



ENVIRONMENTAL & SOCIAL RESPONSIBILITY (/ADVOCATE/CATEGORY/ENVIRONMENTAL-SOCIAL-RESPONSIBILITY).

---

# Revisando el desequilibrio iónico en el cultivo de camarón a baja salinidad

Monday, 2 April 2018

By Claude E. Boyd, Ph.D.

## Determinación de la cantidad de cationes importantes necesarios para contrarrestar el desequilibrio iónico desafiante



Es común aplicar sales minerales como el cloruro de potasio, el sulfato de potasio y magnesio, el sulfato de magnesio o el cloruro de magnesio en estanques de camarón de baja salinidad. Foto de Darryl Jory.

Las bajas concentraciones de potasio, y ocasionalmente de magnesio, pueden afectar negativamente la supervivencia y el crecimiento del camarón en aguas de baja salinidad. Es común aplicar sales minerales como el cloruro de potasio, el sulfato de potasio y magnesio, el sulfato de magnesio o el cloruro de magnesio en estanques de camarón de baja salinidad (Tabla 1). Sin embargo, la determinación de las cantidades de estas sales necesarias para contrarrestar el desequilibrio iónico es problemática porque no se conocen con certeza las concentraciones mínimas de cationes importantes (sodio, potasio, calcio y magnesio) necesarios para las funciones fisiológicas del camarón peneido.

## Boyd, desequilibrio iónico, Tabla 1

Nombre	Formula	Composición % Potasio	Composición % Magnesio
Cloruro de potasio	KCl	50	0
K-Mag (R)	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·2MgSO <sub>4</sub>	17.8	10.5
Sal de Epsom	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	–	9.86
Cloruro de magnesio	MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	–	12.0

Tabla 1. Uso de sales de potasio y magnesio en estanques de camarón de baja salinidad.

## Desequilibrio iónico

Me di cuenta del desequilibrio iónico en el camarón hace años, porque un productor en Ecuador me envió un informe de análisis de agua para un estanque de baja salinidad (8 ppt) en el que las postlarvas no sobrevivirían. Las concentraciones de calcio, magnesio y sodio fueron normales (alrededor de 100 mg/L, 425 mg/L y 2500 mg/L, respectivamente), pero la concentración de potasio fue inferior a 1 mg/L. La concentración normal de potasio para agua de mar diluida a 8 ppt habría sido de alrededor de 90 mg/L.

Aunque recomendé agregar solo 50 mg/L de potasio, después de la adición de potasio las postlarvas del camarón sobrevivieron bien en el agua. El año siguiente, se estableció en Alabama una nueva granja de camarones tierra adentro y con salinidades de agua de estanque de alrededor de 2 ppt. Durante el primer mes de cultivo, se produjo una gran mortalidad de camarón. Los análisis de agua revelaron alrededor de 6 mg/L de potasio. Sugerí elevar la concentración de potasio a 50 mg/L, porque esta tasa había tenido éxito en Ecuador. La mortalidad del camarón cesó luego de la adición de potasio.

En el agua de mar normal, la relación de los principales iones (sodio:magnesio:calcio:potasio) es 27:3:1:1 (Tabla 1). Las concentraciones equivalentes de agua de mar de cationes principales en agua de baja salinidad se pueden estimar a partir de la relación de cada catión principal (en miligramos por litro) a la salinidad del agua de mar normal (Tabla 2).

Para lograr las concentraciones equivalentes de agua de mar para potasio y magnesio en un estanque, los factores 11.01 y 39.1, respectivamente (Tabla 2), deben multiplicarse por la salinidad. Por ejemplo, a una salinidad de 2 ppt, las concentraciones equivalentes de agua de mar serían 22 mg/L de potasio y 78 mg/L de magnesio.

## Boyd, desequilibrio iónico, Tabla 2

	Concentración en agua de mar normal* (mg/L)	Factor
Sodio	10,500	304.35
Magnesio	1,350	39.13

Calcio	400	11.59
Potasio	380	11.01

Tabla 2. Factores para la multiplicación por salinidad (ppt) para dar concentraciones de cationes equivalentes de agua de mar.

\*34.5 ppt salinidad.

Las concentraciones iónicas en aguas de baja salinidad no resultan simplemente de la dilución del agua de mar. Sus concentraciones dependen de los tipos, cantidades y solubilidad de los minerales en los suelos y otras formaciones geológicas con las que el agua del estanque tuvo contacto y también con el clima. Las proporciones de cationes principales en las aguas superficiales y subterráneas salinas pueden diferir mucho de las del océano y los estuarios.

Tanto el sodio como el potasio tienen una sola carga negativa, y la absorción de potasio por los camarones puede estar influenciada por la concentración de sodio y viceversa. La misma lógica se aplica a la absorción de magnesio y calcio por el camarón. Además, el camarón absorbe iones a través de sus agallas en una base de concentración molar en lugar de una concentración de volumen-peso. La concentración molar de un catión principal es su concentración en gramos por litro dividido por sus pesos atómicos (sodio, 23 gramos, potasio, 39,1 gramos, calcio, 40,08 gramos, magnesio, 24,31 gramos). La relación de concentración molar de los cuatro iones en agua de mar normal es aproximadamente 46:6:1:1.

## Tasas de tratamiento y relaciones molares

Se ha sugerido que las proporciones molares de sodio:potasio y calcio:magnesio que se encuentran en el agua de mar podrían ser ideales en estanques de camarón de baja salinidad. Estas relaciones son 47.1 y 0.018, respectivamente. Las tasas de tratamiento para el potasio y el magnesio se pueden realizar sobre una base molar de la siguiente manera:

$$\text{Seawater equivalent K in pond (M)} = \frac{\text{Na in pond (M)}}{47.1}$$

$$\text{Seawater equivalent Mg in pond (M)} = \frac{\text{Ca in pond (M)}}{0.018}$$

$$\text{K rate (mg/L)} = (\text{K ideal} - \text{K in pond}) 39,100$$

$$\text{Mg rate (mg/L)} = (\text{Mg ideal} - \text{Mg in pond}) 24,310$$

A menudo hay poca diferencia en las tasas de tratamiento calculadas como concentraciones molares o concentraciones de peso/volumen. Por ejemplo, supongamos que una salinidad de agua de 5 ppt contiene 1,800 mg/L (0,0783 M) de sodio, 25 mg/L (0,000639 M) de potasio, 60 mg/L (0,0015 M) de calcio y 20 mg/L (0,000823 M) de magnesio. Las tasas de tratamiento de potasio y magnesio para las concentraciones equivalentes de agua de mar son 30 mg/L y 176 mg/L, respectivamente, mientras que las tasas de tratamiento respectivas para proporciones de agua de mar (Na/K y Ca/Mg) son de 40 mg/L y 182 mg/L.

## Mayores tasas de tratamiento prudente

Las proporciones de cationes equivalentes de agua de mar calculadas anteriormente representan concentraciones más altas que las necesarias para el camarón, porque el camarón puede mantener una función fisiológica normal en un rango bastante amplio de concentraciones iónicas. Sin embargo, el uso de la mayor tasa de tratamiento es prudente.

Las concentraciones de potasio y magnesio disminuyen constantemente después del tratamiento debido a la absorción en los dos elementos por los sitios de intercambio de cationes en el suelo del fondo y por la fijación de potasio dentro de las capas intermedias de las arcillas. La lluvia diluye las concentraciones iónicas y los iones se pierden en el agua de rebose. Los estanques generalmente deben tratarse dos o tres veces durante un período de crecimiento de 100 a 160 días. En Alabama, los estanques que han sido tratados anualmente con sales de potasio y magnesio durante 16 años consecutivos aún requieren tratamiento.

La concentración de potasio por lo general es más crítica que la concentración de magnesio, y dudo que los beneficios de la aplicación de magnesio sean generalmente rentables. Sugiero inicialmente intentar solo el tratamiento de potasio. La concentración mínima de potasio es desconocida, y sin duda varía con la salinidad y las concentraciones de otros iones. Una tasa de tratamiento de 20 a 30 mg/L es probablemente adecuada, pero para extender el tiempo hasta que sea necesario un nuevo tratamiento, se puede aplicar 50 a 75 mg/L de potasio. La concentración de potasio debe controlarse a intervalos mensuales para garantizar la adecuación.

Además de tener concentraciones fisiológicamente aceptables de cationes importantes, las aguas de estanques de acuicultura deben tener una concentración de bicarbonato superior a 60 mg/L (»50 mg/L de alcalinidad total como  $\text{CaCO}_3$ ) y concentraciones de dureza de calcio al menos igual a la alcalinidad total (50 mg/L dureza de calcio = 20 mg/L de calcio).

La alcalinidad es necesaria para proporcionar carbono inorgánico a las plantas acuáticas, y la alcalinidad y el calcio protegen el agua del aumento de pH que resulta de la eliminación del dióxido de carbono y el bicarbonato del agua para su uso en la fotosíntesis. La cal agrícola se usa para aumentar la alcalinidad y las concentraciones de dureza, pero la concentración de calcio y la dureza del calcio también pueden aumentar con la aplicación de sulfato de calcio. Requiere 1.72 mg/L de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) para proporcionar 1 mg/L de dureza de calcio (0.4 mg/L de calcio).

## Author

---



**CLAUDE E. BOYD, PH.D.**

Professor Emeritus

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences

Auburn University

Auburn, Alabama 36849 USA

[boydce1@auburn.edu](mailto:boydce1@auburn.edu) (<mailto:boydce1@auburn.edu>).