaron organismos silvestres aclimatados al cautiverio, alimentados al 4% de biomasa total durante 60 días. Se registró peso y longitud inicial y final, determinando índices de crecimiento y supervivencia. Al final del experimento se tomó una muestra de sangre al total de organismos para evaluar parámetros sanguíneos. No se encontraron diferencias en el crecimiento y supervivencia entre las diferentes densidades. Los parámetros sanguíneos no fueron afectados por la densidad, a excepción del estallido respiratorio, todos se encuentran entre los rangos de referencia de buena salud para peces. La especie no presentó señales de estrés o respuesta inmune adversa asociada al incremento de la densidad de cultivo.

Palabras clave: Pez nativo, resistencia al estrés, respuesta inmune, hematología, química sanguínea.

ABSTRACT. The native fish *Dormitator latifrons* culture technology in Latin America has increased, but the effect of high stocking densities on the physiology of the species is still unknown. The objective of this study was to analyze the effect of different stocking densities on growth and blood parameters. Wild organisms were acclimatized to culture conditions, and fed daily at 4% of total biomass, during 60 days. The weight and length of the organisms were recorded at the beginning and end of the experiment, growth and survival rates were determined. At the end of the experiment, a blood sample was taken from all fish for blood parameters evaluation. No differences in growth and survival were found between the different densities tested. Blood parameters were not affected by stocking density. All blood parameters are within the reference ranges indicating good fish health, except respiratory burst. The fish did not show signs of stress or any negative immune response at all culture densities tested.

Key words: Native fish, stress resistance, immune response, hematology, blood chemistry.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) reconoce a la acuicultura como una actividad que proporciona seguridad alimentaria. Alrededor del mundo se cultivan más de 580 especies acuáticas de las cuales el 62.4% corresponde a peces, durante el 2018 la producción mundial de pescado ascendió a 82.1 millones de toneladas vía acuicultura (FAO 2020). Específicamente, en México la acuicultura se basa principalmente en especies exóticas que se cultivan de manera extensiva (Mendoza *et al.* 2014). La introducción de especies exóticas puede generar un impacto negativo en la dinámica poblacional de lagos, ríos y lagunas, donde su presencia desencadena la disminución o extinción de peces nativos debido a la transmisión de enfermedades, la depredación y/o la competencia por los recursos, lo que pone en riesgo también la condición natural de los cuerpos de agua (Kennard *et al.* 2005).

El dormilón gordo del Pacífico *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844), es un pez nativo de creciente importancia acuícola en la costa del Pacífico de América (Vega-Villasante *et al.* 2021). Se distribuye desde Estados Unidos hasta Perú (Vicuña 2010). Perteneció a la familia Eleotridae, habita en climas tropicales y subtropicales. Es capaz de vivir en zonas estuarinas, con bajos niveles de oxígeno (hasta 0.4 ppm) y temperaturas que van desde 21 a 30° C; puede sobrevivir a la desecación hasta 18 horas sin cobertura vegetal y más de 48 horas en áreas con cobertura vegetal (Vicuña 2010, Rodríguez-Montes de Oca *et al.* 2012). Es una especie con gran importancia ecológica debido a que logra transformar el detritus en energía asimilable para los niveles tróficos superiores, tiene hábitos principalmente detritívoros, aunque se ha encontrado en su contenido estomacal microalgas, restos vegetales y materia no determinada (detritus, restos de larvas y materia inorgánica no determinada) (Freire-Lascano 2013).

La acuicultura de *D. latifrons*, se ha desarrollado principalmente en Ecuador y México (Rodríguez-Montes de Oca *et al.* 2012, Basto-

Rosales *et al.* 2019). Sin embargo, se conocen parcialmente los requerimientos nutricionales en etapa pre-juveniles (Badillo-Zapata *et al.* 2018), y sus estudios se han enfocado principalmente en su manejo y engorda en condiciones de cautiverio. De esta manera, los estudios sobre el desarrollo en cautiverio y parámetros sanguíneos son importantes para especies nativas con acuicultura incipiente, en este sentido, existen pocos trabajos que describen parámetros sanguíneos básicos en *D. latifrons*. Por ejemplo, Ruiz-González *et al.* (2020) evaluaron algunos parámetros hematológicos y de química sanguínea donde mencionan que *D. latifrons* mostró mayor actividad en el estallido respiratorio, lo que sugiere una mayor resistencia a las infecciones. Mientras que Bermúdez-Medrandá *et al.* (2020) describen la ausencia de efectos negativos al usar probióticos comerciales en la ganancia de peso y composición hematológica de *D. latifrons*. Sin embargo, en peces como la tilapia del Nilo y la trucha arcoíris, se ha evaluado el efecto de la densidad de siembra en parámetros sanguíneos y el estrés que la densidad pudiera provocar en los peces (Yarahmadi *et al.* 2014, Santamaria-Miranda *et al.* 2018). Para el dormilón gordo del Pacífico aún no se evalúan efectos del manejo sobre los parámetros sanguíneos y el crecimiento, por lo cual el objetivo de esta investigación consistió en determinar el efecto de la densidad de siembra y algunos parámetros hematológicos en el crecimiento de *D. latifrons* bajo condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de los organismos

Para el estudio se colectaron un total de 350 juveniles de *D. latifrons* (peso promedio de 5.5 ± 1.5 g y longitud de 6.2 ± 0.5 cm) del estero el Ermitaño en el municipio de Tomatlán, Jalisco, México. Los organismos se transportaron en un contenedor plástico de 1000 L de capacidad con aireación constante al Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental (LACUIC) del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara, Puerto Vallarta, Jalisco.

Se aplicó un tratamiento profiláctico con Dimilin[®] de Bayer al 1% para la eliminación de ectoparásitos en peces capturados (Badillo-Zapata et al. 2021). Posteriormente, los peces se sometieron a un periodo de aclimatación por 15 días, en un estanque de 1700 L. Durante este periodo, se les alimentó con dieta comercial para tilapia en etapa de crecimiento, de la marca GrowFish[®], con 35% de proteína y 5% de lípidos.

Diseño experimental

Se seleccionaron al azar 300 peces los cuales se distribuyeron 12 estanques con una capacidad de 600 L aforados a 500 L. Las densidades de cultivo evaluadas que corresponden a los tratamientos T1, T2, T3 y T4, fueron 20, 40, 60, 80 organismos/m³ respectivamente. El bioensayo se llevó a cabo por triplicado. Se utilizaron 12 estanques plásticos, se colocaron en total 10 (T1), 20 (T2), 30 (T3) y 40 (T4) organismos.

Durante los 60 días de duración del cultivo, los peces se alimentaron diariamente, con una dieta comercial para tilapia en etapa de crecimiento (GrowFish[®]) con 35% de proteína y 5% de lípidos, a una ración equivalente al 4% de la biomasa inicial, esta cantidad se mantuvo sin cambios durante todo el estudio. Para mantener la calidad del agua, se realizaron recambios diarios del 5 - 10%, los peces se mantuvieron en condiciones controladas con temperatura de 26.6 ± 1.2 °C, oxígeno disuelto de 5.7 ± 0.6 mg L⁻¹, pH de 8.3 ± 0.5 y un fotoperiodo 12 h luz/12 h oscuridad.

Se realizaron dos biometrías, inicial y final. En ambas biometrías, todos los peces fueron medidos y se calculó el peso y longitud promedio por estanque. Para ello, se utilizó un ictiómetro (precisión de ± 0.1 cm) para la longitud, y una báscula electrónica (BAPRE-3 Rhino[®], precisión de ± 0.5 g) para el peso. En la biometría final, se llevó a cabo la toma de muestras sanguíneas, como se describe posteriormente.

Parámetros de crecimiento

Con los datos obtenidos de la biometría final

(peso y longitud) se determinaron los parámetros de crecimiento con las siguientes fórmulas:

Ganancia en peso (%)

$$GP = \left(\frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{\text{peso inicial}} \right) \times 100$$

Tasa de crecimiento específico (TCE), (% día⁻¹):

$$TCE = \left(\frac{\ln(\text{peso final}) - \ln(\text{peso inicial})}{\text{tiempo(días)}} \right) \times 100$$

Colecta de muestras sanguíneas

Los peces se anestesiaron colocándolos en agua con una infusión de clavo (1g 1L⁻¹) hasta que mostraron nado errático. Posteriormente y en condiciones asépticas, se procedió a tomar una muestra de sangre individualmente de 400 µL aproximadamente, para lo cual se les realizó una punción en la vena caudal con una jeringa para insulina de 1 mL con aguja de 30G x 13mm sin heparinizar, siguiendo el método descrito por Stoskopf (1993). En todos los casos se colectaron 400 µL de sangre aproximadamente. Las muestras se dividieron en dos contenedores, la primera parte fue colocada en microtainers con anticoagulante EDTA-K3 (SARSTEDT[®]) y la segunda en viales de plástico de 1.5 mL sin anticoagulante (Eppendorf[®]). Con las muestras con anticoagulante se determinaron los parámetros hematológicos y con las muestras sin anticoagulante la química sanguínea.

Parámetros hematológicos

A partir de la muestra con anticoagulante EDTA-K3, se analizó el hematocrito por la técnica de microhematocrito (Ruiz González et al. 2020). Para ello se utilizaron capilares de cristal, los cuales se llenaron con sangre hasta un 70% de su capacidad (60 µL aproximadamente) y se sellaron en un extremo. Posteriormente se centrifugaron a 4000 G durante 10 min en una centrifuga marca SCIOLOGEX[®] modelo DM1424, y se determinó el porcentaje de hematocrito (Hct) con ayuda de un lector circular de hematocrito de la misma centrifuga.

Para el análisis de estallido respiratorio (NBT-

tets) se utilizó la técnica descrita por Ibrahim *et al.* (2010). Se colocaron 100 μ L de sangre con EDTA-K3 en viales de plástico (Eppendorf®). Posteriormente se agregaron 100 μ L de la solución de nitroazul de tetrazolio al 0.2% y se incubaron durante 30 min a temperatura ambiente. Después de la incubación se tomaron 50 μ L de la mezcla y se colocaron en 1 mL de N, N-dimetil formamida. El resultante se centrifugó a 2000 G durante 5 min, en una centrifuga IKA® Mini G, modelo 3958000. El sobrenadante fue analizado en un espectrofotómetro Velab VE - 5000V, en celdas de cuarzo de 1 mL, a 620 nm.

Química sanguínea

Las muestras sin anticoagulante se centrifugaron a 2000 G durante 10 min en una centrifuga IKA® Mini G 3958000 para obtener el suero sanguíneo. El suero fue analizado mediante espectrofotometría con el uso de los kits (Mexlab®) para Albúmina (BCG, 620 nm) y Proteínas totales (BIURET, 540 nm). Se analizó la absorbancia en un espectrofotómetro Velab VE - 5000V y la concentración se calculó de acuerdo a las indicaciones especificadas en cada kit. Además, se calculó la concentración de Globulinas por diferencia entre Proteínas Totales y Albúminas. Así mismo, se calculó la relación A/G.

Análisis estadístico

Se realizaron pruebas de normalidad de Shapiro Wilk y homocedasticidad de Bartlett. Al cumplirse con los supuestos estadísticos antes mencionados se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA) con un $\alpha = 0.05$, entre los cuatro tratamientos para cada uno de los parámetros de crecimiento y sanguíneos estudiados. Cuando se detectaron diferencias estadísticas, se utilizó una prueba posterior de Tukey para identificar las diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0.05$). Todos los análisis se realizaron con el software SigmaPlot 11.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados e índices de *D. latifrons* sometidos a diferentes densidades de siembra se muestran

en la Tabla 1. En todos los casos se registró un incremento en peso superior a los 7 g. En el tratamiento T4 se encontró el mayor porcentaje de ganancia en peso (121.1%). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en ninguno de los parámetros de crecimiento evaluados.

En experiencias sobre pruebas de cultivo, Castro-Rivera *et al.* (2005), evaluaron el crecimiento y conversión alimenticia en un cultivo de machos, uno de hembras y uno mixto de *D. latifrons* a una densidad de 1.2 peces m^3 (50 en cada estanque), utilizaron organismos de 100 g (para engorda) y los alimentaron con alimento comercial con un contenido de proteína al 30% y de lípidos al 5%. Documentaron un mejor desempeño en ganancia en peso en machos. En el presente estudio se utilizó alimento balanceado similar, sin embargo, los organismos no fueron separados por sexo, pudiendo explicar el menor promedio en tasa de crecimiento. Por su parte, Agualsaca-Ormaza (2015), reportó un mejor crecimiento con alimento balanceado ofrecido en una ración correspondiente al 4% de la biomasa total comparándolo con otras dietas a diferentes proporciones, a una densidad de cultivo de 16 peces m^3 . El tipo de alimento y la ración es similar a la utilizada en este trabajo, dando pauta para establecer la necesidad de profundizar en dos aspectos importantes, enfocados a la mejora de los protocolos de manejo para engorda de la especie, donde cultivos monosexados y engordas con una talla mínima de inicio sean consideradas como estrategias adecuadas para implementar.

En cuanto a los índices de crecimiento, el crecimiento observado en este experimento fue menor al compararlo con engordas realizadas en condiciones de cultivo en estanques de concreto, como Basto-Rosales *et al.* (2019), quienes no reportaron diferencias significativas en densidades de cultivo (3, 5, 6, 7 peces por m^3). Además, en el mismo trabajo reportan un incremento de peso por encima de 1700% en todas las densidades, y tasa de crecimiento específico de $5.5\% \text{ día}^{-1}$, ambos valores por encima de lo encontrado en este trabajo. El contraste en parámetros de crecimiento entre el estudio de Basto-Rosales *et al.* (2019) y la presente investigación puede deberse a diferentes cuestiones;

Tabla 1. Índices de crecimiento de juveniles de *D. latifrons* cultivados a diferentes densidades de siembra (20, 40, 60 y 80 organismos / m³) bajo condiciones de laboratorio durante 60 días. Letras diferentes en los superíndices representan diferencias significativas, letras iguales que no existen diferencias.

Índices de crecimiento	Tratamientos experimentales			
	T1	T2	T3	T4
Peso inicial (g/org)	11.0 ± 0.1	10.9 ± 0.02	10.5 ± 0.4	11.0 ± 0.1
Peso final (g/org)	19.5 ± 7.0	18.1 ± 3.5	22.7 ± 1.1	24.2 ± 1.4
Longitud Inicial (cm)	9.3 ± 2.3	9.3 ± 2.4	9.3 ± 2.5	9.3 ± 2.6
Longitud final (cm)	10.8 ± 1.1	10.6 ± 0.5	11.1 ± 0.2	11.3 ± 0.1
Incremento en peso (g/org)	8.5 ± 7.1	7.2 ± 3.4	12.2 ± 1.4	13.3 ± 1.3
Incremento en peso (%)	77.2 ± 65.0	66.0 ± 31	116.8 ± 16.8	121.1 ± 12.0
Tasa de Crecimiento específico	0.9 ± 0.6	0.8 ± 0.3	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1
Sobrevivencia	93	100	98.8	100

por ejemplo, ellos utilizaron una densidad por debajo de la menor densidad utilizada en este estudio (20 peces por m³), la duración del bioensayo fue de más tiempo (90 días) y el enfoque principal del estudio fue simular condiciones de cultivo, de tal forma que los organismos se colocaron en estanques de concreto, los tratamientos estaban separados por mamparas y se realizó solo un recambio del 5% junto con sifoneo 2 veces por semana. Lo anterior, podría haber beneficiado la formación de detritus en el medio de cultivo y con ello incrementar el desempeño de *D. latifrons* al ser un organismo principalmente detritívoro (Yáñez-Arancibia y Díaz-González 1977). Así mismo utilizaron peces con un peso inicial de 13 a 15 g, contaron con una temperatura constante mayor a 30 °C durante los 90 días.

Por su parte, Badillo-Zapata et al. (2018) realizaron un estudio para determinar el requerimiento de proteína y lípidos para el crecimiento de *D. latifrons*, documentaron un incremento de peso ganado de más del 300% en todos los casos en el mismo periodo de tiempo que el presente estudio (60 días) y una densidad similar a la más baja utilizada en este trabajo (20 peces m³). Se puede observar que en ambos casos (Badillo-Zapata et al. 2018; Basto-Rosales et al. 2019) se utilizaron organismos de mayor tamaño y con una temperatura constante cercana a los 30 °C. Lo anterior, podría explicar las diferencias de ganancia en peso, debido a que se ha demostrado que variaciones en la temperatura del agua pueden presentar alteraciones en el crecimiento de *D. latifrons* (Castro-Rivera et al. 2005) y otros organismos como la tilapia del Nilo,

Oreochromis niloticus (El-Sherif y El-Feky 2009).

Los resultados de hematología y química sanguínea de *D. latifrons*, se presentan en la Tabla 2. El parámetro de NBT en todos los tratamientos, obtuvo valores de absorbancia por debajo de 0.200. El Hct presentó niveles menores al 40% en todos los casos. En cuanto a la química sanguínea, los peces del tratamiento T3 mostraron proteínas totales y globulinas más altas que los peces en los otros tratamientos, y menos albúminas, observándose un menor nivel de relación A/G. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en ningún parámetro. El que no existan diferencias en la química sanguínea en los peces a diferentes densidades puede sugerir que no se generaría estrés o reacciones inmunes adversas al someterlos a densidades escala piloto comercial, suponiendo un paso más hacia la sustentabilidad de la producción de esta especie.

Por otra parte, se sabe que diferentes variables como el tamaño, la edad, estado nutricional, estado reproductivo, el transporte, entre otros, presentan efectos en diferentes niveles de algunos parámetros sanguíneos (Alaye 1993, Roche y Bogué 1996, Percin y Konyalioglu 2008). En lo que respecta al efecto de las diferentes densidades de siembra probadas sobre los parámetros sanguíneos, no se encontraron diferencias significativas en los parámetros analizados (NBT, Hct, proteínas totales, albúminas, globulinas y relación A/G). El nivel de Hct encontrado en todos los tratamientos corresponde a los hábitos de *D. latifrons*, de acuerdo a los descrito por Larsson et al. (1976), y Kiron (2012), quienes

Tabla 2. Hematocrito (Hct), estallido respiratorio (NBT), proteínas totales, albúminas y globulinas de sangre de juveniles de *D. latifrons* cultivados a diferentes densidades de siembra (20, 40, 60 y 80 peces / m³) bajo condiciones de laboratorio durante 60 días. Intervalos de referencia tomados de Ruiz-González et al. 2020.

Parámetros sanguíneos	Intervalos de referencia	Tratamientos experimentales			
		T1	T2	T3	T4
NBT (abs)	0.230 - 0.550	0.144 ± 0.036	0.12 ± 0.024	0.143 ± 0.046	0.109 ± 0.021
Hct (%)	11.103 - 45.064	32.3 ± 6.3	31.8 ± 7.0	33.0 ± 12.0	36.5 ± 5.6
Proteínas totales (g dL ⁻¹)	2.256 - 5.616	3.7 ± 1.1	4.2 ± 2.0	5.6 ± 0.4	3.8 ± 2.6
Albúminas (g dL ⁻¹)	0.339 - 3.474	1.4 ± 0.4	1.2 ± 0.3	1.0 ± 0.3	1.2 ± 0.8
Globulinas (g dL ⁻¹)	1.859 - 2.922	2.1 ± 1.4	3.2 ± 2.0	4.6 ± 0.4	2.1 ± 1.7
A/G	0.304 - 1.068	0.7	0.4	0.2	0.6

mencionan que los valores bajos de Hct corresponden a especies bentónicas relacionado con peces que habitan los fondos. Al comparar con estudios en la especie, Bermúdez-Medranda et al. (2020), reportan valores de Hct entre 21-24%, y no se incrementan con el uso de probióticos; Ruiz-González et al. (2020), reportó un porcentaje de Hct de 28%, bastante similar, aunque menor al observado en los tratamientos de este experimento (Tabla 2). Las densidades más altas no parecen tener un efecto significativo de alteraciones en el porcentaje de Hct en sangre, lo que sugiere la ausencia de alguna deficiencia fisiológica en los peces. Lo anterior, refuerza la viabilidad de incrementar la densidad de siembra en cultivos de *D. latifrons*.

El estallido respiratorio (NBT) es un parámetro confiable para reflejar la respuesta inmune del pez a situaciones de estrés o enfermedades (Dawood et al. 2020). En este estudio, el valor de NBT está por debajo del intervalo de referencia en todos los tratamientos según lo reportado por Ruiz-González et al. (2020), esta diferencia podría deberse a las densidades utilizadas en dicho experimento fueron menores a las utilizadas en nuestra investigación. No obstante, la diferencia en el tiempo de experimentación entre el trabajo de Ruiz-González et al. (2020) y este estudio (30 y 60 días respectivamente) podría explicar la disminución en el NBT, debido a que está documentado que las respuestas del sistema inmune no actúan todas al mismo tiempo, ni en la misma intensidad (Del Rio-Zaragoza et al. 2011). Por otra parte, el bajo valor del NBT, pudiera explicarse también porque la ración de alimentación propuesta por Agualsaca-Ormaza (2015), es baja, tal como sugiere Kondera et al. (2017), quienes repor-

tan una disminución considerable del NBT en carpas *Cyprinus carpio*, cuando sufren periodos prolongados de inanición; la deficiencia en la alimentación también pudiera explicar el lento crecimiento de los peces. No hubo muertes significativas de los peces en ningún tratamiento, ni disminución del Hct en la sangre, sugiriendo que el bajo NBT no se debe a una respuesta inmune a las condiciones de laboratorio (Yarahmadi et al. 2014, Hoseinifar et al. 2015).

En la química sanguínea, las proteínas totales en sangre observadas en T3, fueron las únicas posicionadas cerca del límite mayor del intervalo de referencia, y fueron mayores comparadas con los parámetros obtenidos por Ruiz-González et al. (2020). Con respecto a las globulinas, T2 y T3 quedaron por encima del intervalo superior que hace referencia de Ruiz-González et al. (2020) para la especie. La relación A/G determinó que T3 se encuentra por debajo del límite inferior. Mientras que Hrubec (2000), menciona que las concentraciones totales de proteínas, albúmina y globulina en tilapias (*Oreochromis* spp.) dentro de los sistemas de recirculación de alta densidad pudieron estar influenciadas por el alto contenido de materia orgánica y el recuento bacteriano, lo que podría haber inducido una respuesta inmune en dicha investigación. En tanto que Yuji-Sado et al. (2015), en su trabajo con *Oreochromis niloticus*, sugieren que existe una relación entre mayores niveles de proteína en sangre con un mayor estallido respiratorio. No se observó que el incremento de densidad afectara la disponibilidad de proteína, albúminas y globulina en sangre del *D. latifrons*.

Dormitator latifrons cuenta con varias ventajas dentro de la acuicultura al ser eurihalino y eu-

ritermo, no obstante, los cambios de las condiciones de la salinidad y la temperatura deben ser graduales para permitir una osmorregulación adecuada (Castro-Rivera *et al.* 2005); en este sentido, se ha demostrado que cuenta con la capacidad de cambiar de agua dulce a agua salada y viceversa (Zapata *et al.* 2019); además, es un excelente candidato para cultivo debido a que su carne tiene alto potencial comestible ya que es blanca y tiene pocas espinas por lo que es atractiva para el consumo (Freire-Lascano 2013), lo que incrementa la relevancia de este trabajo al analizar el efecto que altas densidades de siembra puedan tener sobre la producción de este pez nativo. Aunado a lo anterior, dada la naturaleza anfídroma de *D. latifrons* (McDowall 2004, McDowall 2009) cabe la posibilidad que los resultados presentados en este trabajo, puedan ser variables al mantener a los organismos en un régimen de salinidad del agua diferente al valor utilizado en este experimento (agua dulce); ya que precisamente los juveniles son los que presentan patrones migratorios más marcados entre diferentes gradientes de salinidad en el medio natural (McDowall 2007), se presenten condiciones favorables en la fisiología del pez y por ende un mayor crecimiento como factor adicional a evaluar en pruebas posteriores.

Finalmente, incrementar la densidad de siembra sugiere poder optimizar el sistema-producto de la

especie desde el punto de vista financiero; sin embargo, es necesario acrecentar la incidencia de estudios hacia mayores densidades por m³ en este pez, para evaluar correctamente si es capaz de sobrevivir al estrés de condiciones de confinamiento y si esto no afecta la tasa de crecimiento de forma significativa. Los resultados de este trabajo recomiendan pruebas para el cultivo de esta especie a densidades escala piloto comercial, para incrementar los esfuerzos de producción sustentable del *D. latifrons*, asegurando la presencia de proteína de calidad (Basto-Rosales *et al.* 2019) en zonas rurales en desarrollo, para ayudar a garantizar a futuro una soberanía alimentaria en la región costera central del Pacífico con una especie nativa y ayudando a combatir el desplazamiento por peces invasores de mayor valor comercial.

No se encontraron diferencias en crecimiento y parámetros sanguíneos entre las densidades evaluadas. Lo que sugiere que la especie puede resistir altas densidades en condiciones de cautiverio. Al parecer la densidad no tiene efecto sobre la salud, respuesta inmune o produce situaciones de estrés en esta especie. Se recomienda la realización de estudios para determinar la densidad máxima de confinamiento de *D. latifrons* para garantizar un crecimiento adecuado, un estado óptimo de salud e incrementar la eficiencia del sistema de producción de la especie.

LITERATURA CITADA

- Agualsaca-Ormaza JG (2015) Adaptación de chame (*Dormitator latifrons*) sometido a cautiverio utilizando cuatro niveles de detritus y balanceado en su alimentación. Artículo Científico IASA II: 1-13.
- Alaye N (1993) Hematología de atherinidos de agua dulce: género *Chirostoma* spp del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Pesca México. Ciencia Pesquera 10: 97-109.
- Badillo-Zapata D, Musin GE, Palma-Cancino DJ, Guerrero-Galván SR, Chong-Carrillo O, Vega-Villasante F (2021) Total or partial replacement of fish meal with soybean meal in the diet of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* juveniles. Latin American Journal of Aquatic Research 49: 40-47.
- Badillo-Zapata D, Zaragoza FDJ, Vega-Villasante F, López-Huerta JM, Herrera-Resendiz S, Cueto-Cortés L, Guerrero-Galvan SR (2018) Requerimiento de proteína y lípidos para el crecimiento de juveniles del pez nativo *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 5: 345-351.
- Basto-Rosales MER, Rodríguez-Montes de Oca GA, Carrillo-Farnés O, Álvarez-González CA, Badillo-Zapata D, Vega-Villasante F (2019) Growth of *Dormitator latifrons* under different densities in concrete tanks. Tropical and Subtropical Agroecosystems 22: 499-503.

- Bermúdez-Medranda AE, Lucas G, Vilela ME, Vélez-Chica JC, Cruz-Quintana Y, Mesías A, Váscquez Y, Espinoza M, Piaguague E, Santana-Piñeros AM (2020) Efecto de dos probióticos comerciales en la ganancia de peso, parámetros hematológicos e histología intestinal del chame *Dormitator latifrons*. *Aquatechnia* 2: 23-30.
- Castro-Rivera R, Aguilar-Benítez G, Girón-Hernández JDLP (2005) Conversión alimenticia en engordas puras y mixtas de Popoyote (*Dormitator latifrons*, Richardson) en estanques de cemento. *Revista AquaTIC* 23: 45-52.
- Dawood MAO, Koshio S, Fadl SE, Ahmed HA, El Asely A, Abdel-Daim MM, Alkahtani S (2020) The modulatory effect of mannan oligosaccharide on oxidative status, selected immune parameters and tolerance against low salinity stress in red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture Reports* 16: 100278. DOI: 10.1016/j.aqrep.2020.100278.
- Del Rio-Zaragoza OB, Fajer-Ávila EJ, Almazán-Rueda P (2011) Influence of β -glucan on innate immunity and resistance of *Lutjanus gattatus* to an experimental infection of dactylogyrid monogeneans. *Parasite Immunology* 33: 483-494.
- El-Sherif MS, El-Feky AMI (2009) Performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. II. Influence of different water temperatures. *International Journal of Agriculture & Biology* 11: 301-305.
- FAO (2018) The state of world fisheries and aquaculture 2018: Meeting the sustainable development goals. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 227p.
- Freire-Lascano CA (2013) Experiencias en el manejo del chame (*Dormitator latifrons*) en la cuenca del río Guayas, Ecuador. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola* 7: 1-13.
- Hoseinifar SH, Mirvaghefi A, Amoozegar MA, Sharifian M, Esteban MAJF (2015) Modulation of innate immune response, mucosal parameters and disease resistance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) upon symbiotic feeding. *Fish & Shellfish Immunology* 45: 27-32.
- Hrubec TC, Cardinale JL, Smith SA (2000) Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Veterinary Clinical Pathology* 29: 7-12.
- Ibrahim MD, Fathi M, Mesalhy S, El-Aty AA (2010) Effect of dietary supplementation of inulin and vitamin C on the growth, hematology, innate immunity, and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology* 29: 241-246.
- Kennard MJ, Arthington AH, Pusey BJ, Harch BD (2005) Are alien fish a reliable indicator of river health? *Freshwater Biology* 50: 174-193.
- Kiron V (2012) Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. *Animal Feed Science and Technology* 173: 111-133.
- Kondera E, Kosciuszko A, Dmowska A, Witeska M (2017) Haematological and haematopoietic effects of feeding different diets and starvation in common carp *Cyprinus carpio* L. *Journal of Applied Animal Research* 45: 623-628.
- Larsson A, Johansson-Sjöbeck ML, Fänge R (1976) Comparative study of some haematological and biochemical blood parameters in fishes from the Skagerrak. *Journal of Fish Biology* 9: 425-440.
- Mendoza R, Ramírez-Martínez C, Aguilera C, Meave del Castillo ME (2014) Principales vías de introducción de las especies exóticas. En: Mendoza R, Koleff P (coords) Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp: 43-73.

- McDowall RM (2004) Ancestry and amphidromy in island freshwater fish faunas. *Fish and Fisheries* 5: 75-85.
- McDowall RM (2007) On amphidromy, a distinct form of diadromy in aquatic organisms. *Fish and Fisheries*, 8: 1-13.
- McDowall RM (2009) Early hatch: a strategy for safe downstream larval transport in amphidromous gobies. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 19: 1-8.
- Percin P, Konyalioglu S (2008) Serum biochemical profiles of captive and wild northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) in the Eastern Mediterranean. *Aquaculture Research* 39: 945-953.
- Roche H, Bogé G (1996) Fish blood parameters as a potential tool for identification of stress caused by environmental factors and chemical intoxication. *Marine Environmental Research* 41: 27-43.
- Rodríguez-Montes de Oca GA, Medina-Hernández EA, Velázquez-Sandoval J, López-López VV, Román-Reyes JC, Dabrowski K, Haws MC (2012) Production of "Chame" (*Dormitator latifrons*, Pisces: Eleotridae) larvae using GnRH α and LHRH α . *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25: 422-429.
- Ruiz-González LE, Vega-Villasante F, Tintos-Gómez A, Del Rio-Zaragoza OB, Hernández-Rodríguez M, Badillo-Zapata D (2020) Some hematology and blood chemistry parameters of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* (Richardson 1844). *Latin American Journal of Aquatic Research* 48: 131-135.
- Santamaría-Miranda A, Rojo-Cebreros AH, Sainz-Hernández JC, Apún-Molina JP, García-Guerrero M, García-Ulloa M, Ponce-Palafox JT (2018) Effects of stocking densities in blood chemistry and biochemical body composition of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and the prawn *Macrobrachium americanum* in polyculture. *Latin American Journal of Aquatic Research* 46: 512-517.
- Stoskopf M (1993) *Fish medicine*. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 711p.
- Vicuña O (2010) *Dormitator latifrons*. En: Flores-Nava E, Brown A (eds) *Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. pp: 63-70.
- Yarahmadi P, Miandare HK, Hoseinifar SH, Gheysvandi N, Akbarzadeh A (2014) The effects of stocking density on hemato-immunological and serum biochemical parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International* 23: 55-63.
- Yuji-Sado R, Raulino-Domanski F, Freitas PF, Baioco-Sales F (2015) Growth, immune status and intestinal morphology of Nile tilapia fed dietary prebiotics (mannan oligosaccharides-MOS). *Latin American Journal of Aquatic Research* 43: 944-952.
- Zapata AA, Vega-Villasante F, Chong-Carrillo O, Vargas-Ceballos MA, Badillo-Zapata D (2019) Efecto de la salinidad sobre la frecuencia ventilatoria branquial de *Dormitator latifrons* (Richardson, 1984). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 6: 601-607.