



Producir más
con menos:

EL CASO DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS AGROACUÍCOLAS

El ingeniero Andrés Martínez R., de la Fundación Agrotech BMA, escribe sobre las ventajas del modelo productivo que integra la acuicultura en estanques de tierra y la producción hidropónica.

La acuaponía: Una propuesta sobre la mesa

En el mundo entero, crece el interés por diversificar la acuicultura, como alternativa para responder al imperativo de hacer de esta una actividad más sostenible. Los policultivos y la acuaponía, aparecen como opción para esa diversificación, pues permiten ofrecer, de manera simultánea, proteína animal y vegetales, con grandes eficiencias, en espacios reducidos, incluso, en “granjas urbanas”. La acuaponía es una respuesta bastante interesante al crecimiento demográfico del planeta, que **combina, de manera simbiótica, la cría de animales acuáticos (acuicultura), con el cultivo de plantas en agua, sin sustrato (hidroponía).**

“Desde una perspectiva económica, la acuapónica es, en teoría, capaz de aumentar el valor global de la piscicultura o de la hidropónica convencional, al tiempo que cierra el ciclo alimento-agua-energía dentro de una economía circular de base biológica”, se lee en un artículo publicado por Aquaponics Food Production Systems, titulado *El futuro de la acuapónica*. Al referirse a los sistemas acoapónicos de pequeña escala, dice que estos pueden ser rentables, siempre y cuando operen en nichos de mercado.

En Colombia, la tecnología acuapónica está tomando fuerza. Fruto de la iniciativa privada, surge la Asociación para el Desarrollo de la Acuaponía en Colombia- Adacol, primera organización de su tipo, que está liderando procesos de impacto en el departamento del Cauca, con participación en proyectos dotados de recursos nacionales e internacionales. Un ejemplo de dichas iniciativas es el proyecto “Aquacol. Producción de alimentos frescos y saludables para familias vulnerables mediante sistemas acuapónicos para el autoconsumo y pequeñas ventas en el departamento del cauca Colombia”, ejecutado por la Universidad de Sevilla, sus aliados, la Fundación Ayesa, Adacol y la Fundación Agrotech BMA, todo esto gracias a la subvención de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Aecid.

En un aporte al conocimiento de esta tecnología, se desarrolló la segunda fase de un trabajo de investigación, que evaluó el policultivo de tilapia nilótica, capaz y pimentón en un sistema de recirculación acuícola, como parte del convenio entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Aunap, Fedeacua y la Fundación Agrotech, cuyos resultados se muestran en este artículo.

Desde Fedeacua siempre hemos apoyado e incentivado todo lo que genere un valor agregado, y más cuando este puede contribuir a la preservación del medio ambiente. La acuaponía llegó para quedarse en nuestro sector, y hoy por hoy viene mostrando, por medio de estudios y en la práctica, que es una alternativa viable financieramente, que puede ser aprovechada por cualquier tipo de productor, desde el grande hasta el de subsistencia.

Cabe invitar a los piscicultores a que estudien la posibilidad de tener la acuaponía como otro factor económico para agregar en sus emprendimientos, pues es una alternativa a más disminuir el impacto económico de los altos costos de producción y bajos márgenes en la comercialización.

La acuicultura, además de cubrir 50% de la demanda mundial de alimentos provenientes del mar y cuerpos dulceacuícolas de alto valor nutricional, es una herramienta dirigida a la buena gestión del recurso hídrico, y en vista de la gran biodiversidad que existe, se hace posible emplear dos o más especies que se ubiquen en estratos diferentes de la columna de agua (*especies bentónicas y pelágicas*) dentro de una misma unidad productiva (estanque en tierra). Así se logra un mejor aprovechamiento de la dinámica trófica del estanque; esta estrategia productiva se conoce como policultivo (García *et al.*, 2011) (Useche & Niño, 2020).

La aplicación de esta integración productiva, requiere conocer los hábitos ecológicos, alimenticios y las características zootécnicas (adaptación al cautiverio, rusticidad, aceptación al consumo de alimento balanceado, buena conversión alimenticia) de las especies de interés, al igual que conocimientos sobre los requerimientos de la calidad del agua, pues, las especies por trabajar deben presentar similitudes en dichos requerimientos o manejo en campo, tanto especial como temporal, para controlar posibles interacciones que van en detrimento de la producción.

Los conceptos convencionales de policultivo en acuicultura están cambiando rápidamente hacia un enfoque holístico, integrando otras especies que permitan “*cerrar el ciclo*” productivamente hablando. Esto conlleva, al uso de los compuestos que se generan en el estanque de peces, considerados antes como “*residuos*” y ahora, reconocidos como fuente de nutrientes o insumos para la producción de dichas especies con valor tanto nutricional como comercial. Lo anterior corresponde a una visión empresarial del concepto instaurado por el doctor Thierry Chopin denominado acuicultura multitrófica

integrada (Imta, por sus siglas en inglés), en el cual, se diseñan cuidadosamente los sistemas productivos, teniendo presente las especies por cultivar, los *inputs* y *outputs* de cada componente y cómo estos se relacionan en las diferentes etapas de la producción integrada.

Acuicultura multitrófica integrada “*hace referencia a la producción en proximidad, de especies en diferentes niveles tróficos que, en complemento con las funciones del ecosistema, permite que el alimento no consumido y residuos de una especie, se conviertan en nutrientes y subproductos que se recapturan y conviertan en fertilizante, alimento y energía para las demás especies cultivadas; al mismo tiempo, tomar ventaja de las sinergia de las interacciones entre especies mientras ocurren procesos de biomitigación*”. Dr. Chopin - Imta.

Este concepto de integración aplica en producciones tanto marinas como dulceacuícolas, en sistemas cerrados y abiertos, generalizando el enfoque integrado dentro de las posibilidades de la acuicultura, e invita a pensar nuevamente la productividad y eficiencia potenciada por los ecosistemas y la biodiversidad.

Colombia, como país altamente biodiverso, está llamado a utilizar la riqueza biológica para potenciar las integraciones productivas. Es así como desde el 2018 se viene trabajando una tecnología que permite esta sinergia entre especies, para **producir más con menos**. La Fundación Agrotech BMA, en sus investigaciones privadas, logró establecer un modelo productivo que integra la acuicultura en estanques en tierra (generalizada en el país) y la producción hidropónica, siendo esta la primera adaptación nacional de la tecnología conocida tradicionalmente como acuaponía, incluida en el concepto de la acuicultura multitrófica integrada (Imta), como herramienta que utiliza la sinergia entre especie y su entorno, para la producción de alimentos.

Durante el 2021, se desarrolló la evaluación del policultivo de tilapia nilótica y bocachico, integrado con el cultivo de maíz y vetiver, utilizando el sistema de recirculación acuapónico, implementado en la estación piscícola del bajo Magdalena-EPBM Repelón Atlántico (Martínez & Lozano, 2021), en el cual el componente acuícola correspondía a un estanque en tierra, condición que modifica la dinámica de nutrientes en el sistema, activando las interacciones entre la



Estudiantes de la Universidad del Tolima en el sistema de recirculación acuapónico.

red trófica, antes limitadas por estanques inertes (como los de geomembrana y cemento) y al mismo tiempo sometiendo el componente hidropónico del sistema a la nutrición aportada exclusivamente por el cultivo de peces (no fertilización externa).

Se obtuvieron resultados muy llamativos en cuanto a la biomasa se refiere: 2.6 kg de peces por metro cuadrado y un desarrollo fenológico del cultivo de maíz, acorde con los cultivos en suelo, rompiendo el paradigma sobre de la necesidad de fertilizar las plantas para la producción en sistema acuapónicos.

Una segunda fase de investigación se ha desarrollado en la Estación Piscícola del Alto Magdalena, Epam, en Gigante, Huila, en el marco del Convenio de Actividades Científicas y Tecnológicas 283 del 2022, de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, Aunap, en alianza con Fedea-cua y la Fundación Agrotech BMA, durante el cual se ha evaluado el policultivo de tilapia nilótica, capaz y pimentón en un sistema de recirculación acuícola, que describe en detalle a continuación:

*“Implementar un policultivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y capaz (*Pimelodus grosskopfii*) en un modelo de recirculación acuapónico como piloto demostrativo de producción acuícola en la Estación Piscícola del Alto Magdalena de la Aunap en Gigante, Huila”.*

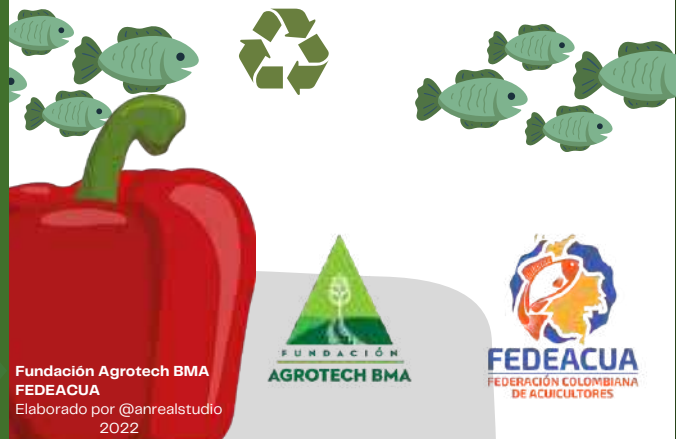
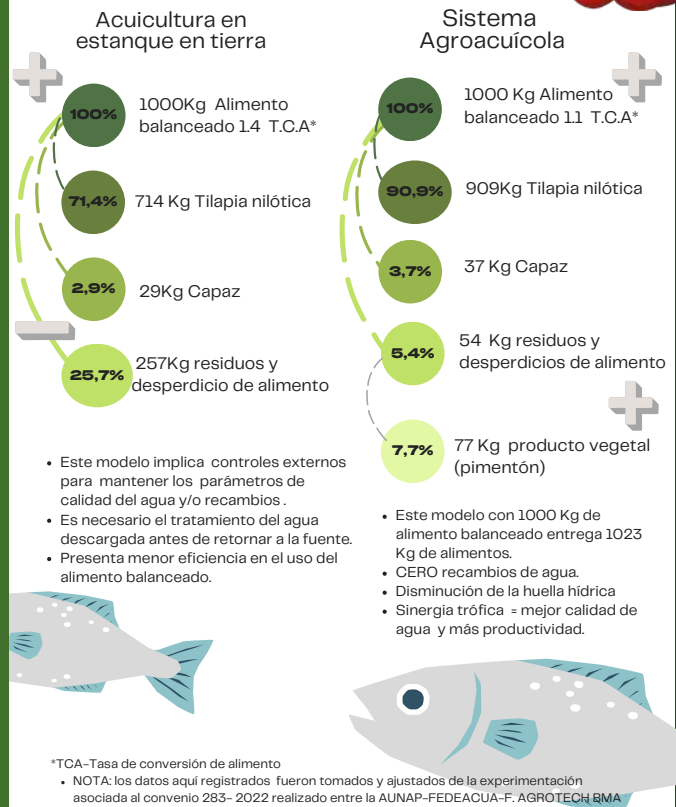
Esta investigación presentó 196 días de experimentación en campo, y se desarrolló en un sistema con 203 m³ de volumen nominal y cerca de 400 m² de área. Se evaluó un policultivo de 1.000 ejemplares de tilapia nilótica (*O. niloticus*) y 350 de

COLOMBIA, COMO PAÍS ALTAMENTE BIODIVERSO, ESTÁ LLAMADO A UTILIZAR LA RIQUEZA BIOLÓGICA PARA POTENCIAR LAS INTEGRACIONES PRODUCTIVAS.

MÁS CON MENOS

El caso de los sistemas agroacuícolas

¿Qué ocurre con el alimento balanceado en la acuicultura en estanques en tierra vs los sistemas agroacuícolas respecto a la producción en policultivo de tilapia nilótica y capaz?



capaz (*P. grosskopfii*), a razón de 6.75 peces/m² y 40 plantas de pimentón (*C. annuum L.*), sembradas a razón de 2 plantas/m². Este sistema de recirculación acuapónico está acoplado a un estanque en tierra bajo condiciones de clima templado, en la Estación Piscícola del Alto Magdalena, Epam.

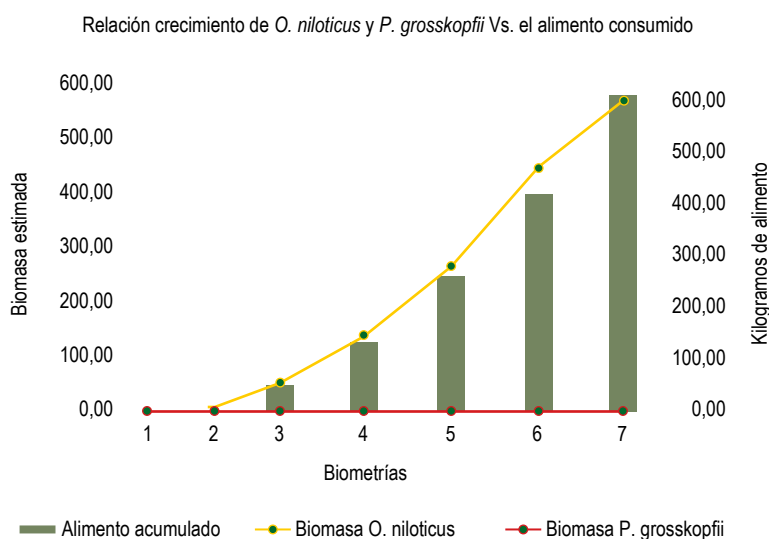
Este sistema presentó un comportamiento estable en los parámetros de calidad de agua durante toda la experimentación, como se observa en la Tabla 1, condición que permite manejar el recurso hídrico de manera eficiente y brindar condiciones dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de las especies de interés, así como, potenciar las interacciones entre estas durante la experimentación. Las condiciones de operación anteriores, sumadas a la experiencia de los investigadores, arrojaron una producción interesante, en términos de productividad: 560 kg de biomasa máxima en el estanque de peces (2.8 kg de biomasa/ m³), que fueron cosechados con una sobrevivencia elevada para la escala y duración de la experimentación (sobrevivencia de 95.4% para la tilapia y de 90.5% para el capaz). Esto, con una conversión de alimento de 1.1, calculada bajo la base de producción de talla comercial lograda (solo 538 kg de tilapia), Figura 1.

Esta reducción en el uso del alimento y el comportamiento de la calidad del agua, permitieron ese desempeño de las especies (tilapia nilótica, peso promedio final: 564.3 ± 91.8, y capaz: 68.6 ± 15.6 g), con una producción adicional de 46 kg de pimentón (1.1 kg por planta) durante el ciclo experimental (relación 12 kg peces: 1 kg pimentón cosechado). Esto muestra las bondades del policultivo bajo el sistema de recirculación acuapónico acoplado a un estanque en tierra, en el cual se obtiene 10% más de productos comercializables a una escala de producción acuícola semiintensiva, haciendo un mane-

Tabla 1. Valores diarios promedio de la calidad del agua en el sistema de recirculación acuapónico

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	25.8
Oxígeno disuelto - OD (mg/L)	6.2
pH	7.3
EC (mg/L)	120.3
Amonio total (mg/L)	0.6
Amoníaco (NH ₃ - No Ionizado) (mg/L)	0.008
Nitritos (NH ₂) (mg/L)	0.6
Nitratos (NO ₃) (mg/L)	3.6
Turbidez (cm)	20.3
Sólidos disueltos (ml/L)	6.8

Figura 1. Curva de crecimiento de las especies ícticas y el aporte de alimento balanceado en el tiempo



jo eficiente del recurso hídrico y creando una alternativa real para la transición de la acuicultura convencional hacia la sostenibilidad ambiental, económica y social.

Estos resultados hacen más palpable el concepto tan esquivo de la sostenibilidad en la acuicultura, pues en un ejercicio práctico, se ilustra el destino del alimento balanceado como principal costo de producción y principal causante del deterioro en la calidad del agua en los sistemas acuícolas versus un sistema agroacuícola (ver infografía). De esta manera, se dan pasos importantes hacia una acuicultura basada en

ciencia y tecnología en los territorios para las comunidades productoras acuícolas. 🐟

Bibliografía: García, J. J., Celis, L. M., Villalba, E. L., Mendoza, L. C., Bru, S. B., Atencio, V. J., & Pardo, S. C. (2011). *Evaluación del Policultivo de Bocachico Prochilodus magdalenae y Tilapia Oreochromis niloticus utilizando superficies fijadoras de perifiton*. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Martínez, A., & Lozano, G. (2021). Validación técnica del policultivo tilapia nilótica-bocachico en un modelo de recirculación acuapónico utilizando energía solar. Useche, C., & Niño, D. (2020). Fundamentos de Acuicultura Continental (Tercera).