



(<https://gsa.rakadev.com>).

---



# Prueba de alimentos optimizados para soya y sistemas de alimentación automatizados en la producción de camarón en estanques

28 January 2019

By Joao Torres Reis , Anneleen Swanepoel, M.S. , Romi Novriadi, Ph.D. , Melanie Rhodes, M.S. and Allen Davis, Ph.D.

**La combinación de dietas basadas en plantas y tecnologías avanzadas de alimentación puede proporcionar ventajas únicas para los productores comerciales**



Los resultados de un estudio de tres años probando alimentos optimizados con soya y sistemas de alimentación automatizados en la producción de camarones en estanques muestran que la combinación de dietas basadas en plantas y tecnologías avanzadas de alimentación puede proporcionar ventajas únicas a los productores comerciales. Note el tamaño medio de los camarones cosechados.

El camarón es uno de los productos marinos más valiosos que se comercializan, y el camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) es la especie de camarón preferida para la acuicultura debido a su capacidad para crecer en una amplia gama de ambientes de cultivo. La alimentación es el costo variable y la fuente de nutrientes más importante, y el consiguiente desperdicio biológico en sistemas acuícolas semi-intensivos e intensivos. Los alimentos disponibles en la actualidad para camarones son generalmente adecuados y hay un conocimiento considerable y numerosas investigaciones y demostraciones comerciales de alimentos a base de soya con proteína animal limitada o nula. Este alimento sería considerado mucho menos costoso y una alternativa más sostenible a los alimentos a base de harina de pescado.

Aunque hay alimentos mejorados disponibles para mejorar la sostenibilidad, deben combinarse con la entrega optimizada del alimento. Siguiendo los pasos de otros subsectores de la agricultura, la industria acuícola ha estado avanzando hacia sistemas de alimentación cada vez más automatizados para una amplia variedad de tareas. Los sistemas de alimentación automática han logrado un papel fundamental en la intensificación de la acuicultura para peces y estas tecnologías ahora se están aplicando a la producción de camarón.

Los camarones pastan con una capacidad limitada para almacenar alimento en su tracto digestivo, lo que resulta en una ingesta más lenta y continua de pequeñas cantidades de alimento. Por lo tanto, varios estudios han demostrado un mejor desempeño en el crecimiento del camarón con múltiples alimentaciones a lo largo del día. Sin embargo, las aplicaciones múltiples de alimentos diariamente pueden ser muy laboriosas y económicamente impracticables en muchas regiones.

Para complicar aún más el manejo, a diferencia de los sistemas de peces donde a menudo hay una observación directa del comportamiento de alimentación, las técnicas tradicionales de manejo de alimento para camarones son indirectas y posteriores. Los aportes de alimentos a menudo se estiman a través de tablas de alimentación, observación desde bandejas de alimentación, confirmación visual del intestino o una combinación de varias medidas indirectas. Tales técnicas son útiles, pero no son en tiempo real. Como respuesta a la necesidad de la industria de cultivo de camarón para mejorar sus protocolos de manejo de alimentos, se han desarrollado tecnologías automatizadas y ahora están siendo empleadas por numerosos productores en todo el mundo.

Una característica única de los camarones es que mastican externamente su alimento. Esta actividad de alimentación en particular es acústicamente activa, produciendo un ruido de chasquido distintivo a medida que los alimentos son triturados y ha llevado al desarrollo de un sistema de alimentación a demanda acústico que ha demostrado ser una herramienta confiable en el cultivo de camarón. Trabajos previos de Jescovitch et al. (2018), Ullman et al. (2018) y Ullman et al. (2019) han mostrado mejoras en el rendimiento de crecimiento mediante la aplicación de un sistema de alimentación a demanda acústica en comparación con dos alimentadores manuales o alimentadores basados en temporizadores que suministran alimentación varias veces al día.

Durante los últimos dos años en nuestras instalaciones de investigación de producción, hemos pasado de dos alimentaciones por día con un ciclo de producción de 120 días a la utilización de sistemas de alimentación automatizados con un ciclo de producción de 90 días. A pesar de reducir el ciclo de producción en 30 días, estamos produciendo una mayor biomasa y camarones de mayor tamaño. Esto se logra ya que los sistemas de alimentación automatizados permiten una mayor alimentación y, por lo tanto, un mayor consumo de alimentos, lo que a su vez promueve un crecimiento más rápido.

El presente estudio se basa en la investigación mencionada anteriormente, que desarrolló alimentos optimizados con soya para reducir los costos de alimentos y presentar un alimento más sostenible, basado principalmente en ingredientes sustentables basados en plantas. Este alimento se usó para demostrar el uso de dietas de producción optimizadas con soya y para mejorar la eficacia de los sistemas de alimentación automatizados para camarones.

El objetivo de nuestro trabajo ha sido mejorar la comprensión y la funcionalidad práctica de los sistemas automatizados, concentrándonos en mejorar los protocolos de alimentación con temporizador aumentando lentamente las cantidades de alimento utilizando una mayor frecuencia de comidas programadas. Se ha llevado a cabo en paralelo con un sistema de alimentación a demanda acústica (AQ1 Systems, Tasmania, Australia), que ha permitido la validación de esta tecnología en un escenario práctico de producción. Además de una demostración práctica de alimento con nueva tecnología automatizada, estos datos demuestran la eficacia y el rendimiento del camarón con alimentos optimizados con soya.

## Diseño del estudio

La investigación se realizó en el Departamento de Conservación y Recursos Naturales de Alabama, Centro de Maricultura Claude Peteet, Gulf Shores, Alabama (EE. UU.). Las larvas de camarón blanco del Pacífico (*L. vannamei*) se obtuvieron de Shrimp Improvement Systems (Islamorada, Florida, EE. UU.), se aclimataron y criaron en un sistema de invernadero. Los camarones juveniles luego se sembraron en 16 estanques al aire libre de 0.1 hectárea (ha) a 17 camarones por metro cuadrado en 2016, 38 camarones por metro cuadrado en 2017 y 26 camarones por metro cuadrado en 2018.



Vistas de la configuración de estanques de camarones con alimentadores BioFeeder con temporizador.

## Manejo de alimento

A todos los estanques se les ofrecieron las mismas dos dietas: dieta comercial de 1.5 mm (40 por ciento de proteína cruda, 9 por ciento de lípidos crudos) producida por Zeigler Bros. Inc. (ZBI, Gardners, PA., EE. UU.) durante las primeras cuatro semanas, y una dieta de 2.4-mm, 35 por ciento de proteínas y 8 por ciento de lípidos producida por ZBI se aplicó a partir de la cuarta semana. En 2016 y 2018, la dieta de producción fue un alimento optimizado con soya, y en 2017 se alimentó una dieta de camarón comercial, SI-35. Se evaluaron tres tratamientos cada año según un protocolo de alimentación estándar (SFP) calculado en función de una ganancia de peso esperada de 1.3 gramos por semana, un índice de conversión de alimentación (FCR) de 1.2 y una población esperada basada en una mortalidad semanal del 1.5 por ciento durante el período de crecimiento.

El primer año de investigación comparó la alimentación manual dos veces al día utilizando el SFP, SFP +15 por ciento y SFP +15 por ciento usando un alimentador de temporizador solar (Solarfütterer, FIAP GmbH, Ursensollen, Alemania) que alimentaba seis veces al día entre las 8 am y 6 pm, y el cuarto tratamiento se autogestionó utilizando el sistema de alimentación acústica AQ1, que permitió la alimentación de 7 a.m. a 1 p.m. El segundo año comparó el SFP de alimentación manual, dos tratamientos de alimentador de temporizador solar que alimentaba SFP +15 por ciento y SFP +30 por ciento, así como el sistema de alimentación acústica AQ1. La presente investigación eliminó el tratamiento de alimentación manual y cambió a un alimentador temporizador que permitía más de seis alimentaciones por día. Los tres tratamientos con temporizador fueron SFP +30 por ciento, SFP + 45 por ciento, SFP + 60 por ciento y el sistema de alimentación AQ1.

Los alimentadores actuales utilizados para los tratamientos con SFP fueron los alimentadores temporizadores BioFeeder (BioFeeder SA, Guayaquil, Ecuador), que alimentaron una vez cada 20 minutos de 7 a.m. a 7 p.m., lo que dio como resultado 36 alimentaciones por día. Los alimentadores se

controlaron de forma remota mediante el software específico basado en la red del alimentador, al que se puede acceder desde cualquier computadora o teléfono. El sistema de alimentación AQ1 alimenta a voluntad usando un hidrófono con software de computadora para monitorear la actividad de alimentación.

En la investigación más reciente, en un intento por no limitar la alimentación a las horas diurnas, el sistema AQ1 también estaba equipado con un sensor de OD bajo el agua y el sistema se configuró para permitir la alimentación solo cuando los niveles de OD estaban por encima de 4 mg/L. En los cuatro estanques que utilizan el sistema AQ1, el aireador principal se conectó al controlador para automatizar la actividad del aireador en función de las mediciones del sensor de OD. El sistema encendió el aireador por debajo de un umbral de OD y pausó el alimentador hasta que el OD estuvo por encima de un nivel establecido en el que el aireador se apagó. El tratamiento con AQ1 se asignó de forma no aleatoria a estanques debido a restricciones de suministro de energía.

Vista del panel de BioFeeder que muestra datos importantes de producción y gestión.

## Muestreo y calidad del agua

Los camarones se muestrearon semanalmente durante toda la etapa de producción utilizando una atarraya (1.52 m de radio y 0.96 cm de malla) para recolectar aproximadamente 60 individuos por estanque. El muestreo de estanques permitió la evaluación e inspección del crecimiento para la salud general. Los estanques fueron monitoreados (OD, temperatura, salinidad y pH) al menos tres veces al día, al amanecer (5:00 a 5:30 am), por la tarde (2:00 a 2:30 pm) y al atardecer (7 a 8) pm). Para el mantenimiento de oxígeno disuelto (OD) superior a 3 mg/L, todos los estanques tuvieron un Aire-O<sub>2</sub> de 2-HP (Aire-O<sub>2</sub>, Aeration Industries International, Inc., Minneapolis, MN, EE. UU.) como principal fuente de aireación mecánica y un Air-O-Lator (Kansas City, MO, EE. UU.) para la aireación de respaldo y/o suplementaria según era necesario.

## Resultados

Un resumen combinado de los últimos tres años de investigación se muestra en las Figs. 1 y 2. El rendimiento mejorado del crecimiento desde la alimentación manual dos veces al día a las alimentaciones con temporizador es significativo. Al utilizar alimentadores automáticos e incrementar el aporte de alimento, pudimos reducir el ciclo de producción de 120 a 90 días. Está claro que el aumento del número de alimentaciones por día permite aumentos en nuestros aportes de alimentación estándar (+30, 45 y 60 por ciento por encima de SFP), lo que resultó en una mayor producción de camarón.

Las tasas de crecimiento (gramos por semana) para el sistema AQ1 (tratamiento 4) fueron consistentemente las más altas, ya que ajustaron los aportes de alimento en tiempo real. El tratamiento con AQ1 también tuvo el mayor rendimiento y aporte de alimento. Es interesante observar que, aunque el sistema acústico ajustó los aportes de alimento en función de los aportes en tiempo real, no hubo diferencias en el FCR. Somos conservadores con nuestros aportes de alimento, por lo que incluso con ese nivel del 160 por ciento de aportes de alimento (SFP 60), el alimento fue limitado y el camarón consumió todo lo que se alimentó. Es probable que los camarones también utilicen alimentos naturales presentes en el estanque.

Fig. 1: Resumen de tres años de la tasa de crecimiento promedio semanal (gramos/semana) a lo largo del ciclo de producción y el índice de conversión total de alimentos (FCR).

Fig. 2: Resumen de tres años del alimento total utilizado y la biomasa final del camarón.

Es importante tener en cuenta que la dieta optimizada con soya utilizada en 2016 y 2018 proporcionó resultados similares a la dieta comercial para camarones utilizada en 2017. Por lo tanto, el uso de comederos automáticos o un sistema de alimentación con retroalimentación acústica resultó en un buen crecimiento y producción. El crecimiento fue similar en todos los aportes de alimento hasta aproximadamente 50 días, después de lo cual los niveles más bajos de aportes de alimento limitaron el crecimiento.

Esto nos brinda la oportunidad de utilizar los datos para desarrollar una estrategia mejorada de manejo de alimentos basada en un aumento incremental de los aportes. Con este objetivo, utilizaremos los aportes de alimentos y los datos de crecimiento para volver a calcular un aporte de alimentos recomendado para el uso de sistemas de alimentación automatizados, lo que constituye una herramienta invaluable para los productores que utilizan sistemas de alimentación automatizados.

## Perspectivas

Los resultados de más de tres años de pruebas demostraron claramente que el aumentar las alimentaciones diaria mediante el uso de sistemas de alimentación automatizados puede aumentar significativamente la producción y el valor de *L. vannamei* producido en cultivos de estanques semi-intensivos. Basándonos en el uso de sistemas de alimentación automatizados, hemos visto grandes aumentos en las tasas de crecimiento de camarón y reducciones en el número de días a un tamaño dado mientras mantenemos una excelente conversión de alimento. En general, los sistemas de alimentación automatizados son una tecnología de transformación que confiere numerosas ventajas para el cultivo del camarón. Nuestros resultados confirman que se puede desarrollar un protocolo de alimentación estándar para un sistema de alimentación automatizado que soporte tasas de crecimiento mejoradas.

Nuestra opinión es que los sistemas simples de alimentación automática nunca coincidirán con los ajustes en tiempo real para aportes de alimentos que responden a la demanda real del camarón. Aunque implementados a un costo mucho mayor, los sistemas de retroalimentación automatizados parecen ser una mejor opción de manejo para maximizar la producción de camarón en el menor tiempo.

Se debe tener en cuenta que la aplicación de estas tecnologías aumentará el aporte de alimento, lo que requiere ajustes en el manejo del estanque, y que el personal deberá recibir capacitación en el mantenimiento adecuado de los sistemas de alimentación. También vale la pena subrayar que pudimos lograr un rendimiento de crecimiento más que aceptable al aplicar dietas basadas en soya sin harina de pescado, que algunos subsectores de la industria aún consideran con escepticismo.

La combinación de dietas basadas en plantas y tecnologías avanzadas de alimentación permite un sistema más eficiente que proporcionará un conjunto único de ventajas si es adoptado por los productores comerciales.

*Referencias disponibles del último autor.*

## Authors

---



**JOAO TORRES REIS**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn AL 36849 USA

[jzt0062@tigermail.auburn.edu](mailto:jzt0062@tigermail.auburn.edu) (<mailto:jzt0062@tigermail.auburn.edu>).



**ANNELEEN SWANEPOEL, M.S.**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn AL 36849 USA



**ROMI NOVRIADI, PH.D.**

Directorate General of Aquaculture  
Ministry of Marine Affairs and Fisheries  
Republic of Indonesia

[Romi\\_bbl@yahoo.co.id](mailto:Romi_bbl@yahoo.co.id) ([mailto:Romi\\_bbl@yahoo.co.id](mailto:Romi_bbl@yahoo.co.id)).

**MELANIE RHODES, M.S.**

Research Associate  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn AL 36849 USA

**ALLEN DAVIS, PH.D.**

Alumni Professor  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn AL 36849 USA

[davisda@auburn.edu](mailto:davisda@auburn.edu) (<mailto:davisda@auburn.edu>).

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.