



**Producción de  
*Litopenaeus vannamei*  
en baja salinidad  
usando una dieta  
modificada iónicamente**

Néstor Chuya, César Molina, Marita Monserrate.



# Introducción

La acuicultura en bajas salinidades está creciendo en popularidad tanto que incluso en países, donde muchas veces es difícil adquirir productos del mar frescos ya se produce camarón controlando muchos parámetros lo cual se logra dentro de sistemas acuícolas de recirculación (RAS), es el caso de Alemania (Feijó, 2021). Los RAS según Timmons et al (2018). nos permiten producir bajo cierto control ambiental que incluye filtración de sólidos, biofiltración, temperatura (si el sistema no es a cielo abierto) y otros parámetros basados principalmente a las necesidades de la especie cultivada. En estos casos los RAS son sistemas sostenibles a largo plazo por el bajo impacto al medio ambiente y además la garantía de productos seguros para el consumidor.

Para nuestro caso las producciones a salinidades cada vez más cercanas a 0 ppt se realizan en sistemas de circulación continua a cielo abierto dentro de la cual no tenemos el control de temperatura principalmente y más bien el objetivo de estos sistemas de producción es el ciclaje de nutrientes y minerales que, al inicio de operaciones de un sistema RAS a baja salinidad suelen ser bajos principalmente los minerales y por lo tanto deben ser agregados lo que representa un elevado costo inicial. Esta adición es importante dado la necesidad fisiológica del camarón que requiere niveles mínimos de aniones y cationes dentro de los cuales se incluye principalmente sodio (Na), magnesio (Mg), potasio (K), calcio (Ca), sulfato (SO<sub>4</sub>), carbonato (CO<sub>3</sub>) y cloruro (Cl) tanto individuales como con relaciones específicas entre ellos (Roy et al., 2006).

En los sistemas **RAS** de agua dulce aprovechamos la capacidad de adaptación de *Litopenaeus vannamei* que, al ser una especie eurihalina, nos da la oportunidad de producir a bajas salinidades siempre y cuando haya la compensación de iones dentro del sistema de producción principalmente potasio y magnesio que en concentraciones bajas afectan negativamente la supervivencia y el crecimiento (Boyd, 2018).





El sodio tiene gran importancia para el camarón porque dentro de su fisiología este interactúa con el potasio para su absorción pudiendo estar limitada ante la deficiencia de uno u otro de los cationes además estos dos elementos interactúan en la bomba sodio-potasio que proporciona la fuerza para el movimiento de iones monovalente a través de las branquias y otros tejidos (Boyd, 2018; Lucu y Towle, 2003). El aporte de estos cationes normalmente está dado por medio de carbonatos, sulfatos y/o cloruros que también son indispensables para lograr producciones económicamente viables cuando se trata de salinidades cercanas a los 0 ppt.

En ecosistemas de baja salinidad producto del desarrollo de nuevos proyectos acuícolas se han optado por ciertas alternativas y estrategias para compensar el desbalance iónico que presenta las aguas donde se lleva a cabo la producción. Es así que los proveedores de alimentos balanceados han tenido que adoptar cambios significativos para mejorar tanto sus procesos de producción (peletizados a extruidos) como las formulaciones para bajas salinidades donde según Molina et al., (2019) concluyó que es posible mejorar la supervivencia si se corrige la deficiencia de iones minerales a través de la dieta para este tipo de sistemas de producción.

De lo que se ha venido observando dentro de los sistemas de baja salinidad, el buen manejo del ecosistema, así como el uso de dietas compensadas han hecho posible que se consiga incluso mejores resultados productivos que en agua salada, se presume que esto estaría relacionado principalmente porque las patologías son menos recurrentes en estos sistemas producto que los perfiles de microbiotas tanto del medio como de su intestino son diferentes (Fan. et al, 2018) y el sistema una vez equilibrado es menos cambiante por las características propias de agua dulce y recirculación respectivamente.

Resultados que van de la mano con la madurez del sistema de producción e impacta directamente en supervivencia, ritmo de crecimiento, factor de conversión y otros; incluso se ha llegado a observar (dato no medible) que los camarones producidos en agua dulce (sistemas de recirculación) por la turbidez del agua de manera general tienen una pigmentación más oscura que al ser cocido le da mayor valor durante las clasificaciones para el empacado A3 o A4.

En el presente documento se explora el efecto del uso de dietas funcionales y suplementadas con iones en un ambiente de recirculación a baja salinidad; se muestra un resumen con los resultados de varios años de producción que van desde el inicio de operaciones de una finca de agua dulce en la cual a inicio fue necesario aportes significativos de magnesio, calcio, potasio y sodio al agua.

## Materiales y métodos:

El seguimiento fue llevado a cabo en un centro de producción a baja salinidad ubicada en el sector Taura, camaronera que desde el inicio de sus operaciones se inclinó por el uso de dietas funcionales en la fase de iniciadores y dietas premium suplementadas para baja salinidad en la fase de engorde.

Se realizaba análisis de agua con equipo YSI 9300 por parte de proveedores, estos análisis en agua estaban principalmente direccionados a medir la concentración de Ca, K, Mg y alcalinidad para realizar correcciones en el medio donde de manera general el K era el ion más deficiente. Para corregir las deficiencias se utilizaban productos comerciales a manera de sales minerales y que están disponibles para el sector acuícola.

La finca en cuestión es un sistema de circulación continua, con piscinas en promedio de 4 ha. Su metodología de siembra es por transferencia ya sea desde pre-cría o en multifase llegando a tener como máximo 3 fases de producción. Durante la fase de pre-cría y pre-engorde se utilizaron dietas funcionales de Lorica 0.6 mm, 0.8 mm, 1.0 mm y 1.6 mm con 42% hasta 38% de proteína y para en el engorde se utiliza 35% de proteína en dieta premium suplementada con iones para agua dulce y en un tamaño de partícula de 1.9 mm. Las densidades de siembra han variado desde 18.5 hasta 25 animales por metro cuadrado con pesos de siembra que van desde 0.30 hasta 5 gramos (en promedio 2.65 gramos). Durante el ciclo de producción que dura entre 80 y 90 días realizan entre 1 y 3 cosechas parciales.

Se utilizó alimentadores Timer en períodos de 10:00 a 23:00 y para contrarrestar el desbalance de minerales además de aplicar iones al agua, se alimentó con dietas que contenían intra-pellet los minerales permitiendo de esa manera que haya una continua absorción en el tracto digestivo.



## Resultados y discusión:

De la información analizada a lo largo del tiempo se observa que:

- La biomasa productiva ha mejorado ciclo a ciclo desde el inicio de operaciones de la finca siendo más estable a partir del invierno del 2020 en el que se observó la mayor productividad en términos de kg/ha/día. La biomasa en relación a la densidad de siembra se ha mantenido con gran estabilidad en promedio para los últimos 18 meses (gráfico 3), lo que permite tener mucha ayuda en cuanto a planificación de las operaciones de producción y en temas financieros respecto a posibles nuevos proyectos.
- En cuanto a crecimiento se observó que el ritmo se estabilizó por encima de 2 gramos por semana a partir del segundo invierno de la finca en el cual la maduración del sistema se había dado como se puede ver en el gráfico 1 en el que tenemos en el eje izquierdo los kg de biomasa por hectárea por día y en el eje derecho para los KPI crecimiento lineal e IEP (Índice de eficiencia productiva que es la relación de crecimiento semanal, multiplicado por la supervivencia y dividido para el FCA).
- En cuanto a supervivencia y ritmo de crecimiento (gráfico 4), el ritmo de crecimiento compensó de alguna manera la caída que se había tenido en cuanto a supervivencias producto de mortalidades principalmente en las transiciones de época lluviosa a época seca.
- Entre los parámetros medidos y que más estabilidad ha mostrado a lo largo del tiempo es la alcalinidad llegando incluso a valores por encima de 350 ppm en la época seca y en la época lluviosa por encima de 250 ppm (gráfico 2).
- También se ha llevado comparativos entre dietas suplementadas y no suplementadas las mismas que se hicieron en la fase de verano considerando que la variabilidad de los iones es menor en vista que no hay precipitaciones sin embargo la productividad con dietas compensadas fue superior en todos los indicadores analizados a las dietas no compensadas como se puede ver en el gráfico 5 que muestra los kg de biomasa/ha/día vs la supervivencia, el incremento lineal y el FCA.

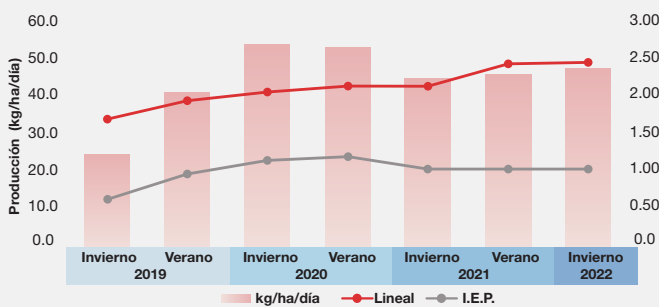


Gráfico 1: Biomasa producida, crecimiento e Índice de eficiencia productiva por estación de año

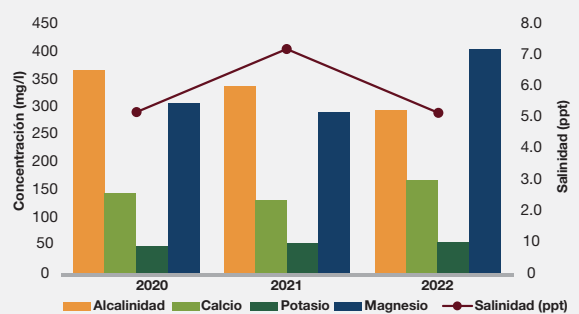


Gráfico 2: Principales iones medidos en agua

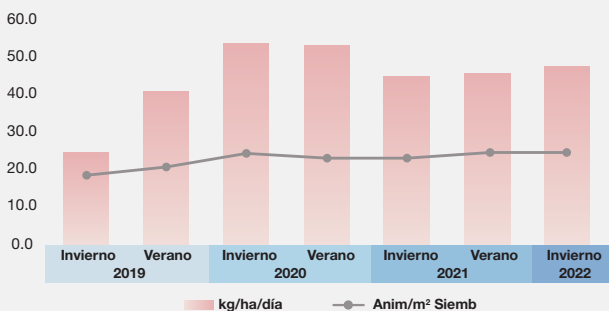


Gráfico 3: Biomasa producida por estación de año y densidad de siembra en los últimos 4 años

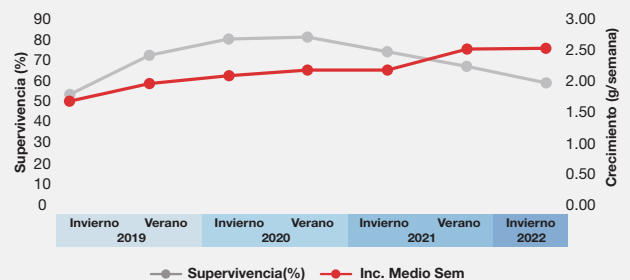


Gráfico 4: Supervivencia e incremento lineal

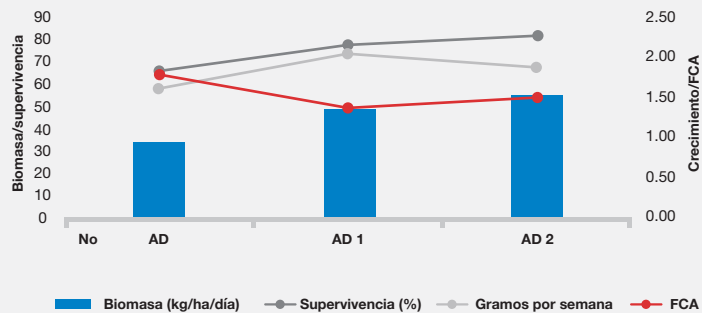


Gráfico 5: Comparativo KPIs entre dietas convencionales y suplementadas para agua dulce

Las fluctuaciones de los parámetros medio ambientales en un medio de cultivo cualquiera que este sea, desencadenan en nuestros sistemas de producción a cielo abierto. Cuando se trata de la salinidad, según Re et al, (2000) los efectos principalmente son a nivel fisiológico como fue reportado en el estudio de *L. stylirostris*.

El cultivo de camarón como cualquier otro cultivo enfrenta con frecuencia desafíos principalmente relacionados con factores que estresan al camarón afectando su salud poniendo en riesgo su viabilidad, las dietas funcionales a base de ácidos orgánicos y aceites esenciales son cada vez más utilizadas en la industria en primera instancia por la capacidad que tienen para prevenir e inhibir el crecimiento bacteriano lo que repercute en mejores supervivencias.

Hay muchos estudios sobre el uso de ácidos orgánicos y sus mejoras en crecimiento y el estado de salud de los animales cultivados, aunque también hay estudios que reportan resultados contradictorios, pero de manera general según Wing (2016), los resultados van a depender también de la especie de animal en cultivo, tipo y concentración del ácido orgánico utilizado y las condiciones de cultivo usados.

Dentro del presente trabajo se pudo observar diferencias significativas cuando se utilizaba o no dietas suplementadas con la adición de los minerales antes mencionados. Estos resultados muestran la importancia del uso de dietas compensadas iónicamente y además del monitoreo regular de la composición iónica del agua en el sistema de cultivo para su corrección de ser necesario.

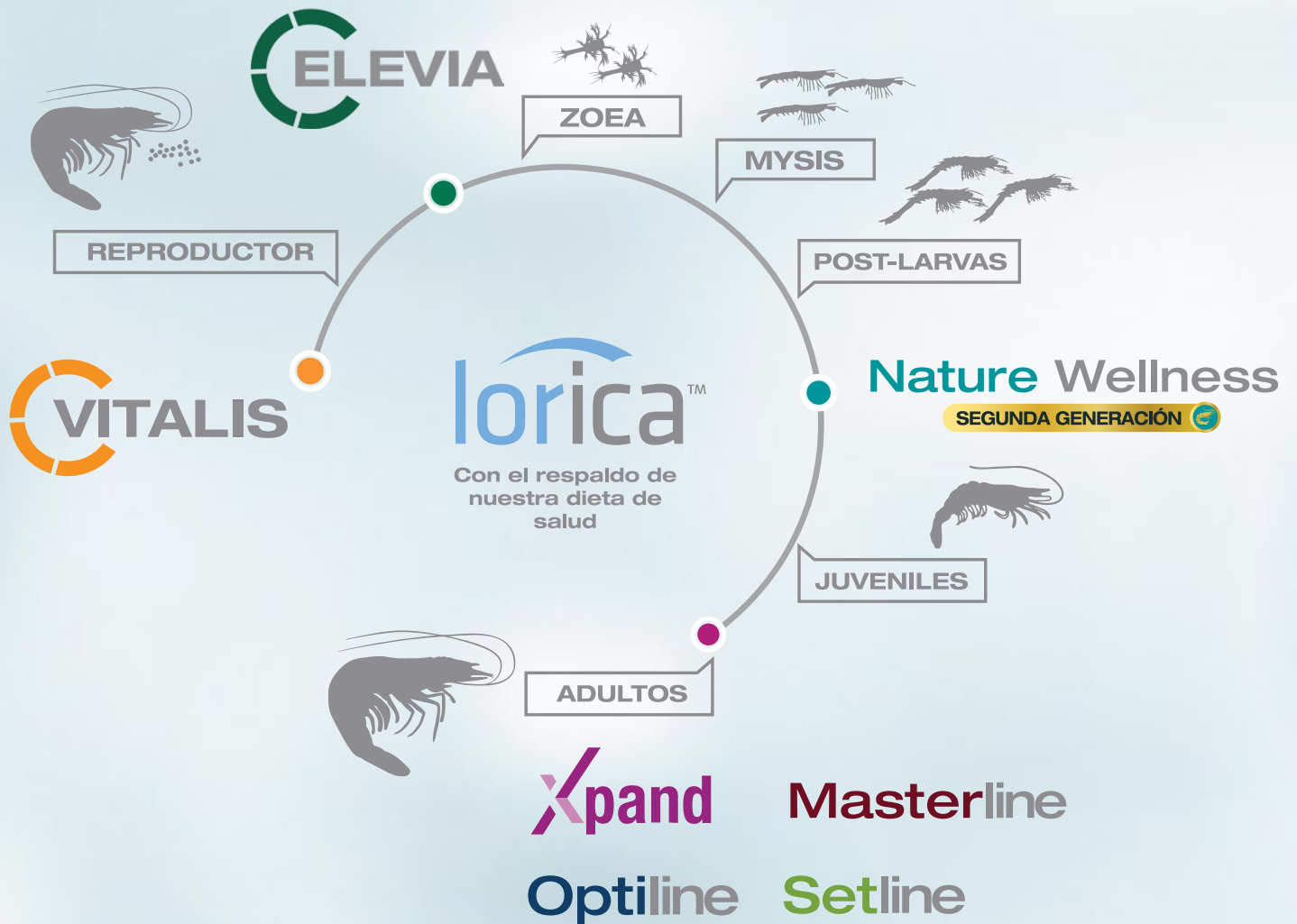
## Conclusión

El monitoreo de balance iónico es una práctica mucho más crítica durante los meses de lluvia, así como también en las transiciones de temperaturas en las cuales los niveles de estrés ambiental son mayores y si le agregamos un estrés osmótico las tasas de mortalidad pueden llegar a ser incontrolables producto de enfermedades producidas por agentes oportunistas. Con la constante medición de iones en el agua de cultivo para su corrección temprana, junto al uso de dietas funcionales y suplementadas para fortalecer el sistema inmune y corregir desbalances especialmente de K y Mg, hace posible una mejora significativa en cuanto a velocidad de crecimiento y supervivencia para lograr un mayor retorno a la inversión.

## Referencias consultadas:

- FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- CNA.2021. Camarón – Reporte de Exportaciones Ecuatorianas Totales. <https://www.cna-ecuador.com/estadisticas/>
- Feijó M. 2021. German land-based shrimp farmer plans rapid scale-up, new market sales - Undercurrent News. <https://www.crustanova.com/wp-content/uploads/2021/03/german-land-based-shrimp-farmer-plans-r-new-market-sales-undercurrent-news1.pdf>
- Timmons M. et al. 2018. Recirculating Aquaculture. 4th Edition. Ithaca Publishing Company.
- Boyd C. 2018. Revisando el desequilibrio iónico en el cultivo de camarón a baja salinidad. <https://www.globalseafood.org/advocate/revisando-el-desequilibrio-ionico-en-el-cultivo-de-camaron-a-baja-salinidad/>
- Roy et al., 2006. Efectos de los diferentes niveles de potasio acuoso y magnesio sobre supervivencia, crecimiento y respiración del camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, criado en aguas de baja salinity Waters. [10.1016/j.aquaculture.2006.10.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.10.011)
- Zohar et al., 2005. Commercially feasible urban recirculating aquaculture: addressing the marine sector. [10.1079/9780851998299.0159](https://doi.org/10.1079/9780851998299.0159)
- Molina et al, en el 2019. Improving the osmoregulatory capacity of Pacific white shrimp grown in low salinity. <https://www.globalseafood.org/advocate/improving-the-osmoregulatory-capacity-of-pacific-white-shrimp-grown-in-low-salinity/>
- Lucu C y Towle D., 2003. Na qK -ATPasa en branquias de crustáceos. [doi:10.1016/S1095-6433\(03\)00064-3](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(03)00064-3) | *Lector mejorado de Elsevier*
- Fan L. et al, 2019. Microbiota comparison of Pacific white shrimp intestine and sediment al freshwater and marine cultured environment. [Microbiota comparison of Pacific white shrimp intestine and sediment at freshwater and marine cultured environment](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.07.011) | *Lector mejorado de Elsevier*
- Fleckenstein L. et al, 2022. Using alternative low-cost artificial sea salt mixtures for intensive, indoor shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352513422001430>
- PETER V.W. AND JOHN S. (1999) CHAPTER 8 – WATER QUALITY REQUIREMENTS AND MANAGEMENT. *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. [Farming-Marine-Shrimp-in-Recirculating-Fresh-Water-Systems.pdf \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/312111111)

# SOLUCIONES NUTRICIONALES PARA CADA ETAPA DE CULTIVO DEL CAMARÓN



OUR PURPOSE

*Feeding the Future*

**SKRETTING**  
a Nutreco company

- **Ventas:** andrea.marin@skretting.com / 0981523250 - juan.ayala@skretting.com / 0999524696
- **Servicio Técnico:** marita.monserrate@skretting.com / 0980364317 - maximo.quispe@skretting.com / 0967639666