



ALLIANCE™

[.https://www.globalseafood.org](https://www.globalseafood.org)Innovation &
Investment

La colaboración impulsa innovaciones en el cultivo super-intensivo bajo techo de camarón, parte 2

17 January 2022

By Mauricio G.C. Emerenciano, Ph.D. , Stuart Arnold , Tim Perrin , Bryce Little , Jeff A. Cowley, Ph.D. and Ashfaque Rahman, Ph.D.

Datos sobre la producción y los impactos económicos a escala para el productor comercial de camarón Viet-Uc asociado con CSIRO

La investigación para mejorar los sistemas de producción acuícola a menudo se realiza fuera de entornos comerciales en unidades más pequeñas, a escala experimental, durante períodos de tiempo más cortos y con un enfoque en un aspecto específico de la producción. Este enfoque a menudo es necesario para permitir el control de las variables y una alta replicación del tratamiento, pero también para cumplir con los presupuestos de investigación. Sin embargo, los resultados a veces pueden ser difíciles de traducir a las condiciones comerciales debido a la complejidad adicional de los entornos comerciales que pueden influir en los resultados que responden de manera diferente a los sistemas a escala experimental.

Desde 2010, CSIRO ([The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation](#))



Esta segunda parte presenta la producción y los impactos económicos a escala para el productor comercial de camarón Viet-Uc asociado con CSIRO. Los resultados demuestran los beneficios de la investigación del sistema de producción directamente en la granja con un enfoque de sistema completo, mostrando mejoras sustanciales en la producción y la economía, y apoyan la colaboración para impulsar innovaciones en el cultivo super-intensivo bajo techo de camarón. Foto cortesía de CSIRO.

(<https://www.csiro.au/>) ha colaborado con **Viet-Uc Seafood Corporation** (<http://www.vietuc.com/about-us/viet-uc-seafood-corporation/>) en varias áreas, incluida la gestión de la salud, la producción de postlarvas y el mejoramiento genético del camarón patiblanco (*Litopenaeus vannamei*) y la cría selectiva del camarón tigre negro (*Penaeus monodon*) y pangasius. Más recientemente, un proyecto colaborativo de tres años que finalizó en 2021 entregó un sistema de cultivo de camarón super-intensivo sostenible y rentable mediante el desarrollo de nuevos enfoques tecnológicos y de gestión adaptados a las condiciones ambientales en el Delta del Mekong de Vietnam.

Se diseñaron experimentos específicos para evaluar la eficiencia y eficacia de diferentes sistemas [por ejemplo, tecnología de biofloc (BFT) y tecnología de aguas claras]. Se diseñó una variedad de protocolos evaluados para los diferentes sistemas para mantener niveles óptimos de parámetros clave de calidad del agua, así como para (i) evaluar el rendimiento del camarón y las condiciones del estanque en un rango de densidades de población de 150 a 600 camarones por metro cuadrado; (ii) perfeccionar / implementar protocolos de aprovechamiento parcial; (iii) desarrollar estrategias para minimizar las concentraciones de vibrio patógeno; (iv) evaluar diferentes suplementos y dietas comerciales, incluidas dietas basadas en el producto comercial de biomasa microbiana Novacq™; y (v) diseñar estrategias para reducir costos de producción.



Fig. 1. Vista aérea de la granja Viet-Uc Nha Mat en Bac Lieu, Delta del Mekong, y los invernaderos comerciales utilizados en el proyecto.

Configuración experimental

Se llevaron a cabo seis experimentos en dos invernaderos comerciales durante los tres años del proyecto. Los experimentos evaluaron protocolos en diferentes estaciones, y cada experimento se desarrolló durante 90 a 100 días de cultivo. Cada invernadero contenía 14 estanques revestidos de plástico (500 metros cuadrados), lo que permitía de cuatro a seis estanques repetidos por tratamiento. Se recopilaron y analizaron datos de 132 estanques comerciales en total. Los diseños experimentales refinaron y volvieron a probar sistemáticamente los sistemas, con nuevos protocolos desarrollados basados en el conocimiento obtenido de los experimentos anteriores.



(<http://info.globalseafood.org/goal-2022-save-the-date>).

El proyecto comparó los sistemas de agua clara (a través del intercambio de agua) y de tecnología de biofloc (BFT) en los Experimentos 1 y 2 y se centró exclusivamente en BFT después del Experimento 2 debido a los mejores rendimientos de los camarones junto con una mejor calidad del agua y un uso de agua significativamente menor. Se implementó un régimen integral de recopilación de datos para permitir un análisis en profundidad del rendimiento del sistema y la identificación de las limitaciones críticas en la producción. En cada experimento se monitorearon de forma rutinaria veintidós parámetros diferentes de calidad del agua. La investigación cubrió otros aspectos importantes de los cultivos y la producción, como la evaluación de la salud del camarón, el monitoreo de patógenos y la bioseguridad, la investigación de estrategias de agricultura de precisión como las nuevas tecnologías de sensores, la gestión de datos, el aprendizaje automático y las herramientas de apoyo a la toma de decisiones y el modelado económico de la rentabilidad de la producción. En un [artículo anterior](https://www.globalseafood.org/advocate/collaboration-drives-innovations-in-super-intensive-indoor-shrimp-farming/) (<https://www.globalseafood.org/advocate/collaboration-drives-innovations-in-super-intensive-indoor-shrimp-farming/>), proporcionamos un resumen de los objetivos del proyecto y las áreas de impacto. En este segundo artículo presentamos más detalles relacionados con la producción y los resultados económicos a escala.



Fig. 2. A partir del Experimento 3 en adelante, se seleccionó como sistema diana el biofloc basado en quimio-autótrofos; se mejoró continuamente en base a la calidad óptima del agua, mejoró el rendimiento y la calidad del camarón, y permitió un rendimiento constante y confiable.

Mejora de los parámetros de producción, y la calidad del agua y del camarón

La consistencia en la calidad del agua es fundamental porque proporciona condiciones estables para el crecimiento del camarón, una utilización eficiente del alimento y un entorno más predecible. Este último beneficio reduce el monitoreo y aumenta el potencial de automatización, lo que proporciona ahorros de costos en mano de obra. En nuestro proyecto, el rendimiento de las réplicas de estanques fue muy consistente, demostrando una ejecución precisa de los protocolos que permitieron una comparación confiable entre tratamientos. Esto permitió a nuestro equipo identificar las principales limitaciones de producción y desarrollar soluciones específicas para mejorar sistemáticamente la

producción. Después del tercer experimento, los parámetros clave de la calidad del agua se mantuvieron estables y dentro de los rangos óptimos para *L. vannamei* para todos los protocolos probados.

CSIRO-Viet Uc, Tabla 1

Parámetro	Protocolos iniciales (2018)				Protocolo final (2020)
	Experimento 1		Experimento 2		
	BFT	CW	BFT	CW	Experimento 6 (solo BFT)
Rendimiento (ton/ha/ciclo)	27.0 (24-30)	18.5 (15-22)	32.3 (32-33)	24.5 (24-25)	43.3 (39-46)
Supervivencia (%)	81.0 (70-92)	63.5 (60-67)	86.6 (86-87)	66.3 (60-72)	94.7 (82.7-99.1)
FCR	1.4 (1.2-1.5)	1.9 (1.9-1.9)	1.3 (1.2-1.3)	1.4 (1.3-1.4)	1.3 (1.2-1.5)
TAN (mg/L) ¹	0.2 (0.9)	2.3 (7.3)	0.11 (0.5)	0.54 (2.41)	0.13 (0.30)
Nitrito (mg/L) ¹	12.3 (56.6)	12.7 (44.7)	2.66 (12.85)	13.2 (45.3)	1.28 (5.41)
Vibrio (vibrios verdes: proporción bacteriana total) ²	1.9 (1.3-2.6)	7.3 (6.8-7.9)	6.0 (5.9-6.1)	12.0 (9.0-15.0)	0.1 (0-0.1)
Uso de agua (L/kg de camarón)	467 (416-519)	6,158 (5,164-7,153)	378 (376-380)	4,756 (3,343-6,169)	674 (624-812)

Tabla 1. Resumen de la evolución y métricas clave comparando los protocolos iniciales (agua clara y biofloc) y los protocolos finales (solo biofloc) llevados a cabo en la granja Viet-Uc Nha Mat, Delta del Mekong, Vietnam.

Datos presentados como promedio (todos los estanques) y máximo y mínimo (por tratamiento) ¹ Promedio (todos los estanques) y valor máximo (pico) observado en un tratamiento en particular ² Objetivo del proyecto <5%

A lo largo del proyecto, se lograron rendimientos de camarón crecientes y consistentes en los sistemas BFT. Durante el último experimento, se lograron cosechas consistentes de 43 t/ha/ciclo bajo una variedad de protocolos de biofloc diferentes (Fig. 3). Desde el experimento 2 en adelante, la supervivencia aumentó y promedió más del 80 por ciento para todos los protocolos de BFT, con algunos tratamientos con un promedio de más del 90 por ciento en todos los estanques replicados en los experimentos 5 y 6 (Fig. 3).

Fig. 3. Medias (\pm SEM) de rendimientos (t/ha/cultivo/equivalente) y supervivencia (porcentaje) por tratamiento para cada uno de los seis experimentos realizados durante el proyecto. Las barras en azul claro resaltan los tratamientos de aguas claras.

Con frecuencia se logró un valor de tasa de conversión de alimento (FCR) de menos de 1,3. El Experimento 5 produjo FCR por debajo de 1,25 en algunos tratamientos y por debajo de 1,20 a una densidad de 150 camarones por metro cuadrado (Fig. 4). Este es un resultado clave para la sostenibilidad futura de la producción comercial de camarón, tanto en términos de rentabilidad como para minimizar el desperdicio. El protocolo de biofloc permitió un uso de agua significativamente menor que el protocolo de agua clara. En el experimento 6, el uso de agua promedió 674 L/kg de camarón producido. Los mejores protocolos de agua clara (experimentos 1 y 2) variaron de 3.343 a 5.164 L/kg de camarón producido (Fig. 4).

Fig. 4. Media (\pm SEM) del índice de conversión alimenticia (FCR) y uso de agua (L/kg de camarón producido) por tratamiento para cada uno de los seis experimentos realizados en el proyecto. Las barras en azul claro resaltan los tratamientos de aguas claras.

La infraestructura del invernadero y las prácticas de manejo se refinaron para proporcionar temperaturas óptimas del agua (27 a 30 grados-C) para el crecimiento del camarón, especialmente durante los cultivos de invierno. El protocolo de biofloc combinado con el ambiente interior aumentó la bioseguridad y proporcionó condiciones estables de calidad del agua con fluctuaciones diarias mínimas de temperatura, oxígeno disuelto (> 5 mg/L) y pH ($\sim 7,8$). La salinidad varió de aproximadamente 10 a 35 ppt dependiendo de la temporada. La alcalinidad se mantuvo en niveles superiores a 150 mg/L. La turbidez, los sólidos sedimentados y los sólidos suspendidos totales se mantuvieron por debajo de 50 Unidades Nefelométricas de Formacina (FNU), 5 mL/L y 250 mg/L, respectivamente, en los dos últimos experimentos. Las mejoras continuas en el protocolo BFT utilizando una estrategia basada en quimio-autótrofos dieron como resultado un mayor control sobre los compuestos nitrogenados tóxicos (nitrógeno amoniacal total y nitrito (Fig. 5).

Fig. 5. Nitrógeno amoniacal total (TAN) y concentración de nitrito (mg/L) en tratamientos con biofloc durante todo el período de cultivo cuando se promediaron para cada experimento.

El proyecto experimentó desafíos en forma de vibrio patógeno en el agua y problemas de salud en las primeras etapas del camarón en los experimentos 2 y 3, respectivamente. Estos desafíos se superaron mediante una combinación de enfoques que se implementaron a lo largo del proyecto y fueron útiles para explorar soluciones que comúnmente enfrentan los productores de camarón. Los enfoques incluyeron el desarrollo de protocolos específicos para el control de vibrios patógenos, el ajuste de los procedimientos de gestión de estanques, como el sifón y los intercambios de agua, el uso de suplementos de agua (por ejemplo, probióticos y prebióticos), productos de saneamiento y aplicaciones de minerales, y la mejora de los protocolos de sedimentación, filtración y saneamiento del agua de entrada.

La proporción de vibrio total y vibrio de colonia verde (potencialmente patógeno) se redujo drásticamente del 15 al 30 por ciento (niveles máximos observados en los experimentos 3 y 4, respectivamente) a menos del 0,5 por ciento del total de bacterias en los últimos experimentos, lo que resultó en una mayor supervivencia y camarones de calidad superior (Fig. 6). El objetivo del proyecto era mantener los niveles de vibrio de colonia verde a bacterias totales por debajo del 5 por ciento, lo que probablemente indica un equilibrio bacteriano favorable dentro de las unidades de producción.

Fig. 6. (A) Porcentaje de vibrio de colonia verde respecto al total de bacterias a lo largo del período de cultivo cuando se promedia para cada tratamiento de BFT dentro de cada experimento. (B) Problemas relacionados con vibrio encontrados en algunos camarones al comienzo del proyecto. Y (C) calidad constante del camarón en los últimos experimentos.

Aspectos económicos

Los sistemas bajo techo super-intensivos pueden respaldar una mayor bioseguridad y mitigación de enfermedades, lo que lleva a un rendimiento de producción más consistente en comparación con las operaciones tradicionales al aire libre. Sin embargo, los costos de establecimiento y producción continua de los sistemas bajo techo son más altos.

Para abordar este desafío, el proyecto realizó análisis económicos para identificar las diversas influencias en la rentabilidad. Se utilizaron modelos económicos posteriores para ejecutar simulaciones e identificar modificaciones del sistema y la gestión para optimizar los rendimientos económicos. Los ajustes de protocolo resultantes se probaron y dieron como resultado un aumento del 13 por ciento en el Margen de Beneficio Neto (NPM) en los tres experimentos finales en comparación con el protocolo de referencia.

Los resultados de este estudio de tres años demuestran los beneficios de la colaboración en I + D entre empresas comerciales e instituciones de investigación para promover innovaciones en granjas camaroneras bajo techo super-intensivas. Foto cortesía de CSIRO.

Impacto a escala

Nuestro proyecto destaca los beneficios de realizar una investigación del sistema de producción directamente en la granja y adoptar un enfoque de sistema completo. Este enfoque nos permite evaluar la influencia directa que están teniendo tratamientos específicos, pero también las influencias indirectas que ocurren en un entorno más amplio durante un período de tiempo más largo. Como demostramos, este modelo de investigación puede ofrecer mejoras sustanciales en la producción y la economía de una empresa comercial.

La clave del éxito es una relación de confianza entre los científicos, la empresa y su personal, y la voluntad de la empresa de invertir una cantidad significativa de tiempo y recursos en I + D. Esta iniciativa es fundamental para la misión de CSIRO de desarrollar, evaluar y desplegar nuevas tecnologías, generando impacto a escala. El equipo de CSIRO desea reconocer y agradecer a Viet-Uc por su continuo apoyo, contribución y dedicación al proyecto.

Authors

**MAURICIO G.C. EMERENCIANO, PH.D.**

Corresponding author
Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
Bribie Island Research Centre
144 North Street, Woorim, Qld. Australia

mauricio.emerenciano@csiro.au (<mailto:mauricio.emerenciano@csiro.au>).

**STUART ARNOLD**

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
Bribie Island Research Centre
144 North Street, Woorim, Qld. Australia

stuart.arnold@csiro.au (<mailto:stuart.arnold@csiro.au>).

**TIM PERRIN**

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
Bribie Island Research Centre
144 North Street, Woorim, Qld. Australia

**BRYCE LITTLE**

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
Queensland Bioscience Precinct
306 Carmody Road, St. Lucia, Qld. Australia



JEFF A. COWLEY, PH.D.

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
Queensland Bioscience Precinct
306 Carmody Road, St. Lucia, Qld. Australia



ASHFAQUR RAHMAN, PH.D.

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
Sandy Bay Site
15 College Road, Sandy Bay, Tasmania, Australia

Copyright © 2022 Global Seafood Alliance

All rights reserved.