



DOI: [10.23857/dc.v9i2.3503](https://doi.org/10.23857/dc.v9i2.3503)

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

*Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el
crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos*

*Effect of hydrated sodium calcium aluminum silicates (HSCAS) on the growth and
survival of *Litopenaeus Vannamei* in intensive systems*

*Efeito de silicatos de alumínio cálcio e sódio hidratados (HSCAS) no crescimento e
sobrevivência de *Litopenaeus Vannamei* em sistemas intensivos*

José Riquelme De la Torre-Mejía^I
jose.riquelme.delatorre1998@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-1475-103X>

Wilmer G. Galarza-Mora^{II}
wgalarza@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9807-825X>

Patricio Quizhpe-Cordero^{III}
pquizhpe@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9429-135X>

Irán Rodríguez-Delgado^{IV}
irodriguez@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

Anord Charles-Nkuba^V
anord.nkuba@imbrsea.eu
<https://orcid.org/0000-0003-1592-7776>

Correspondencia: jose.riquelme.delatorre1998@gmail.com

***Recibido:** 04 de abril de 2023 ***Aceptado:** 13 de mayo de 2023 * **Publicado:** 30 de junio de 2023

- I. Estudiante pregrado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Acuícola, Acuicultura, Universidad Técnica de Machala; Machala, Ecuador.
- II. Docente, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Acuícola, Acuicultura, Universidad Técnica de Machala; Machala, Ecuador.
- III. Docente, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Acuícola, Acuicultura, Universidad Técnica de Machala; Machala, Ecuador.
- IV. Docente, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Acuícola, Acuicultura, Universidad Técnica de Machala; Machala, Ecuador.
- V. Maestrante, International Máster in Marine Biological Resource IMBRSea, Belgium, Ecuador.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Resumen

Dentro de los crustáceos, tenemos a los peneidos, siendo *Litopenaeus vannamei* o Camarón blanco del Pacífico la especie más producida en sistemas intensivos con diferentes niveles de salinidad. La intensificación conlleva un aumento en la alimentación, lo que a su vez provoca la acumulación de amonio total (NH₄) y amonio no ionizado (NH₃), ambos letales para los camarones. Para prevenir y reducir estos efectos negativos, se han buscado soluciones a través de la aplicación de productos que promuevan la metabolización del nitrógeno, convirtiéndolo en formas menos tóxicas como nitrito y nitratos. En la actualidad, en el mercado se encuentran disponibles los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) de origen natural, los cuales presentan diferentes composiciones y propiedades. Este estudio, con una duración de cinco semanas, se llevó a cabo en la Estación de Maricultura-Acuicultura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Se desarrolló bajo un esquema de diseño experimental completamente al azar (DCA), donde se manipuló el factor de estudio (aluminosilicatos acuícolas) segmentado en cinco tratamientos, incluyendo el grupo de control con dos o cuatro réplicas, conformando así 12 unidades experimentales (tanques plásticos con una capacidad de 250 litros de agua). En cada unidad experimental se asignaron de forma completamente al azar los tratamientos objeto de estudio. Se ubicaron 16 camarones distribuidos de forma aleatoria en cada unidad experimental, y al inicio se aplicaron 20 gramos de cada tratamiento objeto de estudio, excepto en las unidades experimentales que funcionaron como testigos o controles. Posteriormente, cada día se suministraron 2 gramos de cada aluminosilicato en las unidades experimentales correspondientes a los tratamientos. Para determinar la presencia o no de diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tipos de aluminosilicatos utilizados (MINA J/R en polvo, MINA J/R diluido, SILICAM PLUS en polvo (BIOBAC) y greatplanet en polvo) en función de las variables de supervivencia de los camarones, peso de los camarones y calidad del agua, se realizó la prueba paramétrica de Análisis de Varianza (ANOVA) mediante el software SPSS para un factor intergrupos. Previamente, se verificó y cumplió con los requisitos de normalidad de los datos y homogeneidad de las varianzas dentro de los grupos conformados. Cuando se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los aluminosilicatos utilizados, se aplicaron pruebas de rangos y comparaciones de Duncan con el fin de determinar diferencias o similitudes entre ellos. La prueba de Duncan creó dos subconjuntos homogéneos, demostrando que la aplicación de diferentes aluminosilicatos acuícolas, como el MINA J/R en polvo ($\bar{X}=78,91 \text{ \%} \pm 8,66 \text{ \%}$), SILICAM

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

PLUS ($\bar{X}=77,25 \text{ \%}\pm 9,14 \text{ \%}$), greatplanet ($\bar{X}=76,66 \text{ \%}\pm 8,43 \text{ \%}$) y MINA J/R diluido ($\bar{X}=73,34 \text{ \%}\pm 9,47 \text{ \%}$), logró mayores porcentajes de supervivencia, siendo estadísticamente diferentes del grupo de control ($\bar{X}=58,25 \text{ \%}\pm 28,41 \text{ \%}$). La prueba de Duncan también mostró mayores incrementos en el peso de los camarones para los tratamientos en los que se aplicaron los productos MINA J/R diluido ($\bar{X}=1,65 \text{ g}\pm 0,18 \text{ g}$) y MINA J/R en polvo ($\bar{X}=1,37 \text{ g}\pm 0,07 \text{ g}$), siendo estadísticamente diferentes de los obtenidos cuando se utilizaron SILICAM PLUS ($\bar{X}=0,59 \text{ g}\pm 0,12 \text{ g}$), greatplanet ($\bar{X}=0,68 \text{ g}\pm 0,13 \text{ g}$) y el grupo de control ($\bar{X}=0,37 \text{ g}\pm 0,11 \text{ g}$). Esto demuestra que el uso de este tipo de productos es una alternativa que permite alcanzar tasas de supervivencia dentro de los parámetros requeridos. Además, se encontró que estos productos mejoran y equilibran el hábitat de los camarones, ayudando a controlar la infestación de cianófitas (cianobacterias), siendo MINA J/R en polvo y MINA J/R diluido los que obtuvieron mejores resultados.

Palabras clave: Nitrógeno Amoniacal total (TAN); Amoniaco (NH₃); HSCAS; Sistemas intensivos; *Litopenaeus Vannamei*.

Abstract

Among the crustaceans, we have penaeids, with *Litopenaeus vannamei* or Pacific white shrimp being the most produced species in intensive systems with different levels of salinity. Intensification leads to increased feeding, which in turn causes accumulation of total ammonium (NH₄) and non-ionized ammonium (NH₃), both of which are lethal to shrimp. To prevent and reduce these negative effects, solutions have been sought through the application of products that promote the metabolization of nitrogen, turning it into less toxic forms such as nitrite and nitrates. Currently, hydrated sodium calcium aluminum silicates (HSCAS) of natural origin are available on the market, which have different compositions and properties. This study, with a duration of five weeks, was carried out at the Mariculture-Aquaculture Station of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Machala. It was developed under a completely randomized experimental design (DCA) scheme, where the study factor (aquaculture aluminosilicates) was manipulated segmented into five treatments, including the control group with two or four replicates, thus forming 12 experimental units (plastic tanks with a capacity of 250 liters of water). In each experimental unit, the treatments under study were assigned completely at random. 16 shrimp were randomly distributed in each experimental unit, and at the beginning 20 grams of each treatment under study were applied, except

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

in the experimental units that functioned as witnesses or controls. Subsequently, each day 2 grams of each aluminosilicate were supplied in the experimental units corresponding to the treatments. To determine the presence or not of significant statistical differences between the different types of aluminosilicates used (MINA J/R powder, MINA J/R diluted, SILICAM PLUS powder (BIOBAC) and greatplanet powder) depending on the survival variables shrimp, shrimp weight and water quality, the parametric Analysis of Variance (ANOVA) test was performed using SPSS software for an intergroup factor. Previously, the requirements for normality of the data and homogeneity of the variances within the formed groups were verified and met. When significant statistical differences were found between the aluminosilicates used, rank tests and Duncan comparisons were applied in order to determine differences or similarities between them. Duncan's test created two homogeneous subsets, demonstrating that the application of different aquaculture aluminosilicates, such as MINA J/R powder ($\bar{X}=78.91\% \pm 8.66\%$), SILICAM PLUS ($\bar{X}=77.25\% \pm 9.14\%$), greatplanet ($\bar{X}=76.66\% \pm 8.43\%$) and diluted MINA J/R ($\bar{X}=73.34\% \pm 9.47\%$), achieved higher survival rates, being statistically different from control group ($\bar{X}=58.25\% \pm 28.41\%$). Duncan's test also showed greater increases in shrimp weight for the treatments in which the diluted MINA J/R products ($\bar{X}=1.65 \text{ g} \pm 0.18 \text{ g}$) and powdered MINA J/R ($\bar{X}=1.37 \text{ g} \pm 0.07 \text{ g}$), being statistically different from those obtained when SILICAM PLUS ($\bar{X}=0.59 \text{ g} \pm 0.12 \text{ g}$), greatplanet ($\bar{X}=0.68 \text{ g} \pm 0.13 \text{ g}$) and the control group ($\bar{X}=0.37 \text{ g} \pm 0.11 \text{ g}$). This demonstrates that the use of this type of products is an alternative that allows achieving survival rates within the required parameters. In addition, it was found that these products improve and balance the habitat of the shrimp, helping to control the infestation of cyanophytes (cyanobacteria), being MINA J/R in powder and MINA J/R diluted the ones that obtained the best results.

Keywords: Total Ammoniacal Nitrogen (TAN); Ammonia (NH₃); HSCAS; intensive systems; *Litopenaeus vannamei*.

Resumo

Entre os crustáceos, temos os peneídeos, sendo *Litopenaeus vannamei* ou camarão branco do Pacífico a espécie mais produzida em sistemas intensivos com diferentes níveis de salinidade. A intensificação leva ao aumento da alimentação, que por sua vez causa acúmulo de amônio total (NH₄) e amônio não ionizado (NH₃), ambos letais para os camarões. Para prevenir e reduzir esses efeitos negativos,

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

soluções têm sido buscadas através da aplicação de produtos que promovam a metabolização do nitrogênio, transformando-o em formas menos tóxicas como nitritos e nitratos. Atualmente, estão disponíveis no mercado silicatos hidratados de sódio e cálcio e alumínio (HSCAS) de origem natural, que apresentam diferentes composições e propriedades. Este estudo, com a duração de cinco semanas, foi realizado na Estação de Maricultura-Aquicultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Técnica da Machala. Foi desenvolvido em esquema de delineamento experimental inteiramente casualizado (DCA), onde o fator de estudo (aluminossilicatos de aquicultura) foi manipulado segmentado em cinco tratamentos, incluindo o grupo controle com duas ou quatro repetições, formando assim 12 unidades experimentais (tanques plásticos com capacidade de 250 litros de água). Em cada unidade experimental, os tratamentos em estudo foram distribuídos ao acaso. Foram distribuídos aleatoriamente 16 camarões em cada unidade experimental, sendo que no início foram aplicados 20 gramas de cada tratamento em estudo, exceto nas unidades experimentais que funcionaram como testemunhas ou controles. Posteriormente, a cada dia foram fornecidos 2 gramas de cada aluminossilicato nas unidades experimentais correspondentes aos tratamentos. Determinar a presença ou não de diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tipos de aluminossilicatos utilizados (MINA J/R em pó, MINA J/R diluído, SILICAM PLUS em pó (BIOBAC) e pó greatplanet) em função das variáveis de sobrevivência camarão, peso do camarão e qualidade da água, o teste de Análise de Variância (ANOVA) paramétrica foi realizado usando o software SPSS para um fator intergrupo. Anteriormente, foram verificados e atendidos os requisitos de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias dentro dos grupos formados. Quando foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os aluminossilicatos utilizados, foram aplicados testes de classificação e comparações de Duncan para determinar diferenças ou semelhanças entre eles. O teste de Duncan criou dois subconjuntos homogêneos, demonstrando que a aplicação de diferentes aluminossilicatos de aquicultura, como pó MINA J/R ($\bar{X}=78,91\% \pm 8,66\%$), SILICAM PLUS ($\bar{X}=77,25\% \pm 9,14\%$), greatplanet ($\bar{X}=76,66\% \pm 8,43\%$) e MINA J/R diluído ($\bar{X}=73,34\% \pm 9,47\%$), obtiveram maiores taxas de sobrevivência, sendo estatisticamente diferente do grupo controle ($\bar{X}=58,25\% \pm 28,41\%$). O teste de Duncan também mostrou maiores aumentos no peso dos camarões para os tratamentos em que os produtos MINA J/R diluído ($\bar{X}=1,65 \text{ g} \pm 0,18 \text{ g}$) e MINA J/R em pó ($\bar{X}=1,37 \text{ g} \pm 0,07 \text{ g}$), diferindo estatisticamente dos obtidos quando SILICAM PLUS ($\bar{X}=0,59 \text{ g} \pm 0,12 \text{ g}$), greatplanet ($\bar{X}=0,68 \text{ g} \pm 0,13 \text{ g}$) e grupo controle ($\bar{X}=0,37 \text{ g} \pm 0,11 \text{ g}$). Isto

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

demonstra que a utilização deste tipo de produtos é uma alternativa que permite atingir taxas de sobrevivência dentro dos parâmetros exigidos. Além disso, verificou-se que estes produtos melhoram e equilibram o habitat do camarão, ajudando a controlar a infestação de cianófitas (cianobactérias), sendo o MINA J/R em pó e o MINA J/R diluído os que obtiveram melhores resultados.

Palavras-chave: Nitrogênio Amoniacal Total (TAN); Amônia (NH₃); HDCAS; sistemas intensivos; *Litopenaeus vannamei*.

Introducción

La producción de camarón alcanzó cifras récord en la actualidad, debido al esfuerzo en conjunto de sectores estratégicos que permitieron la intensificación de los cultivos aumentando así las libras por hectárea y por ende el rendimiento de las piscinas. Sin embargo, este aumento de densidades produjo la aparición de enfermedades de tipo bacterianas y virales, siendo estas últimas las más devastadoras para las producciones por lo que se tuvieron que iniciar procesos de investigación que ayuden a reducir las afectaciones al organismo del animal y a la vez provea de un ambiente saludable con condiciones favorables para su normal desarrollo (Kewcharoen y Srisapoome, 2019). No obstante, durante las dos últimas décadas los camaroneros se han visto afectados en sus producciones conllevando un considerable déficit a nivel económico, originado principalmente por la proliferación de patógenos que generan enfermedades reduciendo drásticamente las poblaciones en los cultivos, a esto se suma los problemas ocasionados por el manejo de calidad de agua y la toxicidad de los compuestos nitrogenados debido al exceso de materia orgánica (Esther et al., 2012).

Los organismos que se encuentran en producción suelen presentar algunas micotoxinas, producidas por hongos, en el tracto gastrointestinal ya sea hepatopáncreas o intestino del camarón razón por la cual se ha convertido en un problema sanitario, ambiental y por su puesto económico de suma importancia puesto que la presencia de estas en los alimentos, generalmente balanceados, provocan que los animales en cultivo como el camarón se inmunosupriman reduciendo las ganancias en peso programadas y por ende baje el rendimiento de productividad por piscina, es por esto que se han buscado soluciones para erradicar o a la vez prevenir y reducir los efectos de las micotoxinas a través de la aplicación de productos que se encarguen de secuestrarlas y/o absorberlas impidiendo que estas actúen además de propulsar el efecto al metabolizar el amonio.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

De entre los principales productos podemos encontrar aquellos que tienen la capacidad de secuestrar y/o absorber micotoxinas, además de propulsores de metabolización del nitrógeno en formas de amonio y amoniaco convirtiéndolos en nitrito y nitrados menos tóxicos; como productos naturales se dispone de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados o también conocidos como HSCAS (Gimeno, 2005). El amonio se produce principalmente por la deposición de los camarones, también la descomposición de material orgánico que contiene nitrógeno en condiciones aeróbicas por la presencia de oxígeno y anaeróbicas por la falta de oxígeno, ya que son principalmente descompuestos por bacterias. Con el incremento de la alimentación, incrementa la acumulación de amoniaco total (NH_4), y el amoniaco no ionizado (NH_3), que es la forma de amoniaco liberado al ambiente. Al momento de incrementar el pH de 7.5 a 8.5 y la temperatura aumenta de 25 a 35 °C, aumenta el amonio no-ionizado que es letal para los camarones (Boyd, 2015).

Al igual que en otros organismos acuáticos (peces y otros crustáceos), el amoníaco puede causar daños en las branquias y otros órganos, y cambios histológicos como el retraso del crecimiento. En general, cantidades mensurables de amoníaco afectan el crecimiento y las consecuencias adversas para el crecimiento pueden deberse a: requerimientos de energía adicionales causados por el uso de vías alternativas de desintoxicación; deterioro de la regulación osmótica, y daño físico a varios tejidos (Boyd, 2015).

Los silicatos aluminicos cálcico-sódico hidratados se encuentran entre las arcillas formando grupos de acuerdo con su forma estructural ya sea física como química; un ejemplo son los filosilicatos donde podemos encontrar a la bentonita, zeolita o la sepiolita que poseen una estructura tridimensional formada por la unión de tetraedros de SiO_4 . Los HSCAS (aluminio silicatos de calcio y sodio) se diferencian de los silicatos aluminicos naturales debido a la capacidad de intercambio catiónico (CIC). La capacidad de absorción que tienen los primeros se localiza por los valores de CIC que presentan, ya sean mayores o menores debido a que entre su estructura poseen iones de calcio y sodio que aumentan distancias entre iones de silicio, mejorando de esta manera la absorción y el secuestro de micotoxinas además de metabolizar el amonio en productos con un grado menor de toxicidad (Gimeno, 2005).

Planteamiento del problema

Las problemáticas que enfrentan la producción camaronera a nivel mundial están basadas en la inadecuada planificación y administración, además de la falta de protocolos que se ajusten a las necesidades propias de cada piscina y granja lo que provoque pérdidas y estancamiento en los pesos (Rodríguez, 2015). Por otro lado, la camaronicultura es afectada por la presencia de patógenos oportunistas que pueden llegar a provocar pérdidas que superan los millones de dólares (Rendón y Balcázar, 2003).

Los cultivos se han llevado de la manera semi intensiva siendo la más común y la más tradicional en la cual se hacen uso de alimentos balanceados los cuales son dosificados en base a una tabla de alimentación ajustada a las cantidades de camarón que tenemos en la piscina junto con los pesos que registramos (Bravo y Santos, 2019). Sin embargo, en muchas granjas acuícolas no se conoce por completo la importancia que tiene la productividad primaria sabiendo que esta es la base de la cadena alimenticia del camarón *Litopenaeus vannamei*, y que a la vez puede ayudarnos a reducir las cantidades de alimento balanceado que se utilizan además de brindar un medio óptimo con concentraciones de oxígeno reguladas por acción de las microalgas. Existen pocos reportes de la utilización de los HSCAS que ayudan a mejorar la productividad primaria beneficiando así a los cultivos de camarón.

Las microalgas que consumen los camarones en las piscinas transforman y estabilizan el valor nutricional del alimento balanceador que consumen los organismos, las especies zooplanctónicas como los rotíferos, artemia, copépodos y veliger cuando son consumidas potencian su contenido nutricional, convirtiéndose en alimentos con gran valor enzimático y proteico, estas especies contienen enzimas que ayudan a la actividad digestiva de los camarones que los consumen. Las nuevas tecnologías de producción están llevando a la acuicultura a conceptos de gestión modernos que utilizan sistemas superintensivos con altas densidades de población por hectárea, lo que genera la necesidad de alimentos más formulados. Ahora estos nuevos conceptos de producción, especialmente camarones de alta densidad están aumentando el uso de alimentos compuestos y convirtiendo la productividad primaria en una buena nutrición (Sweeney, 2019).

Justificación

Por lo general, los costos que involucran las producciones acuícolas a nivel mundial pueden llegar a representar más del 50% por ciento debido a los altos costos de los principales ingredientes como la harina de pescado muy usada como fuente de proteína. Esto ha hecho que muchos acuicultores tengan que racionar y limitar el alimento balanceado haciendo que no se tengan los crecimientos deseados, además del uso de otros tipos de alimentos que no son consumidos y por ende son desperdiciados y depositados en los fondos donde se descomponen trayendo efectos negativos por sobre el cultivo (Nunes et al., 2006). Dado esto es necesario el uso de productos que ayuden a incentivar la productividad primaria (Palacios, 2016) la cual incluye alimento natural para los camarones que podrían estar disponibles por la aplicación de silicatos, el cual es el principal componente del cuerpo o exoesqueleto de los microorganismos unicelulares que conforman la productividad primaria (Matta & Perez, 2019). Este tipo de alimento natural puede incrementarse con la aplicación de aluminio silicatos o HSCAS.

Dentro de estos microorganismos se cuenta con microalgas, las cuales son una alternativa de alimento, además, ayudan a la reducción y eliminación de elementos como el nitrógeno y el fósforo, los cuales pueden llegar a ocasionar la eutrofización. De esta manera estamos asegurando un complejo ecológico con menores costos y a la vez trayendo beneficios en la recuperación y reciclaje de nutrientes. Con el uso de este compuesto estamos asegurando la producción de alimento vivo natural, microalgas, haciendo de esta manera una producción más amigable con el ambiente (Gutiérrez, 2020).

La sílice favorece la aportación de minerales y oligoelementos en el suelo y agua, incrementa el desarrollo sostenible de Diatomeas en la columna de agua, mejora la producción de oxígeno y reduce la concentración de nitrógeno tóxico en el agua. Produce una capa bentónica rica en concentración de Diatomeas y Zooplancton, permite la reducción de materia orgánica que se acumula durante el ciclo del cultivo, mejora las condiciones del suelo, inclusive suelos arenosos o infértiles. Ayuda al intercambio catiónico por medio de la captación de metales pesados y la neutralización de la toxicidad de aluminio en suelos ácidos (Wetherbee, 2003).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la influencia de tres silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS), dos de uso comercial del mercado de fertilizantes de origen natural (SILICAM PLUS y greatplanet) y el producto MINA JR; sobre la sobrevivencia y crecimiento del *Litopenaeus vannamei* en sistemas intensivos de cultivo a baja salinidad.

Objetivos específicos

- Determinar cuál de los tratamientos influyo en la mejora la supervivencia del *Litopenaeus vannamei*.
- Comparar cuales fueron los mejores resultados obtenidos en el incremento de peso del *Litopenaeus vannamei*.
- Determinar el mejor tratamiento para prevenir y reducir los efectos negativos del amonio no ionizado (NH₃) en la calidad del agua como mejora del hábitat de cultivo del *L. vannamei*.

Revisión de literatura

Acuicultura a nivel mundial

La acuicultura según la FAO hace referencia a las actividades en las cuales se producen y engordan diferentes organismos de origen acuáticos ya sea en el medio propio o en hábitats artificiales, contruidos, bajo condiciones controladas en la que las especies puedan desarrollarse alcanzando un peso y talla comercial en un menor tiempo. Previo a la década de los 80, la mayor parte de producción proveniente de la acuicultura se derivaba de pescados de origen marino, sin embargo, con el pasar del tiempo ha comenzado a tomarse las aguas continentales para dar paso a la actividad acuícola. A nivel mundial, la acuicultura llegó a contribuir con más del 50% de alimento para el consumo humano (FAO, 2020).

El crecimiento de la industria está ligada directamente a las técnicas de cultivo recientemente desarrolladas haciendo que sea posible el despliegue de esta a un nivel más industrial. En la actualidad, la acuicultura ha pasado a ser considerada como una ganadería de especies de agua dulce

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

y salada, en creciente expansión y con procesos productivos más tecnificados y perfeccionados (Rueda, 2011).

Tipos de producciones que involucran la acuicultura

La acuicultura puede llegar a desarrollarse en diferentes ambientes teniendo en cuenta a la acuicultura marina o también conocida como maricultura la cual se realizan en aguas marinas. De igual manera tenemos a la acuicultura continental haciendo uso de ecosistemas lóticos y por último tenemos a la acuicultura de aguas salobres realizada en ecosistemas o ambientes mixohalinos.

En cada una se involucran una infinidad de especies, las cuales se ha visto un potencial económico y adaptabilidad. La acuicultura involucra la producción de peces, moluscos y crustáceos, siendo de estos últimos, el *L. vannamei* el más producido en cautiverio por su capacidad de adaptación a diferentes ambientes, especialmente relacionados a la salinidad.

Producción camaronera en el Ecuador

En los años 60, la producción de camarón fue descubierto accidentalmente cuando se observaron que algunos camarones quedaron atrapados en un estanque, a partir de esto en el año 70 se realizaron los primeros cultivos experimentales en la provincia de El Oro, donde se estimaron 600 ha de camarón. Ya en los 90 las producciones de camarón se vieron afectadas por la presencia de enfermedades, entre los principales se encuentran el síndrome de la gaviota y la mancha blanca, las cuales no permiten un crecimiento de los camarones. Esto hizo que el Ecuador baje en rendimiento, sin embargo, con el pasar de los años y la tecnificación de la acuicultura ha hecho que el país vuelva a estar entre los primeros a nivel de exportaciones (Ullsco et al., 2021).

En la actualidad esta actividad influye mucho sobre la economía del país con respecto a las divisas de exportaciones (Carrion, 2022), lo cual se ve reflejado sobre las diferentes fuentes de empleo en Ecuador y el mundo, siendo Latinoamérica y Asia las regiones que mayor producen camarón (Dávila et al., 2019). La camaronicultura es una actividad que se encarga del cultivo de *L. vannamei* en cantidades mayores con el objetivo de satisfacer las necesidades de la industria que es demandada de alimento por una población crecente (Yaguana, 2020), sin embargo, estas producciones a pesar de ser una gran opción monetaria ha sufrido pérdidas por aparición de enfermedades causadas por

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

patógenos oportunistas constituidos por grupos de virus, bacterias, hongos o protozoarios (Kewcharoen y Srisapoome, 2019).

Problemáticas que enfrenta

Con el desarrollo de las producciones a lo largo se pueden presentar problemas de tipo ambiental producidos por el desequilibrio de este lo que afecta al estado sanitario de los organismos volviéndolos vulnerables ante la aparición de microorganismos patogénicos (Aderaldo et al., 2018), los cuales tienen diferentes modos de actuar basados en las concentraciones, el medio y la evolución que tienen variando los grados de infestación (Gao et al., 2017). La presencia de enfermedades varía en los medios por diferentes factores siendo uno de los principales el desperdicio de balanceado que no es consumido por los camarones además del aporte de heces que en conjunto tienen aporte perjudicando la calidad del agua y bajando rendimientos productivos (Gothwal y Shashidhar, 2014).

A pesar de los avances en investigaciones no existen protocolos dirigidos al tratamiento de cada enfermedad, sin embargo, se recomienda la aplicación de buenas prácticas acuícolas que incluyen el cuidado del suelo y agua evitando la proliferación de microorganismos patógenos (Thitamadee et al., 2016). La forma más común y usada para el tratamiento de enfermedades en la acuicultura se basa en la aplicación de sustancias químicas y antibióticos que atacan las bacterias patógenas y otro tipo de microorganismos que pueden actuar como mecanismo de transporte, sin embargo, el uso excesivo de estas drogas ha provocado resistencia bacteriana afectando a la vez que se vuelva obsoleto el uso de antibióticos (Kewcharoen y Srisapoome, 2019).

Biología del camarón blanco

El camarón blanco o conocido como *L. vannamei* es un crustáceo originario del Océano Pacífico por lo que se pueden encontrar cultivos desde México hasta el Perú en toda la zona Sur por lo que es considerado como el animal más cultivo por los rendimientos y costos que generan en los mercados a nivel mundial (Cobo y Pérez, 2018).

A su vez, tiene la capacidad de soportar amplios rangos de salinidad haciendo posible los cultivos a baja salinidad permitiendo de esta manera aumentar las densidades siempre y cuando se tengan parámetros óptimos (Barreto, 2020), en aguas costeras en todas sus etapas que van desde la larva a juvenil (Colon y Solorzano, 2021). Posee un cuerpo aplanado de ambos lados, con coloración

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

semitransparente y un abdomen flexible el cual termina en la cola que tiene forma de abanico. Posee apéndices natatorios con antenas largas similares a un látigo (Curbelo et al., 2018).

Taxonomía

Según Noblecilla (2020) la taxonomía del camarón blanco se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del camarón blanco.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Malacostraca
Orden	Decapoda
Suborden	Dendrobranchiata
Familia	Penaeidae
Género	<i>Litopenaeus</i>
Especie	<i>vannamei</i> Boone 1931

Fuente: Noblecilla (2020).

Sistema de producción

En la costa ecuatoriana se tiene presencia de cultivos de camarón en cautiverio puesto que es una de las actividades de mayor importancia en el país por lo que cada día a través de estudios se busca pasar de cultivos tradicionales a una producción semi intensiva, incluso en algunos sectores ya intensiva (Palacios, 2016). Sin embargo, los sistemas de producción son afectados por condiciones propios del clima donde la temperatura juega un rol importante sobre el crecimiento del animal presentándose diferencias en épocas de inviernos y verano (Castillo y Velásquez, 2021). Para tener una buena producción, se debe tener una larva de calidad para evitar que tengamos patógenos oportunistas, además al llegar a los estanques de producción se la debe aclimatar evitando el estrés en los animales y a la vez aumentando la funcionalidad de crecimiento (Aguirre et al., 2019).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Cultivo intensivo

El sistema intensivo es considerado como el modelo de producción más complejo puesto que se manejan densidades de siembra que llegan hasta los 200 animales por metros cuadrado, y en tanques de tierra de hasta 1 ha (Aguirre et al., 2019), lo que implica ejercer un mayor control de los parámetros que involucran la producción y propios del agua siendo la concentración de oxígeno disuelto el de mayor importancia seguido el de la salinidad ya que posee de sales minerales que aportan un balance para mantener la estabilidad de los camarones (Valenzuela et al., 2010). Los cultivos intensivos se dieron debido a la demanda que necesitaba de producciones masivas generando así ganancias significativas en plazos menores (Toledo et al., 2018). Sin embargo, (Carreño et al., 2020) menciona que si se tienen manejos no adecuados junto con estrategias de alimentación no controladas podrían generarse impactos sobre la salud y económica. Para mejorar las producciones y optimizar los recursos (Roque et al., 2020) aclara que se deben perfeccionar las técnicas de aclimatación de crustáceos en zonas costeras con menores niveles de salinidad con exposición a menos riesgos.

Crecimiento y sobrevivencia del camarón

El crecimiento de *L. vannamei* es influenciado por diferentes factores físicos y químicos propios del agua, la productividad primaria y el alimento balanceado que debe contar con un aporte nutricional optimo los cuales están constituidos por lípidos, proteínas, carbohidratos y proteínas siendo estas las que tienen mayor importancia al momento de elaboración de dietas comerciales (Senmache y Reyes, 2020). Hay que tomar en cuenta que para formular las dietas alimenticias no solo se debe tomar en cuenta las cantidades de nutrientes que se le aporta sino la calidad propios de cada uno de ellos siendo este último el punto clave para mantener una buena disponibilidad (Ruvalcaba, 2021). La alimentación es clave para el aporte de nutrientes representando cerca del 60% del total de costos de producción por lo que a la vez hay que implementar técnicas que ayuden a mejorar el manejo de balanceado teniendo en cuenta mantener la eficiencia y un bajo FCA el cual se ve influenciado por la calidad de nutrientes, la adición del alimento, cantidad e hidro estabilidad los que aumentan o disminuyen (Cota, 2020).

Existen diferentes tipos de alimento que pueden ser usados para el crecimiento de *L. vannamei*, tal como lo demostró (Zambrano et al., 2021), quienes usaron la harina de amaranto para

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

reemplazar hasta un 30% de harina de pescado en las dietas de post larva brindando un buen FCA por el incremento en peso.

Requerimientos nutricionales

El cultivo de camarón requiere de alimento, el cual, debe aportar lo necesario con relación a nutrientes para que pueda tener un crecimiento normal y sin inconvenientes, sin embargo, existe un problema y es que el costo del alimento supera en muchas ocasiones el 50% de costos totales haciendo necesaria un buen estudio y selección verificando que dieta nos provee de nutrientes óptimos para obtener los resultados esperados. De entre los nutrientes esenciales tenemos a las proteínas las cuales aportan de energía al camarón para que pueda realizar sus funciones con normalidad sabiendo que el cuerpo del animal está constituido del 70% de proteínas, a su vez, las cantidades varían dependiendo del estadio en que se encuentre (García, 2021).

De igual manera los lípidos son considerados como relevantes en las dietas diarias ya que son usados como energía ayudando de forma metabólica. Estos ayudan al camarón para que realice diferentes procesos metabólicos a través de las fuentes de reserva reforzando las funciones estructurales y de regulación (Montiel, 2018). Entre los principales lípidos tenemos a los esteroides como aceites, triglicéridos, ácidos grasos y fosfolípidos que sirven como fuente de energía para funciones biológicas (Noblecilla, 2020).

Por último, *L. vannamei* requiere de un aporte de vitamina C para la síntesis de colágeno además de que funciona como antioxidante mejorando las fases de muda y disminuyendo el estrés. (Fenucci y Fernández, 2004). Estas precautelan la integridad del sistema inmunológico, además de que aumentan la resistencia a enfermedades producidas por bacterias, hongos o virus siendo las más usadas son la E y C, ya que actúan como antioxidantes (Rueda, 2018). Dependiendo de la especie y el tamaño, las cantidades que se necesitan en el cultivo van a variar, además de la influencia del medio de cultivo (Alanes, 2020).

Parámetros de cultivo

Los parámetros que están involucrados en las producciones de camarón se dividen en dos grupos principales, siendo los físicos y químicos que a su vez engloban variantes siendo las más importantes la salinidad, pH, concentraciones de oxígeno disuelto y la temperatura. Estos parámetros deben ser

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

revisados diariamente para determinar si se encuentran o no en un rango óptimo llevando de esta manera un mejor control en el cultivo. (Carbajal et al., 2021). Los cultivos requieren mucha atención con respecto a la mortalidad, peso, temperatura y longitud obteniendo una productividad buena (Gómez et al., 2020).

Temperatura

La temperatura es el parámetro de mayor importancia que influye sobre los crecimientos normales del camarón. El rango óptimo en los cultivos va desde los 25 a 32 grados centígrados, sin embargo, hay que tomar en cuenta que, a mayores rangos de temperatura, más alta será la demanda de oxígeno disuelto por lo que los organismos que se encuentren en cultivo tendrán un mayor consumo (Cárcamo y Vallecillo, 2011).

Salinidad

El camarón debe estar adaptado a la salinidad óptima para que no sufra de los denominados shocks de salinidad, además, la salinidad provee de iones que ayudan a mantener un balanceo iónico en el organismo haciendo que este pueda desarrollarse con total normalidad. Dentro de los principales iones tenemos al sodio, potasio, calcio y magnesio (Arzola et al., 2013). En la actualidad se manejan cultivos a baja salinidad por lo que es necesario aclimatar la larva bajando la salinidad de forma progresiva, sin embargo (Saraswathy et al., 2020) menciona que cuando se realiza este proceso, se reduce la tasa de supervivencia.

Oxígeno disuelto

Al igual que la temperatura, el oxígeno disuelto es un parámetro de importancia para mantener la calidad del medio, es decir, del agua. Las concentraciones de oxígeno se ven influenciadas por la materia orgánica y la temperatura siendo esta última la que al encontrarse elevada hará que los animales tiendan a tener un mayor consumo de oxígeno (Paredes y Rodríguez, 2020). El oxígeno es un elemento vital para los organismos en cultivo, en este caso *L. vannamei*, por lo que según estudios se ha demostrado que cuando existen concentraciones bajas de estos no se deben alimentar ya que no se tendrá el crecimiento deseado y a la vez subiría el factor de conversión alimenticia por desperdicio de balanceado (López y Puente, 2009).

pH

Considerado como un parámetro que indica si el agua donde se encuentran los camarones es básica, básica o neutra. Cuando tengamos un pH de 7 se considera como agua neutra, sin embargo, cuando comience a aumentar el rango se considera como alcalina, por el contrario, si el agua baja en pH se lo considera como ácida. En los cultivos de camarón se consideran como rangos óptimos entre 7 a 9 de pH, sin embargo, si varia ya sea en aumento o descenso, podrían presentarse problemas de mortalidad (Paredes y Rodríguez, 2020).

Silicatos Aluminicos Cálcicos Sodio Hidratados (HSCAS)

Los aluminosilicatos son considerados como minerales de procedencia natural o también compuestos artificiales que poseen como componente principal aluminio y silicato sin embargo también poseen silicio y oxígeno además de otros elementos metales alcalinos como el sodio y el calcio. A pesar de que la mayoría de estos compuestos son naturales y comunes, no tienen la misma composición química por lo que tienen propiedades físicas diferentes, esto también aplica para los aluminosilicatos sintéticos.

La mayoría tiene como formula básica el AL_2SIO_5 , formando como base la arcilla blanca que se la conoce también como caolín, usados en la fabricación de cerámicas. Los minerales más complejos poseen formulas químicas diferentes esto debido a la composición química. En el caso de los aluminosilicatos de sodio poseen átomos de sodio por lo que podemos encontrar la albita y jadeíta. Existen otros aluminosilicatos pueden poseer potasio, litio y otras combinaciones de dos o más elementos pero que incluyen aluminio y silicato como por ejemplo la lazurita, plagioclasa y labradorita.

Dentro de los aluminosilicatos de procedencia artificial son muy utilizados en la industria siendo usados muchas veces, el aluminosilicatos de sodio como un aditivo en algunos alimentos, además, se lo puede usar como agentes anti aglomerantes. Otros así mismo más complejos, se los usan en los detergentes de ropa. Un ejemplo de alumino silicatos es la zeolita la cual es considerada como un mineral hidratado usado en la industria acuícola para eliminar el amonio que se presentan en las producciones. La zeolita elimina este compuesto toxico a través del intercambio de cationes en

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

los que los iones de sodio de la zeolita proceden a intercambiarse con los iones propios del agua (Boyd, 2019).

Productividad primaria

La productividad primaria hace referencia a la presencia de bacterias, ya sean autótrofas y heterótrofas como el fitoplancton, microalgas y macroalgas (Rosas et al., 2000). El alimento vivo en la acuicultura está compuesto por aquellos organismos vivos ya sean de tipo animal o vegetal los cuales tienen características distintivas como cuerpo blando, abundancia y se pueden mantener en densidades altas. De entre estos animales los más importantes son las microalgas, aunque hay que destacar que las bacterias también son significativas en relación con la biomasa. Para promover esta productividad primaria es necesario el uso de fertilizantes debido a que a través de estos se aportan algunos nutrientes esenciales que demanda el fitoplancton para poder aumentar su biomasa, sirviendo como alimento al resto de organismos en cultivo (Arias et al., 2016).

Microalgas

Estas son fuentes de minerales, ácidos grasos esenciales y algunos otros pigmentos que son usados por los organismos acuáticos (García, 2016). El uso de microalgas provoca un aumento en peso, crecimiento y mejoran la actividad fisiológica de los animales (Olmedo, 2019). Las microalgas son importantes ya que son usadas en los primeros estadíos del camarón constituyendo positivamente por sobre el crecimiento, sobrevivencia y desarrollo de la calidad del agua. De igual manera el camarón se alimenta de estas combinando además el zooplancton.

Silicio SiO

Este elemento es el más abundante en el mundo, encontrándose en la corteza terrestre, sin embargo, solo una parte de este puede ser aplicado antes o después de los procesos de refinamiento. Podemos encontrarlo en las plantas terrestres como pastos, pero hay que tomar en cuenta que solo en el medio acuático este tiene un interés con mayor potencial. El silicio ayuda en la formación de las paredes celulares de las diatomeas tomando en cuenta que forman el mayor porcentaje de productividad, más del 40%, por lo que es necesario el mantenimiento de estas en los ecosistemas. Estas son consideradas como algas unicelulares con un esqueleto silíceo que se lo denomina frústula. A su vez tienen afinidad

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

sobre la transferencia de algunos metales pesados que se pueden encontrar en la columna de agua incluyendo además los sedimentos por lo que ejercen un sistema de regulación en la concentración de iones metálicos que se encuentran disueltos. Eso hace que las diatomeas junto con su componente, la frústula, puedan ser usados para varias tecnologías de eliminación de metales tóxicos (Volesky y Holan, 1995).

Balance Iónico

El balance iónico equilibra los minerales y permite una relación entre ellos para que se los camarones se puedan desarrollar de una mejor manera en mejores condiciones y puedan sobrevivir en las piscinas de engorde. El potasio, sodio, calcio y magnesio en salinidades optimas son los iones más importantes que se destacan para el crecimiento y desarrollo para el camarón, debido a que el Magnesio es el ion esencial como componente del exoesqueleto de los crustáceos. El Potasio aporta para las células, se encuentra en todos los fluidos y tejidos blandos del organismo y actúa en la regulación de la presión osmótica intracelular. El Calcio aporta para el crecimiento de los camarones y formación del exoesqueleto después de la muda, endureciendo el caparazón del camarón. El Potasio es indispensable, pero depende de la especie, densidad que se siembre, la salinidad que se encuentre, la cantidad que se necesitará dependerá de los factores. Las bajas concentraciones de potasio y magnesio pueden afectar la supervivencia y el crecimiento del camarón en aguas de baja salinidad (Saul, 2020).

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

El trabajo experimental se realizó en la estación de Maricultura en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, ubicada en las coordenadas 3°17'36"S y 79°54'54"W, ubicada en 5,5 km, vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro (Figura 1).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos



Figura 1. Ubicación del área experimental donde se desarrolló la investigación.

Fuente. Google Earth (2002).

El área Presenta un clima tropical mega térmico seco con un gran déficit hídrico en época menos lluviosa, con una temperatura media anual que va desde los 25 hasta los 26°C, asimismo una precipitación anual entre 500 y 750 mm y una heliofanía promedio de 3,5 horas luz diarias (Villaseñor et al., 2016)

Estructura de la investigación

El trabajo de investigación se encuentra estructurado con varios epígrafes dentro de los cuales se encuentran: la introducción compuesta por la fundamentación y argumentación del problema y objetivos general y específicos, así como, la revisión teórica, donde se aborda con enfoque inductivo lo relacionado con la utilización de aluminosilicatos en la producción camaronera; los materiales y métodos utilizados para el desarrollo del experimento, donde se expone desde el punto de vista metodológico y estadístico los elementos para la planificación y ejecución del experimento; los resultados y discusión, la misma que se realiza con la literatura actualizada y relacionada con el tema investigado. Finalmente se ubican las conclusiones y recomendación, además, de las referencias bibliográficas, utilizadas para profundizar en el tema objeto de estudio.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Materiales y Equipos

Equipos

- Kit de Amonio.
- Medidor multiparámetro (pH, TDS y Temperatura).

Materiales

- 12 tanques de plástico con una capacidad de 250 L.
- 2 tanques de plástico de 1000 L.
- 12 aireadores de manguera microporosa.
- 2 baldes de 20 L.
- 2 mangueras grandes.
- Red de pesca.
- Vaso de precipitación.
- Blower.
- Balanza gramera.
- Vasos plásticos.

Material biológico

- 192 camarones distribuidos en 12 tanques plásticos con una capacidad de 250 litros.

Material de oficina

- Libreta de apuntes
- Esferos y marcadores
- Calculadora
- Computadora
- Membretas
- Etiquetas

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Diseño experimental

El experimento de campo se desarrolló bajo un esquema de diseño experimental completamente al azar (DCA), donde se manipulan un factor de estudio (aluminosilicatos acuícolas), segmentado en cinco tratamientos, incluido el testigo control (Tabla 1) con dos o cuatro réplicas, conformándose 12 unidades experimentales (tanques plásticos con una capacidad de 250 litros de agua); en las cuales se asignaron de forma completamente al azar los tratamientos objeto de estudio, debido a que el material y entorno experimental es homogéneo (el lugar del experimento es un lugar cerrado con cubierta transparente). Dentro de cada unidad experimental (tanques plásticos), se ubicaron 16 camarones distribuidos de forma aleatoria en cada unidad experimental.

Tabla 2. Tratamientos objeto de estudio utilizados en la investigación.

No	Tratamientos con aluminosilicatos acuícolas	Tanques plásticos
1	Control (testigo).	TK1, TK4, TK7 y TK10
2	MINA J/R en polvo.	TK2 y TK3
3	MINA J/R diluido.	TK5 y TK6
4	SILICAM PLUS en polvo (BIOBAC).	TK8 y TK9
5	greatplanet en polvo.	TK11 y TK12

Caracterización de los aluminosilicatos utilizados en el estudio

En la investigación se utilizaron tres productos acuícolas aluminosilicatos, dos de uso comercial en el mercado de Fertilizantes Orgánicos (SILICAM PLUS y greatplanet) y el nuevo producto MINA JR elaborado por el Ing. Gustavo De la Torre y el autor de la presente investigación.

Fertilizante Orgánico SILICAM PLUS

El fertilizante orgánico SILICAM PLUS tiene una presentación de 25 kg, y entre sus funciones se encuentran: mejora las condiciones del suelo, en particular, suelos arenosos, arcillosos pesados e infértiles. Presenta la ventaja de convertir minerales insolubles del suelo en formas disponibles. Incrementa la fertilidad del suelo y agua. Constituye un captador o fitorremediador de metales pesados, por ello, es un neutralizador de la toxicidad del suelo y agua. Se recomienda para la

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

preparación de estanques acuícolas y fertilización del agua. El SILICAM PLUS se encuentra compuesto por silicio en un 79,18% y multiminerales como; calcio (1,57%), fósforo (0,22%), magnesio (0,50 %), potasio (0,57%), y otros (17,96%) (Agrizon, 2019) (Figura 2).



Figura 2. Saco de fertilizante orgánico SILICAM PLUS.

Fuente: Elaborado por Autor.

Fertilizante orgánico greatplanet

El silicato acuícola greatplanet es un fertilizante natural 100% ecológico. Facilita el incremento y desarrollo de micronutrientes, promueve una alta concentración de proteínas, carbohidratos, lípidos y carotenos disponibles para el plancton, de modo que genera productividad primaria. Contribuye a minimizar costos en alimentos balanceados. Este producto se encuentra compuesto por silicio (83,97%), aluminio (0,98%), fósforo (0,07%), hierro (1,62%), sodio (0,63%), magnesio (0,86%), potasio (0,22%), manganeso (0,01%). (greatplanet, 2020) (Figura 3).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos



Figura 3. Saco de fertilizante orgánico de silicato acuícola greatplanet

Fuente: Elaborado por Autor.

Silicato mina JR

El fertilizante orgánico MINA JR, tiene una presentación de 25 kg, se utiliza para mejorar la calidad de agua, generar afloramiento de microalgas, eliminación de micotoxinas presente en el agua y adicionalmente reducir la concentración de amonio no ionizado en el estanque de cultivo. Silicato Mina JR está compuesto por silicio (82,91%), aluminio (10,41%), potasio (2,34%), oxido férrico (2,44%), sodio (1,44%), magnesio (0,35%) y calcio (0,21%).

Modelo matemático

El diseño de diseño completamente al azar utilizado corresponde a un modelo lineal aditivo, donde, se parte del supuesto teórico que indica que la respuesta de las variables medidas, se encuentran influenciadas por el factor de estudio manipulado (aluminosilicatos acuáticos) y no por otros factores no controlados.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde

Y_{ij} : observación obtenida en el i-ésimo tratamiento y la j-ésima observación realizada en cada réplica en la UE (VD estudiada).

μ : media general de la variable respuesta (gran media).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

τ_i : indica el efecto del i -ésimo tratamiento, o sea, es el efecto de los niveles o versiones del FE.

e_{ij} : error asociado, o sea, la desviación en el i -ésimo tratamiento y la j -ésima observación realizada en cada réplica, en cada UE.

Manejo del ensayo

Primeramente, se adecuó una zona del laboratorio de la estación de maricultura de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, donde se ubicaron las unidades experimentales (12 tanques de plásticos con una capacidad de 250 litros de agua cada uno), separados a la misma distancia, en los cuales se colocó un tapón macho de media pulgada para evitar la fuga de agua (Figura 4).



Figura 4. Tanques utilizados para la investigación

Para lograr una estructura más reforzada que posibilite el sostén y un mismo nivel para todos de los tanques plásticos (unidades experimentales) fueron ubicados en pallets de madera, los cuales fueron cortados a la mitad y ubicados uno encima de otro (Figura 5).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

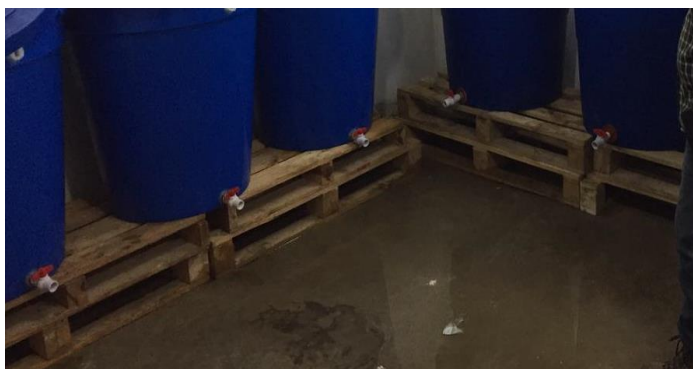


Figura 5. Pallets de madera utilizado para ubicar las unidades experimentales.

Para iniciar con la experimentación se realizó el llenado de los tanques con el agua madurada con protocolos de simbiótica del tanque #5 a una salinidad de 4.5 UPS, de la estación de maricultura a un volumen de 200 litros, posteriormente se realizó la siembra de los juveniles de camarón procedentes de la camaronera TECNOTEMPE S.A Naranjal Guayas, los cuales llegaron a las instalaciones y fueron colocados en tanques de 1000 litros para su aclimatación a la calidad de agua (salinidad: 4,5 UPS) a utilizar durante la experimentación (Figura 6).



Figura 6. Recolección y transporte de camarones juveniles.

Una vez aclimatados los camarones juveniles se realizó la transferencia a los recipientes de plástico internos, para realizar esta transferencia se utilizó una red de pesca (Figura 7).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos



Figura 7. Transferencia de los juveniles de camarón a los recipientes.

En cada unidad experimental (tanque plástico) se ubicaron 16 camarones, alcanzándose un total de 192 juveniles necesarios para realizar el estudio. Con el uso de baldes plásticos y una gramera se realizó el pesaje inicial de los organismos. El procedimiento de pesaje se realizó rápidamente con la finalidad de evitar que la manipulación excesiva de los organismos acuáticos produzca estrés y mortalidad una vez colocados en las unidades experimentales (Figura 8).



Figura 8. Pesaje y trasferencia de camarones juveniles a su respectiva unidad experimental.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Una vez transferidos los camarones a cada una de las unidades experimentales, se continuó con el monitoreo de los camarones para garantizar su adaptación y aclimatación. En el inicio del experimento se aplicaron 20 gramos de cada tratamiento objeto de estudio excepto en las unidades experimentales que funcionan como testigos o controles; posteriormente cada día se suministraron 2 g de cada aluminosilicatos en las unidades experimentales que abarcan a los tratamientos objeto de estudio.

La alimentación de los camarones se realizó siguiendo una tabla referencial, donde, se ofreció de alimentar un porcentaje (3%) en relación con la biomasa presente en cada unidad experimental, por lo que, con la ayuda de una gramera se pesaba el alimento para suministrarlo a los juveniles (Figura 9).



Figura 9. Pesaje del alimento Haid utilizado para la nutrición de los camarones.

Alimento Haid Shrimpy Happiness Low Salinity

El alimento Haid en presentación de 25 kg y con proteína del 42% está diseñado para los cultivos de camarón a baja salinidad. Su fórmula resuelve principalmente la deficiencia de minerales en las áreas de baja salinidad. Genera un balance iónico que soluciona las limitaciones de minerales indispensables (potasio, magnesio, calcio y sodio) para el desarrollo del exoesqueleto del camarón *L. vannamei*. Los ingredientes que forman parte de la elaboración de este balanceado demuestran que tiene un porcentaje máximo de húmeda del 12%, un 42% de proteína, grasa con un mínimo de 4%, con fibra de un 6% y cenizas un 17% y es extruido #2.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos



Figura 10. Saco del alimento balanceado Haid.

Fuente: Elaborado por Autor

El alimento se racionó en dos dosis, una ofertada por la mañana (8:00 am) y otra dosis por la tarde (4:00 pm), con lo cual, se garantizó alimentación permanente de los organismos, el mismo que fue esparcido en toda la superficie del agua para garantizar una mejor distribución (Figura 10).



Figura 11. Alimentación de las unidades de estudio.

Para la aireación de los organismos acuáticos se instaló un sistema de aireación suministrada por tuberías del sistema principal (abastecida por dos blowers) se realizó una conexión de tubería PVC en las paredes y con la ayuda de adaptadores se realizó doce conexiones independientes para cada tanque de experimentación, en donde, cada tubería contaba con una llave de plástico para regular

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

el flujo de aire que cruza por las mangueras. Para un mejor sistema de aireación se realizó con manguera microporosa, en donde, se hizo una base con forma de “H” donde se agregó arena para dar peso y encima de cada uno de estos pesos se ajustó la manguera microporosa con bridas, la cual se la colocó en forma circular con la finalidad de tener una aireación homogénea en cada tanque.



Figura 12. Forma del aireador de manguera microporosa.

Variables a medir

Supervivencia de camarones

La supervivencia de camarones (%) fue medida diariamente en cada unidad experimental, mediante conteo de las unidades de estudio, para su cálculo se dividió los organismos vivos al momento del conteo entre los sembrados en primer día.

Peso de camarones

El peso de camarones (g) se obtuvo mediante el uso de balanza gramera.

Parámetros de calidad de agua

Los parámetros se tomaban dos veces al día, uno en la mañana (8:00 am) y otro en la tarde (4:00) pm para la cual se utilizó dos multiparámetros digitales AZ 8373 y Dr. Meter modelo PH838 con el cual se realizó las mediciones de la temperatura, pH y Solidos Totales Disueltos (TDS). Para realizar estas mediciones se extraía una muestra de agua de las unidades experimentales y se introducía el electrodo dentro, se esperaba unos 20 a 30 segundos, y la observación y registro del parámetro se efectuó cuando el valor se estabilizaba.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos



Figura 13. Toma de parámetros con el multiparámetro.

La recolección de datos correspondiente al parámetro amonio se realizó cada dos días con la ayuda de un kit de amonio, tomándose la muestra diariamente. Para la utilización se siguen los pasos del kit de amonio, se vierte en un tubo una medida del agua a utilizar (5 ml) y se vertieron las soluciones, luego se efectuó una adecuada agitación, las cuales tomarán una coloración determinada y con los rangos del colorimétrico se establece la presencia o no de amonio en el agua (Figura 14).



Figura 14. Medición del contenido de amonio en agua.

Procesamiento estadístico

El contraste de hipótesis para determinar la presencia o no de diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tipos de aluminosilicatos utilizados (MINA J/R en polvo, MINA J/R diluido, SILICAM PLUS en polvo (BIOBAC) y great planet en polvo) en función de las variables supervivencia camarones, peso de camarones y calidad del agua se realizó mediante la prueba

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

paramétrica de Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor intergrupos; previamente fueron verificados y cumplidos los requisitos de normalidad de datos y homogeneidad de las varianzas dentro de los grupos conformados. Cuando se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los aluminosilicatos utilizados se aplicaron pruebas de rangos y comparaciones de Duncan, con la finalidad de determinar entre que aluminosilicatos se encuentran diferencias o similitudes.

Para representar gráficamente los resultados obtenidos se construyeron gráficos de barras de perfil. La ordenación y procesamiento de los datos obtenidos en el experimento en relación con las variables supervivencia e incremento de pesos de camarones, así como, la temperatura, pH, TDS y contenido de amonio en agua se efectuó con el programa estadístico SPSS statistics versión 25 de prueba para Windows. La máxima cantidad de error que se toma en cuenta para aceptar o rechazar la hipótesis planteada es 5,0% (alfa=0,05).

Resultados

Efecto de los aluminosilicatos en la sobrevivencia de *L. vannamei*

En la Tabla 3 se caracteriza la sobrevivencia de camarones en los diferentes aluminosilicatos acuícolas estudiados, donde se obtuvo para los tratamientos en que se aplicaron los diferentes aluminosilicatos acuícolas estudiados MINA JR en polvo ($\bar{X}=78,91 \text{ \%} \pm 8,66 \text{ \%}$), SILICAM PLUS ($\bar{X}=77,25 \text{ \%} \pm 9,14 \text{ \%}$), great planet ($\bar{X}=76,66 \text{ \%} \pm 8,43 \text{ \%}$) y MINA JR diluido ($\bar{X}=73,34 \text{ \%} \pm 9,47 \text{ \%}$) valores mayores en todos los casos a lo obtenido en el testigo control ($\bar{X}=58,25 \text{ \%} \pm 28,41 \text{ \%}$).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de sobrevivencia (%) en los diferentes aluminosilicatos objeto de estudio.

Aluminosilicatos	n	\bar{X}	S	$ES_{\bar{X}}$	95% del IC para la media		Mí. áx.	M
					LI	LS		
Control (testigo)	1	58,25	28,41	2,80	53,00	63,00	0,00	10
MINA JR en polvo	6	78,91	8,66	1,08	76,74	81,07	68,00	10
MINA JR diluido	6	73,34	9,47	1,17	70,97	75,50	62,00	10

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

SILICAM PLUS	6	77,	9,1	1,	74,	79,	68,	10
	4	25	4	14	96	53	75	0
great planet	6	76,	8,4	1,	74,	78,	68,	10
	4	66	3	05	55	76	75	0
Total	3	70,	19,	1,	68,	72,	0,0	10
	84	44	93	01	44	44	0	0

Nota: n=número de observaciones realizadas. \bar{X} =Media aritmética. S=Desviación típica o estándar. $ES_{\bar{X}}$ =Error típico o estándar de la media. IC=Intervalo de confianza. Mín=Mínimo. Máx=Máximo.

El contraste de hipótesis realizado mediante la prueba estadística ANOVA de un factor intergrupos muestra un p-valor de 0,000, el cual es menor a 0,05, por lo tanto, se presentan diferencias altamente significativas entre los diferentes aluminosilicatos objeto de estudio, evidenciándose, que estos productos acuícolas influyen en la sobrevivencia de camarones (Tabla 4).

Tabla 4. ANOVA de un factor intergrupos para la comparación entre los diferentes aluminosilicatos en función de la sobrevivencia de camarones.

Fuentes de variación	de	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	1	29584,8	4	7396,20	22,85	0,00
Dentro de grupos	300	122656,9	37	323,63		
Total	1	152241,3	38			

Nota: gl=grados de libertad. F=Estadístico F.

En la prueba de Duncan se muestra la creación de dos subconjuntos homogéneos, observándose que, con la aplicación de los diferentes aluminosilicatos acuícolas, como el MINA JR en polvo (\bar{X} =78,91 %), SILICAM PLUS (\bar{X} =77,25 %), great planet (\bar{X} =76,66 %) y MINA JR diluido (\bar{X} =73,34 %) se alcanzaron porcentajes de supervivencia mayores y diferentes estadísticamente al testigo control (\bar{X} =58,25 %), demostrándose que el empleo de este tipo de producto es una alternativa que posibilita alcanzar porcentajes de sobrevivencia dentro de los parámetros exigidos (Figura 15).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y supervivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

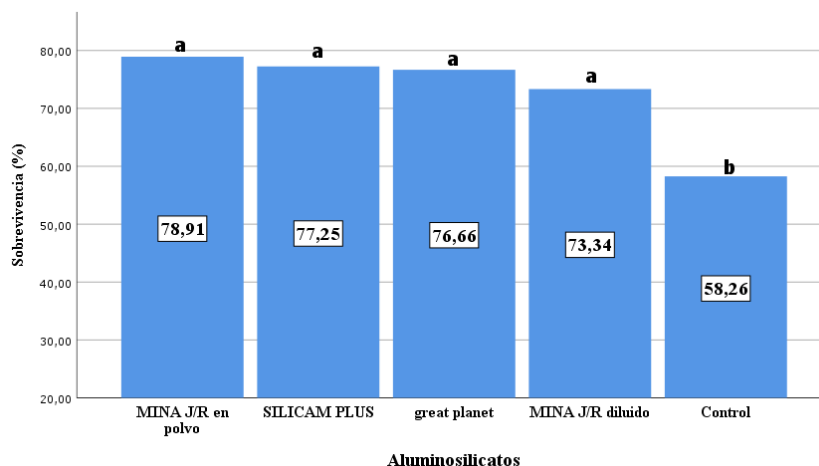


Figura 15. Efecto de aluminosilicatos acuáticos en la supervivencia de camarones.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre aluminosilicatos utilizados para un p-valor ≤ 0,05 (Según prueba de Duncan).

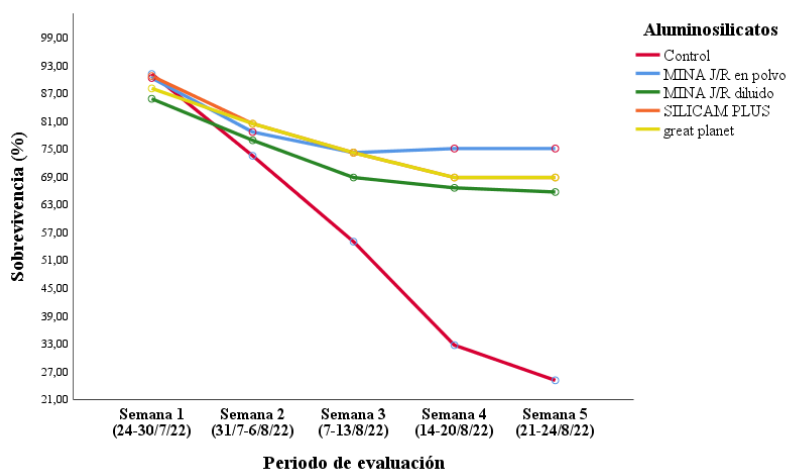


Figura 16. Comportamiento de la supervivencia de camarones bajo el efecto de los aluminosilicatos acuáticos utilizados durante el periodo de evaluación.

Efecto de aluminosilicatos en el incremento de peso de *L. vannamei*

La Tabla 5 muestra la caracterización del incremento de peso de los camarones en los diferentes aluminosilicatos acuólicas estudiados en el periodo investigado, donde se obtuvo para los tratamientos en que se aplicaron los productos MINA JR diluido ($\bar{X}=1,65 \text{ g} \pm 0,18 \text{ g}$) y MINA JR en

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

polvo ($\bar{X}=1,37 \text{ g}\pm 0,07 \text{ g}$), valores mayores a lo obtenido cuando se utilizaron SILICAM PLUS ($\bar{X}=0,59 \text{ g}\pm 0,12 \text{ g}$), greatplanet ($\bar{X}=0,68 \text{ g}\pm 0,13 \text{ g}$) y el testigo control ($\bar{X}=0,37 \text{ g}\pm 0,11 \text{ g}$).

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de incremento de peso (g) en los diferentes aluminosilicatos objeto de estudio.

Aluminosilicatos	n	\bar{X}	S	$ES_{\bar{X}}$	95% del IC para la media		Mín	Máx
					L	L		
					I	S		
Control (testigo)	6	0,37	0,14	0,028	0,30	0,42	0,18	0,47
MINA JR en polvo	8	1,37	0,069	0,024	1,31	1,43	1,31	1,44
MINA JR diluido	8	1,65	0,081	0,064	1,49	1,80	1,48	1,82
SILICAM PLUS	8	0,59	0,021	0,045	0,48	0,69	0,47	0,71
great planet	8	0,68	0,033	0,047	0,57	0,79	0,56	0,81
Total	48	0,83	0,15	0,074	0,68	0,98	0,18	0,82

Nota: n=número de observaciones realizadas. \bar{X} =Media aritmética. S=Desviación típica o estándar. $ES_{\bar{X}}$ =Error típico o estándar de la media. IC=Intervalo de confianza. Mín=Mínimo. Máx=Máximo

El ANOVA de un factor intergrupos muestra un p-valor de 0,000; por lo tanto, se presentan diferencias altamente significativas entre los diferentes aluminosilicatos objeto de estudio, evidenciándose, que estos productos acuícolas influyen en el incremento de peso de camarones (Tabla 6).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

Tabla 6. ANOVA de un factor intergrupos para la comparación entre los diferentes aluminosilicatos en función del incremento de peso de camarones.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Entre grupos	11,803	4	2,951	18,459	0,000
Dentro de grupos	0,703	43	0,016		
Total	12,506	47			

Nota: gl=grados de libertad. F=Estadístico F.

En la prueba de Duncan se muestra que la aplicación de los aluminosilicatos acuícolas, MINA J/R diluido ($\bar{X}=1,65$ g) se obtiene incrementos de peso de camarones superiores y diferentes estadísticamente al resto de tratamientos estudiados, como el MINA J/R en polvo ($\bar{X}=1,37$ g), great planet ($\bar{X}=0,68$ g), SILICAM PLUS ($\bar{X}=0,59$ g) y testigo control ($\bar{X}=0,37$ g), se alcanzaron porcentajes de supervivencia mayores y diferentes estadísticamente al demostrándose que el empleo de este tipo de producto es una alternativa que posibilita alcanzar porcentajes de sobrevivencia dentro de los parámetros exigidos (Figura 17).

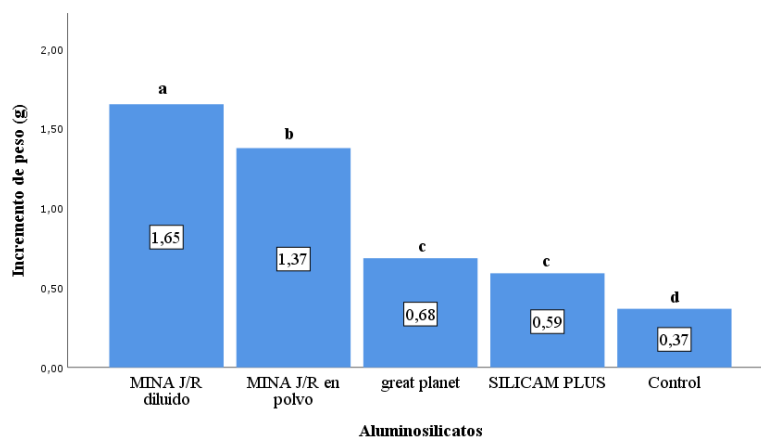


Figura 17. Efecto de aluminosilicatos acuáticos en el incremento de peso de camarones.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre aluminosilicatos utilizados para un p-valor \leq 0,05 (Según prueba de Duncan).

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Comportamiento de la calidad de agua de cultivo

Temperatura

La temperatura fue uno de los parámetros que al principio del proyecto presentó algunos inconvenientes debido a las condiciones climáticas por lo que, los niveles de temperatura estaban por debajo de los recomendados para cultivos semi-intensivos e intensivos. Se obtuvo una temperatura mínima de 21,4 °C y una máxima de 26,3 °C con un promedio de 23,8 °C. En la Figura 18 y 19 podemos observar las fluctuaciones de temperatura que fueron medidas a las 16:00 y a las 08:00 de todos los días.

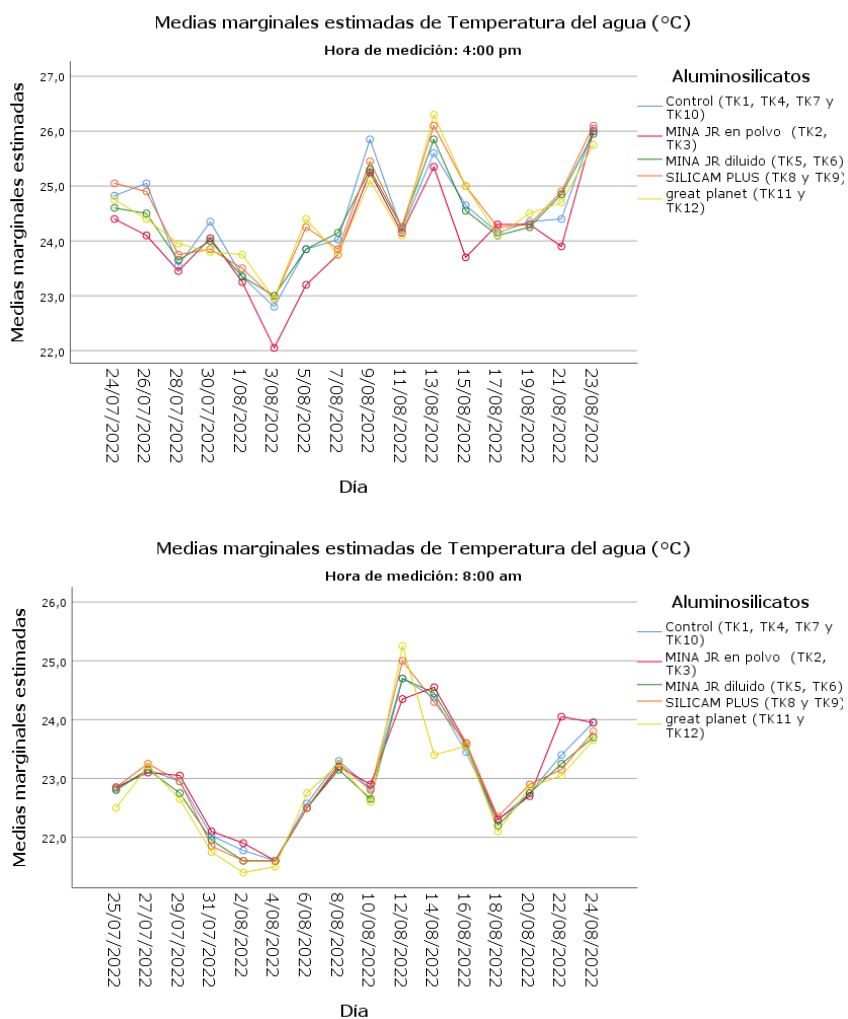


Figura 18. Fluctuación de temperatura en los tanques de tratamiento a las 08:00 y 16:00.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

Potencial de iones hidrógeno (pH)

El pH mantuvo un valor básico ideal para los cultivos ya que estaba dentro de los rangos permisibles, se mantuvo un pH mínimo de 8,15 y máximo de 8.65, siendo el promedio 8.39, valores normales ya que el amonio a estas concentraciones se puede asumir que no es tóxico.

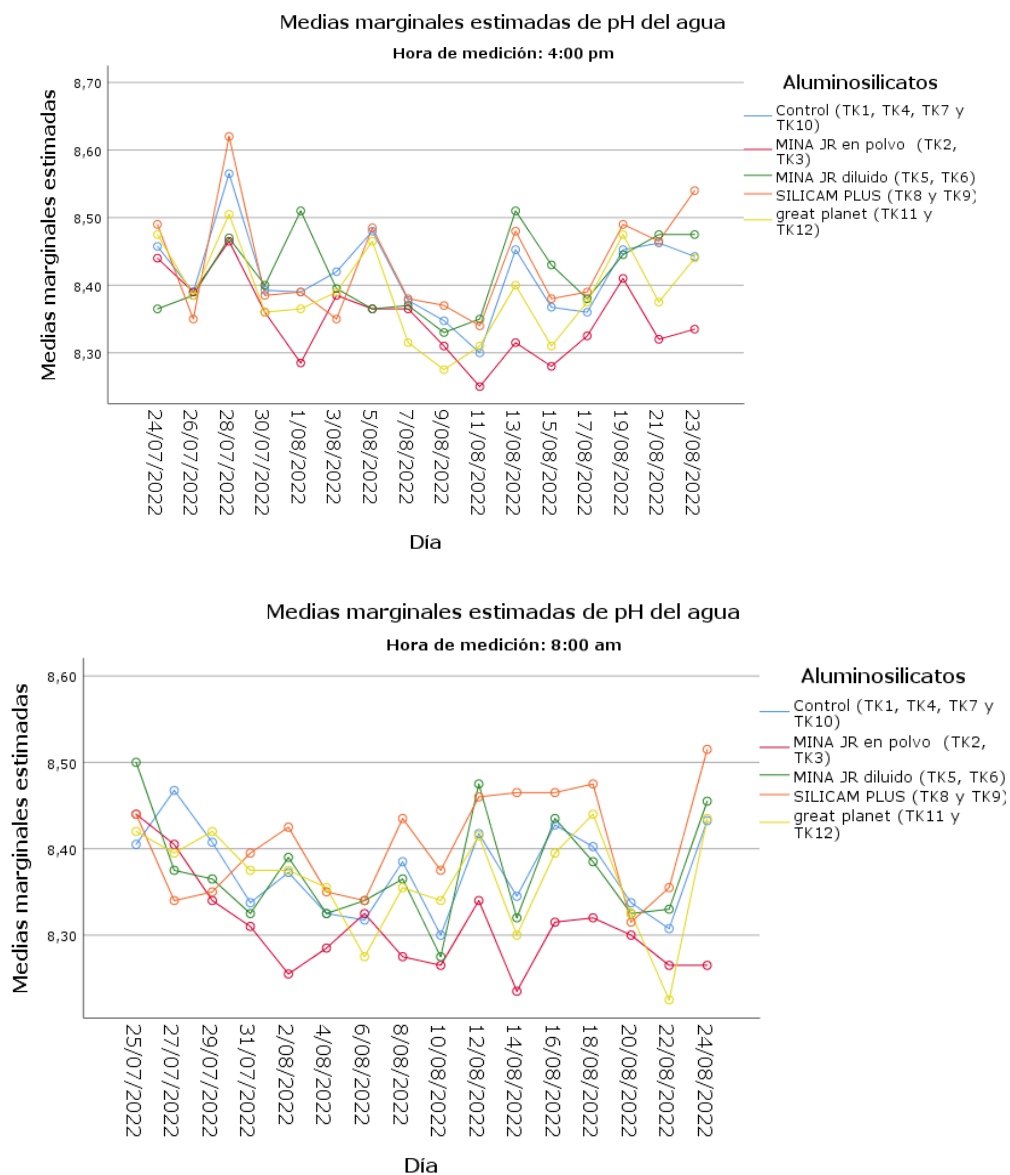


Figura 19. Fluctuación del pH en relación con los días de cultivo.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

Sólidos Disueltos Totales (TDS)

Se realizó un monitoreo del TDS que son los sólidos disueltos totales presentes en el agua en donde se pudo demostrar que existía niveles altos de estos sólidos en el agua a lo largo del trabajo práctico (Figura 20).

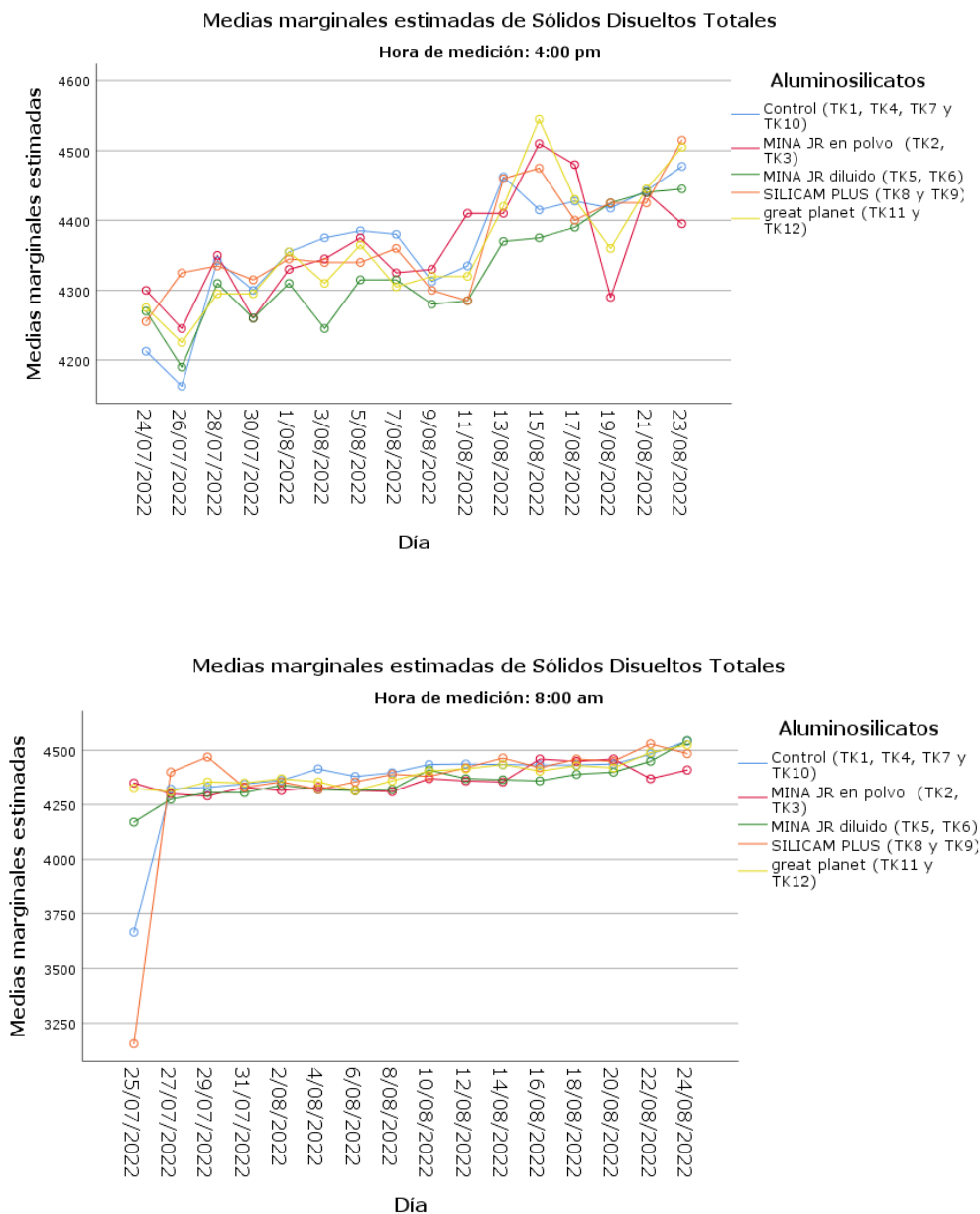


Figura 20. Fluctuación de TDS en relación con los días de cultivo

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

Amonio no ionizado

El monitoreo del amonio se realizó diariamente, en la gráfica se observan valores altos al inicio de la experimentación hasta estabilizarse con el paso de los días.

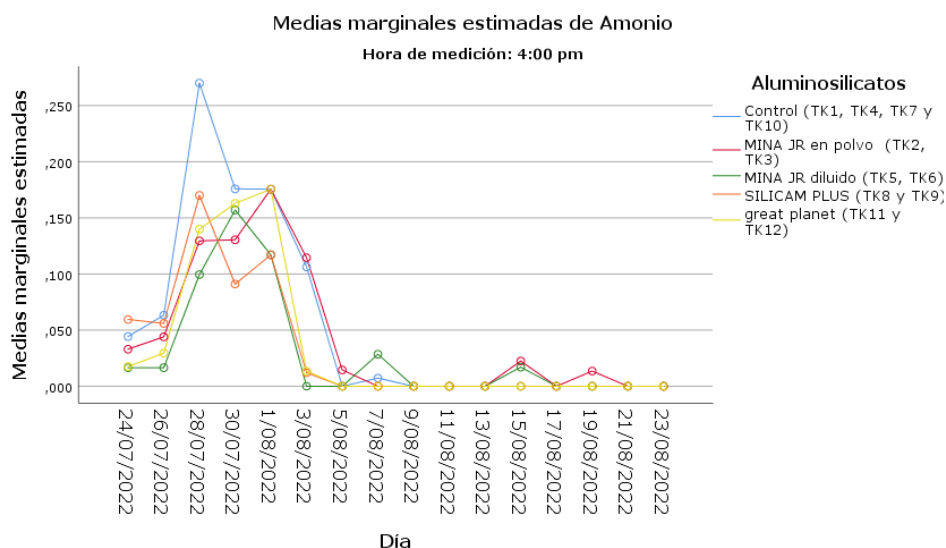


Figura 21. Fluctuación del amonio no ionizado en relación con los días de cultivo.

Productividad natural

Una excelente productividad natural de microalgas en un cultivo intensivo de *L. vannamei* consiste en lograr un equilibrio con un aumento sostenido de fitoplancton de calidad. Ha sido ampliamente reportada la importancia que el alimento natural pueda tener en la nutrición de los organismos cultivados, además se ha demostrado el importante papel que juegan los diversos elementos de las comunidades bióticas que pueden llegar a ser del 70 % de los requerimientos en la nutrición y salud del camarón en cultivo y de manera directa con la mejora y equilibrio del hábitat de cultivo. (Martínez Cordova, Campaña Torres, & Martinez Porchas, 2004).

En la figura 22, podemos observar la cantidad de cianobacterias (Lyngbya y Oscillatorias) en cel/ml en los tanques de control (testigos): TK1, TK4, TK7 y TK10; con una media de concentración de 305.000 cel/ml. En la Figura 23, podemos observar la concentración en cel/ml de este tipo de microalgas por tanque y tratamiento. En la figura 24, podemos observar según el diagrama de Pareto que traza la distribución de los datos en orden descendente de frecuencia, con una línea acumulativa en un eje secundario como un porcentaje del total, encontrando que el aluminosilicato acuícola

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

denominado MINA J/R el polvo y MINA JR diluido mantienen un control del crecimiento de las cianófitas promoviendo el crecimiento de diatomeas según los análisis realizados al agua de los tratamientos en el laboratorio Organic-Lab (adjunto en anexos).

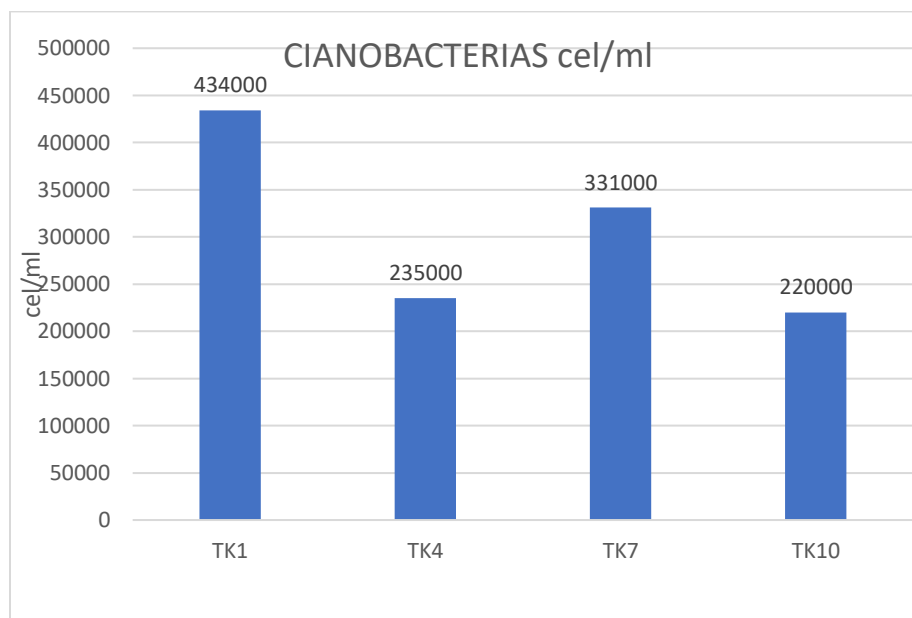


Figura 22. Cianobacterias (Lyngbya y Oscillatorias) en cel/ml en los tanques de control (testigos): TK1, TK4, TK7 y TK10

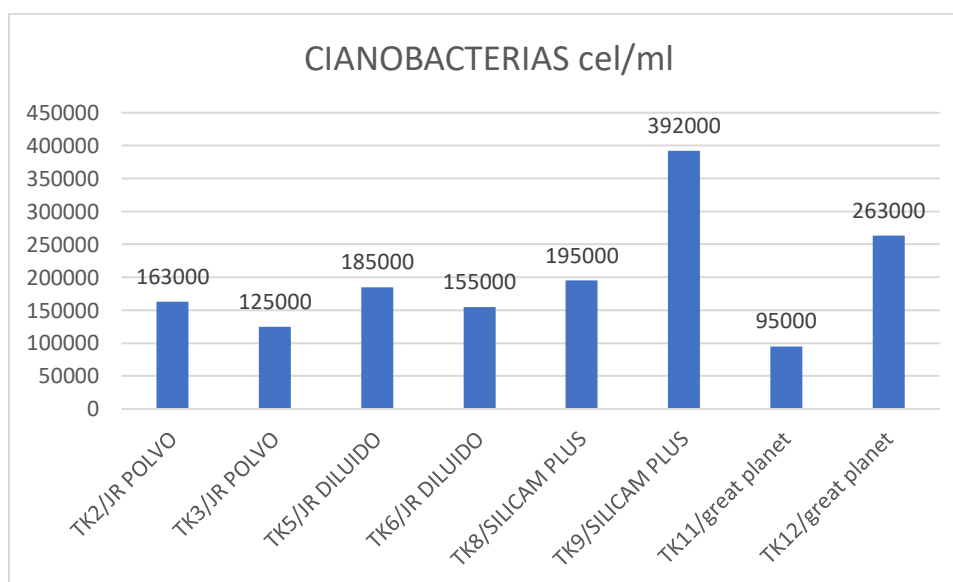


Figura 23. Concentración de Cianobacterias en cel/ml por tanque y tratamiento

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

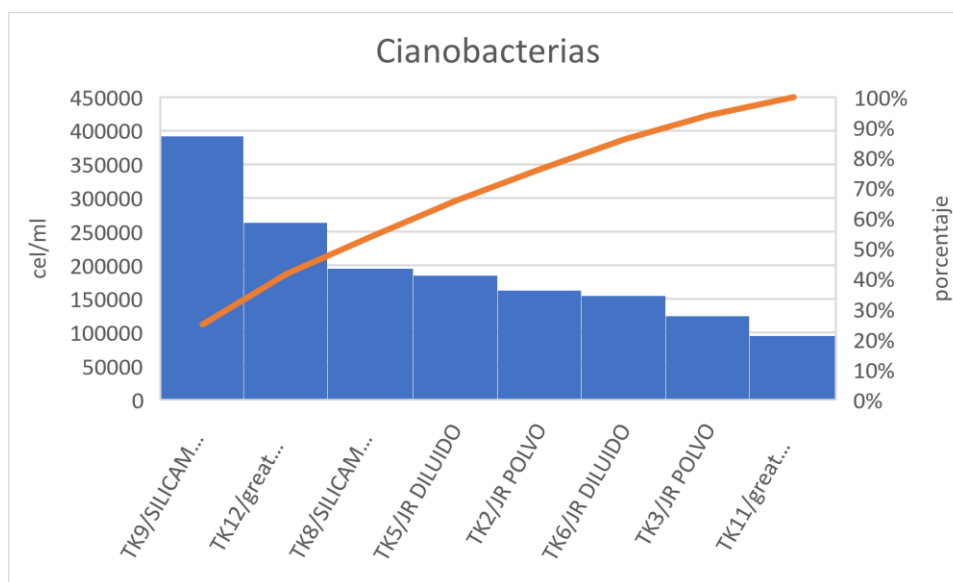


Figura 24. Diagrama de Pareto que traza la distribución de los datos en orden descendente de frecuencia, con una línea acumulativa en un eje secundario como un porcentaje del total.

Balace iónico del agua de cultivo

En la figura 25, podemos observar el comportamiento del balance iónico de los principales minerales que permiten una relación ideal para que los camarones se desarrollen y vivan en los cultivos. El agua utilizada para este experimento se mantuvo a una salinidad de 4,5 UPS, en salinidades óptimas el potasio, el sodio, el calcio y el magnesio son los iones más importantes para el crecimiento del camarón debido que el Magnesio (Mg), es uno de los iones minerales esenciales como componente del exoesqueleto de los crustáceos; el Potasio (K) es un ion de gran importancia para la célula, éste se encuentra en casi todos los fluidos y tejidos blandos del organismo y participa en la regulación de la presión osmótica intracelular; el Calcio (Ca) es un elemento muy importante para el crecimiento de los camarones y necesario para la formación del nuevo exoesqueleto después de la muda.

El *L. Vannamei* es considerado eurihalino esto significa que tiene que regular constantemente su concentración iónica para seguir la salinidad del agua donde está creciendo; esto lo hace mediante un constante intercambio de minerales, sumado a los iones antes nombrados que capta el camarón del agua de cultivo, el sodio y el potasio son importantes en el potencial eléctrico de la membrana celular, por lo tanto, esta dinámica de regulación va a demandar un menor gasto energético si la concentración de elementos minerales del agua de cultivo es suficiente y facilita la regulación osmótica del metabolismo del camarón.

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus Vannamei* en sistemas intensivos

El resultado de los análisis químicos realizados al agua de cada uno de los tratamientos indica que los aluminosilicatos utilizados en este estudio aportan minerales y oligoelementos indispensables mejorando las condiciones de cultivo (Análisis en anexos). Se aprecia que el tratamiento MINA J/R en polvo (TK2,TK3) y MINA J/R diluido (TK5,TK6) tiene una buena CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) que es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH4 etc.); considerando que el experimento se realizó en tanques de PVC sin la ayuda del suelo.

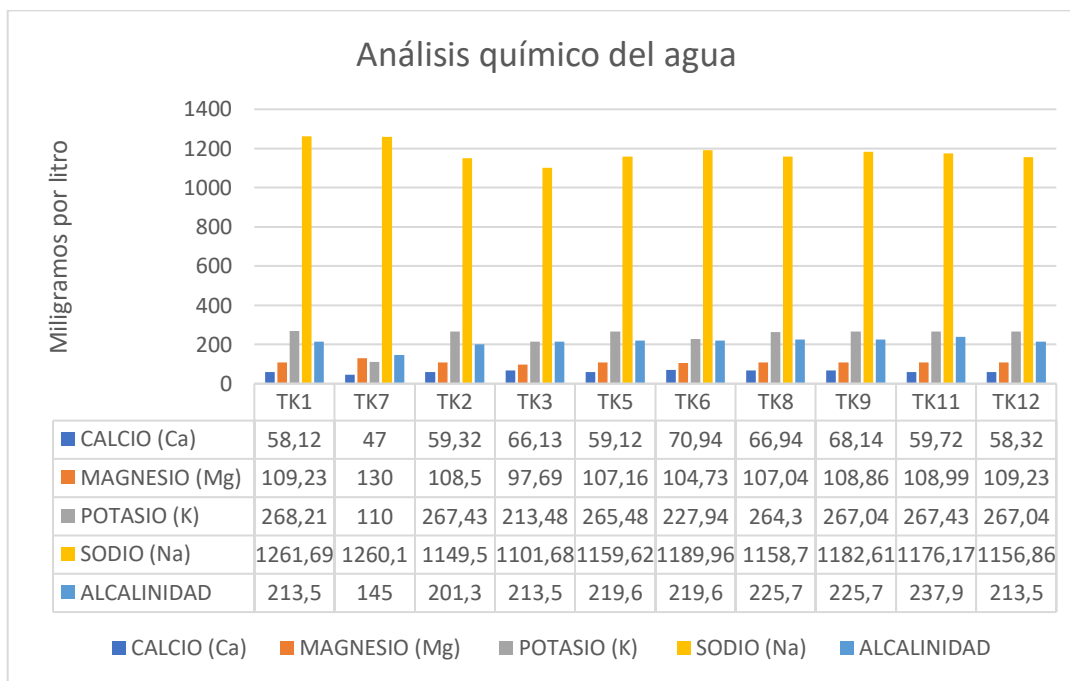


Figura 25. Análisis químico del agua por tratamientos y controles.

Discusión

La acuicultura está marcando un precedente en torno a los máximos históricos de producción a nivel mundial siendo los crustáceos el grupo de especies con mayor demanda como fuente de proteína animal. Dentro de los crustáceos tenemos a los peneidos; *Litopenaeus vannamei* o Camarón blanco del Pacífico el más producido en sistemas intensivos a diferentes rangos de salinidad. El camarón blanco es una especie resistente al cambio de salinidades y otros factores por lo que es la favorita al momento de seleccionarla para los cultivos a densidades mayores, sin embargo, debido a la

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

intensificación de los cultivos se tiene un mayor peligro de proliferación de enfermedades y/o degradación de su hábitat en desmejora de la sobrevivencia y crecimiento y por ende en el rendimiento por piscina de la productividad en general.

Con el incremento de la alimentación, incrementa la acumulación de amoníaco total (NH_4), y el amoníaco no ionizado (NH_3), que es la forma de amoníaco liberado al ambiente al momento de incrementar el pH de 7.5 a 8.5 y al existir incremento de la temperatura aumenta el amonio no ionizado que es letal para los camarones; para prevenir y reducir estos efectos negativos se han buscado soluciones a través de la aplicación de productos que promuevan la metabolización del nitrógeno en formas de amonio y amoníaco convirtiéndolas en nitrito y nitratos menos tóxicos.

La aplicación de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) es una práctica cada vez más común junto al encalado y la aplicación de zeolitas en el tratamiento de suelos con la finalidad de aportar minerales y oligoelementos al suelo y al agua para así incrementar el desarrollo sostenible de microalgas de calidad como es el caso de las Diatomeas y controlando infestaciones de algas nocivas. Además, lograr la reducción de la concentración del nitrógeno toxico en el agua, aumentando así la productividad natural y mejorando y equilibrando el hábitat del camarón.

Según (Aguilar Añazco, 2014), diferentes tipos de zeolita (A, B, C), a diferentes concentraciones (0-0,6g) y bajo diferentes salinidades (0-15 ppt), fueron testeadas para medir su tasa de reducción de amonio en diferentes concentraciones de TAN (0 – 1ppm). Según los resultados, no existió diferencia estadística significativa en la tasa de reducción del Nitrógeno amoniacal Total bajo el efecto de todas las variables. Señalando que, las zeolitas utilizadas en esta prueba respondieron de manera similar para reducir amonio.

Otro estudio de Boyd (1996), indico que se puede remover (reducir) TAN utilizando zeolitas, pero se requiere de grandes cantidades de esta, alcanzando inclusive a necesitar alrededor de una Ton/ha para reducir 1 ppm de TAN. Además, López (1998) muestra que la captación de amonio por las zeolitas es muy baja en aguas marinas, debido principalmente a la interferencia de los iones de Na^+ y K^+ los cuales se encuentran en altas concentraciones, lo que los hace preferentes en su retención frente al amonio, por lo que se requiere utilizar grandes dosis para captar TAN, lo cual indicaría que puede haber selectividad de la zeolita para ciertos cationes.

En el presente trabajo realizado se pudo observar que, con la aplicación de los diferentes aluminosilicatos acuícolas, como el MINA JR en polvo ($\bar{X}=78,91\%$), SILICAM PLUS ($\bar{X}=77,25\%$),

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

great planet ($\bar{X}=76,66$ %) y MINA JR diluido ($\bar{X}=73,34$ %) se alcanzaron porcentajes de supervivencia mayores y diferentes estadísticamente al testigo control ($\bar{X}=58,25$ %). Además, se mostró incrementos de peso de camarones superiores para los tratamientos en que se aplicaron los productos MINA JR diluido ($\bar{X}=1,65$ g \pm 0,18 g) y MINA JR en polvo ($\bar{X}=1,37$ g \pm 0,07 g), y diferentes estadísticamente a lo obtenido cuando se utilizaron SILICAM PLUS ($\bar{X}=0,59$ g \pm 0,12 g), great planet ($\bar{X}=0,68$ g \pm 0,13 g) y el testigo control ($\bar{X}=0,37$ g \pm 0,11 g); demostrándose que el empleo de este tipo de producto bajo la concentración de TAN y por ende mantuvo el metabolito toxico (NH₃) en valores subletales lo que es una alternativa que posibilita alcanzar porcentajes de sobrevivencia dentro de los parámetros exigidos en el cultivo de camarón en sistemas intensivos a bajas salinidades.

Conclusiones

Se determino que, con la aplicación de los diferentes aluminosilicatos acuícolas, como el MINA JR en polvo y MINA JR diluido se alcanzaron porcentajes de supervivencia mayores y diferentes estadísticamente a los testigos o controles. Además, se mostró incrementos de peso de camarones superiores para los tratamientos en que se aplicaron los productos MINA JR diluido y MINA JR en polvo, y diferentes estadísticamente a lo obtenido cuando se utilizaron SILICAM PLUS, greatplanet y el testigo o control; demostrándose que el empleo de este tipo de producto bajo la concentración de TAN y por ende mantuvo el metabolito toxico (NH₃) en valores subletales, lo que es una alternativa que posibilita alcanzar porcentajes de sobrevivencia dentro de los parámetros exigidos en el cultivo de camarón en sistemas intensivos a bajas salinidades.

Por lo tanto se aumentó la productividad natural, mejoró y se equilibró el hábitat del camarón aumentando la sobrevivencia, mejorando el crecimiento y por ende el rendimiento general mediante el aporte de minerales y oligoelementos al agua manteniendo un balance iónico optimo, puesto que los minerales no solo están asociados con el fenómeno de la regulación osmótica del *L. vannamei*, sino también con su participación en el crecimiento y supervivencia; esto es, por los distintos roles que los iones desempeñan en la respiración, eliminación del NH₃ y en el metabolismo en general. Incrementando así el crecimiento de fitoplancton de calidad, puesto que este estudio determino la eficacia de los productos probados en la eliminación de cianobacterias y en la ayuda para la generación de una capa bentónica rica en diatomeas y zooplancton que permite la reducción de la materia orgánica que se acumula durante el ciclo de cultivo.

Recomendaciones

El estrés osmótico ligado al perfil iónico del agua de cultivo también está ligado con la excreción del NH_3 , con la osmorregulación, que se da a través de la membrana branquial del *Litopenaeus vannamei*. En síntesis, los minerales no solo están agrupados con el fenómeno de la regulación osmótica, sino también con su participación en el crecimiento y supervivencia del camarón; esto es, por los distintos roles que los iones desempeñan en la respiración, eliminación del NH_3 y en el metabolismo en general. Definitivamente, revisar estos conceptos lleva el propósito de identificar las causas del bajo crecimiento del camarón, cuando es sembrado en aguas de salinidades consideradas subóptimas (deficiencia en minerales), y también encontrar formas para superar el reto que significa criar el crustáceo en aguas con perfiles iónicos inconsistentes.

Por lo tanto, es menester ampliar los resultados obtenidos en este estudio con la realización de bioensayos de mayor duración y contrastando los resultados del uso de los aluminosilicatos sobre el agua y sobre el suelo, para así determinar la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) que es en sí una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y que representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH_4 etc.), para así definir la correcta aplicación de los mismos, realizando pruebas a diferentes rangos de salinidad, pH y temperatura.

Referencias

- Aderaldo, J., Da Cruz, M., Dos Santos, F., Mendez, P., & Mendes, M. (2018). Probiotic potential of *Bacillus cereus* against *Vibrio* Spp. in post larvae shrimps. *Revista Caatinga*, 31(2).
doi:<https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n226rc>
- Agrizon. (2019). *Silicam Plus 25 kg*. Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/producto/silicam-plus-25-kg/>
- Aguilar Añazco, V. M. (2014). <http://repositorio.utmachala.edu.ec>. Recuperado el 2022, de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1999/7/CD675_TESIS.pdf

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

- Aguirre, D., Maridueña, M., Ching, C., & Pérez, O. (2019). Métodos de producción en el cultivo intensivo de camarón blanco (*litopenaeus vannamei*) en baja salinidad, una opción para familias emprendedoras. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 19(23), 35-40.
doi:<https://doi.org/10.47189/rcct.v19i23.256>
- Alanes, L. (2020). Alimentación y nutrición en peces de agua dulce. *Revista estudiantil Agro-Vet*, 4(2), 604-608.
- Arias, J., Cuevas, D., Rivas, M., Martínez, L., Osuna, P., & Miranda, A. (2016). Physical and chemical characteristics of lyophilized biofloc produced in whiteleg shrimp cultures with different fishmeal inclusion into the diets. *Latin american journal of aquatic research*, 44(4), 10. doi:<http://dx.doi.org/10.3856/vol44-issue4-fulltext-12>
- Arzola, J., Piña, P., Nieves, M., & Medina, M. (2013). Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidad y temperaturas. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia Córdoba*, 18, 3618-3625. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v18s1/v18supla04.pdf>
- Barreto, A. (2020). Efecto de la salinidad y dietas sin harina de pescado sobre la fisiología digestiva y crecimiento en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) cultivados en Biofloc. *Universidad Autónoma de Nayarit*, 90. Obtenido de <http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2408>
- Boyd, C. (2015). Water quality in ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. *Ecuaquimica*.
- Boyd, C. (2019). Una revisión de los productos de mejora de la calidad del agua. *Responsible Seafood Adocate*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/una-revision-de-los-productos-de-mejora-de-la-calidad-del-agua/>
- Bravo, L., & Santos, G. (2019). Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*, 21. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/3ebc65b8-bd16-473f-84fe-d534fb589238/content>

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

- Carbajal, J., Sánchez, L., Hernández, I., & Hernández, J. (2021). A model based on an artificial neural network for assessing water quality on large shrimp farms. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(5), 71-89. doi:<https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-05-05>
- Cárcamo, R., & Vallecillo, M. (2011). Comparación de dos condiciones de manejo del parámetro físico del agua (temperatura alta con retención de calor y con temperatura ambiente) sobre los parámetros poblaciones de camarón *Litopenaeus vannamei* en etapa de postlarva (PL12-PL42 días). *Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua*, 53. Obtenido de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5409/1/222954.pdf>
- Carreño, M., Erazo, J., Narváez, C., & Moreno, V. (2020). La responsabilidad social en las empresas camaroneras. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 10, 9. doi:<http://dx.doi.org/10.35381/r.k.v5i10.702>
- Carrion, J. (2022). Efecto de alimentos balanceados comerciales predigeridos con probióticos sobre el crecimiento y supervivencia del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. *Utmach*, 46. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/18408/1/TTUACA-2022-IAC-DE00001.pdf>
- Castillo, B., & Velásquez, P. (2021). Manejo estacional de los sistemas de producción de camarón en el Ecuador. *Sociedad y Tecnología*, 4(3), 448-461. doi:<https://doi.org/10.51247/st.v4i3.151>
- Cattan, R. (2020). *Camarón Ecuador*. Obtenido de <https://he-il.facebook.com/groups/263724673807935/permalink/1418385215008536/>
- Cobo, R., & Pérez, L. (2018). Aspectos generales del cultivo y la genética del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 35(1), 18-23. Obtenido de <https://aquadocs.org/handle/1834/15129>
- Colon, P., & Solorzano, F. (2021). Eficiencia de absorción en postlarvas de camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, alimentadas con una dieta de levadura marina de marismas de manglar. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 73-90. doi:<https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1012>

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

- Cota, M. (2020). Genes asociados al crecimiento compensatorio en el camarón blanco del Pacífico *Penaeus vannamei*. *Centro de Investigaciones Tecnológicas Del Noroeste*, 86. Obtenido de http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/3070/cota_m%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Curbelo, C., Núñez, A., Véliz, E., & Fanego, S. (2018). Shrimp wastes depigmentation using ozone. *Revista Centro Azúcar*, 45(4), 51-63. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Centroazucar/2018/no4/6.pdf>
- Dávila, K., Carvajal, H., & Vite, H. (2019). Análisis de rentabilidad económica del camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el sitio Balao Chico, provincia del Guayas. *Polo del Conocimiento*, 5(1), 450-476. doi:10.23857/pc.v5i01.1233
- FAO. (2020). The state of world fisheries and aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 28. Obtenido de <https://www.fao.org/3/ca9231es/ca9231es.pdf>
- Fenucci, J., & Fernández, A. (2004). Acción de las vitaminas en la dieta de camarones *Penaeoideos*. *Universidad Nacional de Mar de Plata*, 126-144. Obtenido de https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/6JorgeFenucci.pdf
- Gao, X., Liu, Y., Miao, L., Li, E., Hou, T., & Liu, Z. (2017). Mechanism of anti-*Vibrio* activity of marine probiotic strain *Bacillus pumilus* H2, and characterization of the active substance. *AMB Express*, 23, 7. doi:<https://doi.org/10.1186/s13568-017-0323-3>
- García, A. (2016). Biocaptación de co2 por microalgas marinas en fotobiorreactores. *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=51029>
- García, B. (2021). Viabilidad nutricional de la harina de cabeza de camaron en reemplazo de harina de pescado en dietas para *Litopenaeus vannamei*. *Utmach*, 41. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16580>
- Gimeno, G. (1 de Abril de 2005). *Avicultura* . Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/adsorbentes-micotoxinas-eficacia-hscas-t25981.htm>

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

- Gómez, J., Mora, N., & Espinoza, C. (2020). Disrupción resiliencia y evolución del sector camaronero ecuatoriano entre 2010 y 2019. *Digital Publisher*, 5(6-1), 285-299. doi:doi.org/10.33386/593dp.2020.6-1.413
- Gothwal, R., & Shashidhar, T. (2014). Antibiotic Pollution in the Environment: A Review. *CLEAN – Soil, Air, Water*, 43(4), 479-489. doi:https://doi.org/10.1002/clen.201300989
- greatplanet. (2020). Obtenido de <https://www.facebook.com/GreatPlanetEC/photos/a.110581181141019/121730303359440/?type=3>
- Gutiérrez, M. (2020). Evaluación del uso de silicato de magnesio MgSiO₄ en cultivo de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) a baja salinidad en el Municipio de Repelón, Atlántico. *Universidad de Cundinamarca*, 67. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/3478/Miguel%20%C3%81ngel%20Guti%C3%A9rrez%20Prada.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Kewcharoen, W., & Srisapoome, P. (2019). Probiotic effects of *Bacillus* spp. from Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) on water quality and shrimp growth, immune responses, and resistance to *Vibrio parahaemolyticus* (AHPND strains). *Fish & Shellfish Immunology*, 94, 175-189. doi:https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.09.013
- Kewcharoen, W., & Srisapoome, P. (2019). Probiotic effects of *Bacillus* spp. from Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) on water quality and shrimp growth, immune responses, and resistance to *Vibrio parahaemolyticus* (AHPND strains). *Fish & Shellfish Immunology*, 94, 175-189. doi:https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.09.013
- López, S., & Puente, E. (2009). Respuesta fisiológicas de juveniles de camarón blanco *Litopenaeus*, a condiciones oscilantes de oxígeno disuelto y temperatura. *Instituto Politécnico Nacional*, 152. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/8648>
- Martínez Cordova, L. R., Campaña Torres, A., & Martínez Porchas, M. (16-19 de Noviembre de 2004). <https://www.uanl.mx>. Recuperado el 2022, de https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/VII/archivos/32LuisMartinez.pdf

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

- Matta, J., & Perez, J. (2019). Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote- Ancash-2019. *Universidad César Vallejo*, 114. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38752>
- Molinos Champion S.A.S. (2020). <https://www.molinoschampion.com>. Recuperado el 2022, de <https://www.molinoschampion.com/relevancia-del-balance-ionico-para-la-cria-de-camarones/>
- Montiel, A. (2018). Variación del contenido de lípidos en la hemolinfa del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* como respuesta al tratamiento con rCHH-B2. *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*, 88. Obtenido de https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/2599/1/Tesis%20ARIANA%20Montiel%20Arzate_22_nov_2018.pdf
- Navarrete, O. (s.f.). *Acuicultura*. Obtenido de <https://oneproseso.webcindario.com/Acuicultura.pdf>
- Noblecilla, G. (2020). Valoración de la proteína vegetal y proteína animal en el alimento balanceado para el cultivo de *Litopenaeus vannamei*. *Utmach*, 29. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15325/1/ECUACA-2020-IAC-DE00002.pdf>
- Noblecilla, H. (2020). Lípidos de origen animal presentes en dietas alimenticias y su incidencia en el engorde y crecimiento del camarón *litopenaeus vannamei*. *Utmach*, 24. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16110?mode=full>
- Nunes, A., Andriola, D., & Lemos, F. (2006). Respuesta conductual a atrayentes y estimulantes de alimentos seleccionados en camarones blancos del Pacífico, *Litopenaeus*.
- Olmedo, V. (2019). Carbohydrates and proteins in microalgae: potential functional foods. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22. doi:<https://doi.org/10.1590/1981-6723.04319>
- Palacios, N. (2016). Estudio de factibilidad para producir camarón de la especie *Litopenaeus vannamei* bajo un sistema de producción semi-intensivo en Ecuador. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*, 80. Obtenido de

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/f9131c4d-b48b-46e8-af37-e895b4a5e441/download>

Paredes, J., & Rodríguez, J. (2020). Monitoreo de los parámetros de temperatura y pH para evaluar su efecto en la producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) en San Luis La Herradura, La Paz. *Universidad De El Salvador*, 140. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/355870934.pdf>

Rendón, L., & Balcázar, J. (2003). Inmunología de camarones: Conceptos básicos y recientes avances. *AquaTIC*, 19, 27-33. Obtenido de http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/19_4.pdf

Rodríguez, M. (2015). Política de fijación de precios: Una nueva metodología basada en la estructura de costos-competencia de la empresa. *Revista Internacional Administración y Finanzas*, 8(2), 121-128. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/265905886_Politica_de_fijacion_de_precios_Una_nueva_metodologia_basada_en_la_estructura_de_costos-competencia_de_la_empresa

Roque, M., Canales, M., Cáceres, O., Flores, J., Cea, N., & Hernández, V. (2020). Comparación del crecimiento del camarón blanco en dos condiciones de estudio, salinidad óptima y salinidad cercana a cero. *Central American Journals Online*, 26(1), 131-146.
doi:<https://doi.org/10.5377/rci.v26i01.9890>

Rosas, C., Cuzon, G., Gaxiola, G., Pascual, C., Brito, R., Chimal, E., & Van, A. (2000). El metabolismo de los carbohidratos de *Litopenaeus setiferus*, *L. vannamei* y *L. stylirostris*. *Avances en Nutrición Acuícola*, 19-22. Obtenido de https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/V/archivos/crosas.pdf

Rueda, F. (2011). Breve historia de una gran desconocida: La acuicultura. *Eubacteria*, 26, 2.
Obtenido de <https://www.um.es/eubacteria/acuicultura.pdf>

Ruvalcaba, J. (2021). Sustratos energéticos, relaciones carbohidrato: proteína y lípido: proteína en la dieta de *Litopenaeus vannamei* con relación al desempeño acuícola, capacidad inmune y antioxidante. *Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste*, 90. Obtenido de

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/2202/1/ruvalcaba_j%20TESIS.pdf

Saraswathy, R., Muralidhar, M., Changaramkumarath, B., Rajesh, R., Sukumaran, S., Kumararaja, P., . . . Kizhakedath, K. (2020). Osmo-ionic regulation in whiteleg shrimp, *Penaeus vannamei*, exposed to climate change-induced low salinities. *Aquaculture Research*, 52(2), 771-782. doi:<https://doi.org/10.1111/are.14933>

Saul. (2020). Balance Ionico . *WAYNE*.

Senmache, N., & Reyes, W. (2020). Efecto de dietas con zeolita natural en el crecimiento y supervivencia del camarón de río *Cryphiops caementarius*. *Revista de Investigación Científica (REBIOL)*, 40(1), 30-38. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/2992>

Sweeney, W. &. (2019). Las microalgas en los cultivos acuícolas. *ADM*.

Thitamadee, S., Prachumwat, A., Srisala, J., Jaroenlak, P., Vinu, P., Sritunyalucksana, K., . . . Itsathitphaisarn, O. (2016). Review of current disease threats for cultivated penaeid shrimp in Asia. *Aquaculture*, 452, 69-87. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.10.028>

Toledo, A., Castillo, N., Carrillo, O., & Arenal, A. (2018). Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones. *Revista de Producción Animal*, 30(2), 57-71. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202018000200009

Ullsco, E., Garzón, V., Quezada, J., & Barrezueta, S. (2021). Análisis del comportamiento económico de la exportación en el sector camaronero en el Ecuador, periodo 2015- 2019. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(1). Obtenido de https://redib.org/Record/oai_articulo3247663-an%C3%A1lisis-del-comportamiento-econ%C3%B3mico-de-la-exportaci%C3%B3n-en-el-sector-camaronero-en-el-ecuador-periodo-2015-2019

Valenzuela, W., Rodríguez, G., & Esparza, H. (2010). Cultivo intensivo de camaron blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola

Efecto de los silicatos aluminicos cálcicos sodio hidratados (HSCAS) en el crecimiento y sobrevivencia del
Litopenaeus Vannamei en sistemas intensivos

para zonas de alta marginación. *Universidad Autónoma Indígena de México*, 6(1), 1-8.

Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896001.pdf>

Volesky, B., & Holan, Z. (1995). Biosorption of heavy metals. *Biotechnology Progress*, 11, 235-250. doi:<https://doi.org/10.1021/bp00033a001>

Wetherbee, H. &. (2003). La sílice, tierra de diátomea y el camarón. *ADM*.

Yaguana, B. (2020). Efectos de probióticos comerciales en piscinas de engorde para crecimiento y prevención de enfermedades en el cultivo de *L. vannamei*. *Utmach*, 55. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16124/1/TTUACA-2020-IAC-DE00004.pdf>

Zambrano, L., Párraga, A., Parrales, V., Arteaga, F., Demera, F., & Tubay, C. (2021). Evaluación proteica de la harina de amaranto (*Amaranthus Dubius*) en el crecimiento del camarón *Penaeus Vannamei* en etapa de postlarva. *La Técnica Revista de las Agrociencias*, 25, 1-12. doi:<https://doi.org/10.33936/lat%C3%A9cnica.v0i25.3165>

©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).