

*Artículo de Investigación***Evaluación de un sistema acuapónico en la granja integral del PEAMA Sumapaz**

Evaluation of an aquaponic system in the integral farm of the PEAMA Sumapaz

Palacios-Morales, L.Estudiante de ingeniería agrícola. Universidad Nacional de Colombia.
Bogotá-Colombialpalaciosm@unal.edu.co**Paulín-Barragan, J.**Estudiante de medicina veterinaria. Universidad Nacional de Colombia.
Bogotá-Colombiajpbarragan@unal.edu.co**González-Lasso, V.**Estudiante de ingeniería agronómica. Universidad Nacional de Colombia.
Bogotá-Colombiavgonzalezl@unal.edu.co**Peñuela-Garzón, E.**Estudiante de zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.
Bogotá-Colombiaepenuelag@unal.edu.co

Fecha de envío: 30/09/2018

Fecha de revisión: 10/10/2018

Fecha de aprobación: 20/11/2018

DOI: 10.25054/22161325.2509

Resumen

Se evaluó el crecimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio*), lechuga (*Lactuca sativa*) y espinaca (*Spinacia oleracea*) durante 12 semanas, incorporando el suministro de tres dietas alimenticias. Se usaron tres tanques, en los cuales se depositaron 28 peces, 20 plantas de lechuga, 20 de espinaca, para cada tanque y adicionalmente se sembraron testigos de las plantas para tener un grupo control. Las dietas se manejaron con concentrado y lenteja de agua (*Lemna minor*), en concentraciones de 100% concentrado, 70% concentrado y 30% lenteja, y 50% concentrado y 50% lenteja. Cada semana se midió la longitud, ancho y peso de los peces, en las plantas la altura y el número de hojas y en el agua la cantidad de amonio, nitritos, nitratos, pH y temperatura. Al final del proyecto experimental se evidenció, que no hubo diferencias considerables en el crecimiento de los peces, sin embargo, los peces del tanque 3 tuvieron una longitud de 0.24 cm en promedio de diferencia con el tanque 1. El tanque 1 permitió que el número de hojas y altura de la lechuga tuviera unas diferencias significativas en relación con el grupo control y las plantas de espinaca se desarrollaron mejor en el grupo control que en las plantas del sistema acuapónico.

Palabras clave: sistema acuapónico; carpa común; lenteja de agua; espinaca; grupo control.

Abstract

Was evaluated the growth of the common carp (*Cyprinus carpio*), lettuce (*Lactuca sativa*), spinach (*Spinacia oleracea*) during 12 weeks, incorporating the supply of three alimentary diets. Were used three tanks, in which they were deposited 28 fishes, 20 plants of lettuce, and 20 plants of spinach, for each tank and additionally were planted a control group of this plants. The diets were handled with concentrated food and duckweed (*Lemna minor*), in concentrations of 100% concentrated, 70% concentrated and 30% duckweed, and 50% concentrated and 50% duckweed. Weekly it was measured the longitude, width and weight of the fishes, in the plants the heights, number of leaves and in the water the quantity of ammonium, nitrite, nitrate, pH and temperature. At the end of the experimental project was evident, that there were no considerable differences in the growth of the fishes, nevertheless the fishes of three tank they had a longitude of 0.24 cm on average with tank 1. The one tank allowed that the number of leaves and height of the lettuce to have a significant difference in relation with the control group and the plants of the spinach were better developed in the control group that in the plants of aquaponic system.

Keywords: aquaponic system; common carp; duckweed; spinach; lettuce; control group.

1. Introducción

En Colombia en el año 2006 la acuicultura aportó un 47% del suministro mundial de peces para la alimentación, a diferencia de la producción pesquera que a mediados de 1980 disminuyó su producción (Carrascal, 2011). En producciones acuícolas, la carpa tiene algunos antecedentes en Colombia, la cual ha sido baja en comparación con producción de otras especies como la tilapia, cachama y langostinos. Para la producción de este pez se puede hacer uso de la acuaponía la cual es un tipo de producción sostenible que integra un sistema de acuicultura con un sistema hidropónico en una misma producción. Donde los peces se producen en estanques y las plantas no necesitan de suelo para su desarrollo. En términos generales una producción acuapónica consiste principalmente en generar un sistema en el cual los desechos orgánicos producidos por algún organismo acuático son convertidos, gracias a la acción bacteriana, en nitratos y otros componentes, que sirven como fuente de alimento para plantas (Hussain, *et al.*, 2015).

Para el buen funcionamiento del sistema acuapónico se debe tener en cuenta la calidad del agua, la cual es el medio en el cual se transportan todos los macros y micro nutrientes esenciales para las plantas y en el caso de los peces para recibir oxígeno (FAO, 2014). En el sistema acuapónico se pueden tener diferentes especies de peces y

plantas. En relación a los peces, se puede tener la carpa común (*Cyprinus carpio*) que es un pez omnívoro, gracias a su tipo de alimentación sus necesidades nutricionales son poco exigentes, lo que le otorga gran tolerancia en cuanto a variedad de condiciones ambientales (FAO, 2010). En cuanto a las plantas, la lechuga es una hortaliza que no requiere de tantos nutrientes para el crecimiento, sus condiciones ambientales son las temperaturas que oscilan entre los 5°C y 30°C y un pH entre los 6.7-7.4 (Corpoica, 2016); la espinaca, por su lado necesita altos contenidos de nitrógeno para su crecimiento, requiere temperaturas entre los 14 °C y los 18°C y un pH entre 5.5-6.8 (Jiménez, 2010). Por otro lado, en el sistema acuapónico se pueden suministrar dietas alternativas para el alimento de los peces, en este caso, se decide usar la lenteja de agua la cual es una planta macrófita acuática que se puede usar como alimento para animales, pues contiene alrededor del 43% de proteína (Arroyave, 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, se decide realizar un sistema acuapónico en Nazareth Sumapaz para crear una alternativa de producción en la región y de esta manera mitigar los monocultivos que existen. Para esto se propone la evaluación del crecimiento de la lechuga, espinaca y carpa común en un sistema acuapónico con la implementación de la lenteja de agua como dieta alternativa.

2. Materiales y métodos

El experimento se realizó en bajo invernadero con un espacio de 30 m² y con instalación eléctrica para el funcionamiento del sistema de acuaponía. Dicho sistema contó con: 3 estanques de 600 litros que se llenan hasta 500 litros de capacidad, tres (3) bombas de recirculación de agua, un (1) aireador de ocho (8) salidas para brindar oxígeno al agua y con tubería horizontal para la siembra de las plantas. También, se tuvo in kit de agua para las pruebas de calidad de agua y termómetros para medir la temperatura del agua.

2.1 Peces

En relación a los peces, se sembraron 28 animales de 3 cm por cada estanque. A cada estanque se le suministró una dieta, la primera con 100% concentrado, la segunda con 50% concentrado y 50% *Lemna minor*, y la tercera con 70% concentrado y 30% *Lemna minor*. Para ver la eficacia de la dieta se tomaron los datos de peso, longitud y ancho una vez a la semana.

2.2 Plantas

En cuanto a las plantas se hizo la siembra

en tubos de PVC de 1 m. de largo y dos (2) pulgadas de ancho, cada tubo tiene adaptada una espuma que sirve como base para las raíces de las plantas. Se sembraron 40 plantas por sistema, 20 correspondientes a lechuga y otras 20 a espinaca. Para ver las diferencias en el crecimiento de las plantas se hizo la toma de datos de altura y número de hojas una vez por semana. Simultáneamente se estableció una siembra en suelo para comparar cual producción es mejor.

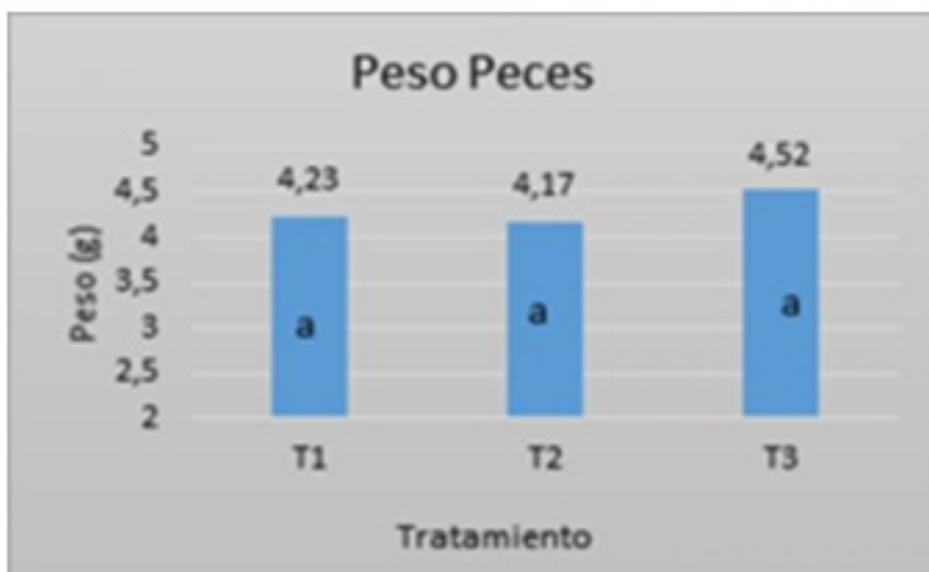
2.3 Calidad de agua

Se realizó la prueba de calidad de agua midiendo la cantidad de nitritos, nitratos, amonio, pH y temperatura. Las pruebas de calidad de agua se hicieron según las indicaciones del kit freshwater master kit test (API, 2014)

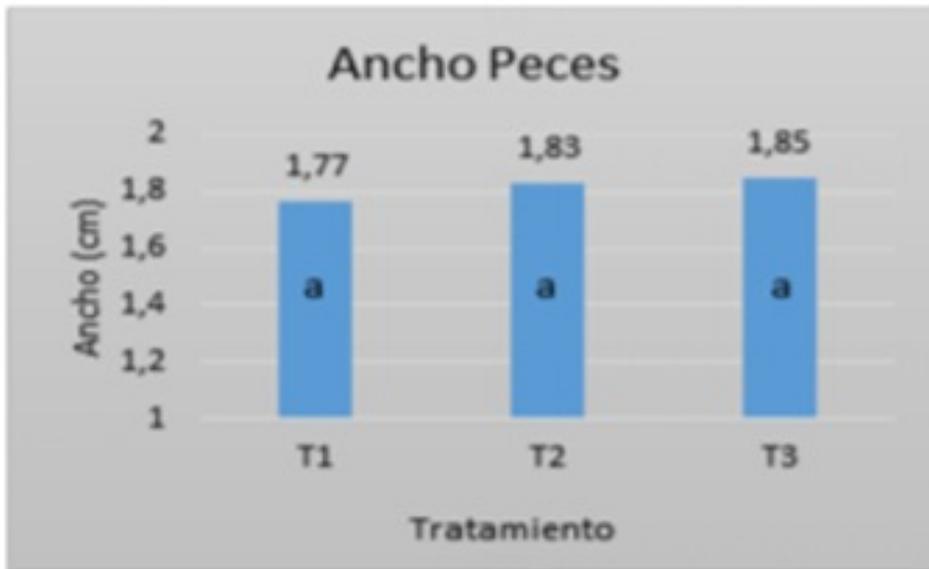
3. Resultados y discusión

3.1 Peces

En las siguientes Gráfica 1 y 2, se observan las medias de peso y ancho respectivamente para cada uno de los tratamientos.



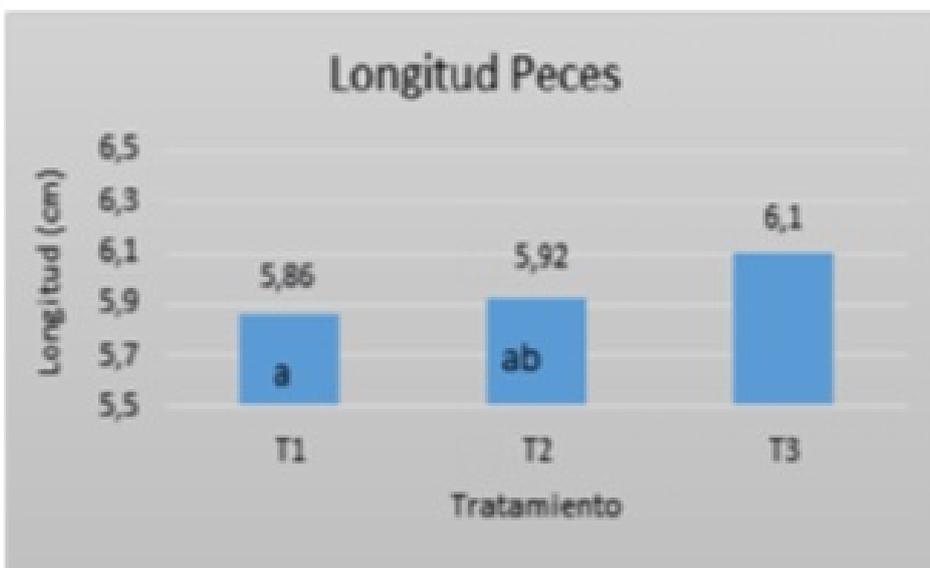
Gráfica 1. Peso de peces



Gráfica 2. Ancho de peces

En las gráficas 1 y 2, no se evidencian diferencias significativas entre los tratamientos. En la gráfica 3 se presentan las medias de la longitud de los peces por cada uno de los tratamientos, se puede evidenciar que se presentan diferencias significativas

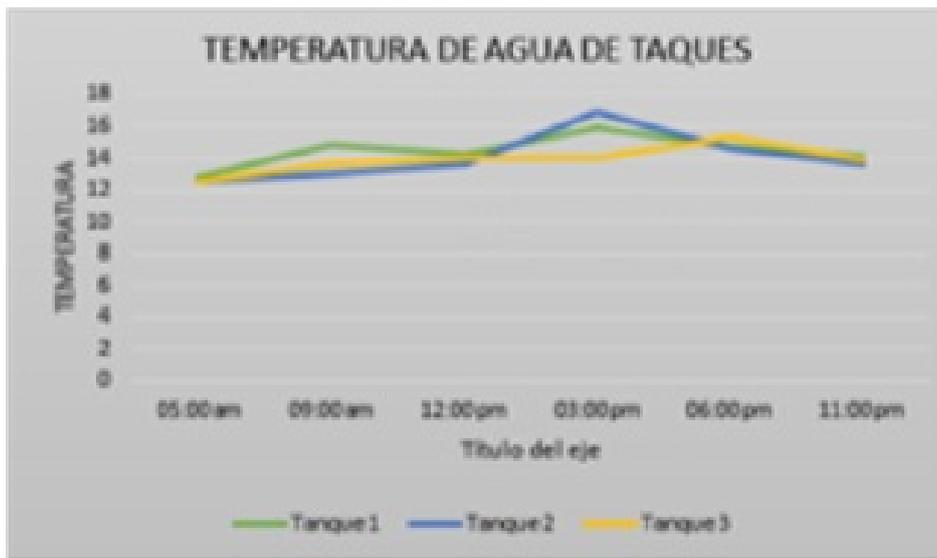
entre los tratamientos, siendo el T3 diferente en 0.24 cm con el T1, el T1 es estadísticamente igual al T2 y éste último, estadísticamente igual al T3.



Gráfica 3. Longitud de peces

En la gráfica 4 se observa el comportamiento de la temperatura del agua en cada uno de los tanques. Se evidencia que temperatura se mantiene

estadísticamente igual, registrando valores máximos de 17°C y en promedio entre 12°C y 13°C.



Gráfica 4. Temperatura del agua en los tanques

En relación al crecimiento de los peces se dice que no presentaron un crecimiento óptimo ya que en el transcurso del experimento se registraron temperaturas entre 12 °C y 17 °C causando de esta manera una disminución en el consumo de alimento ya que según la FAO (2014) las condiciones ideales de temperatura deberían de estar entre los 22 °C y 32°C. Por otro lado, se presentó un promedio

longitud de todos los animales de 5.96 cm durante tres meses y reportes de por sí indican que los animales deberían de estar en promedio de 7.1 cm de longitud total.

3.2 Plantas de lechuga



Gráfica 5. Cantidad hojas lechuga



Gráfica 6. Altura de lechuga

En la gráfica 5 se observan las medias de cantidad de hojas en cada uno de los tratamientos. Donde el T1 tiene una diferencia en cantidad de hojas de 7.68 en relación con el T4, 1.82 con el T2 y de 3.08 con el T3. En la gráfica 6 se observan las medias de cada uno de los tratamientos en relación a la altura de la Lechuga. Donde el T1 es estadísticamente igual al T2, tiene una diferencia de 2.55 cm con el T3 y de 4.39 cm con el T4.

3.3 Plantas espinaca

En la gráfica 7 se puede evidenciar que los datos son estadísticamente iguales, es decir, entre los tratamientos no se presentan diferencias significativas. Por otro lado, en la gráfica 8 se evidencia que el T4 tiene diferencia de 8.58 cm con T1, 8.08 cm con T2 y 7.68 cm con T3, presentando de esta manera el mejor crecimiento el testigo



Gráfica 7. Cantidad hojas espinaca



Gráfica 8. Cantidad altura espinaca

3.4 Calidad de agua

Durante el experimento se realizaron pruebas de calidad de agua para conocer si estaban dentro de las condiciones ideales para el crecimiento de los peces y plantas. La siguiente tabla (1) muestra

la información de las pruebas realizadas a cada uno de los tanques durante el experimento. En la tabla se registran los promedios de cada parámetro analizado.

Tabla 1. Calidad de agua

Tanque	Nitrato	Nitrito	Amonio	pH
1	0	0	2	7,2
2	0	0	0,5	7,2
3	0	0	0,5	7,2

En los análisis de agua no se muestran cantidades de nitritos y nitratos por la alta recirculación del agua y la absorción constante de los nutrientes por la plantas, causando de esta manera la deficiencia de nutrientes para el crecimiento de las plantas, principalmente en la espinaca ya que como se observa en la gráfica 8 las plantas de sistema acuapónico no crecieron de la mejor manera ya que estas requiere grandes concentraciones de nitrógeno el cual no estuvo presente en las cantidades adecuadas para el sistema. En relación a la lechuga se observa que crece bien ya que esta es una hortaliza que no requiere tantos nutrientes.

4. Conclusiones

Los peces presentaron crecimiento sin diferencias significativa de acuerdo a las dietas suministradas, lo que fue originado, principalmente, por las bajas temperaturas de cada uno de los tanques causando un crecimiento más lento en los animales. Las plantas de espinaca presentaron mejor crecimiento utilizando suelo como sustrato en comparación al sistema acuapónico, viéndose reflejado en el tratamiento número 4 donde las plantas obtuvieron un mayor crecimiento. Se dice que esto ocurrió porque las plantas del testigo no tuvieron una competencia que les impidiera absorber todos los

nutrientes necesarios como lo es el nitrógeno, teniendo en cuenta que la espinaca es una planta muy exigente. Los parámetros físicos-químicos de la calidad del agua que se midieron durante el experimento, se mantuvieron dentro de los límites óptimos, lo cual permitió el crecimiento de los peces, sin que se presentaran enfermedades por toxicidad, y de las plantas aportando la fertilización de algunos nutrientes mediante la recirculación del agua. Los tratamientos dos y tres son los mejores sistemas de recirculación teniendo en cuenta que éstos benefician el crecimiento de los peces de manera similar y además generan condiciones ideales en los parámetros fisicoquímicos para el crecimiento de la lechuga.

5. Referencias bibliográficas

API., 2014. Master Tes tKit. Retrieved from <http://www.acuariolomas.com.mx/uploads/AquariumPharmaceuticals/AF401M.pdf>

Arroyave, M. P., 2004. La lenteja de agua (*Lemna minor*): Una planta acuática promisor, (Roldán 1992), 1-5. Cabrera, M., 2007. Mineralización y Nitrificación: Procesos Claves en el Ciclo del Nitrógeno

Cb Jaimne Jiménez, U. D. 2010. El cultivo de la espinaca y su manejo fitosanitario en Colombia-Bogotá.

CENADAC. (n.d.). Técnicas de Acuaponía.

Corpoica., 2016. Modelo tecnológico

para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas en el oriente antioqueño. <https://doi.org/10.21930/978-958-8955-10-0>

(J. Jaramillo, P. Aguilar, P. Tamayo, E. Arguello, & M. Guzmán, Eds.). Medellín. Retrieved from <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL DEL CULTIVO DE LA LECHUGA.pdf>

FAO., 2009. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Departamento de pesca y acuicultura de la FAO, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. 196 pp. <https://doi.org/10.18356/37c4c7b4-es>

FAO., 2010. Distribución las variables del clima.

FAO., 2014. Producción de alimentos acuapónicos en pequeña escala.

Hussain, T., Verma, A., Tiwari, V., 2015. Effect of water flow rates on growth of *Cyprinus carpio* var. koi (*Cyprinus carpio* L., 1758) and spinach plant in aquaponic system. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10499-0149821-3>.

ICA., 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Medidas para la temporada inerval.

INTA., 2010. Lechuga. In N. Granval de Millán & J. C. Gaviola (Eds.), Manual de producción de semillas hortícolas. Retrieved from https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmp1_presentacion.pdf

La Revista Ingeniería y Región cuenta con la Licencia **Creative Commons** Atribución (BY), No Comercial (NC) y Compartir Igual (SA)

