ÁREA PECUARIA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CILANTRO (*Coriamdrum sativum* L.) Y TILAPIA ROJA (*Oreochromis* sp.) COMO UNA ALTERNATIVA A LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN UN SISTEMA ACUAPÓNICO

EVALUATION OF THE PRODUCTION OF CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) AND RED TILAPIA (*Oreochromis* sp.) AS AN ALTERNATIVE TO AGRICULTURAL PRODUCTION PROCESSES IN AN AQUAPONIC SYSTEM

Héctor Fabio Rojas Bermúdez
Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia
hector.rojas01@uceva.edu.co

Jhon Freddy Mejía Gómez
Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia
jhon.mejia01@uceva.edu.co

Valentina Lamus Molina
Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia
vlamus@uceva.edu.co

Luisa Fernanda Cabezas Burbano
Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia
lcabezas@uceva.edu.co

Karol Andrea Leal Vásquez
Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia
kleal@uceva.edu.co

Revista de Investigación Agraria y Ambiental
vol. 16, núm. 2, p. 241 - 259, 2025
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
ISSN: 2145-6097
ISSN-E: 2145-6453
Periodicidad: Semestral
riaa@unad.edu.co

Recepción: 30 octubre 2024
Aprobación: 06 mayo 2025

DOI: https://doi.org/10.22490/21456453.8778

Resumen: Contextualización: se estima que para el año 2050 la población mundial alcanzará más de 9,7 mil millones. Esto hace que los sistemas de producción acuapónicos surjan como una alternativa a los procesos productivos tradicionales, en donde confluye la producción de plantas y animales, convirtiéndolos en una práctica sustentable y económicamente aprovechable, ya que en un mismo espacio se pueden obtener dos productos diferentes, lo que los hace sostenibles y viables.
Vacío de conocimiento: este tipo de producción se presenta como una alternativa, ya que combina en un ciclo productivo la relación simbiótica entre la agricultura y la acuicultura, promoviendo la eficiencia en el uso del agua y los recursos empleados en el proceso de fertilización de las plantas; sin embargo, uno de los principales inconvenientes que se presenta en este tipo de producción es la falta de estandarización en el diseño y operación, la escasez de investigación sobre la interacción específica entre los organismos involucrados y cómo estas interacciones afectan la salud y el rendimiento del sistema.
Propósito: esta investigación evaluó la producción de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y tilapia roja (*Oreochromis* sp.) en un sistema acuapónico para contribuir al desarrollo y la sostenibilidad alimentaria. Al enfocarse en especies distintas a las comúnmente cultivadas, como la lechuga, busca diversificar la producción vegetal, promoviendo la sostenibilidad ambiental, reduciendo la huella ecológica y fortaleciendo cadenas productivas resilientes ante el crecimiento poblacional y el cambio climático.
Metodología: se realizó un diseño completamente al azar. Se empleó como método estadístico el análisis ANOVA y

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

URL: https://portal.amelica.org/ameli/journal/130/1305315011/

mediante la prueba de Duncan se comparó el desarrollo de las plantas y peces para establecer si existían diferencias significativas entre estos, la recolección de datos se realizó durante un periodo de tres semanas.
Resultados y conclusiones: para la tercera semana se obtuvieron valores aproximados de 390 g en el peso de los animales. La asociación dio como resultado que las plantas no llegaron a obtener su madurez fisiológica. Con relación a la medición de amonio se obtuvo un valor máximo de 8 ppm, de nitritos de 0,50 ppm y de nitratos de 40,00 ppm. Ya que no existió una relación adecuada de absorción de nutrientes por parte de las plantas y se generó un desbalance en la cantidad de amonio presente en el agua. La propuesta de investigar la germinación del cilantro (*Coriandrum sativum*L.) en un sustrato inerte antes de su trasplante al sistema acuapónico abre nuevas oportunidades para mejorar la producción vegetal.

Palabras clave: acuaponía, alternativa sostenible, acuicultura integrada, soberanía alimentaria, interacción simbiótica.

Abstract: Contextualization: It is estimated that by 2050, the world population will exceed 9.7 billion. This makes aquaponic systems emerge as an alternative to traditional production processes, combining plant and animal production into a sustainable and economically viable practice. Since two different products can be obtained in the same space, they become sustainable and feasible to implement.
Knowledge gap: This type of production serves as an alternative by integrating the symbiotic relationship between agriculture and aquaculture into a single production cycle, promoting water-use efficiency and optimizing resources for plant fertilization. However, one of the main challenges in such systems is the lack of standardization in design and operation, limited research on the specific interactions between the organisms involved, and how these interactions affect the system's health and performance.
Purpose: This research evaluated the production of cilantro (*Coriandrum sativum* L.) and red tilapia (*Oreochromis* sp.) in an aquaponic system to contribute to food development and sustainability. By focusing on species distinct from commonly cultivated ones, such as lettuce, it aims to diversify plant production, promoting environmental sustainability, reducing ecological footprints, and strengthening resilient supply chains in response to population growth and climate change.
Methodology: A completely randomized design was implemented. The statistical method ANOVA was used, and Duncan's test was employed to compare plant and fish development to determine whether significant differences existed between them. Data collection was conducted over a three-week period.
Results and conclusions: By the third week, approximate weights of 390 grams were recorded for the animals. The association resulted in the plants not reaching physiological

maturity. Ammonium levels reached a maximum of 8 ppm, nitrites 0.50 ppm, and nitrates 40.00 ppm, reflecting inadequate nutrient absorption by the plants and an imbalance in ammonium levels in the water. The proposal to investigate cilantro (*Coriandrum sativum* L.) germination in an inert substrate prior to transplantation into the aquaponic system opens new opportunities to enhance plant production.

Keywords: Aquaponics, Sustainable alternative, Integrated aquaculture, Food sovereignty, Symbiotic interaction.

RESUMEN GRÁFICO

Autores

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, se ha registrado un aumento en la demanda de alimentos; se estima que para el año 2050 la población mundial llegue a más de 9,7 mil millones (FAO, 2015). Este fenómeno ha causado que los procesos de termorregulación se vean afectados, causando temporadas de lluvias diferentes, alterando las temperaturas y, por lo tanto, los ciclos de los cultivos que se producen de forma tradicional (SEDAMA, 2020). En ese sentido, como lo advierte la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el año 2018, los sistemas tradicionales de producción de alimentos han llevado a problemas como crisis alimentaria, esterilidad de la tierra, escasez del agua, uso masivo de fertilizantes, insecticidas y herbicidas. Estos problemas han sido causados en su mayoría por la sobrexplotación de los recursos naturales, debido a la escasez de tierras y a la falta de oportunidades económicas.

Dado este panorama, es importante analizar nuevas estrategias de producción sostenible y sustentable para proteger el medio ambiente, aprovechar los recursos y los espacios de los predios con los que cuentan las personas en la zonas urbanas y rurales. Los sistemas de producción acuapónicos son sistemas que surgen como alternativas a los procesos productivos tradicionales, ya que incorporan la producción de plantas y animales y los convierten en una práctica sustentable y económicamente aprovechable, debido a que en un mismo espacio se pueden obtener dos productos diferentes (Jiménez, 2012).

Se han registrado procesos productivos en este tipo de sistemas que han generado producciones de alrededor de 63 toneladas anuales por hectárea de lechuga en la India, 36 toneladas en Estados Unidos, 27 en España, 34 en Irán y 34 toneladas en China, siendo una de las hortalizas más comunes y fáciles de cultivar bajo este sistema alrededor del mundo. Actualmente, los sistemas acuapónicos han tomado importancia en Colombia; sin embargo, no se encuentra registro que sustente esta premisa, debido a que es una forma de cultivo relativamente nueva para los agricultores colombianos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2020).

No obstante, surge la necesidad de emplear otro tipo de variedad vegetal, como el cilantro, para evaluar la producción de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.), bajo el esquema configurado de un sistema acuapónico. Dado que el cilantro es una especie vegetal de ciclo corto, tiene una raíz pivotante y altamente ramificada, muy similar a la lechuga y cuya producción en el departamento del Valle del Cauca asciende a 41 669 toneladas para el año 2021 (Agronegocios, 2015).

Aún no se reporta en la literatura si se puede establecer un sistema de producción acuapónico, con el cilantro (*Coriamdrum sativum* L.) y la tilapia roja (*Oreochromis* sp.), en donde pequeños productores puedan emplear esta técnica y como alternativa de seguridad alimentaria, debido a que el cilantro requiere de unas condiciones agroecológicas específicas como: clima templado, suelo liviano bien drenado y suelo arenoso moderadamente fértil. Así las cosas, para que el cilantro alcance un óptimo rendimiento y los nutrientes excretados por este tipo de peces, como el nitrógeno, potasio y fósforo, entre otros, sean los que esta hortaliza necesita para su desarrollo, estos deben ser reemplazados y suministrados mediante la asociación simbiótica con los peces (Leal, 2018), por lo que en esta investigación se planteó establecer un sistema acuapónico, asociando las especies de cilantro (*Coriamdrum sativum* L.) y tilapia roja (*Oreochromis* SP.) como una alternativa a los procesos de producción agropecuaria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en la Granja Agrostológica de la Unidad Central del Valle del Cauca, ubicada en el corregimiento de Tres Esquinas al Noroccidente del casco urbano del municipio de Tuluá, Valle del Cauca, con coordenadas 4°06′11″ de latitud norte y 76°12′36″ de longitud occidental, entre las cordilleras occidental y central de Colombia, con una altitud de 960 m s. n. m., con temperaturas que oscilan entre los 18 y los 30 °C, con un promedio de humedad anual del 78 % y una precipitación anual de 1302 mm (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2020). Su topografía es plana, con suelos profundos y con una estructura francoarenosa, de origen sedimentario y tienen un alto nivel freático (Castañeda y Mendoza, 2014).

Adecuación e instalación del sistema acuapónico

Entendiéndose un sistema acuapónico artesanal como un diseño que se elabora con técnicas tradicionales y manuales a bajo costo y permite la utilización de materiales reciclados, esta estructura puede emplearse en áreas pequeñas, logrando la producción de vegetales y proteína animal (Lucia, 2017).

Materiales para construcción del sistema:

Dentro de los sistemas de producción acuapónica existen tres sistemas básicos para el crecimiento y desarrollo de las plantas, entre ellos se encuentran los tubos de cultivo. Sin embargo, el funcionamiento básico de estos sistemas cuenta con algunos elementos obligatorios como: tanque, filtros, bombas, entre otros (Somerville et al., 2022). Para la construcción del sistema se emplearon los siguientes materiales: guadua, alambre, polisombra al 30 %, canecas de 200 litros, tanque de 1000 litros, bomba periférica 0,5 HP, interruptor flotador, cable eléctrico, tubo de PVC de 1 ½", 2" y 3", uniones de 2", adaptadores machos de 1", curvas de 1", terminales Conduit, tapones de 3", pegante de PVC y sikaflex.

Proceso de construcción del sistema:

A nivel de la producción se cuenta con modelos domésticos y comerciales. Por lo general, se emplean los sistemas acuapónicos domésticos en procesos experimentales con fines educativos que requieren poco espacio y poca mano de obra para su mantenimiento (Jiménez, 2012). El modelo acuapónico empleado corresponde a una modificación del sistema hidropónico de cultivos en capas de nutrientes (NFT, por sus siglas en inglés), en el cual se utiliza un medio como sustrato o similar, de espesor adecuado para brindar soporte a las plantas, que se colocan en vasos para mantenerlas flotando (López, 2019). A continuación, se describe el proceso de instalación del sistema empleado:

Se instalaron ocho guaduas en pares de 1,40 m de longitud, que se enterraron 40 cm en el suelo. Su distribución mantuvo una separación de 1 m de ancho × 1,66 m de largo entre cada par. Sobre cada par de guaduas se colocó una guadua horizontal de 1 m de longitud, empleando un total de cuatro guaduas para este propósito. Esta estructura sirvió de base para soportar los seis tubos de PVC de 6 m de longitud, los cuales conforman la parte hidropónica del sistema. Además, también se colocaron cuatro guaduas de 3 m, que se enterraron 50 cm para el sostenimiento e instalación de la polisombra al 30 %. Se realizó la instalación de cinco tubos de PVC en los soportes de guadua, los cuales se perforaron cada 20 cm, con un taladro y una copa sierra de 2" donde se realizó la siembra de las plantas.

A cada tubo se le colocaron sus respectivos tapones en los extremos, con la diferencia de que en uno de los lados van con un orificio de 1" con la caída al tanque de 1000 L donde se ubicarán los peces; se cuenta con una caneca de 200 L que se empleó para recibir el agua que sale del tanque de los peces, de allí pasar inicialmente por el tanque sedimentador y luego por el nitrificador. Posterior a ello, al tanque que es utilizado para la nutrición de las plantas. Se cortó una caneca de 200 litros en dos partes iguales, con el fin de destinar uno para la sedimentación de los sólidos de los peces y el otro para la reproducción de las bacterias nitrificantes. A estos tanques, junto con el de 200 L y el de 1000 L, se les hace una conexión entre ellos, con tubo de 2", se instala la bomba periférica al lado del tanque de 200 L, con el interruptor flotador, el cual controla el fluido del agua desde los sedimentadores a las plantas del sistema, estas canecas van con conexión entre ellas, pasando el agua por gravedad desde el tanque de 100 L hasta la caneca de 200 L.

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Figura 1

Construcción del sistema acuapónico a pequeña escala

Nota. En la figura se presentan las fotografías que muestran el proceso de construcción de A. Ahoyado. B. Instalación de la guadua. C. Perforaciones. D. Adecuación de tinas y conexión entre tanques. E. Traslado de peces.

autores (2022)

Material biológico empleado:

• **Vegetal**: se empleó el cilantro (*Coriandrum sativum* L.) de la variedad SG-300 Resistant, el cual se puso a germinar en espuma fenólica, tres semillas en cada cubo de espuma y cada cubo se colocaba en vasos de 3,3 oz. Este material se dejó en un lugar bajo techo y se regaba con agua todos los días hasta lograr la germinación. Entre los 7 y 12 días posteriores se observaron las primeras plántulas; a medida que iban germinando se colocaban en el sistema acuapónico, en su respectiva espuma y vaso perforado por la parte inferior, con el fin de que el agua humedeciera la espuma. Se realizó la medición de la germinación, altura de plantas, hojas verdaderas y presencia de raíz.

• **Animal**: se criaron ejemplares de tilapia roja (*Oreochromis* sp.), los cuales fueron trasladados desde el lago de pesca deportiva El Rodeo (ubicado en el km 2 de la vía La Marina-Ceilán). Se adquirieron 50 peces cuyo peso oscilaba entre 220 y 320 g para evaluar su crecimiento y aumento de peso durante la etapa de ceba. El transporte se realizó en un tanque de 1000 L equipado con sistema de aireación, el cual fue dividido en dos compartimentos iguales. Cada sección albergó 25 peces seleccionados al azar. El tanque se trasladó en una camioneta con volco, conectando la bomba de aireación a la batería del vehículo. Posteriormente, se registraron las medidas de peso y talla de los individuos.

Diseño experimental:

Se empleó un diseño completamente al azar, en donde se tuvo una única fuente de variación (semanas) y se midieron las variables altura, número de hojas verdaderas, porcentaje de germinación y calificación de raíz. Desde el punto de vista pecuario, se midieron las variables peso y talla.

En la parte hidropónica del sistema, se evaluaron cinco repeticiones, las cuales se nombraron como R1, R2, R3, R4 y R5 y corresponden a cada tubo del sistema compuesto por 29 plantas cada uno, mientras que en la parte acuícola se tienen dos repeticiones, las cuales se encuentran en el tanque de 1000 L que está dividido en dos partes y cada lado o tratamiento se le llamó R1 y R2 y en cada uno se evaluaron 25 peces. Los resultados de esta evaluación se compararon teniendo como base la producción tradicional del cilantro y de la tilapia roja, la evaluación tuvo una duración de tres semanas.

Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + \varepsilon_{ij}$$

donde

Y_{ij}: variable aleatoria que representa la respuesta de la unidad experimental asignada al tratamiento

μ: respuesta global promedio

α_i: efecto del tratamiento i sobre el promedio global

ε_{ij}: error aleatorio

Se utilizó el software estadístico R versión 4.2.1 para realizar el análisis de varianza y se consideró una significancia estadística de $p < 0,05$. Se realizó la prueba de Duncan para evaluar las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, con la cual también se consideró una significancia estadística de $p < 0,05$.

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

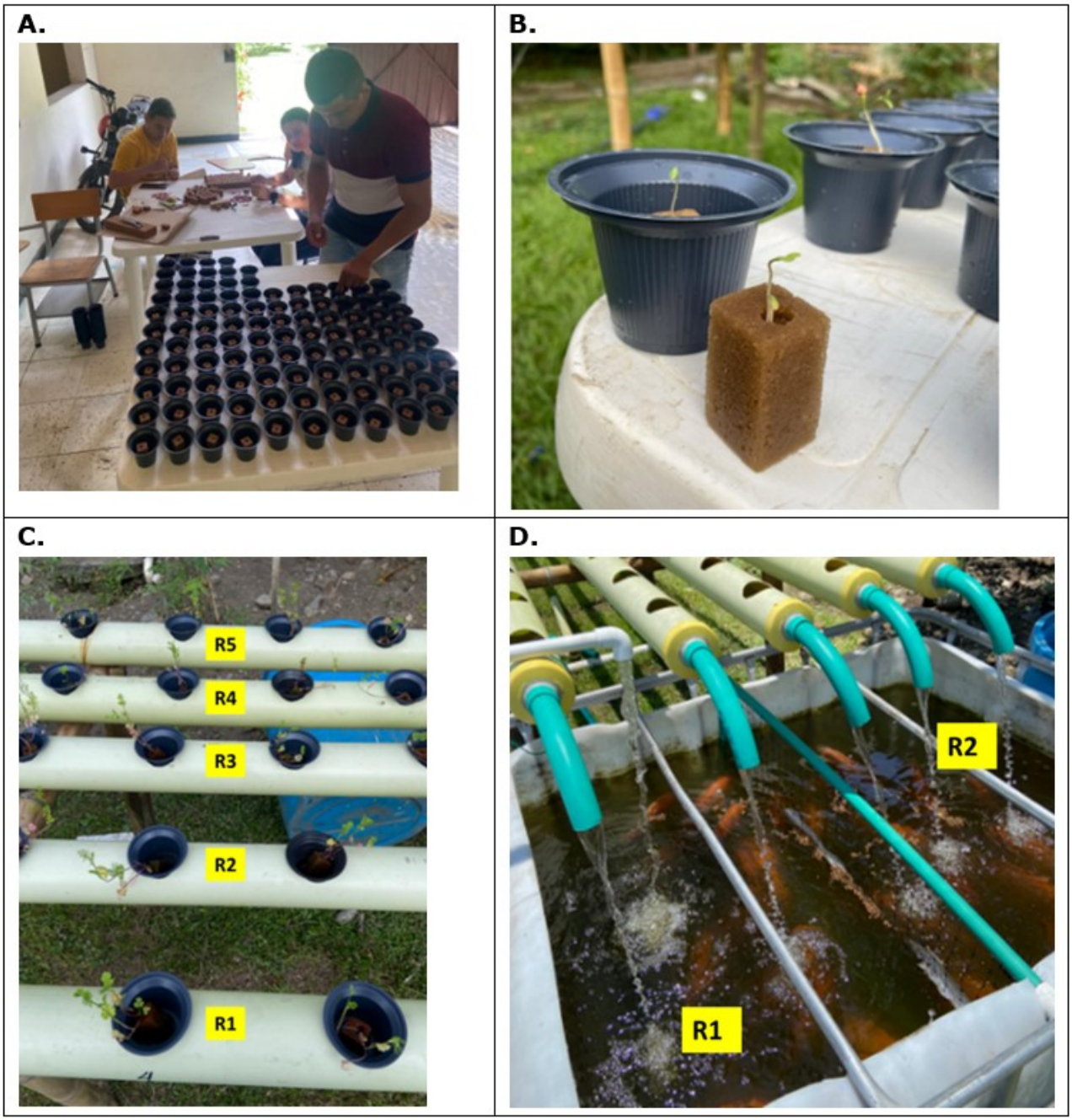

Figura 2.

Proceso de siembra y configuración del diseño experimental

Nota. En la figura se muestra: A. Proceso de selección de la semilla y siembra. B. Germinación de la plántula de cilantro. C. Repeticiones que se definieron en el diseño experimental. D. Salida del agua del sistema con las respectivas repeticiones.

autores (2022)

Parámetros de calidad del agua:

Dentro de los factores más importantes en el proceso de medición de la calidad de agua se encuentran: el pH es de gran importancia, ya que permite el desarrollo de plantas y bacterias, manteniéndose en rangos entre 6 y 6,5, y el nitrógeno total es importante en los ciclos de las especies animales y vegetales, ya que es parte de todas las proteínas (Somerville et al. 2022). Se midieron los diferentes parámetros fisicoquímicos del sistema acuapónico, nitritos, nitratos, amonio y pH, siguiendo las instrucciones para validaciones de los parámetros según el kit comercial Master Test de parámetros Api. Para los diferentes tipos de lecturas, el tubo se colocó en una zona bien iluminada sobre el fondo blanco de la carta. El color más parecido indica la concentración en amoniaco, nitritos, nitratos y pH. Los niveles de amoníaco se midieron utilizando un tubo de ensayo con 5 ml de agua del tanque de los peces. Se añadieron 8 gotas del frasco No. 1 de la solución de prueba de amoníaco (NH_3/NH_4^+) y, manteniendo el frasco en posición vertical, se agregaron 8 gotas del frasco No. 2 de la misma solución. Luego, se colocó el tapón en el tubo de ensayo y se agitó vigorosamente durante 5 segundos. Se dejó reposar durante aproximadamente 5 minutos para permitir el desarrollo del color. Finalmente, se comparó el color de la solución con la carta de colores Ammonia Color Chart.

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

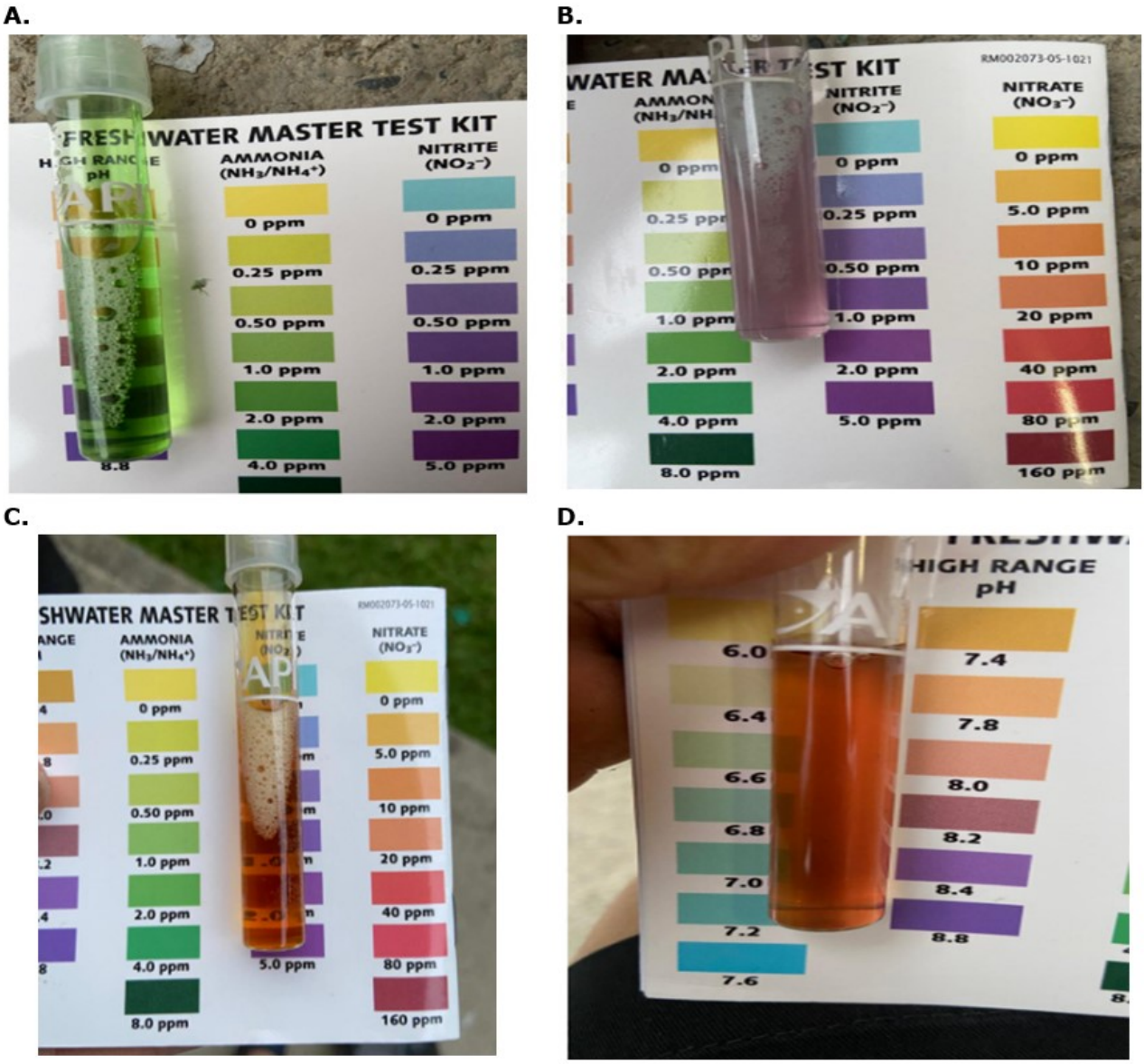

Figura 3.

Medición de nitritos, nitratos, amonio y pH

Nota. En la figura se muestra: A. Medición de amonio. B. Medición de nitritos del agua. C. Medición de nitratos. D. Medición de pH. Haciendo uso del Test KIT.

autores (2022).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación del crecimiento morfológico del cultivo del cilantro

Se realizó la medición del número de plantas germinadas por cubo, altura de la planta, número de hojas verdaderas y se determinó una calificación para la raíz, donde 0 es crítico o no se observa raíz y 5 es raíz totalmente formada. Para el seguimiento se seleccionaron 10 plantas aleatorias por cada tratamiento y estas fueron evaluadas durante tres semanas. Las plantas de cilantro llegaron a una altura máxima de 16 cm, lo cual indica que estas no llegaron a su madurez fisiológica. Dentro de las observaciones y mediciones realizadas, se pudo establecer que el sistema radicular no presentaba raíces secundarias espesas y esto pudo ocasionar que la planta no lograra absorber la cantidad de nutrientes necesarios para su buen desarrollo; adicional a esto, las plantas solo vivieron veinte días después de la siembra. Normalmente, cuando se cultiva esta especie vegetal se busca que el pH se encuentre entre 6,2 y 6,8 y suelos con buen drenaje, los resultados obtenidos en este estudio con relación a los valores de pH son de 7,4 a 8,0 estos resultados se encuentran por encima de los rangos que la planta requiere para su óptimo desarrollo fisiológico. Según los estudios realizados en sistemas acuapónicos, la disponibilidad de macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, esenciales para el crecimiento foliar y radicular, se mantienen en rangos de pH de 6 y 6,5 y en este rango se evita la toxicidad por micronutrientes como hierro y manganeso (Santos da Costa, 2022).

En las figuras 4, 5 y 6 se presenta lo relacionado con los parámetros evaluados en la planta.

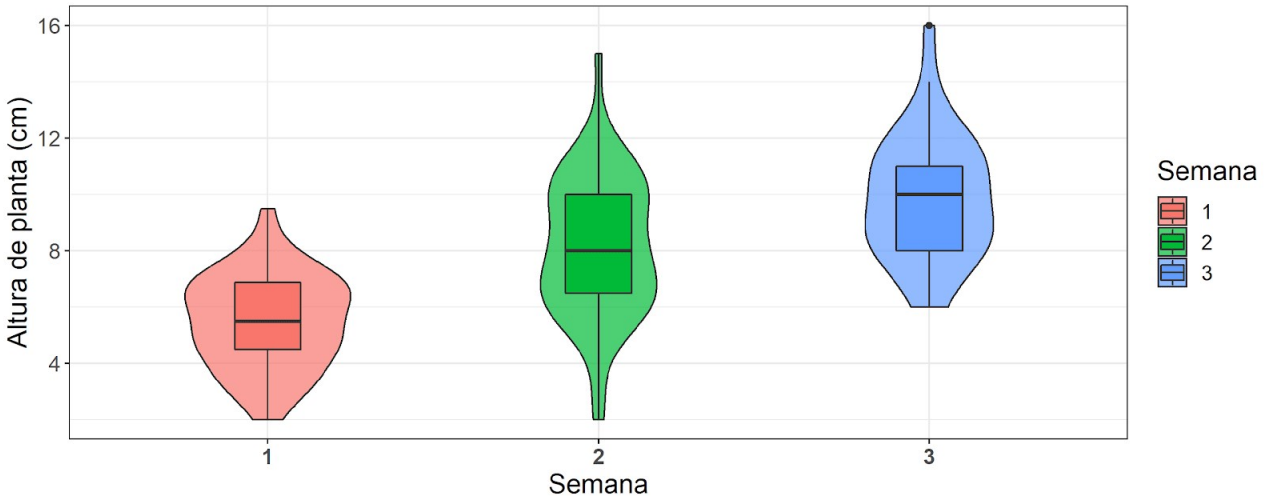

Figura 4.

Determinación de la altura de la planta del cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

Nota. En la figura se presenta el proceso de crecimiento del cilantro en el sistema acuapónico, con relación a la altura no existen diferencias significativas

autores (2022)

Durante el proceso de crecimiento y desarrollo se observó que la aparición de las primeras hojas ocurrió durante los 15 días después de la siembra, estas hojas presentaban un color verde opaco y, adicionalmente, el crecimiento radicular en las plantas fue mínimo. Debido a esto, en la segunda y tercera semana de medición se observaron en las hojas verdaderas clorosis, lo que puede ocasionar la muerte de la planta, este proceso puede deberse a un mal drenaje, raíces compactadas, la alcalinidad y la mala nutrición de la planta, entre otras (Diederichsen et al., 2020). Debido a que en esta investigación se trataba de analizar el crecimiento de las plantas de cilantro asociado al sistema de producción de tilapia, se puede establecer que la siembra realizada en espuma fenólica diseñada para la germinación pudo afectar el desarrollo radicular de la planta, actuando

posiblemente como una aislante en la asimilación de nutrientes y retención del crecimiento de la raíz para este tipo de cultivos, lo que género que estas no pudieran realizar la absorción de nutrientes necesarios que permitieran la generación de hojas verdaderas y el buen crecimiento de la planta (Hernández, 2024). Sin embargo, entre la segunda y tercera semana no se observaron diferencias significativas, lo cual puede atribuirse al inicio del proceso de germinación de las semillas y a la identificación de las hojas verdaderas a partir de la segunda semana (Figura 5).

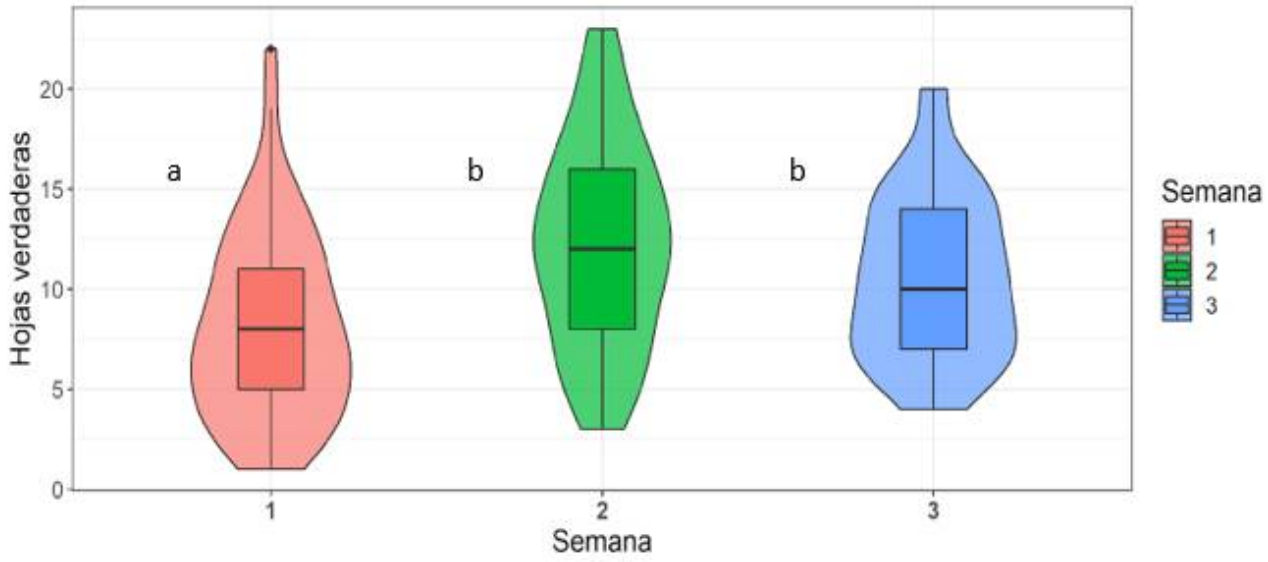

Figura 5.
Hojas verdaderas del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) después de la primera, segunda y tercera semana de germinado
Nota. En la figura se muestra la presencia de hojas verdaderas observadas en el proceso de investigación, las letras indican la existencia o no de las diferencias significativas.
autores (2022)

En la presencia de la raíz en las plantas de cilantro, el valor máximo obtenido en la escala de la valoración fue de 2, lo que indica que el desarrollo de las plantas en el sistema acuapónico fue insuficiente, debido a una escasez o falta de absorción de nutrientes, ocasionada por la ausencia de raíz formada en la espuma; por lo general, el cilantro es una especie aromática que se cultiva empleando como sustrato suelo con buena disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros (Leal, 2018). Sin embargo, en el proceso acuapónico se trata de establecer la relación entre especies vegetales y animales para tener una doble producción. Generalmente, en la literatura se encuentra con hortalizas como la lechuga, y la investigación con otras especies es mínima. Sin embargo, se resalta que los valores de pH, nitratos, nitritos y amonio idóneos para el desarrollo de las plantas deben encontrarse entre 6 y 6,5, 40-80 ppm, < 0,50 ppm, ≤8 ppm, respectivamente. En este estudio, los resultados para estos factores son superiores, lo que incide de forma directa en el crecimiento de la planta (Santos da Costa, 2022). No existen diferencias significativas ($P > 0,05$) en el desarrollo y crecimiento de la raíz (ver figura 6).

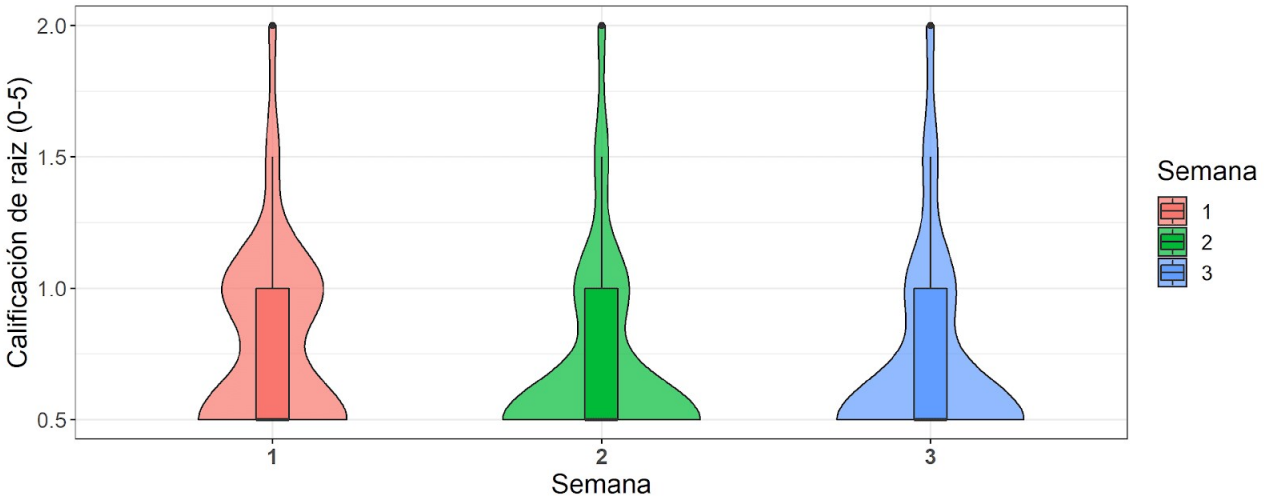

Figura 6.
Calificación del sistema radicular del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) después de la primera, segunda y tercera semana de germinado
Nota. En la figura se presentan los resultados de la medición realizada en cuanto a la presencia de la raíz
autores (2022)

Con relación al promedio del porcentaje de germinación de la semilla de cilantro, la cual se cuantificó tomando las 290 semillas de la siembra, se observó que la germinación de la semilla fue del 60 % en un tiempo de siete días. Por lo general, de forma comercial se establece que las semillas catalogadas de buena calidad se encuentran entre 75 % y 80 % de germinación, empleando como sustrato el suelo; sin embargo, en esta investigación se obtuvo porcentaje menor a esta categoría, lo que genera un desarrollo o vigor débil y dificulta la expresión vegetativa esperada y su óptimo crecimiento (Zapata, 2016). Con relación a las hojas verdaderas no existen diferencias significativas esto se debe a que una vez inició el proceso de germinación de las semillas y se identificaron las hojas verdaderas a partir de la segunda semana, las plantas iniciaron el proceso de marchitamiento prematuro, debido a la formación de las raíces y falta de absorción de nutrientes, lo que permitió que la planta no llegara a establecerse como lo haría empleando como sustrato el suelo.

Análisis de crecimiento de la tilapia roja

Se evaluó la ganancia de peso y la talla por semana, haciendo uso de una báscula y una cinta métrica durante tres semanas, esto debido a que es el máximo rango de vida de las plantas asociadas en el sistema; se eligieron 14 peces al azar. En la figura 7 se puede observar que para la primera semana los peces tenían peso promedio de 340 g y para la tercera semana presentaban un valor aproximado de 390 g, lo que representa una ganancia de 2,4 g/día. Cabe resaltar que para esta investigación se emplearon tilapias que exhibían un rango de edad de 6 a 8 meses, por lo que ya se encontraban en la etapa de engorde. Estos datos concuerdan con los encontrados por García (2012), en donde para la tercera semana de vida los individuos mostraban un peso de entre 300 y 350 g. Los peces fueron alimentados con concentrado de tipo comercial empleado para el

engorde; se suministraban 18 g tres veces al día. Según Quijije (2021) se determinó que, entre los 6 y 8 meses, los peces deben tener un peso de 337 g. Entre los meses 7 y 9 los peces deben tener un peso de alrededor de 393 g. Por lo que las tilapias evaluadas se mantuvieron en los pesos adecuados para el proceso productivo en el tiempo de duración del proceso investigativo que fue de tres semanas. Se puede establecer que existen diferencias significativas estadísticamente en los valores del peso entre las semanas uno y tres. Sin embargo, no se pudo establecer cuál era la incidencia del cultivo del cilantro en el crecimiento y desarrollo de la tilapia roja.

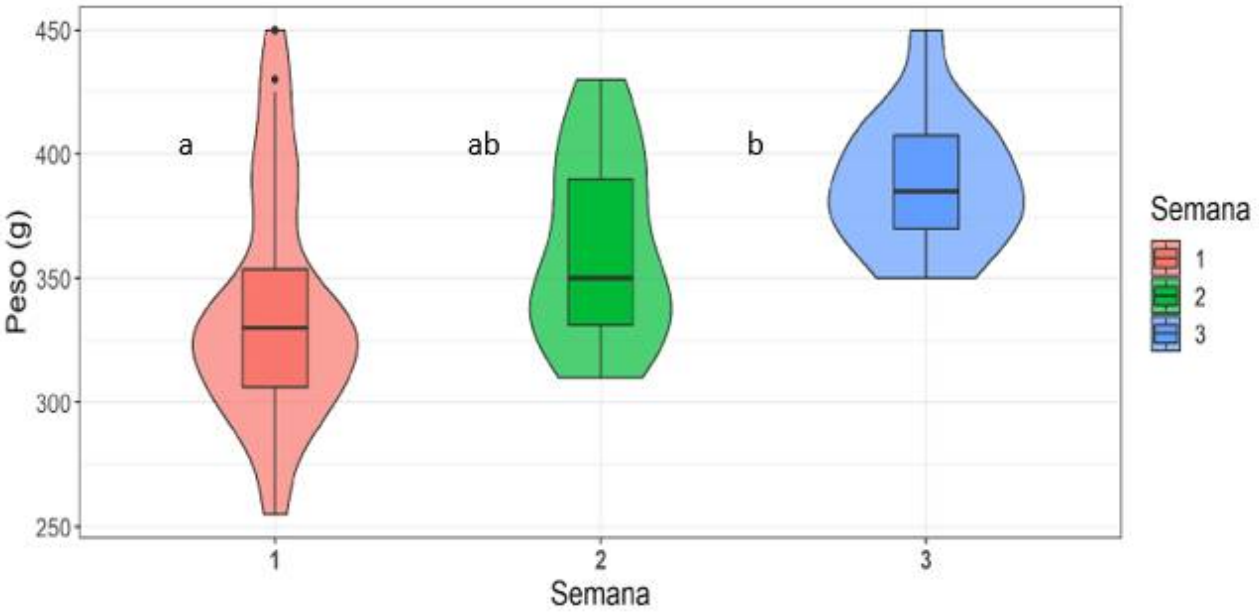

Figura 7.
Peso de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.) entre los 6 y 8 meses de edad durante las tres semanas de evaluación
Nota. En la figura se muestra el peso de la tilapia roja (*Oreochromis* SP.) durante las tres semanas en las que se realizó la medición
autores (2022)

Para la determinación de la talla, al iniciar la medición de la longitud de los peces se tenía una longitud de 22 cm. En la primera semana, la longitud promedio de los peces era de 25 cm, ya para la tercera semana se registra una longitud promedio de 28 cm. Se puede establecer que el crecimiento de los peces está en 2 cm en promedio por semana para los de menor longitud, mientras que los de mayor talla presentaron un crecimiento de 1 cm por semana; de igual manera esto indicó que tuvieron un crecimiento exponencial. En la comparación realizada con la prueba de Duncan se puede observar que existen diferencias significativas en el crecimiento de los peces entre la semana uno y la tres, como se muestra en la figura 8.

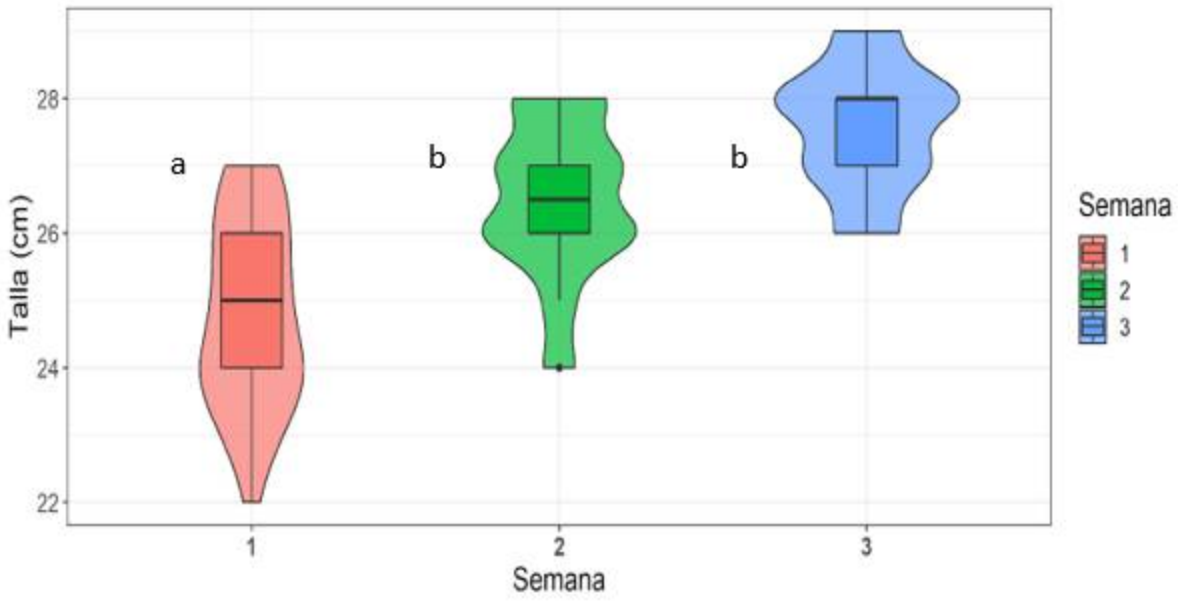

Figura 8.
Talla de la tilapia roja (*Oreochromis* sp.) entre los 6 y 8 meses de edad durante las tres semanas de evaluación
Nota. En la figura 12 se muestra la determinación de la talla de la tilapia roja (*Oreochromis* SP.) en el sistema acuaponía.
autores (2022)

Con relación a la ganancia de peso se tiene un valor de 2,4 g. En los sistemas acuapónicos para la producción de tilapia roja, empleando como especie vegetal plantas de lechuga, se evidenció que la ganancia de peso varía entre 0,48 y 0,66 g/día, estos valores base están dados bajo el estudio realizado en un cultivo acuapónico con lechuga, donde las dos especies presentaron un comportamiento y desarrollo normal (Quijije, 2021). Sin embargo, en esta investigación no se logró establecer la relación planta-animal, por lo que la ganancia de peso diario se debe únicamente a la alimentación suministrada.

Parámetros de la calidad de agua

Desde el comienzo de la investigación se midieron los diferentes parámetros fisicoquímicos del sistema acuapónico, nitritos, nitratos, amonio y pH, siguiendo las instrucciones para validaciones de los parámetros según el kit comercial. Para los diferentes tipos de lecturas, el tubo se colocó en una zona bien iluminada sobre el fondo blanco de la carta. El color más parecido indica la concentración en amoniaco, nitritos, nitratos y pH. Estos resultados se visualizan en la figura 3. En la comparación realizada con la prueba de Duncan se puede observar que existen diferencias significativas en los rangos de amonio en las tres semanas; en los valores de los nitritos se puede establecer que existen diferencias significativas estadísticamente en los valores obtenidos entre las semanas 1 y 3; en los rangos de nitratos de la semana 1 y la 3 el pH de las tres semanas se mantuvo igual.

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

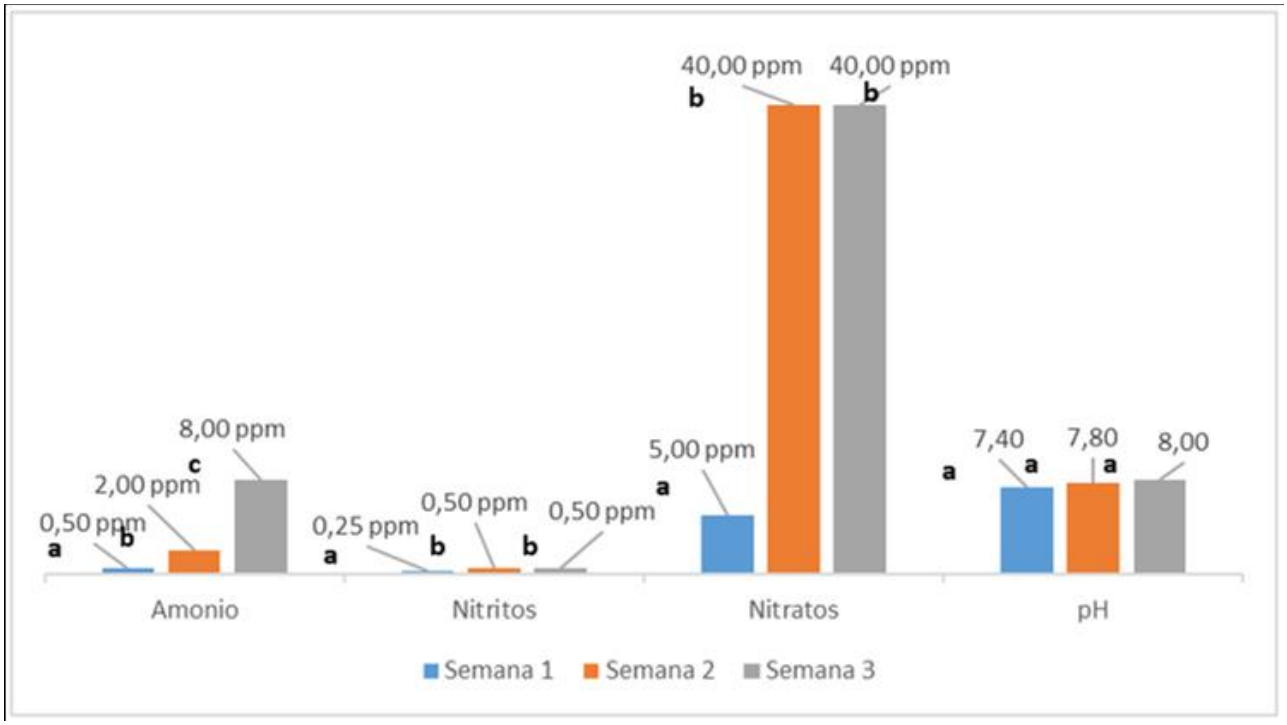

Figura 9.

Parámetro de calidad de agua del sistema acuapónico cada semana durante la evaluación

Nota. En la figura se muestra el consolidado de los parámetros evaluados en el sistema acuapónico (las letras a, b y c representan las diferencias significativas encontradas con la prueba de Duncan).

autores (2022).

4. CONCLUSIONES

Los sistemas acuapónicos se presentan como una solución innovadora y sostenible para la producción de alimentos, ofreciendo múltiples beneficios en términos de soberanía alimentaria y desarrollo económico. La capacidad de cultivar simultáneamente especies vegetales y animales en un mismo espacio es una ventaja significativa; sin embargo, el éxito de estos sistemas depende, en gran medida, del manejo adecuado de variables como el amonio y los nitratos. Un control riguroso de estos parámetros es esencial para maximizar el rendimiento y asegurar un equilibrio óptimo entre las plantas y los animales.

La propuesta de investigar la germinación del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en un sustrato inerte antes de su trasplante al sistema acuapónico abre nuevas oportunidades para mejorar la producción vegetal, ya que como se evidencia en esta investigación no fue posible que las plantas se desarrollaran por completo. Además, es imperativo realizar un análisis exhaustivo de la calidad del agua utilizada en el sistema, incluyendo la medición de amonio, nitritos y otros elementos, así como el oxígeno disuelto. Estos análisis contribuirán a garantizar un entorno saludable para el cultivo.

Los resultados preliminares indican un rendimiento adecuado en la producción de tilapia roja (*Oreochromis* sp.), mientras que el cilantro no mostró un desarrollo satisfactorio, debido a problemas en la absorción de nutrientes. Esto resalta la importancia de explorar alternativas más efectivas para la germinación del cilantro, asegurando así que ambos componentes del sistema acuapónico puedan prosperar.

LITERATURA CITADA

Agronegocios. (2015, julio 9). *Piscicultura en Colombia crece a un promedio anual de 7%*. https://www.agronegocios.co/ganaderia/piscicultura-crece-a-un-promedio-anual-de-7-2621457

Cámara de Comercio de Bogotá. (2020). *Manual de lechuga*.

Castañeda-Álvarez, F. R. y Mendoza-Palacios, B. C. (2014). *Criterios metodológicos para la definición de sistemas de captación de aguas con base en lluvia horizontal*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Bogotá Colombia]. Repositorio UCATOLICA. https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1748

Diederichsen, A., Banniza, S., Armstrong-Cho, C. & Sander, T. (2020). *Coriandrum sativum* L.–Coriander. *Medicinal, Aromatic and Stimulant Plants*, 265-281.

García, A., Tume, J. y Juárez, V. (2012). Determinación de los parámetros de crecimiento de la tilapia nilótica (Orechromis niloticus) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. *Revista Científica Ciencia y Desarrollo*, (15)2. https://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/article/view/1127/0

Hernández, R. (2024). *Acuaponía: peces, plantas y ecosistemas productivos*. https://repebis.upch.edu.pe/articulos/cienc.desarro/v15n2/a5.pdf

Jiménez, J. (2012). Sistemas de recirculación en acuicultura: una visión y retos diversos para Latinoamérica. *Revista Industria Acuícola*, (8)2, 6-10.

Krastanova, M., Sirakov, I., Ivanova-Kirilova, S., Yarkov, D., & Orozova, P. (2022). Aquaponic systems: biological and technological parameters. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 36(1), 305-316. https://doi.org/10.1080/13102818.2022.2074892

Leal, K. (2018). *Mejoramiento genético para la obtención de poblaciones de cilantro (Coriandrum sativum L.)*. Universidad Nacional Colombia Sede Palmira. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68863

López, J. (2019). *Cultivo acuapónico - guía especializada*. https://cifalmalaga.org/wp-content/uploads/2020/04/2019.11.07-LIBRO-ACUAPONIA.pdf

Lucia, O. (2017). *La acuaponía como recurso didáctico transversal*. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral. https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1953/7.2.5.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018, mayo 25). ¿Cómo alimentar a la humanidad? https://www.wwf.org.co/?328410/Como-alimentar-a-la-humanidad#:~:text=La%20Organizaci%C3%B3n%20de%20las%20Naciones,satisfacer%20sus%20requerimientos%20nutricionales%20

Quijije, M. (2021). *Evaluación de cuatro densidades de tilapia roja (Oreochromis sp. A. Smith) durante la etapa de alevinaje mediante la técnica de acuaponía*. Universidad de las Fuerzas Armadas. https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8ec28536-fbe1-41b6-8dac-34f2ead0495c/content

Santos da Costa, J. A., Sterzelecki, F. C., Natividade, J., Furtado Souza, R. J., Caetano de Carvalho, T. C., Correia de Melo, N. F. A., Kennedy Luz, R. & Almeida Palheta, G. D. (2022). Residue from Açai Palm, Euterpe oleracea, as Substrate for Cilantro, Coriandrum sativum, Seedling Production in an Aquaponic System with Tambaqui, Colossoma macropomum. *Agriculture*, 12(10), 1555. https://doi.org/10.3390/agriculture12101555

AmeliCA Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica
PDF generado a partir de XML-JATS4R

Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Medio Ambiente [SEDAMA]. (2020). Programa Agropecuario Municipal periodo: 2020-2023. https://tulua.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=visorpdf&file=https%3A%2F%2Ftulua.gov.co%2Floader.php%3FlServicio%3DTools2%26lTipo%3Ddescargas%26lFuncion%3DexposeDocument%26idFile%3D345%26tmp%3D74f16ba471898de32cb4f324e2631455%2

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. y Lovatelli, A. (2022). *Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala - Cultivo integral de peces y plantas*. FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura, 589. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2eff5ca4-c831-423e-ba37-47b7882e3ca0/content

Zapata, A. (2016). *Generación de poblaciones élites para la obtención de un nuevo cultivar de cilantro Coriandrum sativum L. a partir de selección recurrente*. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Información adicional

FINANCIAMIENTO: No aplica
CÓMO CITAR: Rojas, H., Mejía, J., Lamus, V., Cabezas, L. y Leal, K. (2025). Evaluación de la producción de cilantro (*Coriamdrum sativum* L.) y tilapia roja (*Oreochromis* sp.) como una alternativa a los procesos de producción agropecuaria en un sistema acuapónico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 16(2), 241 - 259. https://doi.org/10.22490/21456453.8778
CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA: **Autor 1**: metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización. **Autor 2**: metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización. **Autor 3**: escritura, borrador original, revisión y edición. **Autor 4**: escritura, borrador original, revisión y edición. **Autor 5**: concepción, diseño, metodología, investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, revisión y edición.
CONFLICTO DE INTERESES: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Enlace alternativo

https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/issue/archive (html)
https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/issue/archive (pdf)

AmeliCA

Disponible en:
https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/130/1305315011/1305315011.pdf

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA
Ciencia Abierta para el Bien Común

Héctor Fabio Rojas Bermúdez, Jhon Freddy Mejía Gómez, Valentina Lamus Molina, Luisa Fernanda Cabezas Burbano, Karol Andrea Leal Vásquez

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CILANTRO (*Coriamdrum sativum* L.) Y TILAPIA ROJA (*Oreochromis* sp.) COMO UNA ALTERNATIVA A LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN UN SISTEMA ACUAPÓNICO

EVALUATION OF THE PRODUCTION OF CILANTRO (*Coriandrum sativum* L.) AND RED TILAPIA (*Oreochromis* sp.) AS AN ALTERNATIVE TO AGRICULTURAL PRODUCTION PROCESSES IN AN AQUAPONIC SYSTEM

Revista de Investigación Agraria y Ambiental
vol. 16, núm. 2, p. 241 - 259, 2025
Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia
riaa@unad.edu.co

ISSN: 2145-6097
ISSN-E: 2145-6453

DOI: https://doi.org/10.22490/21456453.8778

https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/about

CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE
Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.