

Implementación de un sistema de acuaponía sustentable modular.

Implementation of a modular sustainable aquaponics system.

Carlos Saavedra-Gualtero¹

Ana Cárdenas-Forero²

Fabián Freyle-Corro³

RESUMEN

Frente a problemáticas como la seguridad alimentaria, el impacto ambiental a consecuencia del uso de agroquímicos y la baja productividad en los procesos agrícolas, esta investigación tiene el objetivo de implementar un sistema Acuapónico Modular para espacios reducidos, que sea sustentable, eficiente y rentable. Para tal fin, se plantea el diseño y montaje del sistema, con especies de plantas (lechuga verde crespa) y el pez (Goldfish común), por ser resistente y de fácil comercialización. La metodología implementada consistió en el acondicionamiento, control y registro de los parámetros físicos químicos (pH, temperatura, electro-conductividad, oxígeno disuelto), del agua por seis meses; se implementó un modelo acuapónico indor, incorporando un estanque de peces con recirculación del agua mediante una bomba en un sistema cerrado, que lleva el agua del estanque al biofiltro. Después de hacer el proceso de nitrificación, el agua pasa a las plantas bajo la técnica hidropónica de raíz flotante, manteniendo los parámetros (pH, conductividad salina, oxígeno disuelto y humedad relativa), requeridos para garantizar la simbiosis del sistema. En lo que respecta a la supervivencia de los peces durante los seis meses, de 16 sobrevivieron 15, y de 14 lechugas sobrevivieron 11, siendo estas cifras indicadores positivos que evidencian que el sistema funciona. El principal aporte de esta investigación es verificar que el concepto de acuaponía modular es viable por su adaptabilidad para su implementación, desde un acuario casero hasta una mediana escala en espacios urbanos con fines comerciales.

Palabras Clave: acuaponía, agroecología, hidroponía, acuicultura.

ABSTRACT

Faced with problems such as food security, environmental impact as a result of the use of agrochemicals and low productivity in agricultural processes, this research aims to implement a Modular Aquaponic system for small spaces, which is sustainable, efficient and profitable. To this end, the design and assembly of the system, with species of plants (green crested lettuce) and the fish (common Goldfish), is proposed for being resistant and easy to market. The methodology implemented consisted of the conditioning, control and recording of the chemical physical parameters (pH, temperature, electro-conductivity, dissolved oxygen), of the water for six months; an indor aquaponic model was implemented, incorporating a fish pond with water recirculation by means of a pump in a closed system, which brings water from the pond to the biofilter. After doing the nitrification process, the water passes to the plants under the floating root hydroponic technique,

1 Emprendedor e Integrante del Semillero de Investigación BIBA Tecnoacademia Nodo Cazucá, carlossaagual@gmail.com, Cazucá.

2 Aprendiz de la Tecnoacademia Cazucá e integrantes del Semillero de Investigación BIBA, anasofiacardenasforero82@gmail.com, Cazucá

3 Instructor SENNOVA de la Tecnoacademia Cazucá del CIDE de Soacha – SENA, fffreyle@misena.edu.co, Cazucá

maintaining the parameters (pH, saline conductivity, dissolved oxygen and relative humidity), required to guarantee the symbiosis of the system. Regarding the survival of the fish during the six months, of 16 survived 15, and of 14 lettuces survived 11, these figures being positive indicators that show that the system works. The main contribution of this research is to verify that the concept of Modular Aquaponics is viable due to its adaptability for its implementation from a home aquarium to a medium scale in urban spaces for commercial purposes.

Key words: *aquaponics, agroecology, hydroponics, aquaculture.*

1. INTRODUCCIÓN.

La acuaponía constituye una integración entre un cultivo de peces y un hidropónico de plantas; estos se unen en un único sistema de recirculación, en el cual se juntan, el componente acuícola y el componente hidropónico. En este sistema, los desechos metabólicos generados por los peces y los restos de alimento, son utilizados por los vegetales y transformados en materia orgánica vegetal. De esta forma se genera un producto de valor a través de un subproducto desechable, con la ventaja de que el agua libre de nutrientes queda disponible para ser reutilizada; gracias a esto, los sistemas acuapónicos trabajan sobre dos puntos de gran interés en producción, rentabilidad y tratamiento de desechos (Rakocy, 1999; Calo; 2011).

El objetivo de esta investigación se centra en evaluar la eficiencia de la acuaponía como sistema productivo mediante el cuidado de peces ornamentales, analizando la incidencia en el sistema frente a los métodos convencionales; teniendo un enfoque para su implementación en espacios urbanos de forma sustentable, aplicando una metodología experimental a escala, donde se evaluarán el parámetro fisicoquímico, el desarrollo de los peces y la producción vegetal de lechuga verde cressa a través del ciclo productivo (tiempo). Con el desarrollo de este trabajo se espera obtener un cultivo

de hortalizas de tipo orgánico a partir de los residuos orgánicos (RO) de los peces bajo condiciones de laboratorio. Ver figura 1.



Figura 1. Sistema acuapónico experimental con peces ornamentales.

Fuente: Elaboración propia.

2. METODOLOGÍA.

El diseño de esta investigación es mixto, tiene un enfoque descriptivo y exploratorio, fue desarrollado por el Semillero de Investigación BIBA en el laboratorio de química de la Tecnoacademia Cazucá del CIDE de Soacha y contó con la colaboración de la empresa ECOLGREEN, con una duración de seis meses entre mayo y noviembre de 2018. Se utilizaron diferentes materiales y equipos que se describen en la tabla 1.

Tabla 1

Equipos y materiales.

Cantidad	Elemento
1	Acuario de vidrio de 60 x 35 x 60 cm
1	Soporte con rodachinas
1	Contenedor de vidrio de 70 x 35 x 12cm
1	Luz led de 8000 lumix
1	Multitoma de 6 conexiones
1	Termoestato 100w
1	Bomba sumergible
2	Aireadores de una salida
1	Temporizador análogo
1	Dispensador de comida automático
16	Peces goldfish
14	Plántulas de lechuga verde cressa
6	Paquetes de comida para peces de 150g
1	Tubo pvc de ½" x 3mts
4	Codos pvc de ½"
6	Tees pvc de ½"
6	Espumas de loza
1	Lamina de icopor de 5mm de 68 x 32cm
3	Botellas pet de 3 litros

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el diseño y montaje del sistema acuapónico, implementado un acuario de 65cm x 65cm x 70cm, un biofiltro de tres contenedores de tres litros cada uno, un contenedor de vidrio rectangular de 35cm x 70cm x 12cm

hidropónico con una lámina de icopor de 5mm de 30cm x 65cm para raíz flotante, una base de hierro de ángulo de 5mm de 65cm x 65cm x 70cm con rodachinas de ½", Proyector LED de 8000 lumix, una bomba sumergible de 12w con capacidad de 2 metros de caudal, un termostato de 100w automático, un temporizador análogo de una salida, un Dispensador análogo de comida para peces de intervalos de 12 horas (ver figuras 2,3,4,5,6, y 7).

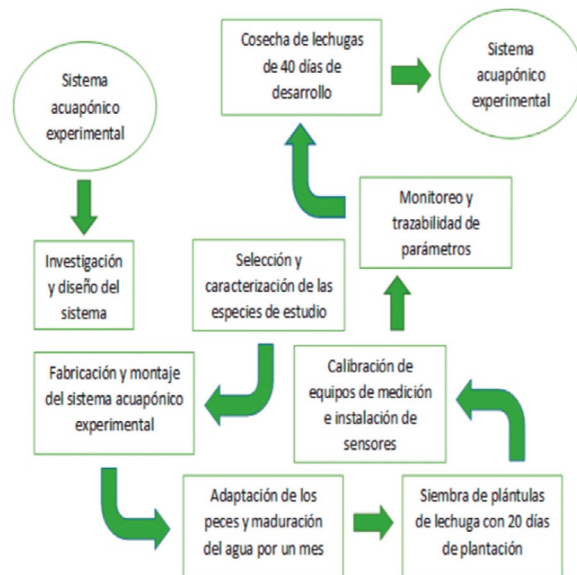


Figura 2. Flujograma de procedimiento

Fuente: Elaboración propia.



Figura 3. Diseño y montaje del sistema acuapónico.

Fuente: Elaboración propia.

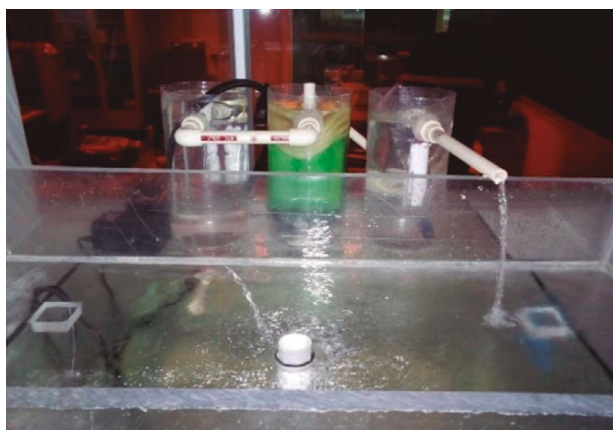


Figura 4. Fabricación de biofiltro.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Adaptación de peces Goldfish.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Monitoreo de parámetros.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Sistemas acuapónico experimental en condiciones de laboratorio.
Fuente: Elaboración propia.

Alimentación de los peces y dosificación.

La alimentación se proporcionó en comida para peces (en hojuelas), un gramo (1 g), diario dividido en dos dosis de 0.5 g cada una, para alimentar a 16 peces Goldfish de entre 5 cm de longitud y 4 g de peso; para lograr la mayor precisión posible se implantó un dispensador de comida análogo automático que se calibra con un intervalo de 12 horas por cada dosis. La composición nutricional del alimento para los peces se puede ver en la figura 8.

TABLA NUTRICIONAL	
Composición	%
Proteína mínima	48%
Ácidos grasos omega mínimo	1.2%
Composición garantizada	8%
Humedad máxima	2%
Fibra cruda máxima	9.5%
Cenizas máximo	1.2%

Figura 8. Tabla nutricional comida para peces
Fuente: Incros 2018.

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Como resultados preliminares de la investigación se encontró incidencia directa de la poca iluminación del ambiente, ya que se encuentra en un espacio cerrado con deficiente iluminación (se trató de solventar con la adición de luz artificial Led calidad) (ver figura 9). Lo anterior se vio reflejado en el aspecto de las plantas alrededor del sexto mes.



Figura 9. Identificación de problemas en el sistema.
Fuente: elaboración propia.

Los peces Goldfshi, tuvieron buena adaptación. La supervivencia de estos peces fue catalogada como buena con un 93,75%, (mayo a noviembre de 2018), con una mortalidad del 6,25% que se representa con un pez muerto; en cuanto a las lechugas la supervivencia es del 71,5%, con una mortalidad del 28,5%, siendo indicadores positivos que permiten afirmar que el ciclo Acuapónico funciona. El total de alimento utilizado en la prueba fue de (180 g) durante los 6 meses de experimentación.

Se identificó que las lechugas sufrieron de “clorosis férrica”, por deficiencia de hierro en el sistema, ocasionando un color amarillento en las hojas de las plantas más jóvenes. Como hipótesis de su causa se analizaron tres factores:

1. Contaminación por Dióxido de carbono (CO_2)
2. La alcalinidad del agua
3. Deficiencia nutricional por baja metabolización de los peces.
4. Baja luminosidad.

Para solucionar el problema de clorosis en las lechugas, se añadió hierro a través de una fuente orgánica con el propósito de mantener las características ecológicas sin generar afectaciones en los peces y en las bacterias, preservando la simbiosis del sistema. Ver figura 11.



Figura 10. Hoja de lechuga con clorosis férrica.
Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al agua del estanque, se realizó un monitoreo de parámetros semanal, lo que evidencia la complejidad técnica del sistema, donde se evidencian los promedios generales de la trazabilidad de los diferentes parámetros fisicoquímicos; valores tales como: pH 5,5, Ec 1308 ppm, Oxígeno disuelto 7,1 ppm, Temperatura del agua 19,9

°C, Temperatura ambiente 17,6 °C, Humedad relativa 50,8%. Con excepción de la humedad relativa los demás parámetros fisicoquímicos son aceptables dentro de los rangos establecidos por la literatura revisada.

4. CONCLUSIONES.

La implementación de un sistema de acuaponía modular como esquema productivo a mediana escala para impulsar un escenario de economía verde es una alternativa viable para garantizar la seguridad alimentaria, bien sea como huertos de auto consumo o de asociatividad en producción comercial. Las ventajas que presenta la acuaponía frente a la agricultura tradicional hacen que sea un sistema viable para el cultivo de peces y plantas en unidades a pequeña escala. El impacto ambiental es positivo con un ahorro de agua de un 60%, al ser un proceso orgánico se evita el recambio permanente.

Rakocy, J. E., (1999). The status of aquaponics Part 2. Aquaculture Magazine. Septiembre-octubre, pp. 64 – 70. USA.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Calo, P. (2011). Introducción a la Acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola-CENADAC.
- Incos (2018). Alimento Completo Incros Vital. Recuperado de: <http://incros.net/producto/alimento-completo-peces/>
- Muñoz-Gutiérrez, M.E. (2012). Sistemas de recirculación acuapónicos. Informador Técnico (Colombia) Edición 76, pp. 123 – 129.
- National Research Council. (1993). Nutrient Requirements of Fish. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/2115>.