

Barranquilla, COLOMBIA 2019

RESEARCH PAPER

ACUAPONÍA INTENSIVA EN LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA, OPORTUNIDAD DE DESARROLLO

Martinez Remolina Andrés¹. Martinez Gomez Alberto²
ipamartinez@gmail.com

RESUMEN

Fue realizado un experimento exploratorio sobre la producción de tilapia roja (*Oreochromis spp*) bajo condiciones de cultivo intensivo en un sistema acuapónico a escala piloto en la región caribe colombiana. Los parámetros de calidad de agua monitoreados fueron, pH, oxígeno disuelto (OD), nitrógeno amoniacal total, sólidos totales disueltos (STD) y temperatura °C. La densidad de carga final de peces lograda correspondió a 42,1 Kg/m³ con un peso promedio de 302±92 g. Durante los 150 días de experimentación se presentó una (1) crisis operativa por error humano, la tasa de supervivencia de los peces fue del 92,8%, El modelo piloto superó las expectativas de supervivencia y logró sostener de manera estable 42,1 Kg/m³ de biomasa de tilapia hasta su peso comercial.

ABSTRACT

An exploratory experiment was conducted over red tilapia (*Oreochromis spp.*) production under intensive culture conditions in a pilot scale aquaponic unit at the Colombian Caribbean region. The water quality parameters controlled were, pH, dissolve oxygen (DO), total ammonia nitrogen (TAN), total dissolve solids (TDS) and temperature. The final fish density load reach was 42,1 Kg/m³, with 302±92 g average weight. Over 150 days of experimentation, one (1) operational crisis presented due to human caused- error, fish survival rate was 92,8%, The pilot model surpass the survival rate expectations and manage to hold stable 42,1 Kg/m³ of tilapia biomass until commercial weight was achieved.

INTRODUCCIÓN

La Región Caribe colombiana hace parte de la Ecozona Neo-tropical, región que cuenta con grandes condiciones de intensidad solar, humedad relativa y régimen de lluvias bimodal; estas permiten el desarrollo de proyectos acuapónicos con especies de peces y plantas de alto valor comercial sin necesidad de incurrir en inversiones iniciales de invernaderos y/o bio-espacios. La acuaponía como sistema productivo presenta gran potencialidad desde la productividad del agua, en términos de la biomasa comercial que es posible producir con relación al consumo hídrico que esta demanda; valores superiores a 15 Kg/m³ de alimentos han sido logrado en el Departamento de Atlántico en experimentaciones previas de este autor. No obstante, la mala calidad del servicio de energía, altos costos por kilo-watt hora \$/Kwh (>18% de los costos operativos), y baja disponibilidad de alimento en zonas rurales (fletes adicionales), incrementan los costos

operacionales al punto de comprometer la viabilidad económica de la producción a pequeña escala bajo la tecnología acuapónica y sin duda de cualquier actividad acuícola tecnificada. Una alternativa para superar esta barrera comparativa, es la intensificación de la producción, manteniendo la infraestructura inicial del componente acuícola y en especial de los sistemas acuapónicos, esta posibilidad fue puesta a prueba durante la presente experimentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el corregimiento de Santa Verónica, Municipio de Juan de Acosta, Departamento del Atlántico, Costa Norte de Colombia en las coordenadas 10.884668, -75.080639. La unidad piloto utilizada consta de un tanque de 2 m³, dos (2) calificadores de 100 l c/u, una cama de siembra con sustrato de roca triturada con área de 2 m² y un área superficial de bio-filtración cercana a los 1400 m²/m³.

La unidad fue operada bajo un régimen de recirculación constante con bombeo tipo airlift (William et al 1994) y un tiempo de retención hidráulica de 65 minutos; el componente hidropónico trabajo bajo pulsos de llenado y descarga; la unidad presentó un sistema de oxigenación Delvillbliss con capacidad de 5 lpm al 83% de pureza, el cual fue suministrado vía efecto Venturi con una cabeza de poder sumergible de 45 watts. Se utilizaron 305 organismos de tilapia roja híbrida (*Oreochromis spp.*) provenientes de la Granja Lismar, Departamento del Atlántico, autorizada por la Autoridad Nacional de acuicultura y pesca AUNAP), con peso promedio de 3 g, los organismos fueron alimentados ad libitum con alimento balanceado de una fábrica local y se utilizaron 3 tipos de concentración de proteína durante toda la experimentación (producto estándar) según el desarrollo de los organismos. Fueron realizadas biometrías cada 30 días para registrar el crecimiento de los peces y los parámetros de calidad de agua pH, NAT, TDS y Temperatura, fueron medidos cada 48 horas utilizando un kit por colorimetría Marca API y un oxímetro Milwaukee MW600. El experimento inicio a los 15 días de haber realizado el ciclaje del sistema el 18 de marzo de 2019.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS



Desempeño: 84,2 Kg de biomasa en peces al final de los 150 días de experimentación fueron obtenidos, la tasa de supervivencia fue del 92,8%, el peso promedio obtenido fue de 302±92 g. y una tasa de conversión de alimento global (TCA) de 1,48.

Si bien los datos revelan un desempeño interesante, la desviación estándar de los pesos registrados muestra una variación de 92 gramos, dejando un rango de peces por debajo del peso comercial, situación que se le atribuye al confinamiento en alta densidad (150 organismos/m³) y competencia por el alimento bajo un escenario de alimentación *ad libitum*.

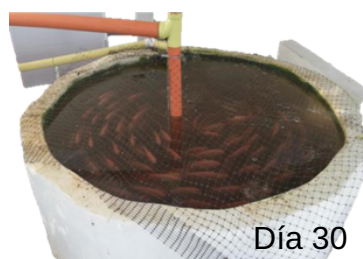


Imagen 1. Día 30 de experimentación, día 100 de experimentación y pesaje final eviscerado. Fuente: Autor - imágenes reales del experimento.

La producción de biomasa promedio en el componente hidropónico fue de 8,5 kg/m²/mes, las plantas sembradas durante la experimentación fueron: candia (*Abelmoschus esculentus*), frijol cabecita negra (*Vigna unguiculata*) y aromáticas como el toronjil (*Melissa officinalis*), y limonaria (*Cymbopogon citratus*). Estas no presentaron deficiencias nutricionales evidentes y no fue utilizado ningún tipo de fertilización y/o suplementación foliar durante la experimentación; adicionalmente fueron sembradas las plantas acuáticas *Salvinia molesta* e *Ipomea aquatica* Forsk. para complementar la rizo-extracción de compuestos en el agua.



Imagen 2, Candia (*Abelmoschus esculentus*)
Fuente: Autor - imagen real del experimento

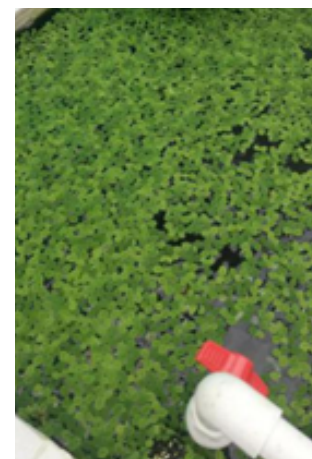


Imagen 3, *Salvinia molesta*
Fuente: Autor - imagen real del experimento

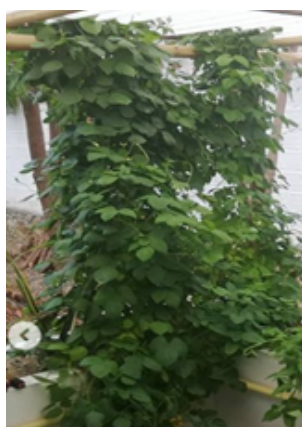


Imagen 4. Frijol cabecita negra
(*Vigna unguiculata*)

Fuente: Autor - imagen
real del experimento



Imagen 5. Toronjil, (*Melissa
officinalis*)

Fuente: Autor - imagen
real del experimento

Operación - La unidad acuapónica piloto operó bajo el modelo acuapónico desacoplado (Moonses et al 2017) como medida de contingencia durante picos de nitrógeno amoniacal total (NAT), el sistema fue operado con promedio de pH ácido en rango (6,6 a 6,9). Los niveles de oxígeno disuelto (DO) presentaron un promedio de 7,3 ppm; los sólidos totales disueltos no sobrepasaron los 530 ppm manteniendo un promedio de 390 ppm. La dedicación del operario correspondió a 4 horas/día dado que las actividades de limpieza en tuberías y elementos de aireación fueron intensificándose a medida que la densidad de carga se incrementaba en la unidad, causando el crecimiento de una bio-película (*Biofouling*) al punto de realizarse cada 3 días. El rango de temperatura osciló entre 27°C y 39°C, en ocasiones llegando a niveles que generan estrés térmico en los peces, fue necesaria la cobertura con poli sombra de la unidad, de igual manera se tomaron medidas para la operación de equipos como el compresor y el concentrador de oxígeno pues se vio comprometido su funcionamiento por la temperatura ambiente.

Biofiltración- el crecimiento durante los primeros 3 meses fue superior al esperado en unidades con densidad de carga inferiores (data extra-oficial), si bien se contó con una cama de cultivo de 2 m² de área, la tasa de incremento en la alimentación diaria superó la capacidad inicial instalada de bio-filtración a partir del tercer mes con una ración diaria de 0,6 kg de alimento y 21 kg de alimento acumulado en el sistema al momento mencionado,

el sistema tomó 4 días en estabilizarse y nuevamente retomar la tasa de alimentación. Para el mes 4 de operación (día 97 de experimentación), fue necesario implementar recambios de agua cada 3 días para mantener los parámetros de calidad dentro de los rangos óptimos.

Fluido eléctrico- durante los 150 días de operación se presetaron 29 fallas eléctricas, 10% durante la noche, con promedio de 4,5 horas de interrupción para un total de 143 horas de operación bajo el suministro de energía del sistema de respaldo. Debido a un error humano, durante una de estas fallas, la unidad de respaldo no se activo y se presentó la muerte de 12 organismos el día 84 de experimentación.

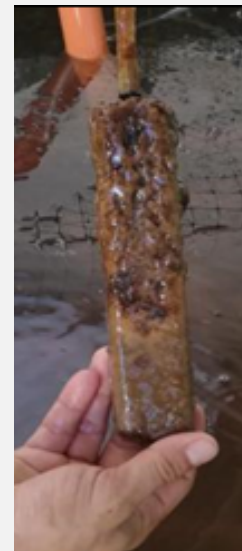


Imagen 6. *Biofouling*.
Fuente: Autor - imagen
real del experimento

Entorno salino - Santa Verónica es un corregimiento costero, la unidad experimental se encuentra a 150 metros de la orilla del mar, los componentes electrónicos y metálicos fueron afectados por el ambiente salino asociado a las brisas intensas que en este punto de la costa atlántica se presentan.

CONCLUSIONES

- Es posible la intensificación de la producción de tilapia roja en un sistema acuapónico bajo condiciones del caribe colombiano.
- Las bio-películas (*Biofouling*) son un factor que comprometen la eficiencia operacional de la unidad.
- Los sistemas de respaldo energético deben ser robustos y estar concebidos para uso diario con capacidad operacional de periodos superiores a 4,5 Horas.
- El estrés térmico es un factor de riesgo en la producción bajo condiciones locales.
- Los equipos y motores deben estar protegidos para operaciones con temperaturas en aire de 40 °C.
- Los componentes eléctricos y electrónicos deben estar protegidos de la alta salinidad en el ambiente y realizar mantenimientos frecuentes.

RECOMENDACIONES

- Las cifras antes presentadas aportan un punto de referencia para futuras investigaciones y establecimientos de modelos productivos con enfoque intensivo en la región caribe.
- Las unidades de respaldo energético deben estar protegidas del ambiente pues la salinidad de la brisa marina hace de la corrosión un problema técnico en los componentes de encendido, temporizadores, reles etc.
- Las medidas de protección contra problemas del servicio eléctrico son imperativas para los sistemas de respaldo.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento por su dedicación y compromiso excepcional a la Sra. Inés Remolina Forero por su apoyo incondicional durante la toda la experimentación.

BIBLIOGRAFÍA

- Rakocy, J.E., M.P. Masser, and T.M. Losordo. 2006. Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics—Integrating fish and plant culture [Online; SRAC Publication No. 454]. Stoneville, MS: Southern Regional Aquaculture Center. <https://srac.tamu.edu/serveFactSheet/105>
- Monsees, H., W. Kloas, and S. Wuertz. 2017. Decoupled systems on trial: Eliminating bottlenecks to improve aquaponics processes [Online]. PLoS ONE, 12, e0183056. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183056>
- Essawy E.H, 2017 Aquaponics as a Sustainable alternative to new land reclamation and conventional agriculture in Egypt. Master Thesis, The American University of Cairo. Egipto. http://dar.aucegypt.edu/bitstream/handle/10526/5281/Hisham%20El%20Essawy%20-%20Thesis%20after%20defense%20-2018_HS.pdf?sequence=3
- Martínez, A.F. 2016. Acuaponia rentable a escala familiar experiencia en la región caribe colombiana, Revista Divulgación Acuicola- Edición Julio 2016 - Pag 20-23.
- Wurts W, McNeill S, Overhults D.,1994. Performance and design characteristics of airlift pumps for field applications. World Aquaculture 25(4). https://www.researchgate.net/publication/306960735_Performance_and_design_characteristics_of_airlift_pumps_for_field_applications