

## Efecto de la salinidad en el crecimiento de juveniles de *dormitator latifrons* (Richardson, 1844)

### Effect of salinity on growth, of juvenile *dormitator latifrons* (Richardson, 1844)

Anel Acosta-Moran<sup>1</sup> ,  
Fernando Vega-Villasante<sup>2</sup> ,  
Javier M.J. Ruiz-Velazco<sup>4</sup> ,  
Karen Nieves-Rodriguez<sup>2</sup> ,  
Daniel Badillo-Zapata<sup>2,3\*</sup> 

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias en el Área de Ciencias Pesqueras. Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela, km 9, CP. 63780. Xalisco, Nayarit, México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental, Departamento de Ciencias Biológicas Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara. Av. Universidad #203, delegación Ixtapa, CP. 48280, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

<sup>3</sup>Cátedras CONAHcyT, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Demarcación Territorial Benito Juárez, CP. 03940. Ciudad de México, México.

<sup>4</sup>Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit Bahía de Matanchén Km 12, Carretera a los Cocos, CP. 63740. San Blas, Nayarit, México.

\* Autor de correspondencia:  
danielbad00@hotmail.com

#### Artículo científico

Recibido: 27 de abril 2023

Aceptado: 05 de octubre 2023

**Como citar:** Acosta-Moran A, Vega-Villasante F, Ruiz-Velazco JM, Nieves-Rodriguez K, Badillo-Zapata D (2023) Efecto de la salinidad en el crecimiento de juveniles de *dormitator latifrons* (Richardson, 1844). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 10(3): e3754. DOI: 10.19136/era.a10n3.3754

**RESUMEN.** *Dormitator latifrons*, es una especie nativa eurihalina, perteneciente a la familia Eleotridae que se encuentra distribuido desde el sur de California hasta Perú. Este estudio de investigación es una contribución para evaluar el efecto de diferentes concentraciones de salinidad (0, 10, 20 y 33 UPS) en el crecimiento, supervivencia, hematología y química sanguínea. Los resultados muestran diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) en el tratamiento a 10 UPS en peso promedio por individuo ( $91.5 \pm 7.5$  g), biomasa final ( $2286.3 \pm 188.3$  g) y ganancia en peso ( $55.5 \pm 5.9$  g). En los parámetros hematológicos se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) en el recuento total de eritrocitos ( $\times 10^6$ ), en el tratamiento a 20 UPS se presentó el mayor valor ( $4.33 \pm 0.49$ ) y en el tratamiento a 0 UPS el menor valor ( $2.77 \pm 0.13$ ), la supervivencia fue mayor al 90.7% en todos los tratamientos. Finalmente, se puede concluir que el tratamiento a 10 UPS generó mayor influencia en el peso (g) de juveniles de *Dormitator latifrons*, asimismo las tasas de crecimiento GP y EA incrementaron proporcionalmente en el tratamiento a 10 UPS. Por lo cual se considera esta especie con potencial acuícola, los resultados, muestran que la salinidad influye en el crecimiento de los organismos a pesar de que *Dormitator latifrons* es un organismo eurihalino. Se observó que el mayor crecimiento se presentó a una salinidad de 10 UPS.

**Palabras clave:** Pez nativo, eurihalino, desempeño productivo, hematología, química sanguínea.

**ABSTRACT.** *Dormitator latifrons*, a native euryhaline species belonging to the family Eleotridae, is distributed from southern California to Peru. This research study is a contribution to evaluate the effect of different salinity concentrations (0, 10, 20 and 33 UPS) on growth, survival, hematology and blood chemistry. The results show statistical difference ( $P < 0.05$ ) in the treatment at 10 UPS in weight per individual ( $91.5 \pm 7.5$  g), final biomass ( $2286.3 \pm 188.3$  g) and weight gain ( $55.5 \pm 5.9$  g). In the hematological parameters, statistical differences ( $P < 0.05$ ) were found in the total erythrocyte count ( $\times 10^6$ ), with the highest value ( $4.33 \pm 0.49$ ) in the 20 UPS treatment and the lowest value ( $2.77 \pm 0.13$ ) in the 0 UPS treatment; survival was greater than 90.7% in all treatments. Finally, it can be concluded that the 10 UPS treatment had a greater influence on the weight (g) of *Dormitator latifrons* juveniles, and the GP and EA growth rates increased proportionally in the 10 UPS treatment. The results show that salinity influences the growth of the organisms despite the fact that *Dormitator latifrons* is a euryhaline organism. It was observed that the highest growth occurred at a salinity of 10 UPS.

**Key words:** Native fish, euryhaline, productive performance, hematology, blood chemistry.

## INTRODUCCIÓN

Se estima que la producción mundial de pescado en 2020 alcanzó alrededor de 178 millones de toneladas métricas (FAO 2022). La acuicultura aporta el 49% del volumen total mundial de producción de organismos acuáticos y 56% del pescado que se consume en los hogares, es considerado una de las principales fuentes de proteína en todos los continentes (FAO 2022). La FAO en el 2020 menciona que se tienen registros de que a nivel mundial se producen 494 especies reconocidas taxonómicamente en la industria acuícola. En México se cultivan 40 especies nativas y 21 especies de origen exótico (DOF 2023). A nivel global, la gran mayoría de las especies utilizadas con fines de acuicultura son exóticas, estas especies presentan facilidad en su manejo, adaptabilidad y buenos índices de crecimiento (FAO 2022). Debido a lo anterior, es común que no se contemple que estas especies pueden ocasionar alteraciones en los ecosistemas y pueden provocar desplazamiento de especies nativas (Okolodkov et al. 2007). Otro aspecto a considerar con la introducción de especies exóticas es la transmisión de parásitos importados, representando riesgos sanitarios para las especies endémicas, como es el caso de *Bothriocephalus acheilognathi* (cestodo) parásito introducido junto con la carpa herbívora, procedente de la República popular China y que ha sido reportada en algunas especies nativas (Arredondo y Lozano 2003). La necesidad de expandir el número de especies para acuicultura es de alta relevancia dada la contribución mundial que tiene la producción de organismos acuáticos. La ley general de pesca y acuicultura sustentables en México, cita en el artículo 17 de los principios generales, la importancia de ampliar el número de especies nativas que se cultiven, dando prioridad en todo momento al cultivo de especies nativas sobre las especies exóticas (DOF 2023). Existen investigaciones que mencionan la importancia que tiene la salinidad y la temperatura en los peces, siendo estas las variables más influyentes en el metabolismo, de-

sarrollo gonadal y crecimiento (Piña-Valdez et al. 2015). Los peces eurihalinos pueden vivir en una amplia gama de salinidades ambientales debido a su capacidad para sintetizar nuevas proteínas transportadoras de sal a medida que pasan del agua salada al agua dulce y viceversa. Esto representa un factor importante a tener en cuenta en la gestión y conservación de los ecosistemas acuáticos (Lisboa et al. 2015). En México, el estudio de las especies nativas con potencial acuícola se ha centrado principalmente en las especies marinas, mientras que la acuicultura continental se basa en especies exóticas como la tilapia y la carpa (Basto-Rosales et al. 2019). Sin embargo, existen especies nativas que se encuentran en agua dulce y presentan una alta plasticidad a los cambios salinos con alto potencial productivo, pero han sido poco estudiadas; una de las especies es *Dormitator latifrons*, un pez nativo eurealino, conocido como dormilón gordo del Pacífico, chopopo, chame, puyequé o popoyote (Vega-Villasante et al. 2021).

Se distribuye desde el sur de California hasta Perú (Basto-Rosales et al. 2019, Vega-Villasante et al. 2021); se desarrolla en climas tropicales y subtropicales (Loor-Risco 2000). Es un organismo de hábitos principalmente detritívoros (Larumbe 2002). Se caracteriza por su alta resistencia fisiológica, lo que le permite sobrevivir en lugares donde se presentan concentraciones bajas de oxígeno disuelto, amplio intervalo de temperatura (Todd 1973, Castro-Rivera et al. 2005) y variaciones de salinidad (Chang 1984, Zapata et al. 2019); es común encontrarlo en aguas salobres (Vega-Villasante et al. 2021). A pesar de ser una especie con alto potencial productivo ha sido poco estudiado. Actualmente, se desconoce cuáles son las condiciones de crecimiento en agua salobre y dulce de esta especie, por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes concentraciones de salinidad (0, 10, 20 y 33 ups) en el crecimiento, desempeño productivo y bienestar animal de juveniles de *Dormitator latifrons* en un sistema de recirculación de agua con condiciones controladas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 500 juveniles de *Dormitator latifrons* provenientes de la laguna el Quelele en Nayarit, México. Posteriormente, fueron transportados en contenedores plásticos de 1000 L con aireación constante, al Laboratorio de Calidad de Agua y Acuicultura Experimental del Centro Universitario de la Costa de la Universidad de Guadalajara. Una vez en el laboratorio se colocaron durante 15 días en estanques plásticos de 1700 L donde se mantuvieron en tratamiento químico preventivo con triclorfón (Neguvon, Bayer R®) a concentración de 0.3 ppm, para eliminar la posible presencia de endoparásitos y ectoparásitos (Vega-Villasante *et al.* 2017). Los peces se alimentaron durante 15 días dos veces al día en un horario de 9:00 y 16:00 utilizando alimento comercial para tilapia Grow fish Tilapia 2 y Grow fish Tilapia 4 con 35% proteína y 5.5% de lípidos. Posterior al proceso de cuarentena, los peces fueron seleccionados de forma aleatoria y colocados en estanques de 600 L de capacidad. Para el experimento se utilizaron cuatro tratamientos experimentales con agua previamente preparada a 0,10, 20 y 33 UPS (Unidades Prácticas de Salinidad), cada uno por triplicado y organizados completamente al azar. Posteriormente, se realizaron las biometrías iniciales: promedio en peso ( $36.0 \pm 0.03$  g), longitud ( $12.6 \pm 0.07$  cm). Se colocaron 25 peces por unidad en 12 unidades experimentales (UE) en total. Las UE se encontraban conectadas a un sistema de recirculación de manera individual a un sistema de biofiltración tipo Canister. Se empleó un fotoperiodo de 12 h luz:12 h de oscuridad. Al inicio y al final del experimento se llevó a cabo una biometría para la obtención de parámetros de crecimiento. Para calcular el peso vivo, se utilizó una balanza (precisión de  $\pm 0.5$  g) y para la longitud total se utilizó un ictiómetro (precisión de  $\pm 0.1$  cm) midiendo desde la punta del hocico hasta el extremo de la aleta caudal. Durante 120 días se observaron los estanques para determinar la mortalidad de los organismos, como también se realizó sifoneo para retirar restos de comida y heces. Todos los días se midieron los parámetros fisicoquímicos del agua (oxígeno, temperatura, pH y salinidad) de

cada UE. Al final del bioensayo se realizó evaluación del rendimiento productivo de *Dormitator latifrons* utilizando los siguientes índices y parámetros productivos:

Ganancia en peso (GP):

$$GP(g) = Pf - Pi$$

Donde: Pf = Peso final y Pi = Peso inicial.

Tasa Específica de Crecimiento (TEC) =

$$TEC = 100 * \frac{(\ln Pf - \ln Pi)}{t}$$

Donde: ln = logaritmo, Pf = Peso final, Pi = Peso inicial y t = tiempo.

Coefficiente termal de crecimiento (CTC) =

$$CTC = \frac{\sqrt[3]{Pf} - \sqrt[3]{Pi}}{T^{\circ}C * D} * 1000$$

Donde: pf = peso final, pi = peso inicial, T = temperatura y D = días.

Factor de conversión alimenticia (FCA) =

$$FCA = \frac{Ai}{Pg}$$

Donde: Ai = Alimento inicial y Pg = Peso ganado

Índice de fulton (K)

$$K = 100 \left( \frac{P}{L^3} \right)$$

Donde: P = peso y L = longitud

Porcentaje de supervivencia =

$$Supervivencia(\%) = \frac{Ni}{Nf} * 100$$

Donde: Ni = número inicial y Nf = número final

### Determinación de indicadores de bienestar animal

Como indicadores de bienestar se determinaron los parámetros hematológicos, al final del tiempo de experimentación, seleccionando ocho peces de cada unidad experimental con cuidadosa manipulación para minimizar el estrés de los organismos. Se capturaron con una red de cuchara

(50\*34 cm), posteriormente, se colocaron en un recipiente con una infusión de clavo ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ) para ser anestesiados, hasta presentar nado errático (García-Gómez *et al.* 2002), se removieron del recipiente y se les cubrieron los ojos para realizar una punción en la vena caudal, siguiendo el método propuesto por Stoskopf (1993). Las muestras de sangre se dividieron en dos contenedores, la primera parte de la muestra fue colocada en microtainers con anticoagulante K2EDTA y la segunda en viales de 1.5 mL sin anticoagulante. Con el contenido de los microtainers se evaluaron los parámetros hematológicos: estallido respiratorio mediante la reducción de nitroazul de tetrazoilo de acuerdo con lo descrito por Ibrahem *et al.* (2010) para lo cual se colocaron  $100 \mu\text{L}$  de sangre con K2EDTA en viales de plástico de 1.5 mL, después se agregaron  $100 \mu\text{L}$  de la solución de nitroazul de tetrazoilo al 0.2% y se incubaron por 30 minutos a temperatura ambiente. De esa mezcla, se tomaron  $50 \mu\text{L}$  y se colocaron en 1 mL de N-dimetil formamida para después centrifugar a 2000 G durante 5 minutos y posteriormente, se leyó en el espectrofotómetro a una absorbancia de 620 nm. El hematocrito (Hct (%)) fue analizado por técnica de microhematocrito, utilizando capilares de cristal con un volumen de sangre al 70% de su capacidad ( $60 \mu\text{L}$ ), los cuales fueron sellados en un extremo para después centrifugarse a 4000 G durante 10 minutos, y por último se determinó el porcentaje de hematocrito con ayuda de un lector circular de hematocrito. Para el recuento total de células, se utilizó  $20 \mu\text{L}$  de sangre con EDTA-K2 después se colocó en 4 mL de solución Natt-Herrick. Se utilizó una cámara de Neubauer de  $1/400 \text{ mm}^2$  y  $1/10 \text{ mm}$  de profundidad, se llenó con  $5 \mu\text{L}$  de la dilución. El conteo se realizó utilizando el cuadrado del centro, el cual, está subdividido en 25 cuadrados de 0.2 mm. Cada cuadrado se compone de 16 minicuadrados de 0.05 mm, se seleccionaron únicamente cinco cuadros para el recuento de eritrocitos. Para el conteo de leucocitos se utilizaron cuatro cuadrados grandes de cada esquina, con una superficie de  $1 \text{ mm}^2$  cada uno, y estos a su vez están subdivididos en 16 cuadrados de 0.25 mm. El proceso anterior se realizó de igual manera para cada unidad experimental. Para el análisis se utilizó un microscopio compuesto AmScope®.

Para el Volumen corpuscular medio (VCM) se calculó mediante la fórmula:

$$VCM = \frac{\text{hematocrito} \times 10}{\text{número de eritrocitos (millones de } \text{mm}^3)}$$

La química sanguínea de cada muestra se analizó mediante espectrofotometría utilizando kits para albumina y proteínas totales de la marca MEXLAB. Además, se calculó la concentración de globulinas (G) por diferencia entre proteínas totales y albuminas (A) calculando para tal efecto la relación A/G. También se analizó glucosa, colesterol y triglicéridos. Todos los datos de las variables de crecimiento, desempeño productivo y bienestar animal se analizaron con pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas con las pruebas de Shapiro-Wilks y Bartlett respectivamente (Sokal y Rohlf 1995) con la finalidad de corroborar que los datos presenten una distribución normal. Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para las variables de peso y supervivencia. El nivel de significación establecido fue con un  $\alpha = 0.05$ , y para determinar las diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos, se utilizó un análisis de comparación múltiple de Tukey como prueba a posteriori de acuerdo con Sokal y Rohlf (1995). Los análisis estadísticos se determinaron con el programa estadístico SigmaPlot Versión 11.

## RESULTADOS

Las variables de calidad del agua se registraron dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de organismos acuáticos en ambientes controlados, en donde el promedio de temperatura registrado fue de  $28.1 \pm 1.0 \text{ }^\circ\text{C}$ , además, se observó el oxígeno disuelto en el agua, se registró una fluctuación de entre  $4.6 \pm 1.0$  y  $5.4 \pm 0.8 \text{ mg/l}$  en los distintos tratamientos. El pH fluctuó entre  $6.8 \pm 0.2$  a  $8.0 \pm 2.2$ . La salinidad (UPS) se mantuvo dentro de los intervalos para cada uno de los tratamientos T0 ( $0.2 \pm 0.1$ ), T10 ( $10.1 \pm 0.8$ ), T20 ( $20.0 \pm 0.5$ ) y T30 ( $31.2 \pm 1.1$ ) (promedio  $\pm$  DE, respectivamente) (Tabla 1).

Al finalizar las 12 semanas de experimentación (120 días) los resultados del bioensayo mostraron

**Tabla 1.** Calidad de agua (promedio  $\pm$  DE) de juveniles *D. latifrons* en diferentes salinidades (0, 10, 20 y 33 UPS): oxígeno disuelto (mg/L), salinidad (UPS), temperatura ( $^{\circ}$ C) y pH.

| Parámetros                  | Tratamientos experimentales |                             |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                             | T 0                         | T 10                        | T 20                        | T 33                        |
| Oxígeno disuelto (mg/L)     | 5.3 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>  | 5.4 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>  | 5.0 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>  | 4.6 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>  |
| Salinidad (UPS)             | 0.2 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>  | 10.1 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup> | 20.0 $\pm$ 0.5 <sup>c</sup> | 31.2 $\pm$ 1.1 <sup>d</sup> |
| Temperatura ( $^{\circ}$ C) | 28.2 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup> | 28.1 $\pm$ 0.7 <sup>a</sup> | 28.1 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup> | 28.1 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup> |
| pH                          | 8.0 $\pm$ 2.2 <sup>c</sup>  | 7.0 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup>  | 6.9 $\pm$ 0.2 <sup>ab</sup> | 6.8 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>  |

Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en el peso promedio por individuo ( $94.8 \pm 2.5$  g), ganancia en peso ( $56.2 \pm 1.6$  g), tasa específica de crecimiento ( $0.80 \pm 0.05$ ), coeficiente termal de crecimiento ( $0.43 \pm 0.03$ ), factor de conversión alimenticia ( $2.34 \pm 0.2$ ) en el tratamiento 10 UPS con respecto al tratamientos 0 UPS y con respecto a los tratamientos 20 y 30 UPS no presentaron diferencias significativas entre ellos. En lo que respecta a la supervivencia no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), sin embargo, el tratamiento a 0 UPS presentó el menor porcentaje ( $90.7 \pm 10.06$ ) y el tratamiento a 10 UPS presentó el mayor porcentaje ( $100 \pm 0.0$ ) ( $P < 0.05$ ). En cuanto al resto de los índices biológicos (longitud final e índice de Fulton) no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos (Tabla 2).

En los parámetros hematológicos se encontraron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) en lo que respecta al total de eritrocitos ( $\times 10^6$ ), en el tratamiento a 20 UPS se presentó el mayor valor ( $4.33 \pm 0.49$ ) y en el tratamiento a 0 UPS el menor valor ( $2.77 \pm 0.13$ ), en cuanto al resto de los parámetros hematológicos, (hematocrito, NBT y leucocitos) y en lo que respecta a la química sanguínea (glucosa, proteínas totales, albumina, colesterol, triglicéridos, globulinas y relación A/G) no se encontraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que, bajo condiciones controladas de laboratorio, la salinidad influye en el crecimiento de *D. latifrons* ya

que a 10 UPS se obtuvo el mejor crecimiento en el bioensayo, lo que demuestra su capacidad eurihalina de este organismo. Por otro lado, estos resultados coinciden con lo mencionado por Sampaio y Bianchini (2002), donde hacen referencia a que los peces eurihalinos, presentan un punto isosmótico generalmente entre las salinidades de 10 y 13 UPS donde no se ve afectado su metabolismo producto de la salinidad y el gasto energético que conlleva el proceso de osmorregulación. Al respecto, Roberts y Ellis (2001) mencionan que las modificaciones morfofuncionales osmoreguladoras en la gran mayoría de los peces, son realizadas mediante un gasto energético extra, esto se lleva a cabo al tratar de igualar sus fluidos corporales internos con los que los rodea, dando un transporte activo de iones para mantener el medio interno, con esto se podría suponer que a *D. latifrons* le resulta adecuado mantenerse a salinidades bajas (10-15 UPS) sin llegar al agua completamente dulce, ya que podría estar gastando más energía en su metabolismo de osmorregulación. De acuerdo con Mena *et al.* (2002) reportan que el crecimiento del híbrido de *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* en distintas concentraciones salinas (0, 15, 25 y 35 UPS) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de agua dulce y de los expuestos a salinidad, sin embargo, en el crecimiento hubo una tendencia a provocar una disminución en peso conforme se incrementa la concentración de la salinidad a partir de 15UPS. Sobre lo mismo Zapata *et al.* (2019) registraron que *D. latifrons* presenta una rápida respuesta fisiológica a cambios químicos en el agua, es decir, recuperar su homeostasis y se adapta a una nueva situación producto de cambios bruscos de salinidad, esto se dio al obser-

**Tabla 2.** Índices biológicos (promedio  $\pm$  DE) peso inicial y final (g), longitud final/ind (cm), ganancia en peso (g), tasa específica de crecimiento (TEC), coeficiente termal de crecimiento (CTC), factor de conversión alimenticia (FCA), eficiencia alimenticia (EA), índice de Fulton (K) y supervivencia (%) de juveniles de *D. latifrons*, utilizando cuatro salinidades experimentales (0, 10, 20 y 33 UPS) en 120 días de experimentación.

| Índices biológicos      | Tratamientos experimentales   |                              |                               |                               |
|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                         | T 0                           | T 10                         | T 20                          | T 33                          |
| Peso inicial/ind (g)    | 35.9 $\pm$ 0.1                | 35.9 $\pm$ 0.3               | 36.0 $\pm$ 0.1                | 36.0 $\pm$ 0.2                |
| Peso final/ind (g)      | 75.3 $\pm$ 2.8 <sup>a</sup>   | 94.8 $\pm$ 2.5 <sup>b</sup>  | 88.9 $\pm$ 8.7 <sup>ab</sup>  | 82.1 $\pm$ 9.7 <sup>ab</sup>  |
| Longitud final/ind (cm) | 15.9 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>   | 16.7 $\pm$ 0.3 <sup>a</sup>  | 16.7 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>   | 16.5 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>   |
| Ganancia en peso (g)    | 41.1 $\pm$ 2.1 <sup>a</sup>   | 56.2 $\pm$ 1.6 <sup>b</sup>  | 52.9 $\pm$ 7.1 <sup>ab</sup>  | 46.1 $\pm$ 7.8 <sup>ab</sup>  |
| TEC*                    | 0.61 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>  | 0.80 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup> | 0.75 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup> | 0.68 $\pm$ 0.07 <sup>ab</sup> |
| CTC**                   | 0.30 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>  | 0.43 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup> | 0.39 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup> | 0.38 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup> |
| FCA***                  | 3.01 $\pm$ 0.2 <sup>b</sup>   | 2.34 $\pm$ 0.2 <sup>a</sup>  | 2.49 $\pm$ 0.3 <sup>ab</sup>  | 2.88 $\pm$ 0.5 <sup>ab</sup>  |
| Índice de Fulton (K)    | 1.9 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>   | 2.0 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>  | 1.9 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>   | 1.8 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>   |
| Supervivencia (%)       | 90.7 $\pm$ 10.06 <sup>a</sup> | 100 $\pm$ 0.0 <sup>a</sup>   | 98.7 $\pm$ 2.30 <sup>a</sup>  | 97.3 $\pm$ 2.30 <sup>a</sup>  |

\*Tasa específica de crecimiento, \*\*Coeficiente termal de crecimiento, \*\*\*Factor de conversión alimenticia. Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes (P < 0.05).

**Tabla 3.** Parámetros hematológicos y química sanguínea (promedio  $\pm$  DE) de juveniles *D. latifrons* en diferentes salinidades (0, 10, 20 y 33 UPS): Hematocrito, NBT: Nitro-azul de tetrazolio, recuento total de glóbulos rojos y glóbulos blancos, glucosa, proteínas totales, albumina, globulina, relación A/G, colesterol y triglicéridos.

| Parámetros  | Tratamientos experimentales     |                                 |                                 |                                 |
|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|   | T 0                             | T 10                            | T 20                            | T 33                            |
| Hematocrito (%)                                   | 35.33 $\pm$ 5.60 <sup>a</sup>   | 43.43 $\pm$ 7.64 <sup>a</sup>   | 43.33 $\pm$ 2.38 <sup>a</sup>   | 45.10 $\pm$ 2.84 <sup>a</sup>   |
| NBT*  | 0.14 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>    | 0.17 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>    | 0.15 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>    | 0.17 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>    |
| Eritrocitos $\times 10^6$ (cell mm <sup>3</sup> ) | 2.77 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>    | 3.02 $\pm$ 0.21 <sup>ab</sup>   | 4.33 $\pm$ 0.49 <sup>c</sup>    | 3.99 $\pm$ 0.23 <sup>bc</sup>   |
| Leucocitos $\times 10^3$ (cell mm <sup>3</sup> )  | 19.33 $\pm$ 6.60 <sup>a</sup>   | 14.67 $\pm$ 3.35 <sup>a</sup>   | 16.33 $\pm$ 5.56 <sup>a</sup>   | 19.50 $\pm$ 2.50 <sup>a</sup>   |
| VCM** (fL)  | 127.77 $\pm$ 19.67 <sup>a</sup> | 143.65 $\pm$ 20.97 <sup>a</sup> | 100.93 $\pm$ 6.96 <sup>a</sup>  | 134.40 $\pm$ 18.46 <sup>a</sup> |
| Glucosa (mg dL <sup>-1</sup> )                    | 96.28 $\pm$ 3.04 <sup>a</sup>   | 115.31 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>  | 113.11 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>  | 114.61 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>  |
| Proteína total (g dL <sup>-1</sup> )              | 4.23 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>    | 6.29 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>    | 5.09 $\pm$ 0.97 <sup>a</sup>    | 5.53 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>    |
| Albumina (g dL <sup>-1</sup> )                    | 3.03 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>    | 2.61 $\pm$ 0.91 <sup>a</sup>    | 2.61 $\pm$ 0.91 <sup>a</sup>    | 2.84 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>    |
| Globulina (g dL <sup>-1</sup> )                   | 2.14 $\pm$ 1.06 <sup>a</sup>    | 1.41 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>    | 2.25 $\pm$ 0.85 <sup>a</sup>    | 3.02 $\pm$ 0.71 <sup>a</sup>    |
| Relación A/G                                      | 1.74 $\pm$ 0.65 <sup>a</sup>    | 1.81 $\pm$ 0.16 <sup>a</sup>    | 1.70 $\pm$ 1.42 <sup>a</sup>    | 0.97 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>    |
| Colesterol (mg d dL <sup>-1</sup> )               | 336.09 $\pm$ 95.78 <sup>a</sup> | 192.86 $\pm$ 20.06 <sup>a</sup> | 214.70 $\pm$ 39.18 <sup>a</sup> | 184.79 $\pm$ 38.25 <sup>a</sup> |
| Triglicéridos (mg d dL <sup>-1</sup> )            | 220.45 $\pm$ 19.85 <sup>a</sup> | 354.21 $\pm$ 22.31 <sup>a</sup> | 250.90 $\pm$ 17.67 <sup>a</sup> | 219.36 $\pm$ 13.18 <sup>a</sup> |

\* Nitro-azul de tetrazolio, \*\* Volumen corpuscular medio. Letras diferentes dentro de una misma fila indican promedios significativamente diferentes (P < 0.05).

var que los peces trasladados de agua dulce a agua salada (15, 25 y 33 UPS) obtuvieron supervivencias del 100% y de igual manera si los peces se encontraban expuestos a salinidades altas y su cambio a concentraciones de 0 UPS existían supervivencias del 100%, concluyendo que *D. latifrons* presenta una rápida adaptabilidad a los cambios bruscos salinos. Por otro lado, Neill (2011) registro el crecimiento a diferentes salinidades (0, 10, 20 y 30 UPS) para juveniles de lenguado (Platija europea). No se encontraron diferencias significativas en cuanto al efecto de la salinidad en el crecimiento, por lo que concluyen que el gasto energético y el posible estrés al que están sometidos los organismos producto del

cambio salino que lleva a cabo la Platija europea es mínimo y que podría ser cultivado en distintas salinidades, sin embargo, no se realizaron estudios de parámetros hematológicos y química sanguínea que den un panorama más claro sobre posible estrés al que están siendo expuestos producto del amplio rango salino en el que podrían ser cultivados.

El estrés producto de los cambios salinos y de las condiciones fisiológicas que sufre el organismo no siempre se reflejan en los índices de crecimiento. El recuento de glóbulos rojos o eritrocitos, recuento de leucocitos y volumen corpuscular medio (VCM), así como la bioquímica sanguínea, pueden ser usados como indicadores de las condiciones fisiológicas para

diagnosticar cuadros patológicos y situaciones de estrés en todas las especies, ya que son indicadores rápidos de perturbaciones fisiológicas o ambientales (Radoslav *et al.* 2013, Alaye-Rahy y Morales-Palacios 2013, Meraj *et al.* 2016). De acuerdo con Roberts y Ellis (2001) la concentración de los glóbulos rojos en sangre, presentan diferencias entre los distintos grupos de peces y entre las especies debido a factores como la especie, edad, etapa de vida, fase de madurez sexual, condición de salud, variables ambientales, estrés, temperatura del agua y oxígeno disuelto, sin embargo, el intervalo considerados como normales o aparentemente saludables de estas células para la mayoría de estos organismos (peces) oscila entre  $1.0$  a  $3.0 \times 10^6$  células/ $\mu\text{L}$ . Sin embargo, Romestend *et al.* (1982) hacen mención que también, existen diferencias sanguíneas entre especies de distintos medios osmóticos (peces marinos y estuarinos), esto debido a que presentan una mayor cantidad de hemoglobina y eritrocitos en comparación con los de agua dulce. En los resultados obtenidos en nuestro estudio, únicamente el recuento total de eritrocitos presentó diferencias estadísticas en el tratamiento a 20 UPS ( $4.33 \pm 0.49 \times 10^6$ ) con respecto al tratamiento 0 UPS ( $2.77 \pm 0.13 \times 10^6$ ), sin embargo, al comparar los valores de los parámetros de eritrocitos, encontramos por Todd (1972) con juveniles de *D. latifrons* en donde midió el crecimiento en distintas salinidades, estos valores podrían estar asociados a valores de referencia de organismos expuestos a estas salinidades, sin embargo, difieren a lo reportado por Ruiz-González *et al.* (2020) donde analizó la hematología y química sanguínea de juveniles de *D. latifrons* en organismos en agua dulce, estableciendo parámetros de

referencia, el cual menciona que para eritrocitos los valores promedio oscilan de  $2.075 \pm 0.449 \times 10^6$   $\text{mm}^3$ , siendo similar al reportado en nuestro estudio en el tratamiento 0 UPS. Sobre lo mismo, Alaye-Rahy y Morales-Palacios (2013) registraron algunos parámetros hematológicos para *Chirostoma estor estor*, organismos de agua dulce donde el recuento total de eritrocitos fue de  $2.03 \pm 0.36 \times 10^6$  células  $\text{mm}^3$ , valores similares a los reportados en nuestro estudio para *D. latifrons* en el tratamiento 0 UPS. Resulta interesante continuar estudiando la hematología y química sanguínea a diferentes salinidades ya que al ser una prueba que nos da el estado de salud de los organismos de forma rápida. Los resultados de este trabajo de investigación muestran que, en general, los parámetros hematológicos y de química sanguínea encontrados para *D. latifrons* son similares a los de otras especies de agua dulce y que presentan la capacidad de adaptación a distintos cambios salinos. Este primer acercamiento a la hematología y química sanguínea de *D. latifrons* expuesto a diferentes concentraciones de salinidad (0, 10, 20 y 33 UPS) es un aporte de importancia al conocimiento de la especie, por lo que esta investigación sienta las bases para futuros estudios.

## CONCLUSIONES

Los resultados sugieren el potencial de *D. latifrons* al presentar una gran plasticidad de adaptación, además, confirma su carácter eurihalino y que tales características lo hacen un buen candidato para ser cultivado en distintos medios acuáticos.

## LITERATURA CITADA

- Alaye-Rahy N, Morales-Palacios JJ (2013) Parámetros hematológicos y células sanguíneas de organismos juveniles del pescado blanco (*Christoma estor estor*) cultivados en Pátzcuaro, Michoacán, México. *Hydrobiológica* 23: 340-347.
- AOAC (2005) Official methods of analysis. 18th edn. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA. 684p.
- Arredondo JL, Lozano SL (2003) La acuicultura en México. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa.

México. 266p.

- Basto-Rosales MER, Carrillo-Farnés O, Montoya-Martínez CE, Badillo-Zapata D, Rodríguez-Montes de Oca, GA, Álvarez-González CA (2020) Calidad de la proteína de la carne de *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae): argumentos para su uso en comunidades rurales. *Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7: e2172. DOI: 10.19136/era.a7n1.2172.
- Castro-Rivera R, Aguilar-Benítez G, Hernández-Girón JP (2005) Conversión alimenticia en engordas puras y mixtas de Popoyote (*Dormitator latifrons* Richardson) en estanques de cemento. *Revista AquaTIC* 23: 45-52.
- Chang BD (1984) Tolerances to salinity and air exposure of *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae). *Revista Biología Tropical* 32: 155-157.
- DOF (2023) Ley general de pesca y acuicultura sustentables. México. [https://www.dof.gob.mx/index\\_111.php?year=2023&month=02&day=23gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/index_111.php?year=2023&month=02&day=23gsc.tab=0) Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2023.
- FAO (2022) El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>. Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2023.
- García-Gómez A, De la Gándara F, Raja T (2002) Utilización del aceite de clavo, *Syzygium aromaticum* L. (Merr. y Perry), como anestésico eficaz y económico para labores rutinarias de manipulación de peces marinos cultivados. *Boletín del Instituto español oceanografía* 18: 21-23.
- Hrubec TC, Smith SA (2010) Hematology of fishes. In: Weiss DJ, Wardrop KJ (Eds) Schalm's veterinary hematology. Wiley-Blackwell Publishing. New Jersey. pp: 1994-1003.
- Ibrahim MD, Fathi M, Mesalhy S, Abd El-Aty AM (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.
- Larumbe E (2002) Algunos aspectos biológicos de los popoyotes (*Dormitator latifrons*) en cautiverio. *Revista Panorama Acuícola* 24-25. <http://fis.com/panoramacuicola/noticias/noticia%203.htm>. Fecha de consulta: 20 de abril 2023.
- Lisboa V, Barcarolli IF, Sampaio LA, Bianchini A (2015) Efecto de la salinidad sobre la supervivencia, el crecimiento y los parámetros bioquímicos en juveniles de lisa de Lebranch Mugil liza (Perciformes: Mugilidae). *Ictiología neotropical* 13: 447-452.
- Loor-Risco O (2000) El Chame - *Dormitator latifrons* - una opción de vida para las comunidades de escasos recursos económicos en la costa ecuatoriana. Publicación de estudios realizados en la provincia del Guayas-Ecuador. <https://es.scribd.com/document/229615586/EL-CHAME>. Fecha de consulta: 20 de abril de 2023.
- Martins CI, Eding EH, Verdegem MCJ, Heinsbroek LTN, Schneider O, Blancheton JP, Roque d'Orbcastel E, Verreth JAJ (2010) New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering* 43: 83-93.
- Mena-Herrera A, Sumano-López H, Macías-Zamora R (2002) Efecto de la salinidad en el crecimiento de tilapia híbrida *Oreochromis mossambicus* (Peters) × *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), cultivadas bajo condiciones controladas de laboratorio. *Veterinario México* 33: 39-48.
- Meraj M, Yousuf AR, Bhat FA, Ali MN, Ganai BA, Shahi N, Habiba B, Ganaie HA, Shah NUD, Rahman M, Rather MI (2016) Hematological profiling of *Triplophysa marmorata* (Heckel 1838) from water bodies of Kashmir HimalayaA Perspective. *Journal of Fisheries and Aquatic Science* 11: 296- 303.

- Neill BO, De Raedemaeker F, Mcgrath D, Brophy D (2011) An experimental investigation of salinity effects on growth, development and condition in the European flounder (*Platichthys flesus* L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 410: 39-44.
- Okolodkov YB, Bastida-Zavala R, Ibáñez LA, Chapman WJ, Suarez-Morales E, Pedroche F (2007) Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar* 32: 29-67.
- Piña-Valdez P, Arzola-González JF, Nieves-Soto M, Medina-Jasso MA (2015) Efecto combinado de temperatura y salinidad en el consumo de oxígeno en postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Boletim do Instituto de Pesca* 41: 89-101.
- Roberts RJ, Ellis AE (2001) The anatomy and physiology of teleosts. En: Roberts RJ (ed) *Fish pathology*. 4ta Ed. Wiley-Blackwell. Philadelphia. pp: 1-11.
- Romestend B, Halsband E, Bragoni G, Knezevic G, Maric B, Prochow F (1982) Haematological Study of Erythrocytic Constants in Some Marine and Freshwater Fishes. *Institut Scientifique et Technique des Peches Maritimes* 46: 147-156.
- Ruiz-González LE, Vega-Villasante F, Tintos-Gómez A, Del Rio-Zaragoza OB, Hernández-Rodríguez M, Patiño-Barragán 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.
- Sampaio LA, Bianchini A (2002) Salinity effects and growth of the euryhaline flounder *Paralichthys orbignyanus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 269: 187-196.
- Sokal RR, Rohlf FJ (1995) *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd Edn. W.H. Freeman and Co. New York, USA. 887p.
- Stoskopf MK (1993) *Clinical pathology*. In: Stoskopf MK (Ed) *Fish medicine*. Saunders, Philadelphia, pp.113-131.
- Todd EE (1972) Hemoglobin concentration in a new airbreathing fish. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 42: 569-573.
- Vargas R, Grajales J, Ríos Moreno A, Guerra R, Arjona M, Guerra I (2021) Evaluación de parámetros de desempeño zootécnico y bienestar animal en juveniles de tilapia del nilo en un sistema de recirculación. *Revista Investigaciones Agropecuarias* 4: 72-88.
- Vega-Villasante F, Ruiz-González LE, Chong-Carrillo O, Basto-Rosales MER, Palma-Cancino DJ, Tintos-Gómez A, Montoya-Martínez CE, Kelly-Gutiérrez LD, Guerrero-Galván SR, Ponce-Palafox JT, Zapata A, Musin GE, Badillo-Zapata D (2021) Biology and use of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844): state of the art review. *Latin American Journal of Aquatic Research* 49: 391-403.
- Zapata AA, Vega-Villasante F, Chong-Carrillo O, Vargas-Ceballos MA y 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.