

Uso de *Saccharomyces cerevisiae* para el control de calidad y cantidad de agua en el cultivo de camarón blanco

Martha Elena Martínez Sánchez¹
Alberto Asiaín Hoyos^{1§}
Juan Lorenzo Reta Mendiola¹
Victorino Morales Ramos²
Benigno Fernández Díaz³
Mario Garduño-Lugo⁴

¹Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México. CP. 91690. Tel. 01(229) 2010770. (martha.martinez@colpos.mx; jretam@colpos.mx). ²Colegio de Postgraduados-Campus Córdoba. Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. CP. 94946. (vicmor@colpos.mx). ³Phileo Lesaffre Animal Care. (bfd.2216@hotmail.com). ⁴Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Carretera Federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan km 5.5, Veracruz, México. CP. 93650. (tilapia1@hotmail.com).

§Autor para correspondencia: aasiain@colpos.mx.

Resumen

Se evaluó el efecto de BlueEnergy[®] producto a base de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y melaza, en el cultivo de Camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, determinando el impacto en los parámetros de calidad del agua, y productivos. El experimento se llevó a cabo en la granja acuícola Acuilan, ubicada en La Antigua, Veracruz, México, en el año 2015. En el cultivo de camarón se agregó $1.5 \text{ g m}^{-3} \text{ día}^{-1}$ de la mezcla activa melaza-levadura como primer tratamiento y una dosis diaria ajustada en base al nitrógeno amoniacal total en el segundo tratamiento. Ambos fueron comparados contra un tratamiento con flujo constante de agua. Se observó que BlueEnergy[®] no afectó negativamente la calidad del agua, los parámetros productivos presentaron mejores niveles con el tratamiento en base al nitrógeno amoniacal total, y se logró reducir el consumo de agua por cada kg de camarón producido a $3.9 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Se cosecharon organismos sanos con crecimiento normal con una tasa de conversión alimenticia de 1.19. Al usar BlueEnergy[®] se mejora el uso del agua sin afectar el desempeño del cultivo.

Palabras claves: acuicultura, compuestos nitrogenados, levadura.

Recibido: junio de 2018

Aceptado: octubre de 2018

Introducción

La industria acuícola ha recibido fuertes críticas debido a los efectos ambientales y económicos negativos percibidos por el consumo excesivo de agua y a la vez por la posterior liberación de las aguas residuales. Lo que da lugar para orientar esta actividad hacia un concepto de acuicultura sustentable. Aunque las definiciones específicas de la acuicultura sustentable son variadas, el uso limitado de agua es clave en cualquiera de las definiciones y existe una demanda creciente por parte de los consumidores de los productos cultivados en los sistemas con responsabilidad ambiental.

En la actualidad se han realizado numerosos esfuerzos para desarrollar sistemas de recirculación y tendientes al cero recambio de agua, utilizando filtros químicos y biológicos, que conlleven a mantener la calidad del agua por medio de la eliminación de los metabolitos tóxicos, como el amoníaco (NH_3) y el nitrito (NO_2^-), además del nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), que es excretado por los organismos y producido por la descomposición microbiana del alimento no consumido (De la Mora *et al.*, 2003).

Una opción que ha resultado efectiva para mantener la calidad del agua en cultivos acuícolas ha sido el uso de microorganismos benéficos como bacterias y algas, lo que se conoce como bio-floc. Serrano y Machuca (2013) en estudios con condiciones controladas de temperatura, determinaron la eficiencia de las levaduras como agente de control de la calidad del agua, principalmente sobre la concentración de nitrógeno amoniacal.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de un producto a base de levadura BlueEnergy^{RenT} sobre el control de la cantidad y calidad del agua de cultivo, así como su efecto sobre los parámetros de producción del camarón *Litopenaeus vannamei*, uno de los organismos de cultivo de mayor producción e importancia en la acuicultura internacional (Plascencia y Almada, 2012).

Material y métodos

Ubicación del experimento

La investigación se realizó en la granja acuícola Acuilan SPR de RL, ubicada en la Región Central del estado de Veracruz. Con localización de 19° 22' latitud norte, 96° 22' longitud oeste, a una altitud de 20 m. Presenta un clima AW₂.

Aclimatación de postlarvas

Se cultivó postlarva (pL) de camarón blanco (*L. vannamei*) adquirida en el laboratorio de Camaronera, SA de CV, Alvarado, Veracruz, México. La talla inicial fue pL15, con un peso promedio 4.6 mg. Las postlarvas fueron transportadas en dos bolsas plásticas transparentes con un volumen de 28 L de agua a una salinidad de 30 ‰. Fueron aclimatadas durante 5 días, hasta obtener una salinidad de 2 ‰.

Unidad experimental

Consistió en estanques de concreto, diez de ellos con capacidad de 16 m³ y dos estanques de 9.6 m³. Cada estanque contaba con aireación permanente a través de un soplador de 0.5 HP. Manteniendo los niveles de oxígeno disuelto en rangos adecuados para el cultivo de 5-15 mgL⁻¹.

Periodo de cultivo

Posterior a la aclimatación fueron sembradas 60 pl m⁻³ en cada uno de los 12 estanques de concreto con un peso de 19.6 mg. La experimentación inició la cuarta semana de junio a la tercera semana de septiembre 2015 completando 86 días de experimentación.

Producto a evaluar

Se utilizó el producto BlueEnergy^{RenT} (BE), formulado a base de levadura *Saccharomyces cerevisiae* junto con una mezcla de melaza deshidratada, vitaminas y minerales, en una proporción de 1:10.

Diseño experimental

Se usaron tres tratamientos experimentales: el tratamiento T1 consistió en la aplicación de una dosis diaria de BE 1.5 mg m⁻³ y cero recambios de agua, el tratamiento T2 consistió en una dosis de BE en proporción a la cantidad estimada del nitrógeno amoniacal total (NAT) presente en el agua y cero recambios de agua, el tratamiento T3 consistió en no agregar BE y mantener un recambio de agua de 1.28 m³ h⁻¹. La distribución de los tratamientos fue completamente al azar, cada uno con cuatro repeticiones.

Para determinar la dosis de BE en T2, se calculó el NAT presente en el agua como lo menciona Brunty *et al.* (1997) aplicando la fórmula siguiente: $NAT = 0.604 * N\text{-alimento} + 3.88$.

Por recomendación del proveedor de BlueEnergy^{RenT} se multiplicó el NAT por un factor de 11, basado en la relación C:N en el agua de cultivo; ambas dosis fueron pesadas en una báscula portátil Braunker[®], para posteriormente hidratarse agitando durante 20 min en un litro de agua.

Alimentación

La alimentación fue distribuida en 3 horarios dando 25% a las 6:00 am, 25% a las 12:00 pm y 50% del alimento a las 6:00 pm.

Medición de parámetros de calidad del agua

Diariamente se midieron los parámetros físicos y químicos del agua dos veces al día, mañana y tarde, con un equipo YSI professional plus[®] y un potenciómetro marca Hanna[®]. Los parámetros medidos fueron: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg L⁻¹), salinidad (‰), nitrógeno amoniacal total (mg L⁻¹) y potencial de hidrógeno.

Uso del agua e indicadores económicos

Se evaluaron los siguientes indicadores: volumen de agua utilizado (m^3), eficiencia del uso del agua ($m^3\ kg^{-1}$). Costo de producción (\$ MN), utilidad (\$ MN).

Biometrías

Cada 8 días se pescaron 30 camarones de cada estanque y se pesaron con una báscula portátil Braunker®, a la vez, 10 de estos camarones se midieron con una regla graduada en cm.

En la onceava biometría se dio por terminada la experimentación. Cada uno de los estanques fue vaciado y se contó el número final de camarones. Se midieron y pesaron individualmente 50 organismos de cada estanque para determinar peso y talla promedio.

Parámetros productivos

Se determinaron los parámetros productivos siguientes: ganancia de peso individual (GP), longitud final (cm), tasa de crecimiento diario (TCD), biomasa final (kg), tasa de conversión alimenticia (TCA), sobrevivencia (%).

Análisis estadístico

Los valores de las variables físicas y químicas y los parámetros productivos fueron sometidos a un análisis de varianza (Anova) de una vía y prueba de Tukey, utilizando un nivel de significancia de 0.05.

Resultados

Parámetros de calidad del agua

Los cinco parámetros de calidad del agua evaluados mostraron una diferencia significativa de los tratamientos T1 y T2 comparados con T3 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valor promedio de la salinidad y el pH evaluados en el cultivo de camarón blanco (*L. vannamei*) a las 8:00 am y 5:00 pm respectivamente.

| Parámetros | Hora | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|---------------|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Salinidad (‰) | 8:00 am | 1.73 \pm 0.12 ^a | 1.75 \pm 0.11 ^a | 2.05 \pm 0.03 ^b |
| | 5:00 pm | 1.74 \pm 0.12 ^a | 1.76 \pm 0.12 ^a | 2.05 \pm 0.03 ^b |
| pH | 8:00 am | 9.01 \pm 0.33 ^a | 9.06 \pm 0.37 ^a | 8.26 \pm 0.17 ^b |
| | 5:00 pm | 9.28 \pm 0.23 ^a | 9.3 \pm 0.27 ^a | 8.64 \pm 0.13 ^b |

Medias con la misma letra dentro de columnas son significativamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Con relación a la temperatura obtenida se observó que durante las mañanas se mantuvo en el rango óptimo para cultivo de camarón, en la tarde la temperatura de los tratamientos T1 y T2 (sin recambio de agua) rebasó la media recomendada (Cuadro 1).

Las variaciones en los niveles de O₂ fueron similares en los tratamientos T1 y T2, manteniéndose en rango de 4.5 mg L⁻¹ y hasta 8.5 mg L⁻¹. En el tratamiento T3 el O₂ presentó niveles superiores a los tratamientos T1 y T2 (Cuadro 1).

La salinidad se encontró dentro de los rangos de sobrevivencia del camarón, los valores se mantuvieron estables en el T3. Los valores más bajos se registraron en los tratamientos T1 y T2 como se muestra en el Cuadro 1.

Referente al NAT, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T2 comparados con el T3.

El pH alcanzó valores elevados en los tratamientos T1 y T3 (sin recambio de agua) manteniéndose arriba de 9 a partir del segundo día y durante la mayor parte de la experimentación, en el T3 el pH se mantuvo constante.

Uso del agua e indicadores económicos

Referente al uso del agua los tratamientos T1 y T2 presentaron mayor eficiencia (Cuadro 2). El T3 usa 100 veces más agua con un rendimiento similar (Cuadro 3).

Cuadro 2. Uso del agua e indicadores económicos.

| Características | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Uso de agua (m ³) | 90.3 ^a | 90.2 ^a | 10 011.972 ^b |
| Eficiencia del agua (m ³ kg ⁻¹) | 4.19 ±1.46 ^a | 3.78 ±1.45 ^a | 438.74 ±303.76 ^b |
| Costo de producción (\$ kg ⁻¹) | 78.52 ±2.24 | 74.74 ±2.02 | 96.32 ±6.6 |
| Utilidad (\$) | 1217.87 | 1439.07 | 882.68 |

Cuadro 3. Parámetros productivos del cultivo de camarón blanco (*L. vannamei*).

| Parámetros | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ganancia de peso (g) | 7.17 ±1.26 ^a | 7.96 ±1.54 ^a | 15.0 ±1.35 ^b |
| Talla (cm) | 10.27 ±0.79 ^a | 10.62 ±0.94 ^a | 13.31 ±0.31 ^b |
| Tasa de crecimiento diario | 0.08 ±0.01 ^a | 0.09 ±0.01 ^a | 0.17±0.01 ^b |
| Tasa de conversión alimenticia | 1.32 ±0.36 ^a | 1.19 ±0.33 ^a | 1.42±0.87 ^a |
| % de sobrevivencia | 73.7 ±3.03 ^a | 66 ±7.91 ^{ab} | 45 ±21.01 ^b |

Medias con la misma letra dentro de columnas son significativamente iguales, según la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

El tratamiento T2 presentó un costo de producción menor que el T1 y T3 (Cuadro 2), esto conllevó un ahorro 22.4% en comparación con el tratamiento T3. Referente a la eficiencia en el uso del agua, el T3 presenta diferencia significativa en relación a T1 y T2 (Cuadro 2).

Parámetros productivos

Los parámetros productivos se presentan en el Cuadro 3, el tratamiento T2 con la dosis de acuerdo a la presencia de TAN en el agua fue el que generó la mayor biomasa 23.8 kg (Figura 1) manteniendo la mayor tasa de conversión alimenticia. T1 mantuvo el porcentaje de sobrevivencia más elevado con 73.7%. En el T3 los organismos obtuvieron la talla más alta y la mayor ganancia de peso, que se ve reflejada en una tasa de crecimiento diario de 0.17 g.

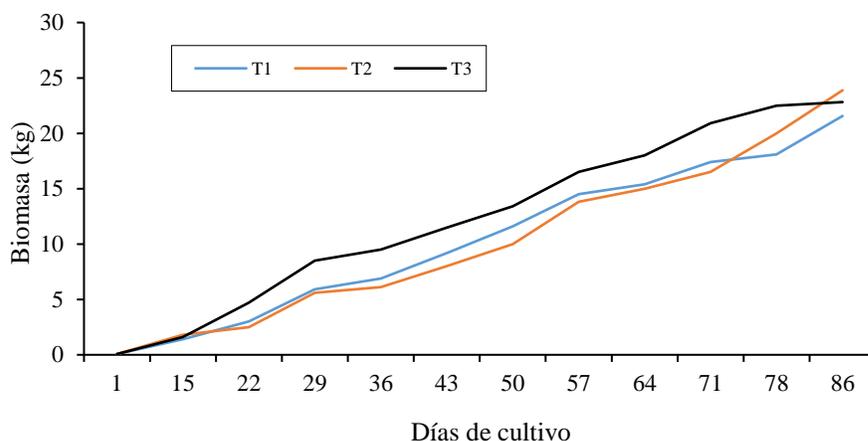


Figura 1. Incremento de la biomasa del camarón durante el experimento.

Discusión

Las temperaturas en los tratamientos T1 y T2 superaron las máximas permisibles para el cultivo de camarón, según lo recomendado por Quiñonez *et al.* (2010) que menciona que los camarones de la especie *L. vannamei* mantienen su nivel óptimo de cultivo a temperaturas de 30 °C debido que el gasto energético no es elevado. La diferencia entre las temperaturas de los tratamientos con cero recambios de agua y el tratamiento T3 se debió que el agua era estancada y con exposición directa al sol, el tratamiento T3 al tener flujo constante pudo mantener su temperatura 2 °C abajo (Figura 2).

El oxígeno disuelto (OD) presentó variaciones entre la mañana y la tarde debido a la actividad planctónica y la presencia de algas filamentosas del género *Cladophora*. Los tratamientos T1 y T2 estuvieron dentro de los parámetros recomendados para el cultivo de camarón, el tratamiento T3 presentó sobresaturaciones de oxígeno disuelto en las tardes (Figura 2). En trabajos realizados con cero recambios de agua y densidades de siembra similares a las de la presente investigación se han registrado valores promedio en el OD de 6.08 mg L⁻¹ a 6.3 mg L⁻¹ (Audelo-Naranjo *et al.*, 2012; Furtado *et al.*, 2015).

En ninguno de los tratamientos se estuvo por debajo de la salinidad mínima recomendada; sin embargo, hubo una diferencia significativa entre la concentración de sales en el T1 y T2 con respecto al T3. La cantidad de sales disueltas en el agua fue menor en los tratamientos con cero recambios de agua, debido probablemente a la necesidad de los organismos de captar los minerales disueltos y compensar la salinidad requerida. Los camarones requieren Calcio para el proceso de muda, por lo que este mineral debe ser tomado continuamente del medio (Ceballos *et al.*, 2012).

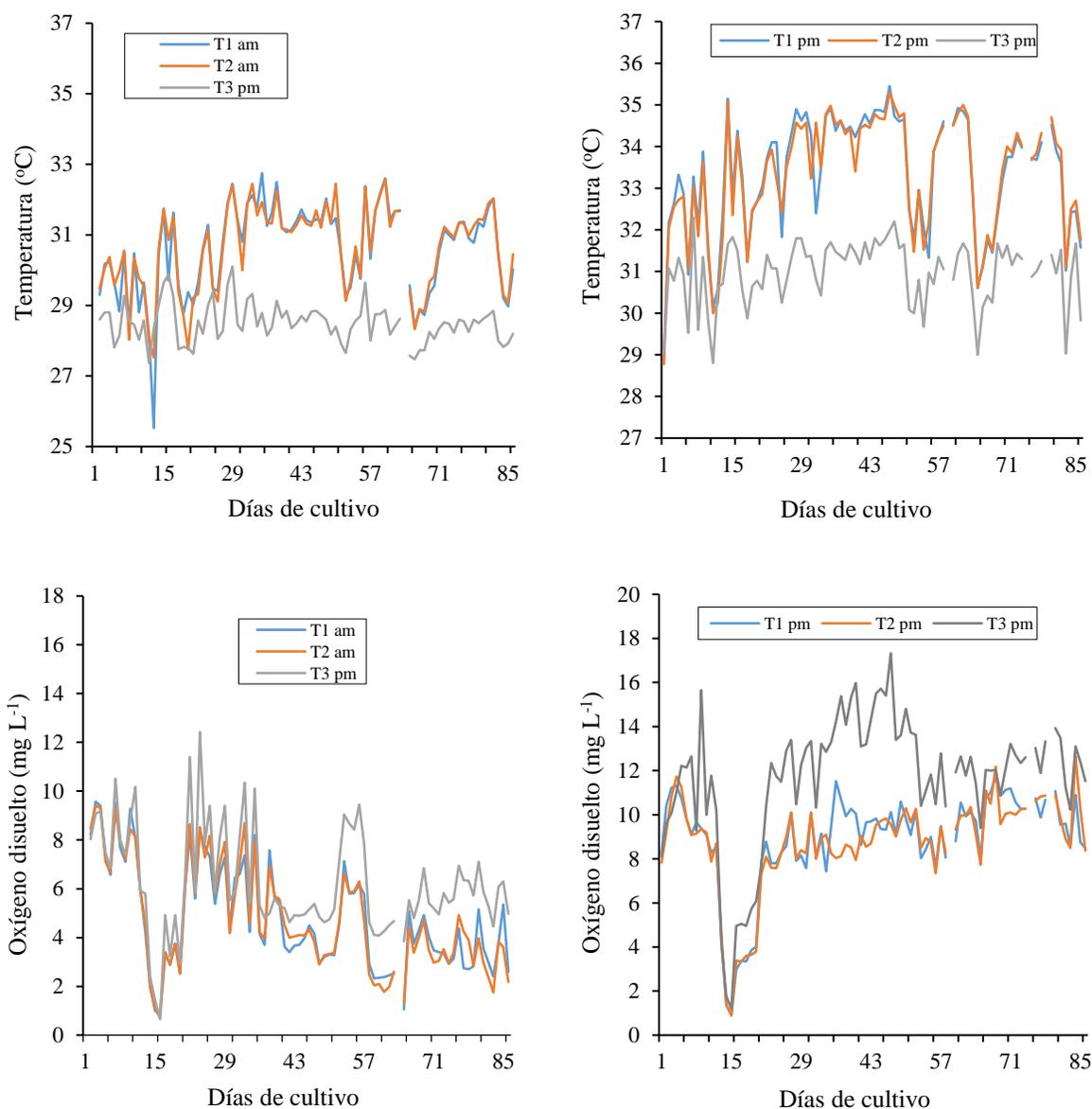


Figura 2. Fluctuación de la temperatura y el oxígeno disuelto (OD) en los tratamientos.

En los tres tratamientos se rebasó la concentración recomendada de NAT, presentándose diferencias significativas de $\pm 1.5 \text{ mg L}^{-1}$ entre la mañana y tarde. En los tratamientos con cero recambios de agua se registraron las concentraciones más altas, el tratamiento T3 presento los valores más bajos. La concentración de NAT en el experimento bajó drásticamente al séptimo día (Figura 3), coincidiendo con los reportes de Luo *et al.* (2013) donde se observó la disminución en 5 días de los niveles de NAT de $117.285 \text{ mg L}^{-1}$ a 2.5 mg L^{-1} al adicionar una fuente de carbono. Las altas concentraciones de compuestos nitrogenados en los estanques se pueden atribuir a la descomposición de alimento no consumido y heces fecales (Campaña-Torres *et al.*, 2009).

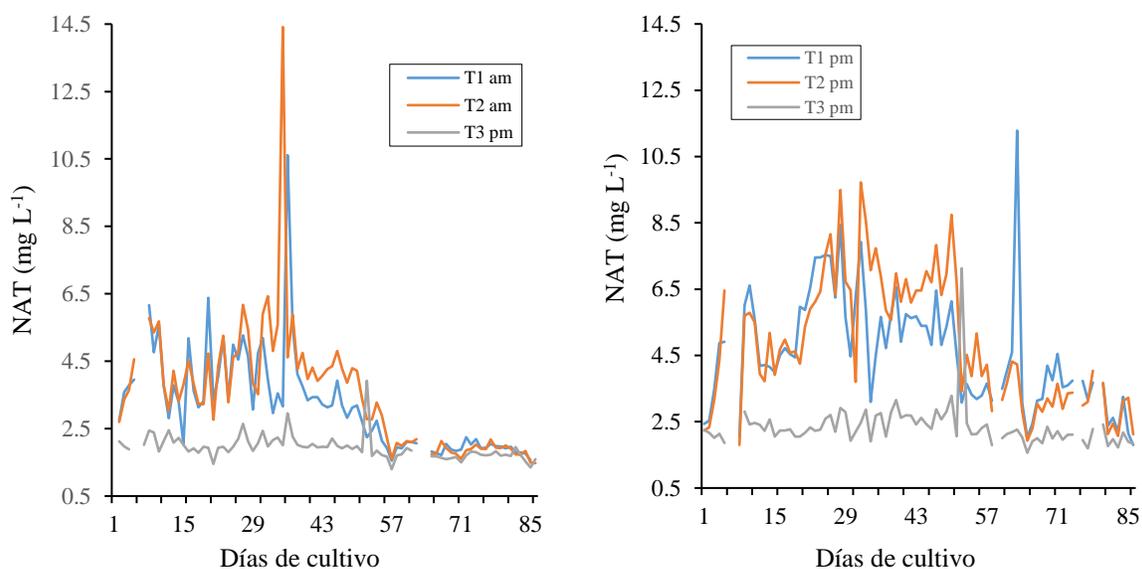


Figura 3. Fluctuación del nitrógeno amoniacal total (NAT) en los tratamientos por la mañana y la tarde.

El pH mostró una diferencia significativa de valor entre los tratamientos con cero recambios y el tratamiento T3. En los tratamientos T1 y T2 se registraron valores de pH 9 superior al máximo recomendado. Según Whetstone *et al.* (2002) con valores de pH por arriba de 9 los organismos pueden sobrevivir con un crecimiento muy lento, obteniendo un óptimo crecimiento cuando el valor del pH se encuentra en rangos de 6-9. Al trabajar con *Penaeus monodon* Panjaitan (2010) en cero recambio de agua, utilizando melaza en diferentes dosis y conservando la relación C:N para el uso bacteriano de compuestos nitrogenados, la tendencia fue a la baja en los niveles de pH, por el contrario en la presente investigación se presentó un rápido aumento en los niveles de pH en los tratamientos T1 y T2.

En relación a la eficiencia en el uso el agua los tratamientos T1 y T2 resultaron ser la mejor alternativa que el T3 (Cuadro 2). El gasto de agua en el tratamiento T3 fue considerablemente alto. Chamberlain (2002) menciona que el consumo de agua para la producción de camarón en una granja de cultivo intensivo en Texas, bajó de $37.6 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ a $1.5 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. En el presente trabajo se logró reducir de $438.74 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ a $3.78 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$.

Referente a la eficiencia económica, el costo de producción de los tratamientos T1 y T2 fue menor que el registrado en T3 (Cuadro 2). Los parámetros productivos se registró marcada diferencia entre la ganancia de peso final de los tratamientos T1 y T2 comparados con T3, los tratamientos con cero recambio de agua reportaron un menor crecimiento, los pesos obtenidos coinciden con los reportado en condiciones similares a baja salinidad y con uso de agua de pozo en rangos que van de 15 g a 8.8 g (Nunes y Velasquez, 2001; Miranda *et al.*, 2010; Quiñonez *et al.*, 2010).

Con relación a la talla obtenida, los tratamientos T1 y T2 presentaron el menor crecimiento con una talla media de 10.62 cm. González *et al.* (2008) mencionan que durante su experimentación logro alcanzar tallas en longitud de 13 cm, coinsidiendo con las tallas alcanzadas por los organismos del tratamiento T3.

La tasa de crecimiento diario mostró una diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T2 en comparación con el tratamiento T3, el cual tuvo la ganancia diaria más alta, el crecimiento presentado en los tratamientos con cero recambio de agua fue similar a lo que reporta González *et al.* (2008) quien obtuvo 0.9 g semanales que equivalen a 0.12 g diarios (Cuadro 3).

Con respecto a la TCA el tratamiento T2 obtuvo la mejor tasa de 1.19, el tratamiento T3 presentó la tasa de conversión más alta 1.42. Sowers *et al.* (2006) reporta tasas de conversión alimenticia de hasta 2.3. En una investigación con una densidad de siembra similar se ha reportado TCA de hasta 1.2 (Manzo, 2000).

El cultivo representó un porcentaje de sobrevivencia de 73% y 66% para los tratamientos T1 y T2 respectivamente, este resultado puede ser considerado importante debido a que otros autores obtuvieron sobrevivencias de 60% y 69% a una salinidad de 2‰ (Atwood *et al.*, 2003). El tratamiento T3 presentó la sobrevivencia más baja.

Conclusiones

En relación a la calidad del agua las condiciones experimentales tendientes al cero recambio presentan incrementos en la temperatura y en pH. Referente al nitrógeno existieron la presencia de plancton y algas filamentosas que contribuyen al consumo de compuestos nitrogenados. BlueEnergy^{RenT} insidió en el control de esos compuestos, conforme se incrementó la dosis adicionada al cultivo.

El uso de BlueEnergy^{RenT} contribuye a reducir el uso de agua en las granjas acuícolas, utilizando 110 veces menos agua que en un cultivo tradicional con flujo constante.

Los bajos costo de producción y un ahorro significativo del uso de agua que no solo está ligado al beneficio ambiental, sino también al beneficio económico ante la reducción del uso del agua.

Se pudieron obtener organismos visiblemente sanos, con talla y peso adecuado a su estadio de vida. El uso de BlueEnergy^{RenT} como agente de control de calidad del agua tiene efectos positivos en la respuesta productiva del camarón blanco.

Agradecimientos

A la granja Acuícola Acuilan por facilitar el uso de sus instalaciones, Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo al proyecto de investigación y al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz, a SAFMEX por el financiamiento parcial de la investigación.

Literatura citada

Atwood, H. L.; Young, S. P.; Tomasso, J. R. and Browdy, C. L. 2003. Survival and growth of pacific white shrimp *litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity and mixed-salt environments. *J. World Aquac. Soc.* 34(4):518-523.

- Audelo, N. J. M.; Voltolina, D. and Romero, B. E. 2012. Culture of white shrimp (*litopenaeus vannamei* boone, 1931) with zero water exchange and no food addition: An eco-friendly approach. *Latin Am. J. Aquatic Res.* 40(2):441-447.
- Brunty, J.; Bucklin, R.; Davis, J.; Baird, C. and Nordstedt, R. 1997. The influence of feed protein intake on tilapia ammonia production. *Aquac. Eng.* 16(3):161-166.
- Campaña, T. A.; Martínez, C. L. R.; Villarreal, C. H.; Hernández, L. J.; Ezquerro, B. J. M. and Cortés, J. E. 2009. Efecto de la adición del rotífero *Brachionus rotundiformis* (tschugunoff, 1921) sobre la calidad del agua y la producción, en cultivos super-intensivos de camarón blanco del pacífico *Litopenaeus vannamei* (boone, 1931). *Revista Biol. Marina Ocean.* 44(2):335-342.
- Ceballos, B. J.; Cabrera, M., J. E. and Vega-Villasante, F. 2012. 2012. Cultivo tierra adentro de camarón marino *litopenaeus vannamei*: evaluación del agua de dos granjas acuícolas REDVET - *Rev. Electr. Veter.* 13(6).
- Crab, R.; Kochva, M.; Verstraete, W. and Avnimelech, Y. 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquac. Eng.* 40(3):105-112.
- Chamberlain, G. 2002. Cultivo sostenible de camarón: mitos y realidades. *Infofish Internacional.* 2(11). <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/287/Mitos%20Realidades.pdf>.
- De la Mora, G.; Villareal, D. E. L.; Arredondo, F. J. L.; Ponce, P J. T. and Barriga, S. I. D. L. A 2003. Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. *Hidrobiológica.* 13(4):247-253.
- Furtado, P. S.; Campos, B. R.; Serra, F. P.; Klosterhoff, M.; Romano L. A. and Wasielesky, W. 2015. Effects of nitrate toxicity in the pacific white shrimp, *litopenaeus vannamei*, reared with biofloc technology (bft). *Aquac. Inter.* 23(1):315-327.
- González, J. F. A.; Campaña, L. M. F.; Ceja, A. I. and Rubio, Y. G. 2008. Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico a baja salinidad. *AquaTIC:* 28:8-15.
- Hamlin, H. J.; Michaels, J. T.; Beaulaton, C. M.; Graham, W. F.; Dutt, W.; Steinbach, P.; Losordo, T. M.; Schrader, K. K. and Main, K. L. 2008. Comparing denitrification rates and carbon sources in commercial scale upflow denitrification biological filters in aquaculture. *Aquac. Eng.* 38(2):79-92.
- Luo, G. Z.; Avnimelech, Y.; Pan Y. F. and Tan, H. X. 2013. Inorganic nitrogen dynamics in sequencing batch reactors using biofloc technology to treat aquaculture sludge. *Aquac. Eng.* 52(1):73-79.
- Manzo, D. H. 2000. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el crecimiento de camaron blanco *litopenaeus vannamei* (boone, 1931) cultivado en estanques rústicos, en manzanillo colima. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad de Colima. Manzanillo, Col. 53 p.
- Miranda, I.; Valles, J. L.; Sánchez, R. and Álvarez, Z. 2010. Cultivo del camarón marino *litopenaeus vannamei* (boone, 1931) en agua dulce. *Rev. Científ.* 20(4):339-346.
- Nunes, A. and Velasquez, L. 2001. Low-salinity, inland shrimp culture in brazil and ecuador-economics, disease issues move farms away from coasts. *Global Aquaculture Advocate.* 4(3):62-64.
- Panjaitan, P. 2010. Shrimp culture of *penaeus monodon* with zero water exchange model (zwem) using molasses. *J. Coastal Develop.* 14(1):35-44.
- Plascencia, A. E. and Almada, M. D. C. B. 2012. La acuicultura y su impacto al medio ambiente. *Estudios Sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional.* <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41724972010>.

- Quiñonez, W. V.; Quiroz, G. R. and Leal, H. M. E. 2010. Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. *Ra Ximhai*. 6(1):1-8.
- Serrano, H. B. and Machuca, C. G. 2013. Comparación de la levadura (*Saccharomyces cereviceae*) y el azúcar, en el control de la calidad del agua en el cultivo de camarón blanco (*Penaeus vannamei*), en sistema de cultivo cerrado. Facultad de Ciencias Marinas de la UABC, Reportes de laboratorio (comunicación personal, diciembre 2013).
- Sowers, A. D.; Tomasso Jr, J. R.; Browdy, C. L. and Atwood, H. L. 2006. Production characteristics of *litopenaeus vannamei* in low-salinity water augmented with mixed salts. *J. World Aquac. Soc.* 37(2):214-217.
- Whetstone, J. M.; Treece, G. D.; Browdy, C. L. and Stokes, A. D. 2002. Opportunities and constraints in marine shrimp farming. Southern Regional Aquaculture Center. <https://agrifecdn.tamu.edu/fisheries/files/2013/09/SRAC-Publication-No.-2600-Opportunities-and-Constraints-in-Marine-Shrimp-Farming.pdf>.