

DETERMINACIÓN DEL TRH PARA EL CRECIMIENTO DE LECHUGAS EN SISTEMAS ACUAPÓNICOS, RESULTADOS PRELIMINARES

López-Farfán, Daniela Eugenia (1), Martínez-Yáñez, Rosario (2)

1 Ingeniería Agronómica en Recursos Naturales Renovables, Universidad de San Carlos de Guatemala, daniela.lofar@gmail.com

2 Departamento de Agronomía, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, ar.martinez@ugto.mx

Resumen

La acuaponía se constituye como una opción para contribuir en la producción de alimentos y el uso sostenible de los recursos naturales, ya que permite obtener en una superficie relativamente pequeña, reutilizando agua, tanto biomasa animal como vegetal. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad *Parris Island Cos* cultivadas en un sistema acuapónico, bajo cinco tiempos de retención hidráulica (TRH). Los peces sembrados en el estanque fueron tilapias rojas (*Oreochromis aureus*). Se observó que si el cultivo se realiza en un sistema acuapónico con un TRH de 60, 70, 80, 90 ó 100 minutos no existen diferencias estadísticas significativas en la altura de las plantas de lechuga, a los 14 días después del trasplante. Los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua, temperatura y pH, se mantuvieron dentro de los rangos adecuados de las especies evaluadas.

Abstract

Aquaponics is constituted as an option for food production and sustainable use of natural resources, as it allows in a relatively small surface the production of plant and animal biomass, by reusing resources. The aim of this study was to evaluate the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) var. *Parris Island Cos* in an aquaponic system, with five hydraulic retention times (HRT). The fish, red tilapia (*Oreochromis aureus*) were kept in a pond. At 14 days after transplanting, it was found that the lettuce plant height was not statistically different when grown in an aquaponic system with 60, 70, 80, 90 or 100 minutes HRT. Physico-chemical parameters such as water quality, temperature and pH, were within the acceptable ranges for the evaluated species.

Palabras Clave

Acuaponía, *Lactuca sativa*, *Parris Island Cos*, *Oreochromis aureus*, tiempo de retención hidráulica

INTRODUCCIÓN

La acuaponía es un sistema de recirculación acuícola (SRA) de producción orgánica en el cual los desechos producidos por algún organismo acuático (por lo general peces), son convertidos a través de la acción bacteriana en nitratos que sirven como fuente de alimento para las plantas [1].

Durante el proceso de reusar el agua, se acumulan nutrientes no tóxicos y materia orgánica. Las plantas crecen rápidamente con los nutrientes disueltos que son excretados directamente por los peces o generados por la descomposición microbiana de los desechos producidos por los mismos. El nitrógeno (N) disuelto puede presentarse en niveles muy altos en sistemas de recirculación [2]. Existen varias bacterias envueltas en el proceso de transformación del N. El amonio es convertido en nitritos por las bacterias *Nitrosomonas*. Los nitritos a su vez, son transformados en nitratos por las bacterias *Nitrobacter* [3]. El amonio y el nitrito son tóxicos para los peces, pero el nitrato es relativamente inofensivo y es la forma química mediante la cual las plantas absorben nitrógeno [2].

Las necesidades de agua en los sistemas de cultivo dependen de la relación entre los requerimientos de calidad de agua de la especie y de la tasa con que ésta se deteriora durante su paso por las unidades de cultivo. De esta forma, la calidad del agua y su cantidad se controla con el tiempo de retención hidráulica (TRH) en el sistema de cultivo [4]. El TRH es el tiempo que el agua es retenida dentro del sistema con el objetivo de llevar a cabo la sedimentación de partículas de gran tamaño o para remover nutrientes por medio del cultivo vegetal [1].

En México el cultivo de hortalizas en invernadero está creciendo a un ritmo sostenido, especialmente en comparación con cultivos en campo abierto. Las cifras emitidas por el Gobierno Federal Mexicano hablan de 23,500 hectáreas (ha) de cultivos protegidos (invernaderos) en todo el país en 2015. Las principales especies de hortalizas cultivadas en este sistema de producción son: jitomate, pimiento morrón, pepino y hortalizas de hojas verdes como el apio, acelga y lechuga [5]. Continuando con el reporte, particularmente la lechuga fue cultivada en una superficie de 20,681 ha, con una producción de 437,5612 toneladas (ton) resultando en un

rendimiento promedio de 21.57 ton por ha [6]. Por lo tanto, se presenta el potencial para incrementar el rendimiento a través de la tecnología hidropónica. La lechuga tiene un ciclo corto y es poco exigente en temperatura, su germinación dura 3 días a una temperatura entre 15 y 20°C. También puede tolerar condiciones de heladas ligeras sin embargo es susceptible a temperaturas superiores a los 30°C. La formación del cogollo depende del balance entre la intensidad luminosa y la temperatura. El tiempo que generalmente toma una cosecha está entre los 30 y 45 días [7].

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un sistema acuapónico bajo condiciones de invernadero, conformado por un estanque rectangular con capacidad de 4,500 L, un sedimentador/clarificador de 250 L, cuatro filtros físicos de 100 L de capacidad c/u, un filtro biológico de 400 L, 15 camas hidropónicas (CH) de fibra de vidrio con capacidad de 135 L y 0.9 m² de superficie de siembra, bombas y líneas de conducción de agua en constante recirculación. Las CH fueron cubiertas con placas de unicel, incluyendo 14 agujeros distanciados 30 cm entre sí, donde posteriormente se colocaron las plántulas de lechuga. Las semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad *Parris Island Cos* (adquiridas en una casa comercial) fueron germinadas en bandejas de unicel previamente desinfectadas (con una solución al 5% de NaClO) con sustrato Peat Moss humedecido hasta el punto de saturación. Se colocaron dos semillas por cavidad. A los 14 días de germinación las plántulas de lechuga fueron trasplantadas a las CH (14 especímenes por CH). Previo al trasplante fueron registrados los datos de altura (desde la base hasta el ápice) y peso húmedo de cada una de las plántulas. Se registró una altura promedio de 6.0 cm y peso húmedo promedio de 0.33 g. El mismo día del trasplante, se procedió a sembrar 450 tilapias rojas (*Oreochromis aureus*) con un peso promedio de 5.5 g y una longitud promedio de 6.4 cm. Se pesaron y midieron 50 peces; para el peso, se utilizó una balanza digital y una caja de bioterio de policarbonato con agua en donde se agregaban los peces; para la longitud, se utilizó un ictiómetro. El alimento suministrado fue un balanceado comercial, a razón de 3% de su peso corporal. El arreglo del experimento corresponde a un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total

de 15 unidades experimentales. Siendo los tratamientos cinco diferentes tiempos de retención hidráulica de 60, 70, 80, 90 y 100 minutos. Los datos reportados en el presente documento corresponden a los valores obtenidos hasta el día 14 de experimentación, faltando 21 días para su finalización. En ese período fue monitorizada la temperatura y pH, con un potenciómetro Professional Pluss YSI, estas mediciones fueron realizadas dos veces al día, a las 9:00 am y 5:00 pm. Una vez los sistemas estaban funcionando, diariamente se procedió a aforar la salida de las llaves de cada CH con el fin de garantizar el tiempo de retención hidráulica correspondiente. Se registraron cuatro mediciones de altura de las plantas desde la base hasta el ápice de las hojas, utilizando un flexómetro, asimismo se contabilizó el número de hojas por planta. Se observó que los datos preliminares obtenidos al momento, no cumplían los supuestos de los análisis de varianza por lo que se procedió a realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, donde no se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la altura de las lechugas bajo los distintos tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de altura y número de hojas de las lechugas experimentales pueden observarse en la Tabla 1. Es importante mencionar que estos son resultados preliminares, correspondientes al día 14 de experimentación, faltando 21 días para su finalización. De acuerdo a los resultados obtenidos, no se observó diferencia estadística significativa para las variables altura y número de hojas.

Tabla 1: Altura y No. de hojas de plantas de lechuga cultivadas en acuaponía de acuerdo a los tiempos de retención hidráulica.

Tratamiento	Altura (cm)	No. de hojas
TRH 60 min	11.1 ± 1.1	8 ± 1
TRH 70 min	11.4 ± 1.4	8 ± 1
TRH 80 min	11.1 ± 1.0	8 ± 1
TRH 90 min	11.2 ± 1.1	7 ± 1
TRH 100 min	11.3 ± 1.0	8 ± 1

Se realizó un análisis de varianza al principio del experimento para garantizar la homogeneidad de los individuos asignados a cada unidad experimental.

Así, el análisis de los resultados muestra que no existe diferencia significativa en el crecimiento de los individuos, si éstos se encuentran en un sistema acuapónico lechuga – tilapia, como el que ya se ha descrito con TRH de 60, 70, 80, 90 ó 100 minutos. Los parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH, indicadores de la calidad de agua, se registraron dentro de los rangos adecuados para el crecimiento de tilapias rojas, se presentan en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros fisicoquímicos de temperatura y pH

Ubicación	Temperatura	pH
Estanque	22.4 a 25.9 °C	6.27 a 7.78
Filtros físicos / Filtro biológico		
Camas Hidropónicas	22.3 a 26 °C	6.24 a 7.82

La temperatura del estanque se registró en un rango de 22.4 a 25.9 °C. De acuerdo a El-Sayed [8] el rango de temperatura para el desarrollo normal, reproducción y crecimiento de la tilapia es entre 20 y 35 °C. Mientras que el rango de temperatura registrado para las CH fue de 22.3 a 26 °C. Según Rakocy et al. [2] la temperatura del agua es mucho más importante que la temperatura del aire en la producción hidropónica. La mejor temperatura del agua para la mayoría de cultivos hidropónicos es alrededor de 23.9 °C (75 °F). El pH del estanque, filtros físicos y filtro biológico mostró un rango de 6.27 a 7.78, mientras que el pH de las camas varió de 6.24 a 7.82 y de acuerdo a la literatura, la mayoría de los cultivos hidropónicos crecen mejor con un rango de pH de 5.5 a 6.5 [2]. Asimismo, para la generalidad de las especies de pez, valores de pH dentro de un rango de 7 a 7.5, son los adecuados [3]. Es importante mencionar que un sistema acuapónico con un pH de 7 hará que el mismo funcione en forma correcta [3]. La medición del peso inicial de las lechugas se muestra en la Imagen 1.



IMAGEN 1. Medición del peso de una plántula de lechuga.

La forma de medición de la altura de las plantas de lechuga se muestra en la Imagen 2.



IMAGEN 2. Medición de la altura de la planta de lechuga.

Las lechugas cultivadas en acuaponía se muestran en la Imagen 3.



IMAGEN 3. *Lactuca sativa* cultivada en acuaponía

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la altura de plantas de lechuga (*L. sativa*), si el cultivo se realiza en un sistema acuapónico con un TRH de 60, 70, 80, 90 ó 100 minutos, a los 14 días después del trasplante.

Los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua, temperatura y pH, se mantuvieron dentro de los rangos adecuados, lo que favoreció el crecimiento de lechugas y tilapias en el sistema acuapónico

La implementación de los resultados finales va a contribuir a mejorar la productividad de los centros de cultivo acuapónicos y reducir los consumos de agua que son críticos en este tipo de producción.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la disponibilidad de la Universidad de Guanajuato, que me permitió vivir la experiencia de un Verano de la Investigación Científica. Asimismo, el presente trabajo fue realizado bajo la supervisión de la Dra. Rosario Martínez y del Dr. Pedro Albertos, con quienes estoy profundamente agradecida por hacer realidad la elaboración de este estudio.

REFERENCIAS

- [1] Regalado Arreola, J.R. (2013). Diseño y evaluación de un sistema acuapónico para la producción de animales acuáticos y plantas para consumo humano. Maestro en Ciencias del Agua, Universidad de Guanajuato, México. Recuperado de <https://goo.gl/4AV8cl>
- [2] Rakocy, J., Masser, M. & Losordo, T. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics - integrating fish and plant culture. Southern Regional Aquaculture Center, (454), 1-16. Recuperado de <http://goo.gl/h526Ta>
- [3] Martínez Yáñez, R. (2013). La Acuaponía como alternativa de producción agropecuaria sostenible ¿una posibilidad para tener en casa? REDICINAYSA, 2(5), 16-23.
- [4] Venegas, P.A., Sobenes, C. & Ortiz, C.M. (2008). Efecto de tiempos de retención hidráulico de agua, en un sistema de cultivo experimental de un paso para trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). Información tecnológica, 19, 71-82.
- [5] Asociación Mexicana de Horticultura Protegida. (2016). Las hortalizas mexicanas de invernadero aumentan 1.200 hectáreas al año. Recuperado de <http://goo.gl/M70ADg>
- [6] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de México. (2016). Cierre de la producción agrícola por estado. Recuperado de <http://goo.gl/shxhxy>

- [7] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. Recuperado de <http://goo.gl/uyEQxU>
- [8] El-Sayed, A.-F.M. (2006). Tilapia culture. In C.P. Oxfordshire (Series Ed.) (pp. 277). Recuperado de <https://goo.gl/V5wYOE>