



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EFFECTO DEL  $\text{CaCO}_3$  EN LAS CONDICIONES DEL SEDIMENTO DE  
ESTANQUES PARA CULTIVO EXTENSIVO DE CAMARÓN  
*LITOPENAEUS VANNAMEI*

VEGA OROZCO MARYURI ESTEFANIA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EFFECTO DEL  $\text{CaCO}_3$  EN LAS CONDICIONES DEL SEDIMENTO  
DE ESTANQUES PARA CULTIVO EXTENSIVO DE CAMARÓN  
*LITOPENAEUS VANNAMEI*

VEGA OROZCO MARYURI ESTEFANIA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

EFFECTO DEL  $\text{CaCO}_3$  EN LAS CONDICIONES DEL SEDIMENTO DE ESTANQUES  
PARA CULTIVO EXTENSIVO DE CAMARÓN *LITOPENAEUS VANNAMEI*

VEGA OROZCO MARYURI ESTEFANIA  
INGENIERA ACUÍCULTORA

SANTACRUZ REYES ROBERTO ADRIAN

MACHALA, 26 DE ABRIL DE 2021

MACHALA  
26 de abril de 2021

# EFECTO DEL $\text{CaCO}_3$ EN LAS CONDICIONES DEL SEDIMENTO DE ESTANQUES PARA CULTIVO EXTENSIVO DE CAMARÓN *Litopenaeus vannamei*

*por* Maryuri Vega Orozco

---

**Fecha de entrega:** 15-abr-2021 09:20p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1560538234

**Nombre del archivo:** PROYECTO\_DE\_VEGA\_MARYURI\_1.docx (379K)

**Total de palabras:** 5715

**Total de caracteres:** 30855

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, VEGA OROZCO MARYURI ESTEFANIA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Efecto del  $\text{CaCO}_3$  en las condiciones del sedimento de estanques para cultivo extensivo de camarón *Litopenaeus vannamei*, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

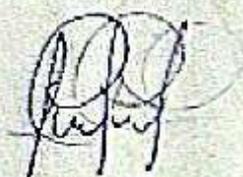
La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 26 de abril de 2021



VEGA OROZCO MARYURI ESTEFANIA  
0705419091

## RESUMEN

La calidad y cantidad de sedimentos en el fondo del estanque reflejan la producción del estanque y juegan un importante papel durante el proceso de la mineralización que lleva a cabo la materia orgánica, la captura y la liberación de nutrientes existentes en el agua, lo que afecta tanto a la calidad del agua, como a el porcentaje de supervivencia de las especies en cultivo. Los sedimentos en los estanques de acuicultura se ven afectados por el agua de lluvia, las olas y las corrientes generadas por los aireadores mecánicos, las actividades de la especie en cultivo, y las actividades de producción y cosecha. La materia orgánica originada del plancton y organismos muertos, fertilizante orgánico, alimento no consumido y el excremento de los organismos cultivados se depositan en el fondo del estanque, y se mezclan gradualmente con las partículas del suelo. Siendo así que una de las mayores preocupaciones de los acuicultores es la acumulación de MO en sedimentos, ya que provoca la demanda de oxígeno disuelto debido a que las bacterias y microorganismos presentes en el estanque tienen respiración aeróbica. En los cultivos extensivos de camarón se aplica carbonato cálcico según las condiciones del fondo del estanque, por lo que si el pH del suelo es inferior a 7 se debe encalar para incrementarlo. La cal incrementa la concentración de pH y calcio, lo que favorece también a la eliminación de fósforo en el agua, y a la vez que aumenta el pH, contribuye a la disminución del contenido de dióxido de carbono que existe en el agua, e igualmente elimina microorganismos patógenos.

**Palabras Claves:** sedimento, camarón, carbonato de calcio, calidad de suelo, agua, estanques, pH.

## **ABSTRACT**

The quality and quantity of sediments at the bottom of the pond reflect the production of the pond and play an important role in the mineralization process carried out by organic matter, the capture and release of existing nutrients in the water, which it affects the quality of the water and the percentage of survival of the organisms in culture. Ammonia, especially phosphorous, which is released into water as waste is the main factor that stimulates the growth of phytoplankton. Therefore, phytoplankton growth is usually higher in ponds with high feeding rates, which can also deteriorate water quality. In ponds with a total alkalinity or hardness of less than 20 mg CaCO<sub>3</sub> / L, phytoplankton growth may be limited by an insufficient supply of CO<sub>2</sub> or bicarbonate and a low concentration of calcium. In extensive shrimp farming, calcium carbonate is applied according to the conditions at the bottom of the pond, so if the soil pH is less than 7, liming must be done to increase its content. If burnt lime or slaked lime is used for disinfection, their application can also neutralize the acidity of the soil.

**Key Words:** sediment, shrimp, calcium carbonate, soil quality, water, ponds, pH.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESARROLLO.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 IMPORTANCIA DEL SEDIMENTO EN EL CULTIVO DE <i>Litopenaeus</i></b> <b><i>vannamei</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 CONDICIONES DE LA CALIDAD DEL SEDIMENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 PRÁCTICAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SEDIMENTO ....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.1 Secado .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2 Proceso de encalado y desinfección.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.3 Gradeo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.4 Supresión de sedimentos .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 APLICACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 EFECTO DEL CARBONATO DE CALCIO EN LAS CONDICIONES</b> <b>DEL SEDIMENTO .....</b>	<b>16</b>
<b>3. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>4. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la acuicultura se ha incrementado considerablemente con el pasar de los años. En Ecuador la producción de camarón es sumamente elevada, llegando a ser el mayor productor de camarón en el 2020. Los cultivos de camarón varían de acuerdo a muchos factores, y es por ello que se debe llevar un manejo idóneo para tener buenos resultados en las cosechas.

Después de la cosecha se drena el estanque de producción, y generalmente se somete a varias combinaciones de diferentes tratamientos para prepararse para el siguiente ciclo de producción. Se inicia el secado por varios días dependiendo de las condiciones del estanque, posteriormente se realiza el encalado con carbonato de calcio, y la aplicación de varios productos químicos como zeolita, silicato acuícola y DAP, y para finalizar se llena el estanque al 50% de su capacidad.

En cuanto a prevención de enfermedades se refiere, esta resulta ser una actividad de suma importancia en el cultivo de camarones, es por ello que la preparación del estanque debe centrarse en evitar la introducción de los agentes patógenos y que estos no pasen de un ciclo al siguiente, para prevenir la entrada de algunas enfermedades por medio de la captación del agua que se utiliza para abastecer el estanque, colocando mallas en la entrada de agua y también se añadiendo barbasco durante el encalado del estanque para eliminar las larvas de otros organismos acuáticos que se quedan en los charcos de agua.

El continuo daño de la calidad del agua y suelo ha provocado que los organismos sean susceptibles a muchas enfermedades, en cuanto a la preparación del estanque también puede incluir diferentes tratamientos para mejorar este último. Entre los diversos

tratamientos que existen, el más empleado y recomendado es el de la aplicación de carbonato de calcio según el pH del estanque, el efecto de este tratamiento radica en que puede incrementar el pH del suelo, hasta lograr eliminar organismos que no se desean, incluyendo agentes patógenos.

El objetivo de este proyecto es identificar el beneficio directo de la aplicación de carbonato de calcio en el suelo y conocer las posibles mejoras en el sedimento posterior a su aplicación.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 IMPORTANCIA DEL SEDIMENTO EN EL CULTIVO DE *Litopenaeus vannamei*

La calidad y cantidad de sedimentos en el fondo del estanque reflejan la producción del estanque y juegan un importante papel durante el proceso de la mineralización que lleva a cabo la materia orgánica, la captura y la liberación de nutrientes existentes en el agua, lo que afecta tanto a la calidad del agua, como a el porcentaje de supervivencia de las especies en cultivo (Mohanty et al., 2017). Las propiedades nutricionales y las reacciones bioquímicas del suelo afectan de forma directa tanto a la calidad de agua, como a la supervivencia organismos como peces y, además a los camarones en los estanques de acuicultura. Aunque los investigadores y los acuicultores creen que la calidad del fondo del estanque es un factor clave para promover el buen desarrollo de la acuicultura, se han realizado pocas investigaciones sobre la gama óptima de variables químicas, físicas y biológicas del suelo, debido que son factor clave en cuanto a la producción acuícola se refiere, pero la importancia de las condiciones de la acuicultura es menor que la del agua (Sonnenholzner y Boyd, 2000).

Los productores de camarón reconocen que es importante mantener una buena calidad del suelo para la producción de organismos acuáticos en estanques, aunque al mismo tiempo desconocen la relación entre el agua del suelo y la producción acuícola. Los estanques de acuicultura no tienen la gran carga de sedimentos externos que tienen los embalses fluviales típicos o los estanques de cuencas pequeñas en la agricultura u otras áreas rurales. Sin embargo, el movimiento de sedimentos en los estanques de acuicultura se ve afectado por el agua de lluvia, las olas y las corrientes generadas por los aireadores mecánicos, las actividades de las especies de cultivos y las actividades de recolección. La

materia orgánica del plancton muerto, el fertilizante orgánico, los alimentos no comestibles y los excrementos de los cultivos se depositan en el fondo del estanque y se mezclan gradualmente con las partículas del suelo (Boyd et al. 2010).

El suelo libera nutrientes y, debido a que contiene materia orgánica (MO), es un medio para el crecimiento de organismos bentónicos y bacterias relacionadas. Estos organismos pueden convertirse en una fuente de alimento para los camarones, mientras que al mismo tiempo pueden reciclar nutrientes y degradar la materia orgánica. El sedimento tiene interacción directa con la calidad del agua, aunque es importante mencionar que esta interacción se da a centímetros más arriba. El oxígeno disuelto penetra muy pocos milímetros al sedimento, en cambio la capa superficial es de tipo aeróbica (oxidada), a la vez que el sedimento debajo es de tipo anaeróbico o sin oxidar. Los suelos que son de tipo agrícola han logrado ser muy identificados y también clasificados, aunque los suelos de los estanques de acuicultura son tan poco conocidos que se han estudiado con más detalle los diferentes requerimientos de nutrientes de los suelos en la agricultura: nitrógeno (N), iones, capacidad de intercambio catiónico (CIC), valor de pH, fósforo (P), entre otros. Por otro lado, en acuicultura sólo se conoce el tipo de textura, el valor del pH, el contenido de materia orgánica y la existencia en cuanto a la influencia de componentes particulados solubles se refiere, lo cual es beneficioso o perjudicial para el cultivo de camarón (Boyd, 1995).

A través del nitrógeno en la interfaz sedimento-agua, el fósforo y el intercambio de fósforo es la forma principal de regular el flujo de nutrientes del suelo del fondo al agua. La transformación y liberación de nitrógeno y fósforo al fondo del suelo es un tema clave para el reciclaje de nutrientes en estanques de acuicultura (Yaobin et al., 2019). La tasa de flujo de nutrientes se ve afectada por muchos factores ambientales, como el pH de los

sedimentos y la hipoxia, bioturbación y condiciones hidrodinámicas, y presenta grandes cambios temporales y espaciales entre diferentes sistemas acuáticos (Boynton et al., 2018; Lei et al., 2018).

Por ejemplo, se debe considerar los nutrientes principales (N, P y K), los nutrientes secundarios (Ca, Mg y Na) y la textura del sedimento (SA, SI y CL) del fondo de un monocultivo de camarón blanco *Penaeus vannamei* y se cree que en el cocultivo de tilapia *Oreochromis niloticus* y camarón, determina el efecto de la tilapia en los sedimentos en los estanques de camarones porque son capturados fácilmente por los sedimentos en los estanques, reduciendo así la productividad general de los estanques (Juárez et al. 2020).

## **2.2 CONDICIONES DE LA CALIDAD DEL SEDIMENTO**

En los estanques, el desarrollo de floraciones de fitoplancton puede volverse inestable, lo que genera un impacto muy negativo tanto en la calidad del agua, como en los sedimentos. Las sustancias como el amoníaco, especialmente el fósforo, que se libera en el agua como desecho es el principal factor que estimula la reproducción del fitoplancton. Es por ello que el crecimiento de fitoplancton es mayor en estanques que presentan altas tasas de alimentación, por lo que esto afecta la calidad del agua. En estanques con una alcalinidad o dureza total de menos de 20 mg CaCO<sub>3</sub> / L, el crecimiento de fitoplancton puede verse limitado por un suministro insuficiente de carbonato o bicarbonato y una disminución de la concentración de calcio (Boyd & Walley, 1975; Wurts & Durborow, 1992). De allí que, el incremento de la dureza total presente en el agua de cultivo de ciertos organismos, como por ejemplo los peces, puede aumentar su productividad de primer nivel, por lo que esto conducirá a una mejor sobrevivencia durante la etapa de siembra y la de recolección (Grizzle et al., 1985). Cabe recalcar que se ha informado que la tasa de fotosíntesis aumenta cuando se aplican calcio y magnesio en estanques, los

requisitos de estos nutrientes varían según el tipo de microalgas (Boyd y Scarsbrook, 1974).

Una de las mayores preocupaciones de los acuicultores es la acumulación de MO en sedimentos, ya que provoca la demanda de oxígeno disuelto debido a que las bacterias y microorganismos presentes en el estanque tienen respiración aeróbica (Boyd, 1992). Aparte de esto, el anegamiento que tiene el suelo en el proceso de cultivo, minimiza la disposición de oxígeno en parte de la atmósfera e inhibe a la tasa de descomposición aeróbica de la MO por microorganismos, lo que indirectamente promueve el almacenamiento de la materia orgánica. Debido a que por la necesidad de oxígeno, se pueden generar condiciones hipóxicas y de tipo ácidas, y la ausencia de oxígeno disuelto, gracias a esto las bacterias suelen utilizar otros tipos de compuestos oxidantes, tal es el caso de los aceptores de oxidantes o electrones, como es el caso de los sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) y los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) que actúan durante el proceso de la respiración, ya que se crean condiciones para reducir y formar compuestos como el amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), gas sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), manganeso ( $\text{Mn}^{2+}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y hierro ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), debido a que esto puede volverse tóxico y afectar el crecimiento de organismos cultivados (Avnimelech & Zohar, 1986; Boyd, 1995).

Varios estudios han demostrado que la flora intestinal de los camarones está estrechamente relacionada con la flora ambiental del estanque, que también está relacionada con la aparición de enfermedades en los camarones (Li et al., 2017). Al observar la flora intestinal del camarón, la superposición entre el agua y los sedimentos circundantes es necesaria para controlar la salud del camarón en la acuicultura. En este caso, un estudio que fue publicado por Hou et al. (2018) demostró que en estanques de

tierra se observaron composiciones similares de comunidades bacterianas en el intestino del camarón, el agua circundante y el sedimento.

El monitoreo regular en cuanto a la calidad del agua se refiere, en los estanques camaroneros, no solo ayuda a predecir y controlar las condiciones clave de la acuicultura, sino que también evita el riesgo de degradación ambiental e interrupción del proceso de producción (Ribeiro et al., 2016). Los sólidos suspendidos, la materia orgánica y la mayoría de los nutrientes tienden a causar sedimentación en los estanques camaroneros. En el estudio que realizó Mohanty (2017), con respecto al efecto de la densidad de población sobre el agua del estanque y la calidad del suelo, a excepción del nitrógeno disponible, no se observaron tendencias diferentes entre los tratamientos. Las características de los sedimentos de los diferentes tratamientos indican un grupo de suelos moderadamente productivos (Banerjee, 1967). En todos los tratamientos, las concentraciones de carbono orgánico disponible (%), nitrógeno y fósforo (mg/100g) en el suelo aumentan gradualmente en las últimas etapas del cultivo. Esto puede deberse a (1) la mayoría de los nutrientes ingresados finalmente se depositan en los sedimentos (Boyd 1985) y (2) el camarón que se alimenta de biomasa acuática que realiza fotosíntesis y otros componentes del sistema, contribuye al ciclo de nutrientes (Mohanty et al., 2014).

La calidad y cantidad de sedimentos en el fondo de la piscina reflejan su productividad, juega un muy importante papel durante el proceso de mineralización de la MO y captura y liberación de varios tipos de nutrientes al agua, afectando de esta manera a la calidad del agua del estanque y la tasa de supervivencia de los organismos en cultivo (Mohanty, 2001).

La mayor parte de la comida consumida por los camarones se excreta eventualmente como desechos metabólicos, agregando nutrientes inorgánicos y fertilizantes orgánicos al

agua y sedimentos en el estanque de camarones. Descomponer activamente alimentos no comestibles, fertilizantes (como nitrato de amonio, urea, fosfato de amonio y polifosfato de amonio) y microorganismos (bacterias, hongos, protozoos y fitoplancton) producen desechos metabólicos que pueden servir para productos inorgánicos (Attasat et al., 2013; Castillo Soriano, 2013).

## **2.3 PRÁCTICAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SEDIMENTO**

### **2.3.1 Secado**

El secado de estanques cada que finaliza un cultivo es una práctica muy habitual. Acelera el proceso de descomposición de la MO acumulada en el ciclo antes del actual, aporta oxígeno y mejora significativamente las condiciones para las bacterias de tipo aeróbicas. Cabe señalar que puede oxidar compuestos orgánicos y también inorgánicos reducidos, mejorando así las condiciones del suelo y matando patógenos, incluido el anfitrión oportunista que existe en el suelo. El proceso de secado se da durante 2-3 semanas, ya que este tiempo suele ser suficiente, debido que un período de tiempo más prolongado eliminará el líquido del suelo y reducirá la actividad de los microbios. Durante las temporadas de lluvias, el secado no siempre resulta factible o adecuado, aunque en general, el sedimento debe secarse por al menos 1 vez cada año (Boyd, 1995).

### **2.3.2 Proceso de encalado y desinfección**

El fondo de la piscina generalmente es tratado con cal agrícola (pH menor a 7); esta es un polvo de cal compuesto por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) o una unión de carbonato de calcio más carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ). Las diferentes muestras del pH del suelo se recolectan y procesan, tal como se describe en "Productos orgánicos del suelo". Para poder medir el pH, es recomendable mezclar de 10–20 g de muestra secada por atomización con 10–20 ml de agua destilada, agite intermitentemente por un lapso de

tiempo de 20 minutos y posteriormente se mide el pH con un instrumento denominado electrodo de vidrio. Se pueden insertar unos medidores muy pequeños de agua portátiles que pueden leer directamente el fondo del estanque, aunque estos pequeños dispositivos son inexactos y generalmente los agricultores no suelen usarlos (Boyd 1995).

Después de drenar el estanque, anteriormente de que el fondo se halla secado demasiado, la cal agrícola se debe regar en 3-4 días. La cal se debe rociar uniformemente con agua en el suelo húmedo, con la finalidad de que se disuelva y pueda penetrar en el suelo, caso contrario no reaccionará y la acidez no se podrá neutralizar. En algunos estanques donde la enfermedad se ha convertido en un problema grave, el fondo se puede tratar con agentes que pueden matar los organismos que son causantes de enfermedades, esto para reducir la posibilidad que en el próximo ciclo, alguna enfermedad vuelva a ocurrir.

La forma que resulta tener más efecto y es económica para desinfectar estanques, es usar a la cal viva u óxido de calcio, también conocido como (CaO) o hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  o cal apagada, para aumentar el pH en las muestras de suelo por encima de 10 y conseguir así eliminar los organismos negativos (Snow y Jones 1959). Generalmente, una dosis a una concentración de 1000 kg/ha de producto cal viva o también 1500 kg/ha de producto cal hidratada, serían suficientes para desinfectar y eliminar bacterias gramnegativas del fondo del estanque (Boyd, 1995), aumentando el pH para con ello eliminar los patógenos y sus huéspedes. Se ha utilizado un producto como el cloro para desinfectar el fondo de los estanques, pero a consecuencia de la materia orgánica presente en el suelo del estanque, se reducirá con rapidez el cloro residual a lo que comúnmente se llama cloruro de tipo no tóxico (White, 1992), el proceso de desinfección puede requerir un aproximado de 500 ppm del denominado hipoclorito de calcio (Potts y Boyd,

1998) o aproximadamente 1000 kg/ha del producto de hipoclorito ácido cálcico ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ), debido a esto el tratamiento de cloración o desinfección es resulta más caro que realizar un tratamiento a base de cal.

### **2.3.3 Gradeo**

En la estación seca, rastrillando la hierba sobre el fondo, se puede mejorar la oxigenación del suelo. Los suelos que poseen una textura pesada (suelo arcilloso) son más beneficiarios de la pendiente, a diferencia de los suelos ligeros (suelos de tipo arenoso). La profundidad de uso de la rastra de discos debe ser de 10-15 cm. Los cultivadores rotativos también pueden cultivar, pero destruirán la parte estructural del suelo. En cuanto a los arados rompedores, estos requieren de mucha más energía a diferencia de las gradas de discos, por lo que este tipo de arado es útil solo cuando la concentración de MO resulta alta, debido a que revuelve el suelo del fondo y sitúa el suelo con una menor concentración de MO en la superficie. La nivelación debe realizarse manteniendo el fondo húmedo, pero lo suficientemente seco para que logre el soporte del tractor y evite que las huellas de sus llantas formen marcas (Boyd, 1995).

### **2.3.4 Supresión de sedimentos**

Por lo general, no siempre es necesario eliminar los fondos o sedimentos, aunque si el canal interno está lleno, o especialmente si el estanque pierde volumen debido a la acumulación de sedimentos, es posible que sea necesario eliminarlo. La remoción y deposición de los sedimentos, requiere de métodos más específicos de la finca (Donovan, 1997) para lograr evitar que estos sedimentos sean arrastrados a los estanques y ríos por la lluvia, o que afecten adversamente el exterior de los estanques.

La adición tanto de *Bacillus subtilis*, como de *Bacillus licheniformis* en una dosis de al menos 75 g/ha, es un método para incrementar la tasa del proceso de descomposición de la MO en las muestras de sedimentos de las granjas de tilapia del Nilo y puede mejorar la sostenibilidad desde los métodos biológicos hasta los métodos biológicos y del medio ambiente, para mejorar la descomposición de materia orgánica en estanques de tilapia (Ruschel et al. 2020).

El grupo Nitrososphaera del AOA (arqueas oxidantes de amoníaco), el grupo Nitrosospira y el grupo Nitrosomonas de AOB (bacterias oxidantes de amoníaco) se pueden adaptar mejor a los sedimentos de SCP (estanque de cultivo de camarones). La abundancia y diversidad de AOA y AOB se correlacionan significativamente con el pH. La comunidad AOA está significativamente relacionada con el pH, TOC (carbono orgánico total), TP, nitrato reductasa, ureasa, fosfatasa ácida y  $\beta$ -glucosidasa. La estructura de la comunidad AOB está relacionada con TOC, C/N y nitrato reductasa. Las comunidades AOA y AOB en sedimentos de SCP tienen diferentes contribuciones a la oxidación del amoníaco, lo que puede revelar las características ecológicas de la etapa de cultivo del camarón (Wey et al. 2020).

## **2.4 APLICACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO**

Cuando se utilizan materiales calcáreos en estanques, las tres sustancias básicas más utilizadas son: carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), cal viva o también conocida como óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) y por último hidróxido de calcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) o cal apagada, la cal agrícola y el hidróxido de calcio son las que más se usan a menudo en el suelo y también en el agua durante la producción de peneidos (Boyd y Daniels, 1993).

La solubilidad que presentan las sustancias calcáreas es baja, excepto en agua ácida o agua con un gran aporte de CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, cuando se aplican sustancias de calcio a los estanques, solo una pequeña parte de ellas se disolverá inmediatamente en el agua y el resto se disolverá lentamente cuando se asientan en el fondo del estanque (Boyd y Masuda, 1994). En consideración con la cal agrícola, el hidróxido de calcio y la cal viva logran disolverse de manera más fácil en el agua (Boyd y Masuda, 1994) y poseen un elevado valor neutralizador (Boyd y Tucker, 1998).

En los cultivos de camarón de tipo extensivo se aplica carbonato cálcico según las condiciones del fondo del estanque, por lo que si el pH del suelo es inferior a 7 se debe encalar para incrementar su contenido. Al utilizar cal quemada o cal apagada para poder realizar la desinfección, al momento de aplicarlas también puede neutralizar efectivamente la acidez del sedimento. El estanque al estar completamente seco y no usar cal para desinfectar, será más económico utilizar piedra caliza agrícola para neutralizar la acidez del suelo. La Tabla 1 enumera las tasas de aplicación de piedra caliza de tipo agrícola. Con el suelo aún húmedo, las piedras calizas se deben distribuir de manera uniforme en el sedimento o fondo del estanque (Boyd, 2019).

Tabla 1: Preparación de estanques.

pH de suelo	Tasa de encalado (equivalente CaCO <sub>3</sub> , kg/ha)
>7.5	0
7.0 to 7.5	500 (optional)
6.5 to 6.9	1,000
6.0 to 6.4	1,500
5.5 to 5.9	2,000
5.0 to 5.4	2,500
<5.0	3,000

Boyd, 2019

## **2.5 EFECTO DEL CARBONATO DE CALCIO EN LAS CONDICIONES DEL SEDIMENTO**

Los estanques de agua salada no suelen necesitar de aplicaciones con materiales cálcicos, ya que presentan una alcalinidad y sobretodo dureza total por encima de 50mg CaCO<sub>3</sub>/L (Boyd y Masuda, 1994). Aunque, cabe recalcar los distintos beneficios que se han reportado posterior a su aplicación en agua de mar, tal es el caso de la disminución del crecimiento de algunas bacterias patógenas como los mencionados vibrios (Cruz-Barreras et al., 2001), a la vez, existen otras que son luminiscentes que han sido reportadas como agentes o bacterias de tipo infeccioso. Sin embargo, el efecto sobre estas bacterias no resulta beneficioso para el cultivo, a diferencia de las bacterias nitrificantes, porque la reducción de estas puede acarrear una alta concentración de nitrógeno amoniacal total más conocido TAN, presente en el agua, ya que no se pueden convertir en nitrato mediante el proceso de nitrificación (Solano, 2003).

La aplicación de cal también está relacionada con el aumento de la productividad natural, esto se debe a las siguientes razones: 1) La precipitación o caída de sólidos suspendidos, lo que conduce a una alta penetración en la columna del agua del estanque y mejora el proceso fotosintético (Boyd y Tucker, 1998), 2) aumentar la cantidad de bicarbonatos que generalmente se pueden utilizar como una fuente de carbono para la el proceso fotosintético (Boyd y Scarsbrook, 1974). Debido a este incremento, que en cuanto a la producción de primer nivel se refiere, disminuye drásticamente la presencia de plantas de tipo acuáticas que son emergentes (Reedyk et al., 2001; Chambers et al., 2001) y en ocasiones suele estar asociado con un mejor crecimiento de las especies cultivadas (Cruz-Barreras et al., 2001).

Además, el uso de esta sustancia también puede aumentar la concentración de calcio presente en el agua, mejorando así la viabilidad final de los denominados crustáceos a través de los siguientes métodos: 1) Disminuir el tiempo de caparazón suave (después de la depredación) y reducir la posibilidad de ataques de depredadores durante este período (Perry et al., 2001) y, 2) Ayuda a reducir el estrés en la piscina (Boyd y Tucker, 1998). Algunos de los mejores crecimientos en cultivos de camarones, se obtienen cuando la alcalinidad total se incrementa 100 mg CaCO<sub>3</sub>/L, lo que posiblemente se ocasiona por un incremento de la productividad de primer nivel (Boyd y Scarsbrook, 1974) y aumentar la utilización de productos carbonatados en el exoesqueleto del camarón (Boyd, 1990). Aunque, la baja solubilidad de algunos de los materiales cálcicos imposibilita alcanzar la alcalinidad total superior a 50 a 60 mg CaCO<sub>3</sub> por Litro (Boyd y Daniels, 1993).

El calcio resulta ser un elemento crucial para la osmorregulación, debido a que mantiene los niveles correctos de sales internas, requeridos para la normal función de los nervios, el corazón y los músculos. Cabe recalcar que la concentración de calcio puede influir sobre el proceso de permeabilidad de las membranas branquiales que las especies utilizan para el agua e iones y a su vez puede amortiguar los efectos de los microorganismos de tipo estresantes ambientales, como los súbitos cambios en la salinidad, en las fluctuaciones del pH, altas concentraciones de amoníaco y las temperaturas extremas (Boyd y Tucker, 1998).

### 3. CONCLUSIÓN

En los estanques tratados con la aplicación de carbonato de calcio se mejora la estructura del suelo, al mismo tiempo se estabiliza la calidad del agua y por ende permiten que los fertilizantes actúen más eficientemente aumentando la disponibilidad del fitoplancton. El encalado de piscinas camaroneras resulta de alto beneficio al incorporar carbonato de calcio en el proceso, con ello se logra elevar de manera rápida el pH, generando una alcalinidad ideal para esta actividad.

La cal incrementa la concentración de pH y calcio, lo que favorece también a la eliminación de fósforo en el agua, y a la vez que aumenta el pH, contribuye a la disminución del contenido de dióxido de carbono que existe en el agua, e igualmente elimina microorganismos patógenos.

Finalmente, la aplicación de materiales calcáreos en los estanques con cultivos extensivos de camarón es muy importante, porque ayuda a aumentar la alcalinidad, con lo cual se mejora el efecto "amortiguador" o equilibrante en el agua, evitando así cambios bruscos en el pH del agua.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Attasat, S., Wanichpongpan, P., Ruenglertrpanyakul, W., 2013. Design of integrated aquaculture of the Pacific White shrimp, Tilapia and Green Seaweed. *J. Sustain. Energy Environ.* 4, 9e14.
- Avnimelech, Y., y G. Zohar. 1986. The effect of local anaerobic conditions on growth retardation in aquaculture systems. *Aquacult.* 58: 167-174.
- Banerjee SM (1967) Water quality and soil condition of fishponds in some states of India in relation to fish production. *Indian J Fish* 14:115–144
- Boyd CE (1985). Chemical budgets for channel catfish ponds. *Trans Am Fish Soc* 114:291–298
- Boyd, C.E., y C.S. Tucker. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Kluwer Academic Publishers, Boston, EE.UU.
- Boyd, C.E., y E. Scarsbrook, 1974. Effects of agricultural limestone on phytoplankton communities of fish ponds. *Archive of Hydrobiology* 74(3):336-349.
- Boyd, C.E., y K. Masuda. 1994. Characteristics of liming materials used in aquaculture ponds. *World Aquaculture* 25(1):76-79.
- Boyd, C. E. 1995. *Bottom soils, sediment and pond aquaculture*. Chapman and Hall, New York, New York, EE.UU.
- Boyd, C. E., 2019. La preparación del estanque de camarones es crucial para la producción y prevención de enfermedades. Global Aquaculture Alliance. Obtenido de <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-preparacion-del-estanque-de>

camarones-es-crucial-para-la-produccion-y-prevencion-de-enfermedades/#:~:text=La%20prevenci%C3%B3n%20de%20enfermedades%20e s,utilizada%20para%20llenar%20los%20estanques.

Boyd, C.E., y H.V. Daniels. 1993. Liming and Fertilization of Brackishwater Shrimp Pond. The Haworth Press, Inc. Pág. 221-234.

Boyd, C.E., y W.W. Walley. 1975. Total alkalinity and hardness of surface waters in Alabama and Mississippi. Alabama Agriculture Experiment Station, Bulletin 465.

Boyd, Clause., 1995. Bottom soils, sediment and pond aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Alabama. DOI 10.1007/978-1-4615-1785-6

Boyd, C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Editorial Birmingham Publishing Co. Alabama, USA.

Boynton, WR, Ceballos, MAC, Bailey, EM, Hodgkins, CLS, Humphrey, JL, Testa, JM, (2018). Intercambios de oxígeno y nutrientes en la interfaz sedimento-agua: una síntesis y crítica global de los datos costeros y de estuarios *Estuar Coast* , 41 ( 2 ), págs. 301 – 333

Castillo-Soriano, F.A., Ibarra-Junquera, V., Escalante-Minakata, P., Mendoza-Cano, O.,Ornelas-Paz, J., de, J., Almanza-Ramírez, J.C., Meyer-Willerer, A.O., 2013. Nitro-gen dynamics model in zero water exchange, low salinity intensive ponds of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at Colima, Mexico. *Lat. Am. J. Aquatic Res.* 41 (1), 68e79.

- Chambers, P.A., E.E. Prepas, M.E. Ferguson, M. Serediak, M. Guy, y M. Holst. 2001. The effects of lime addition on aquatic macrophytes in hard water: in situ and microcosm experiments. *Freshwater Biology* 46:1121-1138.
- Cruz-Barreras, C., F. Lares-Villa, R. Casillas-Hernández, y J.C. Ibarra-Gómez. 2001. Efectos de la cal sobre la calidad de agua en un cultivo de camarón blanco *Penaeus vannamei* y sobre bacterias que le causan enfermedades. *ECUACAMARÓN. Cámara de Productores de Camarón* 1(2):22-26.
- Grizzle, J.M., A.C. Mauldin, D. Young, y E. Henderson. 1985. Survival of juvenile Striped Bass (*Morone saxatilis*) and Morone Hybrid Bass (*Morone chrysops* x *Morone saxatilis*) increased by addition of calcium to soft water. *Aquaculture* 46:167-171.
- Heip, C., Vincx, M. & Vranken, G. 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanogr. Mar Biol. A. Rev.* 23:399 – 489.
- Hou, D., Huang, Z., Zeng, S., Liu, J., Weng, S., & He, J. (2018). Comparative analysis of the bacterial community compositions of the shrimp intestine, surrounding water and sediment. *Journal of applied microbiology*, 125(3), 792–799. <https://doi.org/10.1111/jam.13919>
- Ibarra, Eulalia, Rojas-García, Carlos, León, Raquel. (2014). Ensayo de un sistema artificial con sedimento para crecimiento de juveniles de *Litopenaeus vannamei*: evaluación de dos micro cohortes con participación de nematodos y ‘bioflocs’
- Juárez-Rosales, Jorge, Román-Gutiérrez, Alma D., Otazo-Sánchez, Elena M., Pulido-Flores, Griselda, Esparza-Leal, Héctor M., Aragón-Noriega, Eugenio A., &

- Seidavi, Alireza. (2020). The effect of tilapia *Oreochromis niloticus* addition on the sediment of brackish low-salinity ponds to white shrimp *Penaeus vannamei* farming system during the wet and dry season. *Latin american journal of aquatic research*, 48(1), 7-14. <https://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue1-fulltext-2365>
- Lei, P., Zhang, H., Wang, C., & Pan, K. (2018). Migration and diffusion for pollutants across the sediment-water interface in lakes: A review. *J Lake Sci*, 30(6), 1489-1508.
- Martinez-Cordova, L. R. 2003. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. *Aquaculture Nutrition* 9, 155-160.
- Li, T., Li, H., Gatesoupe, F. J., She, R., Lin, Q., Yan, X., Li, J., & Li, X. (2017). Bacterial Signatures of "Red-Operculum" Disease in the Gut of Crucian Carp (*Carassius auratus*). *Microbial ecology*, 74(3), 510–521. <https://doi.org/10.1007/s00248-017-0967-1>
- Liu Yaobin, Qin Lin, Li Fengbo, Zhou Xiyue, Xu Chunchun, Ji Long, Chen Zhongdu, Feng Jinfei, Fang Fuping. (2019). Impact of Rice-Catfish/Shrimp Co-culture on Nutrients Fluxes Across Sediment-Water Interface in Intensive Aquaculture Ponds. *Rice Science*, Volume 26, Issue 6, ISSN 1672-6308, <https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.06.001>.
- Lopes, Gustavo Ruschel, Oliveira, Hugo Mendes de, Jesus, Gabriel Fernandes Alves de, Martins, Maurício Laterça, Miranda Gomes, Carlos Henrique Araújo de, Soligo, Thiago, & Mouriño, José Luiz Pedreira. (2020). Biological strategy to improve decomposition of organic matter in tilapia pond. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32, e27. Epub November 27, 2020. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x8419>

- Mohanty RK (2001). Feeding management and waste production in semi-intensive farming of *Penaeus monodon* (fab.) at different stocking densities. *Aquac Int* 9:345–355
- Mohanty RK, Kumar A, Mishra A, Panda D K, Patil D (2014). Water budgeting and management: enhancing aquacultural water productivity. Research Bulletin No.63, Directorate of Water Management (ICAR), Odisha, India, 62p
- Mohanty, RK, Mishra, A., Ambast, SK y col. Efectos de diversas densidades de camarón (*Penaeus monodon*) sobre su crecimiento, la calidad del agua y los sedimentos y el balance hídrico. *Aquacult Int* **25**, 2161-2176 (2017).  
<https://doi.org/10.1007/s10499-017-0181-7>
- Perry, H., C. Trigg, K. Larsen, J. Freeman, M. Erickson, y R. Henry. 2001. Calcium concentration in seawater and exoesqueletal calcification in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Aquaculture* 198:197-208.
- Reedyk, S., E.E. Prepas, y P.A. Chambers. 2001. Effects of single Ca(OH)<sub>2</sub> doses on phosphorus concentration and macrophyte biomass of two boreal eutrophic lakes over 2 years. *Freshwater Biology* 46:1075-1087.
- Ribeiro, L. F, Eça, G. F, Barros, F. y Hatje, V. (2016). Impactos de los ciclos de cultivo del camarón en los ensamblajes macrobentónicos y la química de los sedimentos. *Contaminación ambiental*, 211 , 307-315. doi: 10.1016 / j.envpol.2015.12.031
- Solano, Galo., (2003). Efecto del hidróxido de calcio sobre la calidad de agua y la producción de estanques de cultivo de *Litopenaeus vannamei* en aguas salobres. Escuela Superior Politecnica del Litoral. Especialidad Acuicultura Marina. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8669>

Wei, D., Zeng, S., Hou, D., Zhou, R., Xing, C., Deng, X.,... He, J. (2020). *Diversidad comunitaria y abundancia de arqueas y bacterias oxidantes de amoníaco en el sedimento de estanques de camarones en diferentes etapas de cultivo. Revista de microbiología aplicada.* doi: 10.1111 / jam.14846