



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

---



# Sistemas automatizados de alimentación en la producción en estanques de camarón blanco del Pacífico

23 April 2018

By Allen Davis, Ph.D. , Carter Ullman, M.S. , Melanie Rhodes, M.S. , Romi Novriadi and Anneleen Swanepoel

**Un estudio muestra que la automatización es significativamente más eficiente que la alimentación manual**



Mejorar la eficiencia de la gestión de alimentos acuícolas en estanques comerciales de camarones es fundamental para mejorar la productividad y rentabilidad de la industria y minimizar cualquier impacto ambiental.

El éxito continuo de la acuicultura del camarón dependerá de mejoras en el manejo del alimento y en reducciones en los requisitos de mano de obra para la producción. Esto es particularmente importante para la alimentación del camarón.

En general, los productores de camarones en las Américas alimentan dos veces al día ya que la mano de obra y el tiempo requeridos para alimentar grandes estanques es considerable, y se considera demasiado costoso alimentar múltiples veces. En Asia, la mano de obra de bajo costo y las unidades de producción más pequeñas permiten una mayor frecuencia de alimentación. En ambos casos, los aportes de alimento se ajustan en función del uso de datos históricos (por ejemplo, tablas de alimento) o mediante medidas indirectas de la ingesta de alimento, como la evaluación del tracto intestinal o el uso de bandejas de alimentación.

En todos los casos, no existe una medida clara y directa de la ingesta de alimento ni hay retroalimentación del camarón en cuanto a la necesidad de alimento

## **El movimiento a alimentadores automatizados**

A medida que aumenta la cantidad de alimentaciones, se mejora el rendimiento del camarón. Esto es presumiblemente debido a los hábitos alimenticios del camarón, así como a los factores físicos que influyen en la alimentación. Los camarones son herbívoros bentónicos que mastican externamente sus alimentos y han evolucionado para comer pequeñas cantidades de alimentos durante el día. Estas cualidades hacen que el manejo de los aportes de alimento y el suministro de nutrientes sean problemáticos, ya que muchos de los nutrientes esenciales son solubles en agua.



Históricamente, los camaricultores han dependido de alimentos muy estables para permitir que los camarones tengan acceso al alimento durante un período prolongado de tiempo; por lo tanto, minimizando la necesidad de numerosas alimentaciones.

Sin embargo, la investigación ha demostrado que cuanto más tiempo está expuesto un alimento a la lixiviación, más pobre es el valor nutricional del alimento. Por ejemplo, la comparación del crecimiento de camarones alimentados con alimentos que se han lixiviado durante períodos de tiempo variables (0, 0.5, 1, 2, 4 horas) ha demostrado reducciones significativas en el crecimiento del camarón al que se le ofreció alimentos previamente lixiviados por más de una hora. Estos resultados demuestran claramente que el alimento tiene un valor económico para estar en el agua durante el menor tiempo posible, lo que significa que sería preferible alimentarlo en cantidades pequeñas que alimentarlo en grandes cantidades.

Lógicamente, la industria necesita avanzar hacia alimentadores automáticos que permitan pequeñas alimentaciones frecuentes. Aunque esto minimiza el efecto de la lixiviación y aborda la necesidad de que los camarones tengan acceso al alimento durante un período prolongado de tiempo, no aborda los problemas de ingesta.

En los peces, las tecnologías de adaptación – también denominadas alimentación por demanda – se han utilizado durante muchos años con éxito. En su forma más simple, esta sería la observación de que los peces comen un alimento flotante para el cual el alimentador ofrece alimento en función del nivel de respuesta y del alimento que permanece en la superficie. Con los sistemas automatizados, esto a menudo se realiza mediante el reconocimiento de imágenes, que se limita a la situación de agua clara en la que se pueden observar el alimento y los peces. Estas tecnologías automatizadas se basan en sistemas visuales, que no son aplicables a los camarones o sus sistemas de producción.

## Tecnologías acústicas

Sin embargo, más recientemente las tecnologías acústicas se han aplicado al camarón. Los Sistemas AQ1 (Tasmania, Australia) han desarrollado recientemente el primer sistema de control de alimentación basado en sensores del mundo que es aplicable al camarón (Fig. 1). Este sistema de alimentación controlada por retroalimentación utiliza tecnología sónica para medir la intensidad de la alimentación.

El sistema de alimentación de sonido tiene complejos algoritmos de filtrado para analizar los sonidos de alimentación del camarón y Adaptive Feeding Algorithms © para controlar los aportes de alimentos para que coincidan con la intensidad de alimentación. El sistema puede ser equipado con sensores sónicos, de temperatura y de oxígeno disuelto (OD) que registran automáticamente la información en tiempo real en una computadora en red. Esto permite la observación en tiempo real de la demanda de alimento en función de la hora del día y los cambios en los parámetros de calidad del agua (temperatura y oxígeno disuelto).

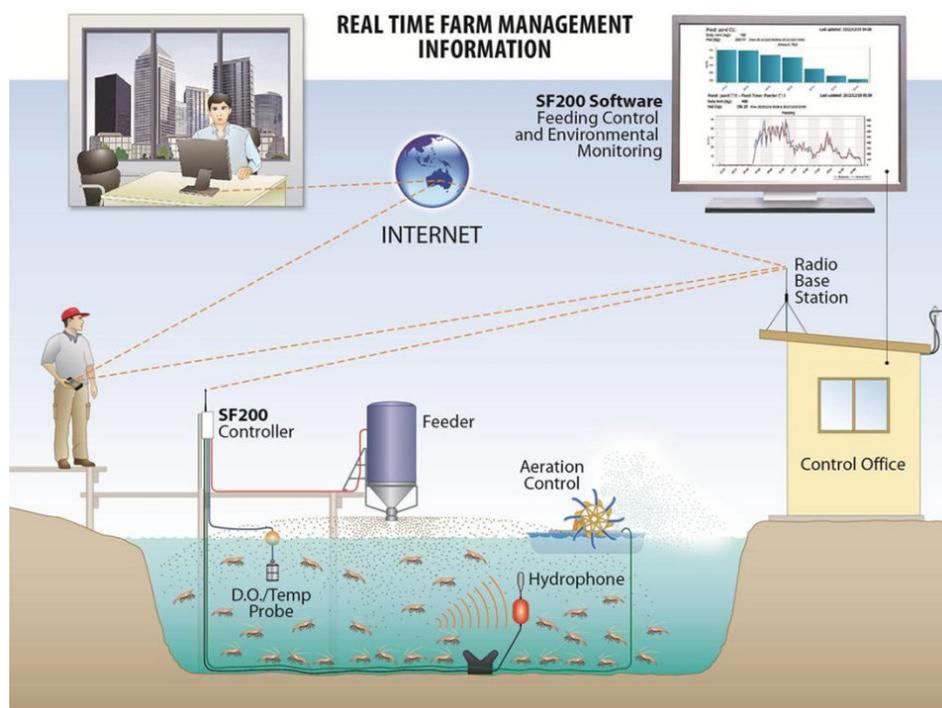


Fig. 1. Concepto del sistema AQ1.

Este sistema se ha instalado en numerosas granjas comerciales a través de una gama de tecnologías de producción que van desde condiciones extensivas hasta súper intensivas. Los monitores acústicos permiten monitorear la actividad de alimentación para proporcionar un ajuste en tiempo real de los aportes de alimento en función de la demanda. Esto significa una aplicación de alimento mejorada durante los tiempos de alimentación activa. Como era de esperar, la mejora variará, pero ha mejorado la utilización de alimentos y las tasas de crecimiento en una amplia gama de tecnologías. Las mejoras globales basadas en la intensidad se resumen en la Tabla 1 y demuestran la flexibilidad de estos sistemas.

## Davis, Alimentación automática, Tabla 1

SF200 System – Mejoras de Productividad				
	CRECIMIENTO (%)	FCR (%)	SUPERVIVENCIA (%)	t/ha (%)
Estanques Semi Extensivos (8-15PL/m2)	18.6	25.1	23.0	31.1
Estanques Semi Intensivos (15-40PLm2)	34.9	18.3	14.5	36.0
Estanques Intensivos (40-120PL/m2)	16.9	15.2	3.0	15.8
Mejora promedio	23.5	19.5	13.5	27.6

Tabla 1. Resumen de la mejora de la producción en ciclos completos de producción según lo informado por AQ1.

Como estas tecnologías tienen un gran potencial, hemos iniciado una serie de estudios para evaluar el uso de alimentadores automáticos para simplemente aumentar el número de alimentaciones, así como los sistemas AQ1 para ajustar dinámicamente los aportes de alimento a la demanda de camarón. En nuestra investigación más reciente, comparamos las estrategias de gestión de alimentos en el cultivo en estanque de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) para evaluar los efectos de las tasas de alimentación en el rendimiento del crecimiento, la producción, la calidad del agua y los rendimientos económicos.

Alimentador AQ1 (izquierda) y controlador (derecha) utilizados en el estudio.

## Configuración del estudio

Para este trabajo se realizó una prueba de producción de 13 semanas en el Centro de Maricultura Claude Peteet, Gulf Shores, Alabama con 16 estanques de 0,1 ha sembrados con 38 camarones por metro cuadrado (peso inicial 0,036 gramos). Cuatro tratamientos fueron utilizados para este estudio; protocolo de alimentación estándar (SFP) que se basa en un supuesto de crecimiento, FCR y una mortalidad asumida.

Esto se traduce a 1.56 gramos de alimento para cada camarón cada semana una vez que los camarones son más grandes que 2 gramos. Esto se usa para calcular la cantidad de alimento que se alimenta dos veces al día manualmente (8 a.m. y 4 p.m.), dos tratamientos con alimentadores con temporizador solar programados para alimentar SFP aumentados en 15 o 30 por ciento, divididos en 6 alimentaciones por día, a la 8 a.m., 10 a.m., 12 p.m., 2 p.m., 4 p.m. y 6 p.m. (Temporizador 15 y Temporizador 30), y alimentación bajo demanda utilizando el sistema de alimentación acústica AQ1, alimentado entre las 7 a.m. y las 7 p.m., limitado a un máximo de 15 kg/día o 150 kg/ha/día.

Todos los estanques fueron alimentados usando Zeigler Raceway 1.5 mm (40 por ciento P y 9 por ciento L) durante los primeros 15 días, luego alimento de engorde Zeigler SI-35 2.4 mm (35 por ciento P y 7 por ciento L) durante las semanas restantes. Todos los estanques fueron alimentados con la misma cantidad de alimento durante las primeras cuatro semanas, sin embargo, los estanques con el temporizador y el AQ1 fueron alimentados seis veces al día en la semana tres con los controles acústicos AQ1, con alimentación autogestionada a partir de la semana cinco.

Fig. 2: La cantidad de alimento (kg/ha) y el rendimiento (kg/ha) al final del ciclo de producción de 13 semanas.

## Resultados

Los resultados después de 13 semanas se presentan en las Figs. 2 y 3. Los pesos individuales finales de 19.7, 25.1, 27.5 y 32.0 gramos (SFP, Timer 15, Timer 30 y AQ1, respectivamente) fueron significativamente diferentes para todos los tratamientos. Las diferencias en el peso final dieron como resultado un rendimiento y valor significativamente mayores del camarón (Fig. 3). Hubo un aumento significativo en el aporte de alimento, 5,250 kg/ha en SFP con solo dos alimentaciones por día a la de AQ1, que auto-administra las entradas de alimento entregando 9,002 kg/ha. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la supervivencia 58.5 a 63.9, FCR 1.07 a 1.24 o precio de alimento/kg de camarón \$1.04 a \$1.20.

Fig. 3: Peso final (gramos) y valor del camarón calculado a partir de un promedio de tres años reportado por Urner Barry.

No hubo diferencias significativas en la calidad del agua con la excepción de OD. La aparición de OD bajo (<3,0 mg/L) fue significativamente mayor para el tratamiento AQ1 en comparación con los otros tratamientos, ya que los aportes de alimento fueron casi el doble que los de la SFP. La Fig. 4 muestra la tendencia de los recuentos bajos de OD matutinos aumentando con los aportes de alimento totales que corresponde a los requisitos de oxidación del alimento.

Fig. 4: La regresión lineal ( $p = 0,0002$ ) de los aportes totales de alimento y el número total de eventos de OD bajos ( $<3,0$  mg/L) para las lecturas de OD matutinas para cada estanque.

Los resultados demostraron que aumentar la cantidad de alimentaciones diarias, en conjunto con los sistemas de alimentación automatizados, puede permitir un mayor aporte de alimento y, en consecuencia, aumentar la ingesta y el crecimiento, lo que resulta en una mayor producción y valor de *L. vannamei*. Con base en nuestras observaciones, así como en los resultados en numerosas operaciones comerciales, el uso de la alimentación bajo demanda permite un aumento en las entradas de alimento sin sobrealimentación.

Como el sistema AQ1 administra la entrada de alimento instantáneamente, responde a la actividad de alimentación del camarón sin desperdiciar alimento. Por lo tanto, mejora tanto la conversión de alimento como el crecimiento. El aumento combinado de las entradas de alimentos, la FCR mejorada y el crecimiento mejorado conducen a mejoras en la eficiencia económica que a su vez deberían compensar fácilmente los costos del equipo.

Dado que todas estas tecnologías conducen a un aumento de los aportes de alimento, uno también debe considerar los efectos sobre la calidad del agua y las características de producción. Un aporte de alimento más alto dio como resultado la necesidad de una mayor oxidación o mayores niveles de aireación. En nuestras instalaciones la capacidad de aireación es fija, y a medida que se incrementaron los aportes de alimento, también aumentaron los días para los cuales el OD estaba por debajo de 3 ppt (Fig. 4) y el tiempo requerido para la aireación. Esto demuestra la necesidad de considerar la interacción de la gestión de la alimentación y la calidad del agua, que por supuesto es la fuente inicial de todos los contaminantes que será necesario gestionar.

Otra consideración se debe dar al crecimiento, los días de cosecha y el tamaño del camarón en la cosecha. En nuestro sistema, pudimos reducir nuestros días a talla de comercialización, ya que las tasas de crecimiento aumentaron casi dos veces. De hecho, si elegimos cosechar a 20 gramos podríamos ejecutar un ciclo de producción de 60 días en lugar de un ciclo de 90 días a alrededor de 35 gramos. En general, pasar a una nueva tecnología significa que uno no solo tiene que adoptar la tecnología, sino que también debe estar dispuesto a ajustar los procedimientos operativos para adaptarse a los cambios en la operación.

Cosecha de camarón producido durante el estudio.

## Perspectivas

Los resultados de nuestro estudio muestran que los aumentos en el aporte de alimento, la aplicación de tecnología adaptativa y la capacitación de las personas para mantener el sistema de alimentación deben todas ser consideradas al implementar nuevas tecnologías. En base a nuestros resultados con sistemas automatizados, pronto abandonaremos la alimentación manual y ajustaremos nuestros procedimientos para incorporar sistemas automatizados, ya que han demostrado ser un sistema mucho más eficiente.

## Authors

---



**ALLEN DAVIS, PH.D.**

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

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



**CARTER ULLMAN, M.S.**

Graduate Research Assistant  
School of Fisheries and Aquatic Sciences  
Auburn University, AL, 36849 USA



**MELANIE RHODES, M.S.**

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



**ROMI NOVRIADI**

Graduate Research Assistant  
School of Fisheries and Aquatic Sciences  
Auburn University, AL, 36849 USA



**ANNELEEN SWANEPOEL**

Graduate Research Assistant  
School of Fisheries and Aquatic Sciences  
Auburn University, AL, 36849 USA

Copyright © 2023 Global Seafood Alliance

All rights reserved.