EVALUACIÓN DE MATERIALES CALCÁREOS UTILIZADOS EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN EN ECUADOR

Stanislaus Sonnenholzner y Xavier Medina
Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas - CENAIM

Introducción

La cal es un compuesto químico utilizado para neutralizar la acidez del suelo e incrementar la alcalinidad total y dureza total de estanques de acuicultura pobremente tamponados. Los productos calcáreos comercialmente disponibles poseen diferente composición y propiedades importantes que deben ser consideradas en aplicaciones prácticas. Las dos propiedades más importantes de los materiales para encalado son su valor neutralizante y su tamaño de partícula. El primero determina la cantidad de ácido que puede ser neutralizado por una determinada cantidad de cal, mientras que el segundo dicta la velocidad de disolución para neutralizar la acidez. Los productos calcáreos también contienen cantidades considerables de impurezas o sustancias que no reaccionan con la acidez.

En el Ecuador se expenden tres tipos de productos calcáreos para el cultivo de camarón: cal agrícola o carbonato de calcio [$CaCO_3$], cal hidratada o hidróxido de calcio [$Ca(OH)_2$] y cal viva u óxido de calcio [CaO]. El costo por cada 100 kg de producto varía considerablemente entre presentaciones y casas comerciales. El precio de 100 kg de material fluctúa entre $ 1.55 – 3.73 para carbonato de calcio, $ 8.32 – 9.66 para cal hidratada, y $ 6.62 a 7.82 para cal viva.

El encalado se realiza de forma rutinaria en la mayoría de los estanques camaroneros del Ecuador, y probablemente en muchas ocasiones sin ser necesario debido a que los suelos son neutros o ligeramente alcalinos. Además, las cantidades aplicadas entre 100 y 200 kg/ha por ciclo de cultivo son relativamente bajas para causar un efecto significativo sobre el suelo o agua. Sin embargo esta práctica se ha generalizado en el protocolo de manejo de los estanques. El uso de cal se ha extendido a prácticas de manejo para controlar bacterias patógenas y “off flavor” en la columna de agua a pesar de no exisitir evidencia científica de la validez de estos tratamientos. El consumo anual de cal para la industria camaronera se estima en 45,000 TM si consideramos una capacidad instalada de 150,000 hectáreas, dos ciclos de producción al año y una aplicación de cal promedio de 150 kg/ha/ciclo. Esto equivale a $ 1.1 millones de dólares si se considera un costo promedio de 25 dólares por tonelada métrica de producto calcáreo.

El presente estudio fue realizado para proveer información sobre la calidad de catorce materiales de encalado comercializados en el Ecuador. Se reporta también el efecto de la adición de diferentes materiales de encalado sobre la alcalinidad total, dureza total y pH en agua de diferente salinidad.

Metodología

Los diferentes materiales de cal fueron adquiridos de las siguientes casas comerciales del Ecuador: Covitan, Biomarsa, Codemet, Calcáreos Huayco, Cantera Cristo Rey y Ecuatoriana de Calcio. Los productos evaluados fueron cal agrícola, cal viva y cal hidratada. Todos los materiales fueron secados en un horno de convección a 60˚C previo a la realización de los análisis. La calidad de los materiales fue evaluada en función del valor neutralizante, cantidad de impurezas y grado de fineza, expresados en procentaje de 0 a 100%. Se determinó un grado de eficiencia a partir de la combinación de los valores porcentuales de valor neutralizante y grado de fineza.

Valor neutralizante

El valor neutralizante fue medido mediante la reacción de 1g de muestra del material calcáreo con 50 ml de un estándar de ácido clorhídrico 0.5N bajo ebullición por 5 minutos. El exceso de ácido clorhídrico que no neutralizó el material calcáreo fue determinado mediante titulación con una solución estándar de hidróxido de sodio 0.5N.

Impurezas

La cantidad de impurezas fue determinado, utilizando la metodología del valor neturalizante. Para este caso se decantó el ácido clorhídrico contenido en el recipiente de vidrio hasta retener 1 a 2 ml. El recipiente de vidrio conteniendo las partículas fue secado a 110ºC y el material que no reaccionó fue pesado en una balanza analítica.

Grado de eficiencia por tamaño de partícula

La proporción de material que pasa por diferentes tamaños de tamiz determina el grado de fineza. A la cantidad de material que pasa un tamiz de 0.24 mm se le asigna una eficiencia de 100%, mientras que al material que es retenido en este tamiz pero que pasa un tamiz de 0.84 mm es asignado una eficiencia de 52.2%, y así sucesivamente eficiencias menores para materiales retenidos en tamices de mayor ojo de malla. Las fracciones del material retenido en los diferentes tamices es multiplicado por la eficiencia correspondiente y finalmente sumado para calcular el grado de fineza respectiva del material. Una alta proporción del material con partículas de pequeños tamaños tendrán un mayor grado de fineza y por esta razón van a disolverse más rápidamente. El tamaño de la partícula del material calcáreo fue determinado a través de la colación del producto por varios tamices y se asignó los grados de eficiencia de las diferentes fracciones retenidas acorde a la siguiente tabla:

Tamaño de partícula (mm)	Grado de eficiencia (%)
> 1.70	3.6
1.69-0.85	12.7
0.84-0.25	52.2
<0.24	100.0

El efecto de la aplicación de material calcáreo sobre la alcalinidad total y dureza total fue determinado, de aguas conteniendo 0, 12, 20, 25 y 35 ppt de salinidad, mediante la preparación de 1 g de material calcáreo en 1 L (10 TMcal/ha-m). Las muestras fueron mezcladas con agitador magnético por 24 h. El sobrenadante fue pipeteado de cada recipiente para la determinación de alcalinidad y dureza total siguiendo métodos estándar. De igual forma se estimó el pH pero en concentraciones de 0.1 g de material calcáreo por litro (1 TM/ha-m). El pH fue medido con un electrodo combinado de vidrio. Se midió además el pH de una solución de 10 g de material calcáreo en 1 L de agua destilada como prueba rápida para establecer el tipo de material calcáreo.

Resultados y Discusión

Los resultados del valor neutralizante, grado de fineza y porcentaje de impurezas de los materiales analizados se presentan en la tabla 1. Los valores neutralizantes para cal agrícola oscilaron entre 94 a 101.5%. Sin embargo, el valor neutralizante para cal hidratada y cal viva estuvo por debajo de los valores esperados, aún después de la corrección por impurezas. El valor neutralizante de la cal hidratada y cal viva promedió 112 y 110 %, respectivamente. Cal hidratada y cal viva en presentación pura deberían presentar valores neutralizantes de 135% y 179%, respectivamente. Estos resultados son indicativos de que el carbonato de calcio utilizado para elaborar cal viva, y la cal viva para elaborar cal hidratada no fueron calentados lo suficiente para descomponer completamente los carbonatos. Por esta razón, ambos materiales de encalado estarían compuestos por una mezcla de cal hidratada o cal viva con diferentes proporciones de carbonato de calcio. El pH de una mezcla de 1 parte de material de encalado con 10 partes de agua destilada es un ensayo simple para determinar si el material de encalado es carbonato de calcio. El pH de la mezcla con carbonato de calcio nunca excedió un valor de 10.6, con excepción de la muestra 8 que presentó un pH de 13.4. Las muestras de cal hidratada y cal viva elevaron el pH por encima de 13.5. Sospechamos que la muestra 8 comercializada como cal agrícola contiene cal viva o cal hidratada.

El grado de fineza de la cal agrícola, cal hidratada y cal viva promedió 86%, 91% y 71%, respectivamente. En promedio, las presentaciones de cal hidratada tuvieron el menor tamaño de partícula. La eficiencia general (valor neutralizante x grado de fineza) para cal agrícola, cal hidratada y cal viva promedió en 80%, 96% y 71%, respectivamente.

El efecto de la adición de calcio y carbonatos contenido en los productos calcáreos en concentraciones de 1 g/L sobre la alcalinidad y dureza total del agua con distintas salinidades es mostrado en las figuras 1 y 2, respectivamente. La alcalinidad total se incrementa significativamente con respecto al control (sin producto) en el agua con 0 ppt de salinidad. El incremento va desde 22 mg (como $CaCO_3$)/L en el control hasta 150 mg/L indistintamente del tipo de material calcáreo utilizado. El incremento de alcalinidad con respecto al control es menor en la salinidad de 12 ppt. A partir de salinidades de 20 ppt en adelante el aumento de alcalinidad

Tabla 1. Descripción y propiedades de las muestras de cal estudiados.

Muestra	Composición	pH[1]	VN (%)[2]	IMP (%)[3]	Corr-NV (%)[4]	GF (%)[5]	GE (%)[6]	Precio $/100 kg
Control	$CaCO_3$	8.4	99.1	0.0	99.1	100.0	99.1	-
Cal1	$CaCO_3$	9.5	92.7	3.3	95.8	97.0	89.7	2.22
Cal2	$CaCO_3$	9.7	97.2	3.3	100.5	87.0	84.3	1.78
Cal3	$CaCO_3$	9.9	94.7	4.5	99.1	75.0	70.8	1.55
Cal4	$CaCO_3$	9.7	91.2	6.9	97.9	85.0	77.2	2.22
Cal5	$CaCO_3$	10.1	88.5	6.3	94.4	47.0	41.4	2.11
Cal8	$CaCO_3$	13.4	90.1	8.1	98.0	99.0	89.3	-
Cal11	$CaCO_3$	10.6	93.1	2.6	95.6	91.0	84.5	2.22
Cal12	$CaCO_3$	10.2	95.9	5.0	100.9	100.0	95.6	3.73
Cal13	$CaCO_3$	10.5	91.4	10.2	101.7	96.0	88.0	2.67
Cal6	$Ca(OH)_2$	13.8	111.5	1.1	112.8	100	111.3	8.32
Cal10	$Ca(OH)_2$	13.4	99.9	11.9	113.4	87.0	87.3	8.00
Cal15	$Ca(OH)_2$	13.4	102.4	7.2	110.4	86.0	88.5	9.66
Cal7	CaO	13.4	108.6	2.0	110.8	62.0	66.9	7.82
Cal9	CaO	13.4	91.7	17.0	110.5	81.0	74.1	-

1. El pH fue medido en una mezcla de 1 parte de cal a 10 partes de agua destilada
2. Valor neutralizante
3. Impurezas
4. Valor neutralizante corregido por impurezas
5. Grado de fineza
6. Grado de eficiencia (VN x GF)

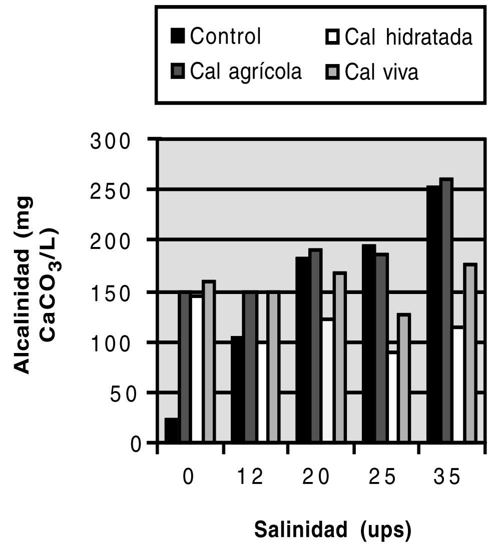

Figura 1. Efecto de la adición de cal agrícola, cal hidratada y cal viva (1 g/L) sobre la alcalinidad total del agua con diferente salinidad.

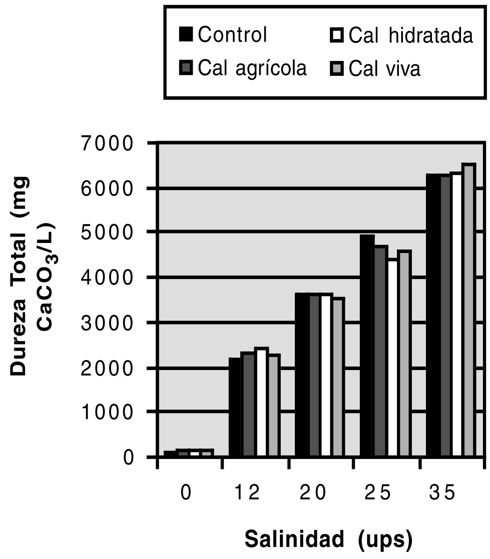

Figura 2. Efecto de la adición de cal agrícola, cal hidratada y cal viva (1 g/L) sobre la dureza total del agua con diferente salinidad.

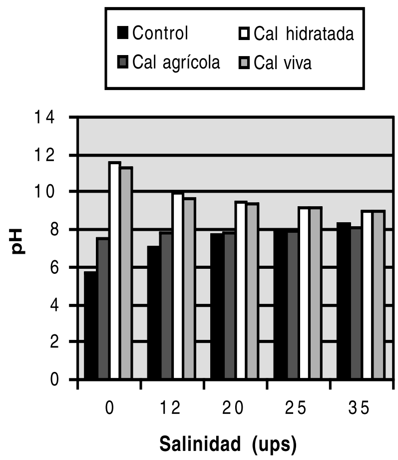

Figura 3. Efecto de la adición de cal agrícola, cal hidratada y cal viva (0.1 g/L) sobre el pH del agua con diferente salinidad.

por aplicación de carbonato de calcio es marginal, y se observa un decrecimiento inclusive para los productos de cal viva y cal hidratada. Esta reducción de alcalinidad se debe probablemente a la precipitación de iones divalentes de magnesio con carbonatos a elevado pH. La dureza total no se afecta por la aplicación de productos calcáreos en ninguna de las salinidades ensayadas. Por el contrario, aplicaciones de cal viva y cal hidratada de 1 TM por ha-m eleva el pH del agua en forma significativa, siendo este incremento mayor a bajas salinidades y decreciendo a medida que aumenta la salinidad. La adición de cal agrícola no influyó en el pH del agua, a excepción del tratamiento de cero salinidad que además presentó inicialmente un pH menor a 6.

El costo de las presentaciones de cal hidratada y cal viva por kilogramo de material es 3 a 4 veces superior al precio de la cal agrícola, pero en promedio sólo neutralizan un 10 a 12% más acidez que la cal agrícola. Cuando se considera el tamaño de partícula en la eficiencia general, la cal hidratada es sólo un 15 a 20% más efectiva que el carbonato de calcio en promedio. Los mayores costos de la cal hidratada y cal viva de los materiales aquí ensayados no se justifican ni por su capacidad de neutralizar la acidez, ni por su tamaño de partícula para disolverse más rápidamente. Se recomienda el uso de cal hidratada o cal viva, si el objeto de la aplicación del producto es la de elevar el pH del agua.