


BOLETÍN #23



**Producción de juveniles
Litopenaeus vannamei en
un sistema de recirculación
cerrado de agua dulce**

William Montero, Raúl Moyano, Arturo Moreno, Fausto Pazos, David Riega,
Máximo Quispe, Marita Monserrate y César Molina Poveda.

SKRETTING
a Nutreco company



▶ 1. Introducción

Los métodos tradicionales de cultivo de camarón han dado paso a sistemas extensivos e intensivos, categorizados según la densidad de la población y el uso de insumos. Debido a la gran capacidad para mantener la regulación osmótica e iónica en varios ambientes salinos, *L. vannamei* puede habitar agua con salinidades que van desde 0,5 a 60 ppt (Bray et al. 1994; Saoud et al., 2003; Nunes y Lopez 2001). No obstante, es bien aceptado que *L. vannamei* puede crecer también en condiciones de agua dulce.

El cultivo a baja salinidad y agua dulce conlleva una serie de desafíos como el manejo del medio, debido a las deficiencias de ciertos minerales especialmente potasio K^+ y magnesio Mg^{+2} (Boyd 2002). Ambos K^+ y Mg^{+2} son cationes esenciales para el normal crecimiento, supervivencia y osmorregulación de los crustáceos (Mantel y Farmer, 1983; Pequeux, 1995).

En general, los productores han empleado dos estrategias para mejorar el crecimiento y la supervivencia de *L. vannamei* criado en aguas desbalanceadas iónicamente especialmente en K^+ y Mg^{+2} . Estas estrategias incluyen enfoques de suplementación de las sales de estos minerales al agua para hacerlo más aceptable para la producción de camarones (McGraw y Scarpa 2003; Roy et al. 2007a) y de adicción de minerales a las dietas ofrecidas a los camarones para mejorar la capacidad osmorreguladora. La suplementación dietética puede ser más eficiente y económica que la adicción de los minerales al agua.

Todo esto ha generado que los cultivos se desarrollen a una mayor densidad que los tradicionalmente producidos en agua salada y en algunos casos bajo recircula-

ción lo que ha llevado a la necesidad de diseñar alimentos que cubran las necesidades del camarón para estas condiciones de agua dulce o iónicamente imbalancesadas con densidades de siembra mayores a 30/m². Varios estudios han reportado los beneficios del uso de ácidos orgánicos, aceites esenciales e inmunomoduladores para mejorar el crecimiento, la eficiencia alimenticia y el estado de salud de los camarones, la cual puede ser de mayor relevancia en sistema de cultivo intensivo y más aún en condiciones de cero salinidad donde el camarón tiene un desafío adicional para mantener la capacidad osmorregulatoria.

El objetivo de este estudio fue evaluar en cultivo de agua dulce a alta densidad, el efecto de incluir en fábrica aditivos antimicrobianos en alimentos balanceados iónicamente sobre el rendimiento de juveniles *Litopenaeus vannamei*.



► 2. Diseño del estudio

2.1 Descripción del sitio

El estudio se realizó en la Estación de Validación Skretting (SVS) para agua dulce, ubicada en la finca camaronera Seagate, en el sector cercano a Yaguachi, provincia de Guayas. El agua se bombeó desde un recirculador a un canal de depósito y luego se pasó a través de un regulador ajustable hasta el estanque.

Cuatro estanques (E1 a E4) de 1,5-1,8 ha con una profundidad de 150 cm fueron sembrados por transferencia con 630.000 camarones / ha.

Mediante AquaSim, se calculó diariamente la cantidad de alimento a suministrar a los estanques en función de las condiciones ambientales del día (oxígeno, temperatura, salinidad, pH) hasta que los camarones alcanzaran los 5 g. Debido a la mayor densidad de siembra se utilizaron aireadores de ocho paletas de 3 HP a razón de 12 HP/ha los cuales se encendieron según el nivel de oxígeno presente en el estanque inicialmente de 18h00 a 07h00 del día siguiente y finalmente de 16h00 a 10h00 del día siguiente.

2.2 Régimen de alimentación

Para contrarrestar las bajas proporciones de Na^+ : K^+ y Mg^{+2} : Ca^{+2} en el agua, la suplementación de las sales de estos iones se realizó al inicio en la fase de precría que se complementó en esta evaluación con alimentos que contenían los minerales antes mencionados; permitiendo así que los camarones continuamente absorban estos iones en el tracto digestivo contribuyendo al balance iónico a nivel fisiológico.



Dos programas de alimentación fueron evaluados de acuerdo a lo descrito en la tabla 1, empezando la evaluación desde los 5,1g. A los estanques E1 y E3 se les asignó el alimento Lorica AD #2, Lorica AD #4 y Optiline AD #5; mientras que en los estanques E2 y E4 se suministraron los alimentos Lorica AD #2, Lorica AD #4 y Lorica AD #5 (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos dietéticos realizados durante el primer ciclo en SVS agua dulce

Piscina	0,5 - 2 g	2,1 - 5 g	5,1 g a cosecha
E1	Lorica AD #2	Lorica AD #4	Optiline AD #5
E2	Lorica AD #2	Lorica AD #4	Lorica AD #5
E3	Lorica AD #2	Lorica AD #4	Optiline AD #5
E4	Lorica AD #2	Lorica AD #4	Lorica AD #5
Formas de alimentar	Manual	Alimentadores automáticos temporizados	Alimentadores automáticos sónicos ³⁾

*Los números 2, 4 y 5 representan los diámetros de los extrusos 1.2, 1.6 y 1.9 mm, respectivamente.

3) Dependiendo del estanque, se colocaron diferentes cantidades de alimentadores automáticos en cada estanque. El alimentador consta de algunas partes, un módulo (Fig. 1C) que detecta el sonido del camarón (ShrimpTalk), un segundo módulo (Fig. 1A) que distribuye el alimento (PondMother) y el último módulo que mide el oxígeno disuelto y la temperatura (Fig. 1 B) del agua del estanque (PondGuard) mediante una sonda.

Para esta evaluación se proporcionó un hidrófono para controlar el funcionamiento de uno o dos PondMothers (Fig. 1A) interconectados para liberar el alimento de una tolva dependiendo de la intensidad del sonido de masticación del camarón capturado por el hidrófono. Mientras que para el registro continuo del oxígeno y la temperatura se colocó la sonda a la compuerta de salida de cada estanque. El seguimiento a este estudio fue basado en el programa Skretting 360+.



Figura 1. Eruvaka Shrimp Talk A: PondMother; B: PondGuard; C: Hidrófono.

Resultados

Este ciclo de producción se llevó a cabo entre octubre de 2020 y febrero de 2021. Dependiendo de la fecha de siembra de los

estanques, el ciclo de producción estuvo entre 127 y 130 días. Aunque no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$), en todos los parámetros zootécnicos medidos como peso final, tasa de crecimiento, supervivencia, factor de conversión alimenticia (FCA) y producción, se observó una ligera diferencia entre los tratamientos dietéticos. Al final del ciclo de producción, los resultados de la alimentación muestran un aumento promedio de alrededor del 8% y 10% en la supervivencia y el rendimiento, respectivamente, en los estanques alimentados con Lorica AD (Tabla 1). Además, una reducción de alrededor del 8% en FCA en comparación con Optiline AD.

En cuanto a la demanda de alimento calculada como porcentaje de biomasa cosechada, se observó un consumo levemente mayor para el grupo de camarones abastecidos con alimento Optiline, aunque podría ser consecuencia de la pérdida de población.

Independientemente del alimento evaluado, los estanques E3 y E4 presentaron una mayor producción y rendimiento que los estanques E1 y E2; lo que podría deberse principalmente a que contaban con un alimentador automático más (Tabla 2). Aunque no se descarta que habiendo cosechado 1-2 días antes los estanques E1 y E2, pudieron haber perdido menos población en un momento en que el oxígeno se vuelve más crítico porque está en el límite de la capacidad de carga de los estanques.

Tabla 2. Resultados productivos de los estanques alimentados con dos programas de alimentación, probados en camarones de 5g.

Piscina	Alimento	Días de cultivo	Supervivencia (%)	FCA	Producción (lb/ha)	Rendimiento (lb/ha-día)
E1	Optiline AD	130	60,65	2,28	20.737	159,5
E3	Optiline AD	129	62,93	2,17	21.443	166,2
	Promedio	130	61,79	2,22	21.090	162,9
E2	Lorica AD	129	65,84	2,07	22.502	174,4
E4	Lorica AD	127	67,46	2,03	23.205	182,7
	Promedio	128	66,65	2,05	22.854	178,6

El peso determinado en cada cosecha parcial, así como en la cosecha final, no fue diferente entre ambos alimentos como se muestra en la figura 2. El suministro de Optiline AD o Lorica AD produjo una tasa de crecimiento similar (g/semana), cuyo aumento ocurrió a medida que los camarones aumentaron de peso, siendo una tasa de 1,8g/semana hasta 18g y 2g/semana, desde alrededor de 30g de camarones en adelante (Fig. 3).

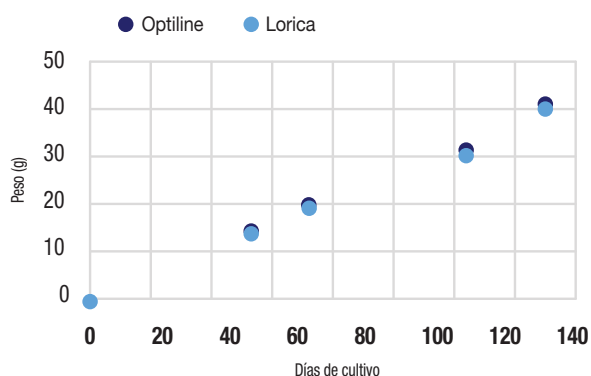


Figura 2. Peso promedio de camarón, determinado en cada cosecha parcial y al final del ciclo, para Optiline AD (OPT) y Lorica AD (LOR).

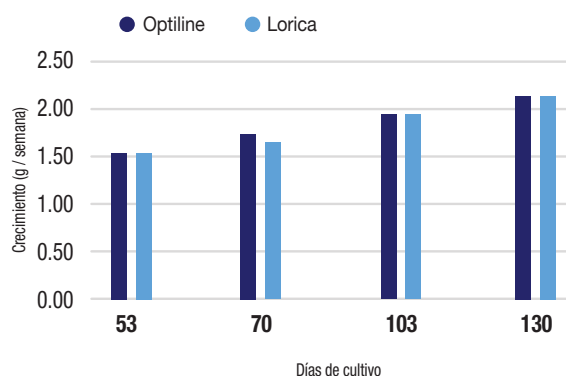


Figura 3. Tasa de crecimiento alcanzada en cada cosecha parcial y al final del ciclo, para Optiline AD (OPT) y Lorica AD (LOR).

El análisis económico mostró que el costo total de producción en este ciclo con Lorica AD fue de aproximadamente \$ 1.500/ha más que los alimentados con Optiline AD; por lo que el punto de equilibrio para evitar perder dinero es más alto de alcanzar en comparación con Lorica AD. Bajo este escenario se encontró un mayor retorno en aproximadamente \$ 72/ha-día para Lorica AD versus \$ 65/ha-día para Optiline AD (Tabla 3). El margen de ventas también favoreció al alimento Lorica.



Tabla 3. Costos e ingresos de producción de camarón obtenidos con Optiline AD (E1-E3) y Lorica AD (E2-E4)

Parámetros	E1	E3	Promedio E1 -E3	E2	E4	Promedio E2 -E4
Producción ganada (lb / ha)	19.828	20.540	20.184	21.594	22.311	21.953
Precio de venta (\$ / lb)	1.82	1.81	1.81	1.76	1.82	1.79
Rendimiento en empaque (%)	98	97	97	95	98	97
Ingreso bruto (\$ / ha)	35.376	35.854	35.615	36.269	39.620	37.944
Costo fijo (\$ / ha / día)	37.68	37.68	37.68	37.68	37.68	37.68
Costo fijo (\$ / ha)	4.898	4.861	4.880	4.861	4.785	4.823
Costo total (\$ / lb camarón)	1.42	1.36	1.39	1.39	1.32	1.36
Costo total (\$ / ha)	27.461	27.031	27.246	28.588	28.878	28.733
Retorno (\$ / ha)	7.915	8.823	8.369	7.681	10.741	9.211
Retorno (\$ / ha / día)	61	68	65	60	85	72
Ciclos / año (incluyendo días secos)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6
Ingreso (\$ / ha / año)	19.925	22.364	21.144	19.470	27.609	23.540
Retorno de la inversión (%)	29	33	31	27	37	32
Margen de venta (%)	22	25	23	21	27	24
Punto de equilibrio (\$ / ha)	15.391	15.485	15.438	17.021	16.262	16.642

Los datos generados en esta validación muestran que la inclusión de Lorica AD mejora el rendimiento del camarón, logrando un mayor beneficio económico. Los hallazgos reportados aquí refuerzan que Skretting 360+ es un programa completo para determinar la cantidad diaria de alimento desde que se siembra hasta los 5 g, usando **AquaSim** y en adelante la alimentación con el alimentador acústico **ShrimpTalk**. Esta estrategia de alimentación, junto con el monitoreo continuo de parámetros ambientales como el oxígeno y con una adecuada práctica de manejo, pueden superar las utilidades obtenidas con una forma tradicional de producción de camarón bajo alta densidad de población en agua dulce.

Considerando el costo de los alimentadores sónicos, **Skretting 360+** tiene mucho potencial para definir nuevas estrategias de alimentación; lo que significaría un ahorro sustentable que, a su vez, permitiría maximizar los resultados productivos a un costo mínimo, en tiempos que es necesario reducir los costos de la libra de camarón producido. El grado de control que se tiene de las operaciones en una finca camaronera es consistente con la reducción de costos, por lo que la inversión en tecnología y mejoramiento nutricional son clave para enfrentar los desafiantes escenarios.



SKRETTING
a Nutreco company



Alimentamos millones

www.skretting.ec | [in](#) [f](#) [@](#) SkrettingEc

Para mayor información contactar a:

- **Ventas:** piero.botteri@skretting.com / 0969378133 - victor.pinoargote@skretting.com / 0990247246
- **Servicio Técnico:** maximo.quispe@skretting.com / 0967639666 - marita.monserate@skretting.com / 0980364317