



Alliance

(<https://www.aquaculturealliance.org>)

---



**Global  
Aquaculture  
Advocate**<sup>™</sup>

Aquafeeds

---

# La retroalimentación acústica mejora los sistemas automatizados de alimentación para camarones

Monday, 11 May 2020

By João Reis, M.S. , Alexis Weldon , Paulo Ito , William Stites , Melanie Rhodes, M.S. and D. Allen Davis, Ph.D.

**El objetivo era establecer un nuevo protocolo de alimentación estándar**



Camarones blancos del Pacífico cosechados de estanques experimentales.

Los alimentos para camarones son el costo variable, y la fuente de nutrientes y desechos biológicos más importantes en sistemas semi-intensivos e intensivos. Si bien los alimentos actualmente disponibles se consideran adecuados, hay varios estudios que se centran en optimizar la nutrición de los camarones a través de la formulación o los protocolos de alimentación. Al igual que con otras especies, existen múltiples estudios e informes comerciales que validan la viabilidad de la producción con alimentos a base de soya más económicos y sostenibles. Sin embargo, el manejo del alimento es la conjugación del contenido nutricional y el mecanismo de suministro de alimento. Si bien gran parte de la investigación se centró en la nutrición y la formulación de alimentos, se dedica poco esfuerzo a las prácticas de aplicación o suministro de alimentos. Por lo tanto, nuestro grupo se enfoca en mejorar las técnicas de manejo de alimento a través de evaluaciones sistemáticas de diferentes técnicas.

Para optimizar los métodos de entrega de alimento, es esencial comprender el comportamiento natural de alimentación de los camarones. Los camarones son herbívoros bentónicos con capacidad limitada para almacenar alimentos ingeridos, lo que resulta en preferir la ingestión frecuente de pequeñas cantidades de alimentos. Varios autores han informado un mejor crecimiento cuando se aumentaron las alimentaciones de los camarones, lo que también permite mayores aportes de alimento ya que la carga de nutrientes se extiende durante un período de tiempo más largo. **Reis et al. (2019)** (<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/testing-soy-optimized-feeds-automated-feeding-systems-shrimp-pond-production>) reportaron que cuando se usaban sistemas de alimentación automatizados, resultaba una mayor tasa de crecimiento con niveles crecientes de aportes de alimento.

En la actualidad, muchas granjas camaroneras de todo el mundo todavía dependen del trabajo humano para alimentar a los camarones; por lo tanto, aumentar el número de alimentaciones a menudo resulta en costos laborales más altos. Además, los camarones peneidos se alimentan naturalmente por la noche, lo que podría complicar aún más el manejo logístico. Este problema es particularmente importante en América Central, donde los salarios son más altos que en otras regiones productoras de camarones, como el sudeste Asiático.

La utilización de alimentadores automáticos es una solución para aumentar el número de comidas sin comprometer los costos laborales. Los alimentadores temporizadores han sido utilizados por la industria del camarón durante más de una década, pero más recientemente se desarrolló y comercializó la tecnología de alimentación de retroalimentación acústica. Este es un tipo de sistema de alimentación a demanda que integra la actividad acústica de grabación de camarones en vivo como el factor para determinar cuándo alimentarse. **Ulman et al. (2019)**,

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004484861830437X>) y Reis et al. (2019) reportaron un crecimiento más rápido y un mayor valor del producto para un sistema semi-intensivo que utiliza sistemas de alimentación de retroalimentación acústica.

Aunque, por definición, un alimentador temporizador nunca será tan eficiente como un alimentador a demanda, los resultados de Reis et al. (2019) indican que es posible reducir la brecha de eficiencia entre los alimentadores temporizadores y los sistemas de alimentación de retroalimentación acústica. Aunque los datos publicados sobre la utilización del alimentador automático están disponibles, hay poca o ninguna información sobre el horario de alimentación preferido en el entorno de producción de estanques al aire libre.

El objetivo de nuestro trabajo ha sido explorar sistemáticamente el potencial para la integración de los sistemas automáticos de entrega de alimento en la acuicultura de camarones, particularmente en los sistemas de estanques al aire libre. Este proyecto específico descrito aquí tenía el objetivo de finalmente establecer un protocolo de alimentación estándar para alimentadores temporizadores en la producción de camarones a través de la evaluación del crecimiento de camarones alimentados con diferentes cantidades de alimento a través de diferentes horarios. En resumen, evaluar si la aproximación al horario de conducta de alimentación natural (durante la noche) favorecería el crecimiento.

Como se informó en años anteriores, se ha llevado a cabo en paralelo con un sistema comercial de alimentación acústica a demanda (AQ1 Systems, Tasmania, Australia), que ha permitido la validación de esta tecnología en un escenario de producción práctico. Además de una demostración práctica de alimentos con nueva tecnología automatizada, estos datos demuestran la eficacia y el rendimiento de los camarones en alimentos optimizados con soya.

## Diseño del estudio

Este estudio se realizó en el Departamento de Conservación y Recursos Naturales de Alabama, Centro de Maricultura Claude Peteet, Gulf Shores, Alabama (EE. UU.). Se obtuvieron larvas de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) de American Penaeid (Fort Myers, Florida, EE. UU.), y aclimatadas y criadas en un sistema de invernadero. Los camarones juveniles se sembraron en 16 estanques al aire libre de 0.1 hectáreas (ha) a 35 camarones por metro cuadrado.

## Manejo de alimento

A todos los estanques se les ofrecieron las mismas dos dietas: una 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, Pensilvania, EE. UU.) durante las primeras cuatro semanas, y una dieta ZBI de 2.4 mm con 35 por ciento de proteína, 8 por ciento de dieta de lípidos y alimentada desde la cuarta semana en adelante. Se establecieron cuatro tratamientos para evaluar el rendimiento del crecimiento del camarón bajo diferentes protocolos de alimentación. Los aportes de alimento para todos los tratamientos se calcularon en base a un protocolo de alimentación estándar (SFP) que anticipa un aumento de peso de 1.3 gramos por semana, un índice de conversión de alimento (FCR) de 1.2 y una población esperada basada en una mortalidad semanal de 1.5 por ciento durante el crecimiento durante el engorde. Todos los tratamientos fueron alimentados la misma cantidad dos veces al día durante los primeros 30 días de producción y solo entonces comenzaron el manejo de alimentación diferencial a lo largo del ciclo.

Se utilizaron tres tratamientos de alimentación por temporizador utilizando unidades comerciales (BioFeeder, S.A., Guayaquil, Ecuador) para distribuir 34 alimentaciones distribuidas uniformemente en los siguientes horarios: durante el día (de 0700 a 1900), durante la noche (de 1900 a 0700) y las 24 horas. En base a datos anteriores, desarrollamos un protocolo de alimentación estándar para sistemas de alimentación automática (SPAF) para todos los tratamientos de alimentación por temporizador donde los insumos de alimentación se ajustaron a SFP + 30 por ciento durante los primeros 45 días de producción, SFP + 45 por ciento desde el día 46 hasta el 60, y SFP + 60 por ciento desde el día 60 hasta el 90. Las distribuciones de alimento del tratamiento de 24 horas se incrementaron aún más a SFP + 75 por ciento desde el día 75 hasta el 90.

También se usó un cuarto tratamiento en este experimento, que consistió en la tecnología AQ1 Systems. Este es un sistema de alimentación con retroalimentación acústica a pedido que integra la señal acústica de los camarones a través de un hidrófono dentro del estanque y se alimenta en consecuencia. Este sistema se inició 30 días después del ciclo de producción y también se configuró para alimentar *ad libitum* hasta un máximo de 16 kg por día para evitar la

degradación de la calidad del agua a niveles críticos. Este sistema también estaba equipado con un sensor de oxígeno disuelto (OD) para autorregular aún más la alimentación y la aireación mecánica. Cada tratamiento se repitió en cuatro estanques.

## Muestreo y calidad del agua

Se tomaron muestras de camarones semanalmente durante toda la etapa de producción usando una atarraya (radio de 1,52 metros; malla de 0,96 cm) 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 a.m.), tarde (2:00 a 2:30 p.m.) y al atardecer (7 a 8 p.m.) Para el mantenimiento del oxígeno disuelto (OD) por encima de 3 mg/L, todos los estanques tenían un Aire-O2 de 2 HP (Aire-O2, Aeration Industries International, Inc., Minneapolis, Minnesota, EE. UU.) Como fuente principal de aireación mecánica y un Air-O-Lator de 1 HP (Kansas City, Mo., EE. UU.) para respaldo y/o aireación suplementaria según sea necesario.

## Resultados y discusión

Las tasas de crecimiento (gramos por semana) para este ensayo están presentes en la Fig. 2. Estos datos validan los resultados de varios autores, incluidos [Napaupaiorn et al. \(2013\)](https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFE/article/view/80653) (<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFE/article/view/80653>), Ulman et al. (2019) y Reis et al. (2019) – que sugirieron un mejor crecimiento con la utilización del sistema de retroalimentación acústica de AQ1 Systems.

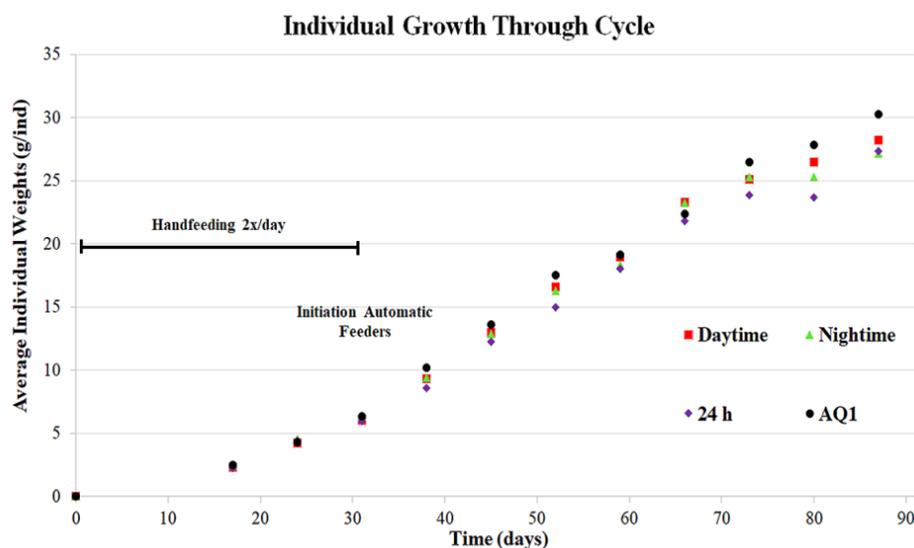


Fig. 1: Peso individual promedio por tratamiento a lo largo del ciclo de producción en este estudio.

Además, de acuerdo con lo informado por los autores mencionados anteriormente, este proyecto registró mayores entradas de alimento en los estanques utilizando el sistema AQ1 (Fig. 2). Aunque no se observaron diferencias estadísticas entre las entradas de alimento para los alimentadores automáticos, tanto los tratamientos de alimentación nocturna como los de 24 horas aplicaron cantidades de alimento numéricamente más bajas que el tratamiento diurno. Como consecuencia natural de los insumos de alimentación diferencial, este estudio ha encontrado diferencias entre los camarones alimentados durante la noche y las 24 horas y los camarones alimentados con el sistema AQ1 para todo el peso final individual y el aumento de peso (g/semana). Los bajos aportes de alimento fueron consecuencia de saltarse comidas durante la noche como práctica de gestión de estanques para evitar el agotamiento del oxígeno más allá de nuestra capacidad de aireación mecánica. Este es probablemente un problema relacionado con la configuración de los estanques y su limitada capacidad de aireación mecánica durante la noche, particularmente en las etapas de crecimiento tardío. Por lo tanto, no se esperan diferencias en una configuración idéntica donde el oxígeno no es un factor limitante.

En resumen, la utilización de alimentadores automáticos ha permitido un crecimiento más rápido que resulta en ciclos de producción más cortos, lo que finalmente resulta en mayores rendimientos de camarones. Estos resultados validan aún más las proporciones de conversión de alimentación (FCR) ampliamente divulgadas para los alimentadores automáticos en todos los ámbitos (Fig. 2).

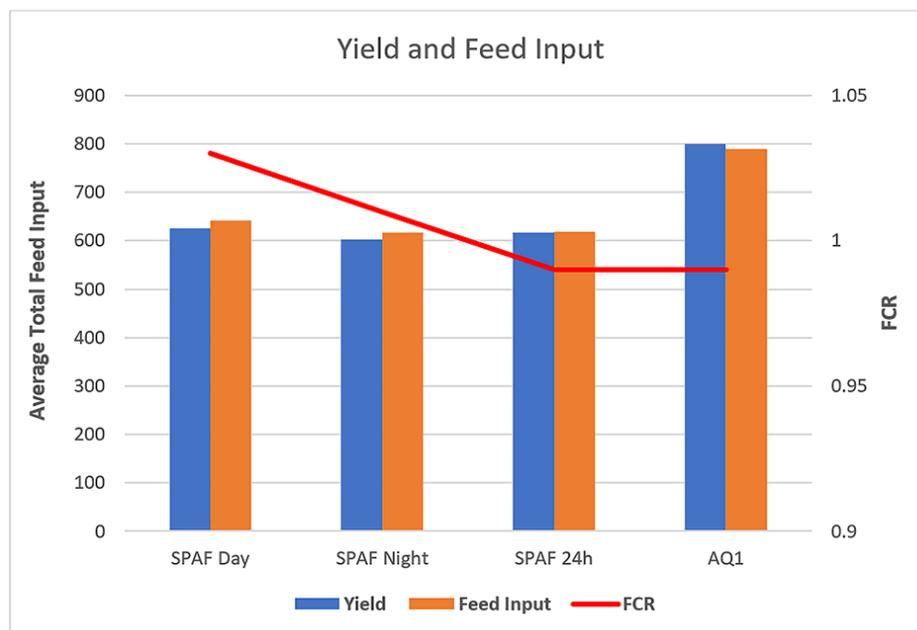


Fig. 2: rendimiento y entrada de alimentación acumulada para los diferentes tratamientos en este estudio.

El objetivo principal de esta prueba fue establecer un nuevo protocolo de alimentación estándar, diseñado específicamente para alimentadores automáticos con temporizador. Según los resultados de este ensayo y los datos publicados previamente en condiciones experimentales idénticas (Ullman et al. 2019; Reis et al. 2019) y los resultados presentados en esta publicación, está claro que los alimentadores acústicos bajo demanda son los más eficientes y dan como resultado una mayor productividad. Sin embargo, es posible establecer protocolos de alimentación de alta eficiencia para alimentadores con temporizador. Esto es especialmente importante para las instalaciones que están equipadas con alimentadores temporizadores y prefieren ajustar las tablas y protocolos de alimentación en lugar de reinvertir en alimentadores acústicos a demanda de alta tecnología.

Según lo informado por **Jescovitch et al.** (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/are.13483>) y Ullman et al. (2019) y Reis et al. (2019), la conjunción de dietas optimizadas con soya y protocolos adecuados de gestión de alimentos en tecnologías de alimentación automática dieron como resultado un buen crecimiento y productividad, incluso durante esta prueba también. La amplia variedad de sistemas de producción en la acuicultura del camarón hace que sea prácticamente imposible llegar a conclusiones generales sobre cuánto tiempo tomaría la inversión en los alimentadores automáticos para recuperarse. Sin embargo, está claro que estas tecnologías son una herramienta extremadamente útil para lograr una mayor productividad y un producto más valioso.

## Perspectivas

El objetivo de este proyecto era actualizar nuestro protocolo de alimentación estándar a una versión optimizada para alimentadores temporizadores. Aunque el objetivo se logró con éxito, queda claro que los sistemas de retroalimentación acústica se han convertido en el estándar para el crecimiento óptimo de los camarones en el cultivo en estanques. Por lo tanto, el trabajo futuro de gestión de alimentos en nuestros sistemas probablemente se centrará en explorar el potencial nutricional de diferentes alimentos mientras se usa el sistema AQ1 en todos los estanques.

## Authors

---



### **JOÃO REIS, M.S.**

Corresponding author  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849-5419 USA

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



### **ALEXIS WELDON**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849-5419 USA



### **PAULO ITO**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849-5419 USA



### **WILLIAM STITES**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849-5419 USA



**MELANIE RHODES, M.S.**

Research Associate  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849-5419 USA



**D. ALLEN DAVIS, PH.D.**

Alumni Professor  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849-5419 USA

Copyright © 2016–2020 Global Aquaculture Alliance

All rights reserved.