

# **Ra Ximhai**

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo  
Sustentable

Ra Ximhai  
Universidad Autónoma Indígena de México  
ISSN: 1665-0441  
México

2012

## **PRODUCCIÓN INTEGRAL SUSTENTABLE DE ALIMENTOS**

Martha Elena Aguilera-Morales; Fabiola Hernández-Sánchez; Edmundo Mendieta-Sánchez  
y César Herrera-Fuentes

Ra Ximhai, septiembre - diciembre, año/Vol. 8, Número 3

Universidad Autónoma Indígena de México

Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 71-74.



**e-revist@s**

## PRODUCCIÓN INTEGRAL SUSTENTABLE DE ALIMENTOS

### SUSTAINABLE FOOD PRODUCTION INTEGRAL

Martha Elena **Aguilera-Morales**<sup>1</sup>; Fabiola **Hernández-Sánchez**<sup>2</sup>; Edmundo **Mendieta-Sánchez**<sup>3</sup> y César **Herrera-Fuentes**<sup>4</sup>.

<sup>1,3,4</sup> Profesores investigadores de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oax. Área agro-ingeniería. <sup>2</sup>Profesora-investigadora UNPA Campus Tuxtepec, Oax. Área Biotecnología de Alimentos.

---

### INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos representada por las actividades agropecuarias e industriales, ocupan una gran mayoría del recurso agua (sostén de la vida) el cual cada día se hace menos disponible. En México, el sector agrícola es el mayor consumidor de agua, utiliza el 65%, debido a que ha quintuplicado el uso por riego y no cuenta con un sistema eficiente, provocando una gran pérdida del vital líquido. Le siguen el sector industrial con 25% y el consumo doméstico, comercial y de otros servicios urbanos municipales que requieren el 10%. La Comisión Nacional del Agua (CNA, 2002 y 2008) ha puesto de manifiesto que para el año 2015 el uso industrial alcanzará el 34% a si se reduce a 58% los volúmenes destinados para riego y al 8% los destinados para otros usos. Indudablemente la ciencia, la tecnología y el conocimiento son elementos cruciales para que las localidades, y las regiones en su conjunto puedan aspirar a una gestión sustentable del agua para sus producciones. Las decisiones y la implantación de acciones en materia hídrica han de estar basadas en la ciencia y en la mejor tecnología disponible, tomando en cuenta los factores locales que con frecuencia requieren de la aplicación de paquetes tecnológicos apropiados o de adaptaciones innovadoras (IV Foro Mundial del Agua tema 1 Agua para el crecimiento y desarrollo- 2006).

En este artículo se propone una forma de obtener en forma sustentable producciones de alimentos en una forma integral haciendo uso eficiente del agua, orientado principalmente hacia las zonas alta marginación y pobreza que padecen de mala alimentación y dificultad para la obtención de alimentos. La alternativa es la combinación de la acuicultura con la hidroponía, llamada acuaponía. La acuicultura es la producción de cualquier organismo que vive en agua como peces, camarones, moluscos, jaibas, plantas acuáticas, etc. Por si sola representa una alternativa productiva en el sector agropecuario; a nivel nacional, su desarrollo ha venido incrementándose significativamente en los últimos años debido a la demanda de sus productos, la mayoría con alto valor nutritivo. No obstante, el alto potencial de desarrollo de la actividad acuícola debe superar algunos retos como reducir el volumen de agua requerida, así como reducir y mejorar la cantidad y calidad del efluente generado por kilogramo de biomasa producida (Gilio et al., 2007).

La hidroponía es el método sin suelo que utiliza una solución de nutrientes en agua, para la producción de plantas tanto comestibles (frutas y hortalizas) como de ornato.

La acuaponía es la técnica que fusiona la hidroponía y la acuicultura en un sistema de recirculación, es un modelo que sirve para producir en forma sostenible alimentos de alto valor nutritivo; tanto fuente de proteínas (pescado) como fuente de vitaminas y minerales (frijol, jitomate, arroz, frutas, etc.) siguiendo principios de re-uso de aguas residuales, integración de sistemas acuícola – agrícola (que incrementa la diversidad y producción, incluso en espacios reducidos), y obtención de productos sanos con importantes impactos socio-económicos a nivel local.

### **¿Cómo hacer una producción integral sustentable?**

Previo conocimiento de la biología y necesidades nutricionales y capacitación del cultivo de las especies de interés, se debe contar con una fuente de agua con calidad para el cultivo y un sistema de producción (un estanque ya sea de concreto o plástico) con un sistema de recirculación cerrado. Cabe mencionar que un sistema acuapónico puede ser tan sencillo o tecnificado como la economía lo permita, de hecho, se pueden utilizar materiales de reciclaje; los componentes que no pueden faltar son: estanque o pecera, sistema de aireación, camas de arena o grava, tubos de pvc, algunos coples, clarificador de agua, filtro biológico, desgasificador, bomba sumergible, peces y semillas (Figura 1).

Al cultivar peces, el agua que mantiene a estos es rica en nutrientes naturales derivada de las heces fecales, microalgas que se forman naturalmente, y la descomposición de los alimentos no aprovechados, los cuales fertilizan la producción hidropónica (Diver, 2006). De acuerdo con lo que explican Rakocy et al. (2004) el agua que se desecha de los sistemas de producción acuícola contiene nutrientes que por sí solos son altamente tóxicos para los peces, por lo que hay que removerlos para evitar niveles críticos. En un sistema acuapónico el agua es bombeada hacia la planta en cultivo que puede estar en un lecho de grava o tanques o en tuberías de pvc; las raíces de las plantas y las bacterias, remueven los nutrientes del agua, transformándose en un fertilizante natural líquido para el crecimiento de ellas, a la vez de limpiar el agua, la cual, es oxigenada por medios sencillos y se reutiliza una y otra vez en los tanques de cría de peces (Figura 1). Estas prácticas hacen uso eficiente de lo que de otro modo serían considerados residuos orgánicos además de reutilizar el agua de descarga o efluente del sistema acuícola. Una ventaja adicional es que en esta integración de plantas y peces no es necesario el uso de pesticidas químicos ni medicamentos. De esta forma, los aspectos negativos potenciales de la acuicultura y la acuaponia se tratan en una forma viable y sostenible; es decir, se obtienen mayores beneficios que por separado cada una (Nelson, 2008).

Las técnicas de acuaponia surgen de los avances tecnológicos en la mejora de los sistemas acuícolas y la búsqueda de reducir los efectos o impactos contaminantes de las aguas de desecho de la acuicultura. Adler et al (2000) explican que los tratamientos convencionales de las descargas de la acuicultura, representa un costo adicional significativo y con la acuaponia se utilizan estas aguas de desecho ricas en nutrientes en sistemas de recirculación en una forma más económica y rentable. De hecho, ésta técnica ya tiene sus años; comenzó con la creación de “plantas de tratamiento” a partir de humedales, en donde se les hacían llegar los efluentes para que las plantas procesaran el agua (biorremediación) (Mateus, 2009).

### **Beneficios del sistema acuaponico**

Los beneficios de un sistema acuapónico de acuerdo con Masser (2002); con un buen diseño y funcionamiento adecuado reduce en un 90% los requerimientos de agua necesaria para un cultivo normal de peces; utiliza tan sólo una décima parte de agua y puede aumentar los rendimientos y bajar los costos de producción sin la necesidad de contar con grandes extensiones de tierra, además de ahorrar hasta un 45% en fertilizantes en una producción de hortalizas, ya que el agua de un sistema de producción de peces proporcionan el 80% de los 16 elementos que necesitan las plantas para su desarrollo. No obstante lo anterior, se puede obtener hasta 500 plantas por metro cuadrado de manera anual. En general, está documentado que por cada tonelada de pescado que se produce por acuaponía por año, se pueden producir alrededor de siete toneladas de algún cultivo vegetal (CICESE, 2008).

A continuación, los siguientes resultados producto de investigaciones nos dan una amplia visión de las producciones que se pueden obtener. Segovia (2008) utilizó un sistema de recirculación acuícola

donde cultivó tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) a una densidad inicial de 30.9 kg/m<sup>3</sup> y final de 50.7 kg/m<sup>3</sup>, junto con un cultivo de 400 plantas de fresa (*Fragaria ananassa* variedad *camarosa*) a un flujo de 6 L/min durante 92 días obteniendo una tasa de crecimiento para las tilapias de 3.7 gramos por día con una tasa de conversión alimenticia de 2.0 (es decir, 2 kilogramos de alimento para producir 1 kilogramo de pez).

Según, Rakocy et al., (2004 en Mateus, 2009) cultivando 77 peces/m<sup>3</sup> de tilapia del Nilo y 154 peces/m<sup>3</sup> de tilapia roja, durante 42 días, se obtienen producciones promedio de 61.5 kg/m<sup>3</sup> y 70.7 kg/m<sup>3</sup>, y peso promedio de 813.8 g y 512.5 g respectivamente. Siendo la producción anual estimada de 4.16 t para tilapia del Nilo y 4.78 t para tilapia roja.

Lo anterior, pone de manifiesto el potencial de producción de alimentos en forma integral mediante la acuaponía. Esta tecnología se puede llevar a las zonas de alto grado de marginación y pobreza para mitigar la desnutrición generando sistemas acuapónicos familiares de autoconsumo que les provea proteínas, vitaminas y minerales con las especies de cultivo mejorando así la calidad de vida.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de alimentos en áreas reducidas.</li> <li>• Rendimiento igual o superior al de sistemas hidropónicos.</li> <li>• Reducción de la cantidad de nitrógeno en descargas de agua.</li> <li>• Elimina uso de químicos y fertilizantes.</li> <li>• No hay que preparar soluciones nutritivas.</li> <li>• La producción de peces es orgánica y de gran calidad.</li> <li>• Ambas producciones son amigables con el ambiente.</li> <li>• Genera dos fuentes de ingreso diferentes: plantas y peces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La producción en volumen de plantas está limitada por la cantidad de peces en el sistema.</li> <li>• Uso de bombas, filtros y energía.</li> </ul>

**Figura 1.** Ventajas y desventajas de la Acuaponía.

## CONCLUSIÓN

La producción de alimentos en forma integral mediante aquaponía hace un manejo sustentable del agua, los alimentos y el medio ambiente. Esta tecnología debe encaminarse a nivel local y nacional para compensar los imperativos de uso racional del agua, seguridad alimenticia y medio ambiente.

La producción de alimentos altamente nutritivos en forma integral es viable a través de la acuaponía; es una fuente de proteínas, vitaminas y minerales; es una alternativa para las zonas de alta marginación y pobreza mediante sistemas acuapónicos familiares de autoconsumo.

Los sistemas de producción de alimentos acuapónicos diversifican la producción de las unidades acuícolas y dan solución al sector acuícola sobre cómo deshacerse de los compuestos nitrogenados del agua; asimismo, solventa el problema de los agricultores, de cómo conseguir el nitrógeno para sus plantas.

## LITERATURA CITADA

Adler, PR, Harper, JK, Wade, EM, Takeda, F & Summerfelt, ST, 2000. **Economic analysis of an aquaponic system for the integrated production of rainbow trout and plants.** International Journal of Recirculating Aquaculture. Vol.1, pp. 10-13.

- Boughton, JM 2002. **The Bretton Woods proposal: an indepth look.** *Political Science Quarterly*, 42(6), pp.564-78.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) 2008. **Gaceta electrónica, CICESE.** Consultado el 16 de Marzo 2011, <<http://gaceta.cicese.mx>>
- Centro Nacional del Agua (CNA). 2002. **Compendio básico del agua.** SEMARNAP. México, consultado el 23 de marzo de 2011. <[http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_resumen/07\\_agua/cap7.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/07_agua/cap7.html)>
- Centro Nacional del Agua (CNA). 2008. **Estadísticas del agua en México.** consultado el 6 de Abril de 2011 <[http://futurocostaensenada.files.wordpress.com/2010/02/estadiam\\_2008.pdf](http://futurocostaensenada.files.wordpress.com/2010/02/estadiam_2008.pdf)>
- Diver, S. 2006. **Aquaponics Integration of Hydroponics with Aquaculture.** ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service. North Carolina, USA, <http://www.aces.edu/dept/fisheries/education/documents/Horticulturesystemsguide.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1993. **El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Roma, Italia.** Los problemas del agua y la agricultura viewed <<http://www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm>>
- Masser, M. 2002. **Hydroponics integration with aquaculture.** First Ed. Alabama, USA, pp 23.
- Mateus, J. 2009. **Acuaponía: hidroponía y acuacultura, sistema integrado de producción de alimentos.** Red Hidroponía, Boletín No 44. 2009. Lima-Perú. Pp.7-10
- Nelson, LR. 2008. **Aquaponics food production.** Raising fish and profit. Nelson and Pade, Inc. First Edition. Virgen Islands.
- Rakocy J, Bailey, DS, Shultz, RC & Thoman, ES. 2004. **Update on tilapia and vegetable production in the aquaponic system.** Virgen Islands: 15 p.
- SIWI, IFPR, IUCN, IWMI. 2005. **Let it Reign: The New Water Paradigm for Global Food Security.** Final Report To CSD-13 Stockholm. International Water Institute, Stockholm.

**Martha Elena Aguilera-Morales**

Profesora investigadora de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oaxaca. Área agro-ingeniería.

**Fabiola Hernández-Sánchez**

Profesora-investigadora UNPA Campus Tuxtepec, Oaxaca. Área Biotecnología de Alimentos.

**Edmundo Mendieta-Sánchez**

Profesor investigador de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oaxaca. Área agro-ingeniería.

**César Herrera-Fuentes**

Profesor investigador de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, Oaxaca. Área agro-ingeniería.