



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL MAR DEL PLATA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Título: Acuaponia. Un sistema productivo innovador y sustentable.

Autores: Gorosito, A. ; Zanazzi, N.; Cecchi, F. ; Imeroni, J. C.; Mallo, J. C.

Año: 2016

ACUAPONIA. UN SISTEMA PRODUCTIVO INNOVADOR Y SUSTENTABLE.

Angelina Gorosito¹, Aldo N. Zanazzi¹, Federico Cecchi¹ y Julio Imeroni¹ Tutor: Dr. Juan C. Mallo^{1,2}

e-mail: jcmallo@mdp.utn.edu.ar

1. Unidad Académica Mar del Plata (UTN). 2. Comisión de Investigaciones Científicas Bs.As. (CIC).

Resumen

Esta experiencia se realizó en el Laboratorio de Acuicultura (U.A. MdP-UTN), con el objetivo de producir peces y vegetales reduciendo la tasa de recambio de agua y su descarte hacia el ambiente, resultando en un uso más sustentable. Esto se traduce en menores costos operativos del sistema, aumentando la rentabilidad productiva y beneficiando al medio ambiente. En nuestro país aún no se han implementado sistemas de producción de acuaponía con la especie *Oreochromis niloticus* (Tilapia del Nilo), lo cual hace más novedosa esta experiencia. Esta experiencia se realiza en un sistema de recirculación con un mínimo recambio de agua semanal. El sistema utilizado para el cultivo hidropónico es el denominado NFT (*Nutrient Film Technique*) y para los peces SRA (Sistema de recirculación acuícola). Como resultado se obtuvo un buen crecimiento de las hortalizas, cosechando cada dos meses hierbas aromáticas y ciboulette y cada tres meses verduras de hoja y tomates cherry; respecto a los peces se obtuvieron a los tres meses ejemplares de 300gs. Como resultado se obtuvieron vegetales y pescado de muy buena calidad, fortalecido por parte de un panel de evaluación sensorial con una muy buena aceptación. En base a todo lo expuesto podemos concluir que este novedoso sistema de producción alternativo no solo es factible de realizar a pequeña escala, sino también extrapolarlo a mediana o mayor escala y en espacios de poca dimensión.

Palabras clave: vegetales, peces, producción, acuicultura, sustentabilidad

Introducción

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos vegetales y animales que involucra intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción. Es probablemente, en la última década el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento y representa casi el 50 por ciento del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial (FAO,2014). Los métodos de producción acuícola se han desarrollado en varias regiones del mundo, y por lo tanto se han adaptado a las condiciones ambientales y climáticas específicas de estas regiones. Las cuatro categorías principales de la acuicultura incluyen sistemas abiertos de agua (por ejemplo, jaulas, balsas, etc.), el cultivo en estanques, canales de flujo continuo y sistemas de recirculación acuícola (SRA).

En los sistemas de recirculación acuícola, se cultivan organismos acuáticos en forma intensiva, esto implica utilizar pequeños espacios para lograr altas producciones, a través de la aplicación de tecnologías de tratamiento del agua. Aunque un SRA no es el sistema de producción más barato debido a sus altos costos de inversión, energía y gestión, se puede aumentar considerablemente la productividad por unidad de superficie y es la tecnología más eficiente y utilizada de ahorro de agua en el cultivo de peces. (Kubitza. 2006)

La palabra hidroponía proviene del griego *Hydro* que significa agua y *Ponos* que significa labor, trabajo o esfuerzo; traducido literalmente significaría trabajo en agua (Guzmán Díaz 2004). La acuaponía es la integración de la acuicultura y la hidroponía en un sistema de producción. Los

7ª Jornadas de Ciencia y Tecnología

cultivos hidropónicos son los llamados cultivos sin suelo, estos nuevos sistemas de cultivo no sólo prescinden del suelo, sino también de un sustrato material sólido y en su lugar se utiliza un sustrato líquido, de donde absorberán los nutrientes las raíces para sus procesos metabólicos (Sádaba *et al* 2007). Los sistemas de recirculación acuícolas y cultivos hidropónicos han experimentado una gran expansión en el mundo no sólo por sus altos rendimientos, sino también por su mejor uso de la tierra y agua, métodos simples de control de contaminación, mejora de la gestión de los factores productivos, mayor calidad de los productos y mayor seguridad alimentaria. (FAO 2014).

La acuaponía es una técnica que tiene su lugar dentro del contexto más amplio de la agricultura intensiva sostenible, especialmente en aplicaciones a escala familiar, pueden generar grandes cantidades de alimentos en lugares donde la agricultura basada en el suelo es difícil o imposible. (FAO, 2014).

En este sistema los desechos generados por los peces, son aprovechados por la plantas y transformados en materia orgánica vegetal. Esto ocurre ya que solo una fracción del alimento para los peces (20 a 30 %) se metaboliza y se incorpora como tejido muscular mientras que el resto (excreción, alimento no consumido y diluido) se utiliza como nutriente para el crecimiento de los vegetales (Church & Pond, 1982). Por otro lado los tratamientos convencionales de las descargas de la acuicultura, representa un significativo costo adicional; de esta forma la acuaponía se convierte en una alternativa de tratamiento de las descargas de la acuicultura, más económica y rentable (Adler *et al* 2000).

El nitrógeno cumple funciones vitales dentro de los seres vivos, encontrándose dentro de las plantas tanto en formas orgánicas como inorgánicas. Estas últimas son en realidad de escasa magnitud, presentándose la mayoría como nitratos (NO_3^-), única forma inorgánica capaz de ser almacenada; este último juega un rol esencial en el crecimiento vegetal.

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es un pez de agua dulce con una serie de características biológicas y ecológicas destacables, como rápido crecimiento, resistencia a enfermedades y a condiciones adversas, conversión eficiente del alimento, alta fecundidad, maduración temprana y aceptación de alimentos artificiales, además de brindar proteína de altísima calidad (El-Sayed, 2006; Nguyen & Davis, 2009). Es uno de los principales peces de cultivo de agua dulce en el mundo, ganando popularidad recientemente en los Estados Unidos y algunos países de Europa, también es muy consumida en la República Popular China y actualmente en Latinoamérica (FAO, 2014).

Materiales y métodos

En el Laboratorio de Acuicultura perteneciente a la Unidad Académica Mar del Plata (Universidad Tecnológica Nacional) se trabajó en un sistema de recirculación cerrada donde se combinó el cultivo de distintos vegetales de consumo habitual y la producción de la especie Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Descripción del sistema de recirculación utilizado.

El sistema de cultivo bio-integrado, radicó en la unión del sistema hidropónico NFT (*Nutrient Film Technique*) con el cultivo de peces en un sistema de recirculación cerrada que consta de un tanque de fibra de vidrio ovalado de 3000 litros, un decantador de 100 litros, un filtro biológico de

250 litros y una bomba centrífuga de 1,5HP. La modalidad del sistema consistió en colocar una serie de caños de PVC de 110 mm de diámetro sobre el tanque de engorde de peces. Estos caños fueron perforados en su parte superior, donde se colocaron los recipientes plásticos ranurados con los plantines de vegetales a cultivar. Se utilizó como sustrato grava de pequeña granulometría que permitió que éstos queden fijos y sus raíces suspendidas para alcanzar la película de agua cargada de nutrientes que reingresa luego de la filtración mecánica y biológica. Esta corre con un flujo débil para que las raíces puedan absorber los nutrientes necesarios para su crecimiento. Al atravesar el canal de cultivo el agua cae nuevamente al tanque de peces para que a posteriori regrese al sistema de filtrado. (Figura 1).

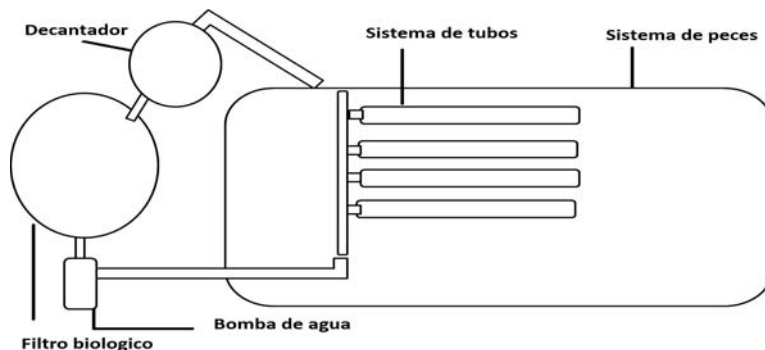


Figura 1. Esquema del sistema acuapónico.

Sistema de filtrado.

El sistema está compuesto por tanques de cultivo y filtros construidos en plásticos reforzados con fibra de vidrio, los cuales ofrecen resistencia y un fácil manejo. Se trabajó con un tanque tipo "raceway" de forma ovalada con la salida del agua en uno de los extremos. Los filtros mecánicos se sitúan inmediatamente a continuación del tanque que contendrá los peces y se destinan a eliminar todas las partículas sólidas en suspensión que existan en el sistema. En nuestro sistema el decantador es de forma cilíndrica y posee una entrada y una salida en posición lateral.

El filtro biológico se coloca a continuación del filtro mecánico y se emplea con el objetivo de transformar biológicamente los desechos metabólicos generados por los peces, que pueden permanecer en el sistema. Este proceso se lleva a cabo por medio de las bacterias *Nitrobacter* y *Nitrosomonas* que crecen en el filtro en presencia de los desechos metabólicos, éstas requieren de una superficie de contacto donde alojarse. Estas bacterias oxidan el amonio y los nitrito para suplir sus necesidades energéticas, dando como producto final nitrato que es menos tóxico para los peces y es una fuente importante de alimento para las plantas.

El sistema NFT consiste en hacer correr una película de solución nutritiva muy fina a lo largo de un canal de cultivo, lo que permite agrupar las plantas y obtener rendimientos altos por unidad de superficie. Al atravesar el canal de cultivo el agua retorna al tanque de los peces. Las plantas son contenidas en algún recipiente plástico ranurado, suspendido sobre el canal permitiendo que sus raíces alcancen el agua. Este sistema es muy utilizado en plantas pequeñas (Caló, 2011).

Toma de parámetros y suministro de alimento.

Diariamente se tomaron los parámetros de calidad del agua utilizando un multisensor paramétrico marca "Horiba" U10. Semanalmente se midieron las concentraciones de los nutrientes en el filtro biológico y el tanque por medio de kits colorimétricos y cada quince días se enviaba una muestra al Laboratorio de Análisis Industriales de esta Unidad Académica, para determinar la concentración de amoníaco, nitritos y nitratos en el filtro biológico y tanque.

Los ejemplares juveniles que se sembraron fueron obtenidos mediante desoves en las instalaciones del laboratorio de acuicultura, éstos fueron sembrados con un peso promedio de 80g y cosechados con un peso promedio de 300g al cabo de 94 días.

El alimento utilizado fue un balanceado seco con un 30% de proteína bruta, según lo recomendado por Bahnasawy *et al*, 2009 que se suministró diariamente en seis raciones, determinadas de acuerdo a la biomasa existente en el tanque y por tablas de alimentación.

Se realizaron los muestreos mensuales, para observar crecimiento en talla (Largo total, Largo estándar), para ello se utilizó un ictiómetro con una precisión de 1mm, y para el crecimiento en peso se utilizó una balanza digital con precisión de 0,1gramo EK4150, a fin de calcular la biomasa del tanque.

Con respecto a los vegetales, fueron plantados de semilla en la Unidad Académica Mar del Plata. Las mismas se colocaron a germinar en un recipiente con tierra. Una vez germinada, al llegar el plantín a un mínimo de cinco hojas verdaderas se procedió a lavar las raíces para luego trasladarlas al sistema NFT. Las plantas fueron colocadas dentro de vasos ranurados que contenían grava de pequeña granulometría, lo que permite la fijación de ellas.

Análisis sensorial.

El análisis sensorial se llevó a cabo en la Unidad Académica MDP (UTN), por un panel de evaluadores seleccionados y entrenados para dichos productos. De cada una de las muestras de peces y vegetales se evaluaron los principales atributos como color, olor, sabor y textura para poder determinar las cualidades organolépticas, que influirían en la elección por parte de los potenciales consumidores. Además se realizó la comparación de los atributos seleccionados con productos comerciales para determinar si existen diferencias significativas entre ellos.

Resultados.

Los valores de los parámetros de calidad del agua se mantuvieron constantes producto de una buena recirculación y filtración, el oxígeno disuelto mostró valores entre 5,1ppm y 6ppm, la temperatura $26\pm 1^\circ\text{C}$ y el pH entre 7 y 7,5 a lo largo del engorde.

Las concentraciones de amonio, nitritos y nitratos se mantuvieron dentro de los parámetros esperados, sin bien no se produjo una depuración total del sistema, los valores observados se mantuvieron en concentraciones que no son nocivas para los peces, reduciendo considerablemente los recambios diarios de agua a recambios parciales semanales. (Tabla 1)

Tabla 1. Valores de las concentraciones de productos nitrogenados en filtro y tanque

Muestra Filtro Biológico	Resultados mg/l	Muestra Tanque	Resultados mg/l
Nitratos	50	Nitratos	12,5
Nitritos	0,5	Nitritos	0,5
Amonio	0,5	Amonio	1

Los vegetales tuvieron un buen crecimiento pudiendo obtener plantas de tamaño comercial en el periodo de 12 a 14 semanas de los vegetales ya descriptos (Figura 2)



Figura 2. Sistema acuapónico NFT en el Laboratorio de Acuicultura

Análisis Sensorial.

De los resultados obtenidos se determinó que los vegetales producidos en este sistema acuapónico poseían diferencias significativas en cuanto al sabor, color y olor respecto a los vegetales comerciales, encontrando un sabor y olor más intenso y característico y un color más brillante; mientras que en cuanto a la textura no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación de los panelistas entrenados, se determinó que los atributos de los filets de los ejemplares de tilapias cultivadas fueron de un color blanco característico, sabor suave y neutro, olor neutro y firme textura; aceptados totalmente por los panelistas.

Conclusiones.

Se puede afirmar luego de los resultados obtenidos que este novedoso y sustentable sistema de producción se puede utilizar para producir vegetales y peces en forma conjunta logrando no solo un ahorro energético sino también en forma orgánica y sustentable en sistemas de pequeñas, medianas y grandes producciones. Igualmente se seguirá investigando con diferentes sistemas de producción para lograr el más conveniente medioambientalmente y productivo. La acuaponía sostenible considera la dinámica ambiental, económica y social.

Referencias

- Adler, P.R., Harper, J.K., Wade, E.M., Takeda, F. & Summerfelt, S.T. 2000. Economic analysis of an aquaponic system for the integrated production of rainbow trout and plants. *International Journal of Recirculating Aquaculture*. Vol.1: 10-13
- Bahnasawy M.H., EL-Ghobashy A.E. & Abdel-N.F.Hakim. 2009. Culture of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in a recirculating water system using different protein levels. *Egypt J. Aquat. Biol. & Fish.*, Vol. 13, No. 2:1-15. ISSN 1110 –1131
- Caló, P. 2011. Introducción a la acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola- CENADAC. Dirección Nacional de Acuicultura. Pp. 1-15.

7ª Jornadas de Ciencia y Tecnología

Church D & Pond W.1982. Basic animal nutrition and feeding. New York, USA: John Wiley and Sons. ISBN 10: 0471875147 / ISBN 13: 9780471875147

FAO. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2014. 274 Pp. ISBN 978-92-5-308275-9 (edición impresa). E-ISBN 978-92-5-308276-6.

Guzmán Díaz, G. 2004. Hidroponía en casa. Una actividad familiar. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sistema Unificado de Información Institucional. ISBN: 9968-877-11-5.Pp.1-25.

Kubitza, F. 2006. Sistemas de Recirculação: Sistemas fechados com tratamento e reuso da agua. Panorama da Aqüicultura. Rio de Janeiro. vol. 16, nº 95, p. 15 a 22.

El-Sayed, A.F.M. 2006. Tilapia Culture. Wallingford (UK): CAB International Publishing. 277p.

Nguyen T.N. & Davis D.A. 2009. Evaluation of alternative protein sources to replace fish meal in practical diets for juvenile tilapia, *Oreochromis* spp. Journal of the World Aquaculture Society. 40(1): 113-121.

Sádaba, S; J. Del Castillo, J.Sanz de Galdeano, A. Uribarri & G. Aguado. 2007. Lechuga en cultivo hidropónico. Acercamiento a nuevas formas de producción. ITG. Agrícola. Pp. 29-34.