

Variación de salinidad afecta ritmo de crecimiento poblacional y capacidad reproductiva de *Brachionus plicatilis*: un enfoque al cambio climático



Salinity variation affect population growth rate and reproductive capacity of *Brachionus plicatilis*: an approach to climate change

Osorio, K; Palacios, K; Lumbi, D; Hsieh, P; Zuniga-González, C. A; Aguilar, A; Editor Académico Prof. Dra Claudia Elena Zenteno-Ruiz

 K Osorio

Katherinne.osorio@ev.unanleon.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León,
Nicaragua

 K Palacios

karen.palacios@ev.unanleon.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León,
Nicaragua

D Lumbi

dalia.lumbi@ev.unanleon.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León,
Nicaragua

P Hsieh

Misión Técnica de Taiwán en Nicaragua, International
Cooperation and Development Fund (ICDF-
Nicaragua), China

 C. A Zuniga-González

czuniga@ct.unanleon.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León,
Nicaragua

 A Aguilar

arielaguilar@ev.unanleon.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León,
Nicaragua

Editor Académico Prof. Dra Claudia Elena Zenteno-
Ruiz

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio
Climático

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua
ISSN-e: 2410-7980
Periodicidad: Semestral
vol. 7, núm. 14, 2021
czuniga@ev.unanleon.edu.ni

Recepción: 28 Agosto 2020

Resumen: El objetivo del presente estudio consistió en evaluar, en condiciones de no aclimatación, el ritmo de crecimiento poblacional y la capacidad reproductiva de *Brachionus plicatilis*, tras el sometimiento a estrés por salinidad reducida. El día del experimento se colocaron en una batería de cuatro grupos experimentales (1: aclimatados y 3: sin aclimatar): grupo control (35 ‰), Tratamiento 1 (25 ‰), Tratamiento 2 (10 ‰) y Tratamiento 3 (7 ‰), N= 30 rot/ml. Se usó agua destilada para reducir la salinidad. Los rotíferos se cultivaron a temperatura de $31 \pm 1^\circ\text{C}$, pH 8.33 y se alimentaron con una única dosis de *Saccharomyces cerevisiae* (1×10^6 cel/ml). Se utilizó aireación constante durante todo el experimento. Los rotíferos se contaron una vez al día. Los resultados muestran que los rotíferos cultivados en las salinidades de 35 ‰ y 25 ‰ presentan mayor ritmo de crecimiento poblacional y capacidad reproductiva que los cultivados en 10 y 7 ‰, durante los dos días de estudio. Asimismo, a 35 ‰ se corresponden los mayores valores de tasa de crecimiento (K: 1.66) y rendimiento (r: 129), seguido de 25 ‰. No obstante, en 25 ‰ se observó la mayor cantidad de rotíferos en etapa reproductiva (96 % de rotíferos con huevos y valor de índice reproductivo de 0.964). Por consiguiente, nuestros resultados muestran que *B. plicatilis*, cuando está cultivado en agua marina (35 ‰) y se traslada sin previa aclimatación a medios con salinidad reducida disminuye su tasa de crecimiento y rendimiento.

Palabras clave: Rotíferos, Salinidad, Estrés, Reproducción, Aclimatación.

Abstract: The aim of the present study was to evaluate, under non-acclimatization conditions, the population growth rate and the reproductive capacity of *Brachionus plicatilis*, after being subjected to stress due to reduced salinity. On the day of the experiment, they were placed in a battery of four experimental groups (1: acclimatized and 3: without acclimatization): control group (35 ‰), Treatment 1 (25 ‰), Treatment 2 (10 ‰) and Treatment 3 (7 ‰)., N = 30 rot / ml. Distilled water was used to reduce salinity. The rotifers were cultured at a temperature of $31 \pm 1^\circ\text{C}$, pH 8.33 and fed with a single dose of *Saccharomyces cerevisiae* (1×10^6 cells / ml). Constant aeration was used

Aprobación: 30 Junio 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/394/3941761002/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i13.11872>

Autor de correspondencia: arielaguilar@ev.unanleon.edu.ni

throughout the experiment. The rotifers were counted once a day. The results show that rotifers cultivated in the salinities of 35 ‰ and 25 ‰ present a higher rate of population growth and reproductive capacity than those cultivated in 10 and 7 ‰, during the two days of study. Likewise, 35 ‰ correspond to the highest values of growth rate (K: 1.66) and yield (r: 129), followed by 25 ‰. However, in 25 ‰ the highest number of rotifers in reproductive stage was observed (96% of rotifers with eggs and a reproductive index value of 0.964). Consequently, our results show that *B. plicatilis*, when cultivated in seawater (35 ‰) and moved without prior acclimatization to low salinity media, decreases its growth rate and yield.

Keywords: Rotifers, Salinity, Stress, Reproduction, Acclimatization.

INTRODUCCIÓN

En Nicaragua, la piscicultura es una estrategia que se implementa para la producción de proteína animal de buena calidad y bajo costo para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional a las familias de pescadores, como una alternativa económica ante las variaciones del cambio climático. Por tal razón, en la última década, los piscicultores de la zona occidente del país han venido desarrollando el cultivo de pargos en jaulas flotantes. Bajo ese contexto, el equipo de investigación del proyecto pargo de la UNAN-León, en colaboración con instituciones del gobierno de la República de Nicaragua: Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA); Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) e investigadores de la Misión Técnica Taiwán en Nicaragua han unido esfuerzos para lograr la producción de larvas de pargo bajo condiciones de laboratorio y proveer a los piscicultores alevines que no provenga de la extracción del medio natural. Se sabe, que la nutrición larvaria de peces y otros organismos marinos se realiza a través de microorganismos que son usados como alimento vivo debido a su alto contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos en concentraciones idóneas para cada etapa de crecimiento larval. En ese sentido, cuando *Brachionus plicatilis* es alimentado con microalgas que contienen alta concentración de ácidos grasos poli insaturados de la serie n-3 (n-3 HUFA; EPA; 20:5 n-3 y DHA; 22:6 n-3), y n-6 (n-6 HUFA; ARA; 20:4n-6) resulta ser un excelente alimento en la etapa de desarrollo larval (Prieto, 2006).

Por lo antes mencionado, *Brachionus plicatilis* es usado en acuicultura como uno de los primeros alimentos para larvas de crustáceos y peces debido a que cuenta con características importantes tales como: tamaño microscópico (100–300 um), alta capacidad de sobrevivencia y fácil adaptación a diversos intervalos de temperatura y salinidad (efectos de la variabilidad climática), así como su alto valor nutricional (Lubzens y Minkoff, 1988). Además, *B. plicatilis*, es capaz de sobrevivir en un amplio rango de salinidades (Lowe, 2005), desde agua dulce hasta lagunas hipersalinas (Walker, 1981; Lubzen, 1985). Es más, otros estudios muestran que la interacción de los factores salinidad-temperatura y cantidad-calidad de alimento regulan el tiempo de desarrollo embrionario, porcentaje de fecundidad, sobrevivencia y tiempo de reproducción (Lubzens et al., 1985; Galkovskaja, 1987). Bajo ese contexto, la salinidad es un factor determinante sobre la capacidad reproductiva de los rotíferos (Miracle y Sierra, 1989; Ferrando et al., 2018). Por consiguiente, es indispensable conocer las condiciones óptimas para el cultivo de rotíferos y el efecto que variaciones en la concentración salina pueden ocasionar sobre su capacidad reproductiva (Maruyama et al, 1997; Gama-

NOTAS DE AUTOR

arielaguilar@ev.unanleon.edu.ni

Flores et al., 2005). Por tal razón, el presente trabajo de investigación pone en evidencia el efecto del estrés por salinidad reducida sobre la capacidad reproductiva de *Brachionus plicatilis*, cuando el rotífero es sometido, sin previa aclimatación, de 35 ‰ a concentraciones salinas menores, en condiciones de laboratorio o en sistemas estuarinos que reciben mucha agua dulce de sus afluentes producto de la variación del cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales en estudio

Esta investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), específicamente en el área de cultivo de alimento vivo. Los rotíferos *B. plicatilis* usados en esta investigación se cultivaron a una densidad inicial de 30 rot/ml, en recipientes de vidrio, volumen de 200 ml de agua marina filtrada, temperatura de $31 \pm 1^\circ\text{C}$ y pH de 8.33. Se usó como alimento *Saccharomyces cerevisiae* y se aplicó una única dieta de 1×10^6 cel/ml. Se utilizó aireación constante durante todo el experimento.

Diseño experimental y toma de muestra

El experimento consistió en evaluar, en condiciones de no aclimatación, el ritmo de crecimiento poblacional y la capacidad reproductiva de *Brachionus plicatilis* tras el sometimiento a estrés por salinidad reducida. Los rotíferos se cultivaron en un medio de concentración salina de 35 ‰ y se mantuvieron hasta el inicio del experimento. El día del experimento se colocaron en una batería de cuatro grupos experimentales (1: aclimatados y 3: sin aclimatar) con las siguientes concentraciones salinas: grupo control (35 ‰), Tratamiento 1 (25 ‰), Tratamiento 2 (10 ‰) y Tratamiento 3 (7 ‰), $N = 30$ rot/ml, se usó agua destilada para reducir la salinidad. La toma de muestra se realizó una vez al día por un período de dos días. Se tomó 1 ml de muestra y se fijó con una gota de Lugol neutro para inmovilizar a los rotíferos.

Análisis de muestras

Se usó una cámara Sedgwick- Rafter (S/R) para la lectura de muestras. La muestra se dejó reposar por cinco minutos para permitir que los rotíferos cayeran en el fondo de la cámara y se contaron a una magnificación de 10x con un microscopio óptico convencional. El recorrido se hizo en forma de S y se contó el número de individuos encontrados en cada cuadrante. Las lecturas se realizaron por triplicado.

Análisis estadísticos

Durante la realización del experimento se determinó la tasa instantánea de crecimiento (K), el tiempo de duplicación (td), rendimiento (r) e Índice de desarrollo reproductivo (IDR). Los datos se muestran como la media \pm E.E.M de cada tratamiento y las diferencias entre ellos se evaluaron mediante un ANOVA de una vía. Tras los análisis de varianza se realizó el test de comparaciones múltiples de Student Newman Keuls. En todos los casos el nivel de significación se estableció con un valor de $P < 0.05$.

$K = (\ln N_f - \ln N_o) / t$ N_f = Número final de rotíferos; N_o = Número inicial de rotíferos; t = Tiempo

$td = \ln 2 / K$,

$r = (N_f - N_o) / t$;

$IDR = R_h / R_t$ R_h = Rotíferos con huevos; R_t = Rotíferos totales (con y sin huevos)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio consistió en evaluar, bajo condiciones de no aclimatación, el ritmo de crecimiento poblacional y la capacidad reproductiva de *Brachionus plicatilis* tras el sometimiento a estrés por salinidad reducida, bajo las condiciones ambientales de aireación y temperatura que brinda el área de cultivo de rotíferos del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola (LIMA) de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León).

Existen evidencias que *B. plicatilis* es capaz de sobrevivir en un amplio rango de salinidades (Lowe, 2005) su adaptación a la salinidad le permite vivir en ambientes que van desde hábitats de agua dulce hasta lagunas hipersalinas (Walker, 1981), denotando su capacidad de tolerar salinidades de 2 ‰ hasta 97 ‰ (Lubzens et al., 1995). Asimismo, otros estudios muestran que la interacción de los factores salinidad-temperatura y cantidad-calidad de alimento regulan el tiempo de desarrollo embrionario, porcentaje de fecundidad, sobrevivencia y el tiempo de reproducción (Lubzens et al., 1985; Galkovskaja, 1987). Por lo tanto, la salinidad es un factor determinante sobre la capacidad reproductiva de los rotíferos (Miracle y Sierra, 1989; Ferrando et al., 2018).

Se sabe que, en rotíferos al igual que en peces y otros organismos, el efecto del cambio climático influye en el cambio de las variables fisicoquímicas y biológicas, calidad del agua y las practicas gerenciales de rutina en cultivos; tales como densidad de siembra, manipulación, entre otros, propician condiciones estresantes que pueden afectar procesos muy importantes como el crecimiento y la reproducción (Barton, 2002; Aziza y Khaldi, 2010; Kauler y Enesco, 2011). Por consiguiente, en nuestro experimento, la variación de la concentración salina de 35 ‰ (grupo control) a 25 ‰ (T1), 10 ‰ (T2) y 7 ‰ (T3), sin previa aclimatación, pudo haber afectado severamente la homeostasis fisiológica y provocar las diferencias significativas ($P < 0.05$) de la curva de reproducción de *B. plicatilis*, entre las salinidades, coincidiendo con lo reportado por otros investigadores donde muestran que cambios bruscos de salinidad afectan la homeostasis fisiológica de los rotíferos (Vallejo et al., 1993; Lowe, 2005). Fig. 1

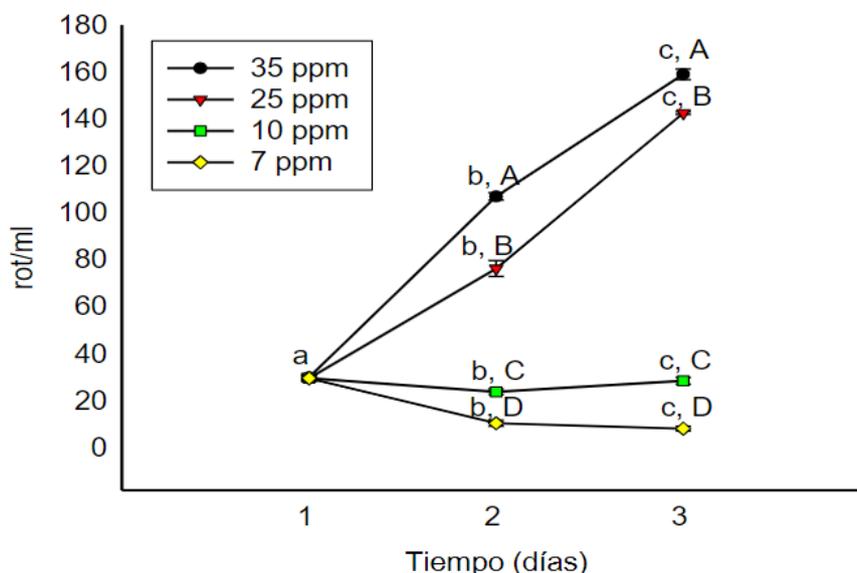


FIGURA 1.

Ritmo de crecimiento poblacional de *B. plicatilis* (rot/ml), cultivado en salinidades de 35 ‰, 25 ‰, 10 ‰ y 7 ‰, durante dos días. Cada valor se corresponde a la media \pm EEM. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) en cada salinidad, en el tiempo. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre salinidades por cada día.

Es más, tras los dos días de estudio, el decrecimiento de la tasa instantánea de crecimiento (Kf) de *B. plicatilis* por reducción de la concentración salina, indica un efecto estresante en el funcionamiento de los engranajes celulares que propicia la disminución de la capacidad para mantener la homeostasis interna (tabla 1). En el primer día de cultivo, el shock salino al que fue sometido *B. plicatilis* propició disminución de los valores de K1 y del rendimiento (r1) e incremento del tiempo de duplicación (td1) en los medios con salinidad reducida. No obstante, aunque en T1 se observó mayor valor (K1=0.92) con respecto a los valores de T2 (K1=-0.22) y T3 (K1=-1) este es inferior al valor de K1 mostrado por el grupo control (K=1.27), lo que sugiere estrés por reducción salina. Es más, se observa que cuando el rotífero se somete a variación de la concentración salina de 35 ‰ a 10 ‰ y 7 ‰ ocurre un comportamiento paralelo entre la reducción de la salinidad y la muerte de los microorganismos. Sin embargo, al segundo día de cultivo, los rotíferos experimentan ligera recuperación de los parámetros K2, td2 y r2 en todas las concentraciones salinas testadas. Por consiguiente, el hecho que los rotíferos se cultivan en el laboratorio en un medio con 35 ‰ de salinidad y que presentó el mayor valor de Kf y rf (Tabla 1) no permite establecer que esta concentración salina es la óptima para su reproducción debido a que los rotíferos como organismos osmoconformistas activan mecanismos osmorregulatorios para mantener su concentración osmótica interna y responder al estrés por salinidad (Lowe, 2005). Es más, la recuperación mostrada en el segundo día de cultivo en las concentraciones salinas de 25 ‰ y 10 ‰ permiten sugerir que *B. plicatilis*, podría activar algún mecanismo osmorregulatorio. Sin embargo, en nuestro estudio, aunque los rotíferos son capaces de tolerar amplio rango de salinidades, la no aclimatación pudo ocasionar procesos de citólisis y pérdida de sales (Na⁺, Cl⁻, Ca⁺) importantes que son usadas como activadores para el buen desarrollo de los procesos fisiológicos (reproducción, crecimiento somático, absorción de nutrientes, entre otros), lo cual pudo propiciar la muerte de los rotíferos en las salinidades de 10 y 7 ‰, similar a lo reportado en otros estudios (Vallejo et al., 1993; Kauler y Enesco, 2011). En consecuencia, la reducción de la salinidad, de 35 ‰ a menos, provoca efecto estresante en *B. plicatilis* que repercute en su capacidad reproductiva. Por otro lado, la alta capacidad de recuperación-adaptación y al incremento del valor de K2 y td2 con respecto al grupo control que mostró el rotífero al segundo día de cultivo, en salinidad de 25 ‰, permite sugerir que *B. Plicatilis* puede soportar cambios en el ambiente salino de 35 ‰ a 25 ‰ y que este microorganismo podría reproducirse mejor en salinidad menor a 35 ‰, coincidiendo con lo reportado por otros investigadores (Lowe, 2005).

TABLA 1:
Dinámica de crecimiento poblacional de *B. plicatilis* en diferentes concentraciones salinas.

Parámetros	35 ppm	25 ppm	10 ppm	7 ppm
K1	1.27	0.92	-0.22	-1
K2	0.39	0.63	0.18	-0.31
Kf	0.83	0.78	-0.01	-1.32
td1	0.54	0.75	-3.15	-0.69
td2	1.77	1.10	3.85	-2.23
tdf	0.83	0.88	-0.22	-0.52
r1	77	46	-6	-19
r2	52	67	-1	-3
Rf	64.5	56.5	-1	-22

K: Tasa instantánea de crecimiento; td: Tiempo de duplicación; r: Rendimiento; 1: intervalo día 0 – 1er día; 2: Intervalo 1er día – 2do día; f: intervalo día 0 - 2do día.

Bajo este contexto, nuestros resultados coinciden con estudios de otros investigadores donde muestran evidencias que cambios bruscos de salinidad ocasionan baja capacidad reproductiva (Tabla 2) y, por consiguiente, la disminución de la densidad poblacional (Vallejo et al., 1993). Por otro lado, existen evidencias que *B. plicatilis* presenta gran capacidad adaptativa a concentraciones salinas entre 4-16 ‰

cuando es sometido a un proceso de aclimatación de 15 días y es alimentado con microalgas (Vallejo et al, 1993). Asimismo, en otros experimentos realizados por el equipo de investigación del Proyecto Pargo del LIMA-UNAN-León, reportan que *B. plicatilis* alimentado con una única dosis de *S. cerevisiae* y cultivado en salinidad reducida (desde 35 ‰ hasta 5 ‰), temperatura de 31 ± 1 °C y aclimatados por 24 horas, presentaron mejor capacidad reproductiva en concentraciones salinas de 20 y 15 ‰ que a 35 ‰. Asimismo, reportan razonable comportamiento reproductivo en medios de cultivo con salinidades menores a 15 ‰ (comunicación personal). Denotando así, el estrés fisiológico que es ocasionado al someter a los rotíferos de forma directa a reducción de salinidad sin un proceso de aclimatación.

TABLA 2.
Índice del desarrollo reproductivo de rotíferos *B. plicatilis* a diferentes concentraciones salinas.

Salinidades (‰)	IDR
35	0.609
25	0.963*
10	0.116
07	0.039

IDR: Índice del desarrollo reproductivo. *: Mayor valor del índice de desarrollo reproductivo.

Por otro lado, al evaluar la capacidad reproductiva de *B. plicatilis* a través de la cantidad de rotíferos con huevos, nuestros resultados muestran que a pesar del estrés por reducción de la salinidad de 35 ‰ a 25 ‰, la mayor cantidad de rotíferos con huevos se observó en el medio de cultivo con 25 ‰ (96%) seguido de 35 ‰ (61%), 10 ‰ (12%) y 7 ‰ (8%) (Figura 2). Similar tendencia presentó el Índice de Desarrollo Reproductivo (IDR) (tabla 2). Por tal razón, el presente trabajo de investigación provee evidencias que reducción de salinidad de 35 ‰ a 25 ‰ no afecta severamente la capacidad de desarrollo reproductivo de *B. plicatilis* y que a salinidad de 25 ‰ el rotífero se reproduce mejor que a 35 ‰. Estos resultados concuerdan con otros estudios que muestran que *B. plicatilis* se reproduce mejor en salinidades inferiores a 35 ‰ (Lowe, 2005) debido a que en salinidad de 35 ‰ dirigen gran parte de su energía hacia el proceso de osmorregulación (activación de la bomba Na/K) y no a la producción de huevos (Lubzens et al., 2001; Lowe, 2005; Malekzadeh et al., 2010)



FIGURA 2.
Porcentaje de *B. plicatilis* con huevos, tras dos días de cultivo, a diferentes concentraciones salinas (35 ‰, 25 ‰, 10 ‰ y 7 ‰).

CONCLUSIÓN

En resumen, nuestros resultados muestran que variación de la salinidad de 35 ‰ hasta 7 ‰, en medios de cultivo de *B. plicatilis*, provoca decrecimiento significativo del ritmo y dinámica de crecimiento poblacional, en el tiempo. Similar afectación ocurre en el valor del índice de desarrollo reproductivo, a excepción del medio de cultivo con concentración salina de 25 ‰, donde el índice de desarrollo reproductivo y el tiempo de duplicación presentan mejores resultados que el grupo control (35 ‰). Por consiguiente, podemos sugerir que variaciones de salinidad de 35 ‰ a 25 ‰, podrían no provocar efectos severos en el metabolismo de los rotíferos. No obstante, es necesario continuar con otros ensayos experimentales que nos lleven a conocer la salinidad idónea de cultivo de rotíferos bajo las condiciones ambientales que nos brinda el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León). Finalmente, se puede sugerir que los efectos del cambio climático en los cuerpos de agua afecta los niveles de salinidad y por consiguiente el crecimiento poblacional, a su vez afectando la eficiencia en los sistemas productivos (Dios-Palomares, et. al 2015).

AGRADECIMIENTOS

El equipo de investigación del Proyecto Pargo de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León) agradecemos el apoyo brindado, para el desarrollo de esta investigación, a las instituciones del gobierno de la Republica de Nicaragua: Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA) y al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) por ser parte activa de nuestro proyecto. A la Misión Técnica de Taiwán en Nicaragua por colaborar con el grupo de investigación del proyecto pargo en los trabajos de investigación y apoyar en el mantenimiento y funcionamiento del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas de UNAN-León.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aziza, T., y Khaldi, E. (2010). Effect of different stress factors on some physiological parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Elsevier, 17 (3), 241-246.
- Barton, B. (2002). Stress in Fishes: A Diversity of Responses with Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Integ. and Comp. Biol.*, 42, 517-525.
- Dios-Palomares, R; Alcaide, D ; Diz, J. ; Jurado, M.; Prieto, A.; Morantes, M.; Zuniga, C. A. (2015). Analysis of the Efficiency of Farming Systems in Latin America and the Caribbean Considering Environmental Issues. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia* .Volumen: 25(1)43-50
- Ferrando, N; Claps, M; Benítez H y Gabellone, N. (2018). Influence of temperature and conductivity on the life-history characteristics of a pampean strain of *Brachionus plicatilis*. *Instituto de Limnología Dr. Raúl Adolfo Ringuelet* 90(2): 1431-1444. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820170455>
- Galkovskaya, G. (1987). Planktonic rotifers and temperature. *Hydrobiologia*, 147: 307-317. <https://doi.org/10.1007/BF00025759>
- Gama-Flores, J., Sarma, S., y Nandini, S. (2005). Interaction among copper toxicity, temperature and salinity on the population dynamics of *Brachionus rotundiformis* (Rotifera). *Hidrobiologia*, 559-568. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-4300-5>
- Kauler, P., y Enesco, H. (2011). The effect of temperature on life history parameters and cost of reproduction in the rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Journal Freshwater Ecology* 26(3), 399-408. <https://doi.org/10.1080/02705060.2011.563998>
- Lowe, C. (2005). Evidence that the rotifer *Brachionus plicatilis* is not an osmoconformer. *Marine Biology*, 146(5) 923-929. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1501-9>

- Lubzens, E., y Minkoff, G. (1988). Influence of algae fed to rotifers {*Brachionus plicatilis* O.F. Müller) on the expresión of mixis in their progenies. *Oecologia*, 75(3) 430-435. <https://doi.org/10.1007/BF00376948>
- Lubzens, E., Minkoff, G., y Marom, S. (1985). Salinity dependence of sexual and asexual reproduction in the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Marine Biology*, 85(2) 123-126. <https://doi.org/10.1007/BF00397430>
- Lubzens, E., Zamora, O., y Barr, Y. (2001). Biotechnology and aquaculture of rotifers. *Hydrobiologia*, 337-353.
- Malekzdeh-Viayeh, R., Mohammadi, H., y Banj Shafei, A. (2010). Population growth of six Iranian *Brachionus* rotifer strains in response to salinity and food type. *Internacional Review of Hydrobiology*, 95 (6), 461-470. <https://doi.org/10.1002/iroh.201011263>
- Maruyama, I., Nakao, T., Shigeno, I., Ando, Y., & Hirayama, K. (1997). Application of unicellular algae *Chlorella vulgaris* for the mass-culture of marine rotifer *Brachionus*. In *Live Food in Aquaculture* (pp. 133-138). Springer, Dordrecht.
- Miracle, M. R., & Serra, M. (1989). Salinity and temperature influence in rotifer life history characteristics. In *Rotifer Symposium V* (pp. 81-102). Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/BF00048900>
- Prieto, M. (2006). Alimento vivo en la larvicultura de peces marinos: copepodos y mesocosmos. Universidad de Córdoba, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Córdoba: Revista. MVZ Córdoba. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1042>
- Vallejo, A., Newmark, F., y Criales, M. (1993). Efecto de la salinidad sobre el crecimiento poblacional y el rendimiento del rotifero *Brachionus plicatilis* (ciénaga grande de Santa Marta). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 22:112-121. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.1993.22.0.411>
- Walker, K. (1981). A synopsis of ecological information on the saline lake rotifer *Brachionus plicatilis* Muller 1786. *Hydrobiologia*, 159-167. <https://doi.org/10.1007/BF00048713>