

Evaluación del Uso de Silicato de Magnesio ($MgSiO_4$) en Cultivo de Camarón Blanco
(*Penaeus Vannamei*) a Baja Salinidad en el Municipio de Repelón, Atlántico.

Miguel Ángel Gutiérrez Prada

Universidad de Cundinamarca
Facultad de ciencias agropecuarias
Programa de zootecnia
Fusagasugá

2020

Evaluación del Uso de Silicato de Magnesio ($MgSiO_4$) en Cultivo de Camarón Blanco
(*Penaeus Vannamei*) a Baja Salinidad en el Municipio de Repelón, Atlántico.

Miguel Ángel Gutiérrez Prada

Proyecto de grado opción pasantía, como requisito parcial para obtención del título de
ZOOTECNISTA

Directora: Sara Cristina Chaverra Garcés
Zootecnista., MSc.

Universidad de Cundinamarca
Facultad de ciencias agropecuarias
Programa de Zootecnia
Fusagasugá

2020

Dedicatoria

A Dios por darme conocimiento y sabiduría que ha puesto a personas correctas durante el camino para lograr mis metas propuestas, a mi madre que ha sido un apoyo incondicional y fundamental siempre incentivándome y apoyándome para lograr mis objetivos propuestos, a mi padre por inculcarme excelentes valores como persona y siendo un gran maestro y ejemplo , a mis hermanas que han sido un pilar de apoyo incondicional, mi hermano mi gran motivación para hacer con pasión cada cosa que realizo, a mis sobrinos que espero acompañarlos en cada paso que den y ser un ejemplo, y a mi novia que siempre ha sido un apoyo incondicional y me motiva cada a mejorar.

Agradecimientos

A Dios por cada una de las bendiciones recibidas durante este camino, a mi familia nuevamente por sus consejos, paciencia, y voz de aliento.

A la Universidad de Cundinamarca por brindarme el espacio de aprendizaje y por conocer personas que influyeron positivamente en mi camino.

A los docentes que con su conocimiento y sabiduría influyeron en mi aprendizaje.

A mis compañeros y amigos de carrera, Yhojan Rodríguez por ser mi amigo incondicional y ser de gran apoyo en todo mi proceso, a Scheyla Bernal por su gran nobleza y apoyo y todos aquellos que de una u otra forma hicieron parte de este proceso.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract12	
Introducción	13
Planteamiento del problema.....	15
Justificación	16
Objetivos	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
Marco referencial	19
Generalidades de la Camaronicultura.....	19
Taxonomía.....	20
Biología del camarón.....	21
Sistemas de Cultivo.....	22
Cultivo Extensivo.....	22
Cultivo Semi-intensivo.....	22
Cultivo intensivo	23
Propiedades	23
Productividad primaria.....	24
Microalgas.....	24
Minerales	27
Silicio	27
Magnesio	28
Herramientas de evaluación de proyectos.....	29
¿Qué es un proyecto?.....	29
¿Qué son costos?	29
Precio de venta.....	30
Estructura de costos	30
Margen de contribución.....	30
Costos de producción.....	31
Estructura de costos	31
Matriz de Vester	31
Materiales y métodos	33

Localización.....	33
Diagnóstico inicial.	34
Parámetros productivos en relación a la aplicación de silicato de magnesio.....	34
Peso promedio.....	35
Biomasa	35
Ganancia diaria de peso.....	35
Factor de conversión alimenticia	35
Sobrevivencia.	35
Diseño experimental.	36
Análisis estadístico.....	38
Resultados y discusión.	39
Diagnóstico inicial.	39
Parámetros productivos en relación a la aplicación de silicato de magnesio.....	46
Peso promedio	46
Biomasa semanal.....	47
Ganancia de peso semanal	48
Sobrevivencia	50
Factor de conversión alimenticia (FCA).....	51
Costos de producción.....	53
Conclusiones.....	55
Recomendaciones.....	57
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

Tabla 1. Taxonomía del Camarón.....	20
Tabla 2. Clasificación de problemáticas según matriz de vester.	32
Tabla 3. Condiciones del cultivo de camarón blanco	37
Tabla 5. Matriz Vester.....	37
Tabla 6. Parametros productivos de los individuos de la empresa acuocultivo los gallitos S.A	42
Tabla 7. Costos de producción en alimentación	54

Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa Acuicultivo los gallitos S.A Fuente: El autor. .	33
Figura 2. Diseño experimental	36
Figura 3. Clasificación de problemas encontrados en la empresa acuicultivo los gallitos S.A	43
Figura 4. Peso promedio	47
Figura 5. Biomasa final (Kg)	48
Figura 6. Ganancia de peso semanal	49
Figura 7. Supervivencia de individuos.....	51
Figura 8. Factor de conversión alimenticia (FCA).....	52

Lista de imágenes

Imagen 1. Biología del camarón	21
--------------------------------------	----

Resumen

El Camarón blanco *Penaeus Vannamei* vive en áreas costeras, oceánicas y es capaz de sobrevivir en una gran variedad de salinidades. Debido a estas características se considera una especie atractiva para cultivar en aguas de baja salinidad. El camarón en su hábitat natural se alimenta especialmente de diatomeas y zooplancton. El Silicato de Magnesio ($MgSiO_4$) cumple con una función promotora del crecimiento de algas diatomeas asociadas generalmente a la clase *Bacillariophyceae*, constituyendo un nutriente esencial para la formación de la pared celular, la cual se le conoce como frústula. De esta forma, la adición de este compuesto conlleva a tener buena disponibilidad de algas con un mayor valor nutricional, favoreciendo así el crecimiento y desarrollo de los camarones en la etapa larvaria, de maduración y engorde. En cultivos de agua continentales surgen deficiencias en el perfil iónico de las aguas de baja salinidad, siendo un ion esencial como es el Magnesio (Mg_2) ya que su ausencia se relaciona con un limitado crecimiento y la sobrevivencia de los camarones.

En la empresa Acuicultivo los Gallitos S.A ubicadas en Repelón, Atlántico se llevó a cabo la evaluación de Silicato de Magnesio ($MgSiO_4$) en cultivo de camarón blanco a baja salinidad. Las evaluaciones se realizaron en cuatro piscinas (P5, P6, P7, P8).

Para el análisis de los datos se empleó estadística descriptiva y para determinar diferencias entre las piscinas se realizó una prueba de t student usando el programa de Office Excel ® versión 2010. Fueron observadas diferencias significativas ($p < 0,05$) para las variables ganancia de peso semanal (GPS) biomasa final, sobrevivencia y factor de conversión alimenticia (FCA). La inclusión de Silicato de Magnesio generó menor sobrevivencia de los individuos, sin embargo, existe mayor eficiencia en la conversión de alimento. En cuanto al margen de contribución fue mayor en las piscinas que no se adicionó Silicato de Magnesio. Esto debido a

que se cosechó mayor biomasa en las piscinas. El uso de Silicato de Magnesio en la camaricultura genera buena expectativa con respecto al incremento en la biomasa final, sin embargo, existe mayor eficiencia en la conversión de alimento. En cuanto al margen de contribución, este fue mayor en las piscinas en donde no se adicionó Silicato de Magnesio; esto debido a que se cosechó mayor biomasa en las piscinas.

Además, el uso de silicato de magnesio en la camaricultura genera buena expectativa con respecto al incremento en la biomasa final., sin embargo, para futuros trabajos se recomienda evaluar diferentes dosis de inclusión del producto con el fin de elucidar cual sería la más adecuada en términos de ganancias de peso y sobrevivencia.

Palabras clave: Acuicultura, Camarón blanco, minerales, Silicato, Magnesio,

Abstract

Oceanic areas and is capable of surviving in a wide variety of salinities, due to these characteristics it is considered an attractive species to grow in low salinity waters. Shrimp in their natural habitat feeds especially on diatoms and zooplankton. Magnesium Silicate ($MgSiO_4$) fulfills a growth promoting function of diatom algae generally associated with the Bacillariophyceae class, constituting an essential nutrient for the formation of the cell wall which is known as a frustule. In this way, the addition of this compound leads to good availability of algae with a higher nutritional value, thus favoring the growth and development of shrimp in the larval, maturation and fattening stage. In continental water crops, deficiencies arise in the ionic profile of low-salinity waters, with magnesium (Mg^{2+}) being an essential ion since its absence is related to limited growth and shrimp survival.

In the company Acuicultivo los Gallitos S.A located in Repelón, Atlántico, the evaluation of Magnesium Silicate ($MgSiO_4$) was carried out in cultivation of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at low salinity. The evaluations were carried out in four pools identified as P5, P6, P7, P8. It was collected and analyzed by means of the student t test using the Excel version 2010 program. For the variables Weekly weight gain (GPS), final biomass, survival, and feed conversion factor (FCA), significant differences were observed ($p < 0,05$). This inclusion of magnesium silicate generates less survival for individuals, however, there is greater efficiency in food conversion, for the producers of the company acuocultivo los gallitos S.A.

Key words: Shrimp, minerals, silicate, magnesium, aquaculture.

Introducción

Durante los últimos años la acuicultura se ha fortalecido principalmente por la tendencia al consumo de alimento con bajo contenido de grasas saturadas (Valverde y Alfaro, 2013, p. 8). Dentro de las actividades de la acuicultura se encuentra la camaronicultura, la cual ha tenido un aumento considerable, puesto que la producción mundial de camarón de piscifactoría alcanzó 4 millones de toneladas en el año 2018 teniendo un aumento de 3-5 % con respecto al 2017 (FAO, 2019). En Colombia, en el año 2018, la producción de camarón alcanzó las 5.307 toneladas aumentando un 21 % comparado con el año 2017, logrando su cuarto año consecutivo en ascenso, ya que desde el año 2015 la industria arroja números positivos (González 2019, p. 21). No obstante, aunque las cifras son positivas, son distantes a las cifras arrojadas hace una década, cuando la producción de camarón llegaba a las 12.500 toneladas en el año 2009 y 2010 (González 2019, p. 22). Sin embargo, esta actividad se ha visto afectada por enfermedades causadas por virus, por ello, Quiñonez et al (2010, p. 11) afirmaron que: ‘Una alternativa para aminorar el impacto de estas enfermedades infecciosas es el cultivo de camarón con agua subterránea de baja salinidad. Otra alternativa es la optimización de la producción primaria a través del alimento vivo, ya que induce el comportamiento cazador del camarón. En el proceso de producción se justifica el empleo del alimento vivo dado a sus bajos efectos negativos sobre la calidad del agua’. Por otra parte, el Silicato de Magnesio natural, es obtenido de la trituración y molienda de rocas serpentinas y su inclusión ha demostrado tener beneficios para el cultivo de camarón ya que promueve la proliferación de algas diatomeas presentes en el medio de cultivo pudiendo alcanzar mayor ganancia de peso durante el ciclo del cultivo (Boyd, 2019. P. 17). Al incrementarse la biomasa de diatomeas, se presenta mejor aprovechamiento biológico del CO₂,

las diatomeas exhalan menos oxígeno con altos niveles de CO₂ (Gwenn 2019, p. 7). Sin embargo, se desconoce con exactitud el impacto que pueda tener la baja salinidad y el uso de Silicato de Magnesio en el cultivo de camarón blanco por ello, el propósito de este trabajo fue evaluar el uso de Silicato de Magnesio en cultivo extensivo de camarón blanco a baja salinidad.

Planteamiento del problema

Una de las problemáticas dentro del cultivo de camarón es la ausencia de planificación e implementación de un protocolo ajustado a las condiciones de la granja, teniendo afectaciones en el crecimiento esperado (Rodríguez, 2015, p. 5). Por ende, el cultivo de camarones se ve afectado principalmente por la presencia de agentes infecciosos lo que podría ocasionar pérdidas millonarias en la cadena productiva (Rendón & Balcázar, 2016, p. 6).

Esta producción es atractiva debido al precio de venta, debido a que las exportaciones cumplieron dos años en alza teniendo para el año 2018 US\$26,5 millones (González, 2015, p. 6). Por otra parte, el manejo del cultivo de camarón en Colombia, se ha llevado de forma tradicional, es decir, la utilización de concentrados comerciales con la ayuda de una tabla de alimentación la cual está ajustada a una medida de ración que va acorde con el peso promedio y biomasa de cada estanque (Rodríguez, 2015, p.7; Bravo & Santos, 2019, p. 12). Sin embargo, se desconoce la importancia de la productividad primaria, debido a que la cadena de alimentos en los estanques destinados a la acuicultura extensiva de camarón se inicia con el fitoplancton, formando parte de la dieta natural del camarón, sostenimiento y crecimiento de zooplancton y demás organismos de la biota acuática (Guillazaca & Ramiro, 2017, p. 8). En los cultivos de camarón a baja salinidad se ha evidenciado la disminución de microorganismos patógenos que pueden afectar el crecimiento y desarrollo del camarón blanco. Sin embargo existen pocos reportes sobre la utilización de silicato de magnesio para mejorar la productividad primaria y cómo éste podría beneficiar al cultivo de camarón en condiciones de baja salinidad.

Justificación

Los costos totales de producción pueden representar un 50 %, (Molina, 2009, p. 27) esto dado por los altos costos de la harina de pescado como fuente de proteína en los alimentos comerciales (Nunes *et al.*, 2006, p. 14). Sumado a esto, en Colombia encontramos de manera intermitente disponibilidad de alimento concentrado para el cultivo de camarón, ofreciendo alimento no específico en algunos momentos de la producción, llevando a niveles bajos de consumo, dando como resultado la descomposición de los alimentos, la lixiviación de nutrientes y el deterioro de la calidad del agua en los estanques afectando negativamente el crecimiento de los camarones (Jescovitch *et al.*, 2018, p. 65).

Por lo anterior, surge la necesidad de optimizar la productividad primaria, (Palacios & Nicolás, 2016) la cual incluye la utilización de alimento vivo en el cultivo de camarón favorecida por la aplicación de Silicato de Magnesio. El Silicio, es el componente principal del exo y endoesqueleto de algunos organismos multicelulares marinos (Romualdo *et al.*, 2019, p. 31), como las esponjas marinas, así como organismos unicelulares como las microalgas (Wang *et al.*, 2014, p. 15), las cuales están involucradas en el ciclo de nutrientes y la conducción de energía en sistemas acuáticos, pueden reparar el CO₂ de manera eficiente de los gases de escape industriales, contribuyendo a la mitigación del CO₂, el gas de efecto invernadero más prominente (Qiu *et al.*, 2017, p. 7).

El cultivo de microalgas también ha sido estudiado como alternativa a efluentes secundarios, debido a la alta capacidad de eliminación de nutrientes como nitrógeno y fosforo que ocasionan eutrofización; representando de este modo un complemento ecológicamente más seguro, a menor costo e incorporando beneficios de recuperación y reciclaje de recursos (Beltran

et al., 2017, p. 20) razón por la cual, la utilización de este compuesto podría optimizar la producción de alimento vivo como las microalgas y se contribuye a una producción amigable con el ambiente; dentro de la aplicación de microalgas se tienen en cuenta además, elementos primarios como el nitrógeno, el cual es el nutriente más importante para ellas (después del carbono) y se incorpora como nitrato (NO_3^-) o como amonio (NH_4^+) al igual que el fósforo en procesos celulares, para la formación de ácidos nucleicos y transferencia de energía (Grobbelaar 2004, p. 10). Sin embargo, se ha demostrado que la falta de una mezcla necesaria de iones esenciales, incluidos el potasio (K^+) y el magnesio (Mg^{+2}), limita el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones (Saoud et al., 2003, p.16).

Por su parte, el Magnesio juega un papel en el metabolismo normal de los lípidos, proteínas y carbohidratos que sirven como cofactor en una gran cantidad de reacciones enzimáticas y metabólicas (Casas et al., 2006, p. 14). En efecto, con la aplicación de estos minerales se podrían tener ventajas en el cultivo de camarón ya que se promueve la producción de alimento vivo como las microalgas que puedan incrementar la ganancia de peso, sobrevivencia y el incremento en biomasa del cultivo.

Por todo lo mencionado anteriormente, el presente trabajo se realizó en condiciones de baja salinidad, con el fin de mitigar el impacto de organismos infecciosos dentro del sistema de producción.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de Silicato de Magnesio ($MgSiO_4$) en Cultivo extensivo de Camarón blanco *Penaeus Vannamei* a baja salinidad.

Objetivos específicos

- Aplicar un sistema de diagnóstico inicial para determinar los problemas de cultivo de camarones de la empresa Acuicultura los gallitos S.A
- Relacionar los parámetros productivos con la aplicación de Silicato de Magnesio.
- Analizar costos de producción mediante las herramientas de evaluación de proyectos.

Marco referencial

El cultivo de camarones y peces marinos en aguas de baja salinidad es una práctica común en muchos países de todo el mundo, incluidos China, Tailandia, Vietnam, Ecuador, Brasil, México, Estados Unidos (Paucar et al., 2018, p. 7). El Camarón blanco del pacífico (*P. Vannamei*) tolera un amplio rango de salinidad de 1 a 50 ppm (García et al., 2016, p. 4), se dice, que con una salinidad adecuada, el calcio, el potasio y el magnesio son los principales iones para la sobrevivencia de los camarones (Araneda et al., 2008, p. 13). Este Camarón se distribuye naturalmente en la costa del Pacífico de las Américas desde el norte de México hasta el norte de Perú y se ha convertido en una de las principales especies cultivadas en el hemisferio oriental (Figueredo et al., 2018, p. 10). Recientemente, el cultivo de *P. Vannamei*, se ha convertido en una alternativa prometedora en la mayoría de las partes del mundo debido a su capacidad para crecer en aguas interiores de baja salinidad y generar importantes rendimientos económicos (Celi et al., 2019, p. 18).

Generalidades de la Camaronicultura

En los últimos años, la producción mundial de camarón ha estado liderada por los países del Continente asiático. Teniendo en primer lugar a China, seguido por Indonesia, Tailandia e India (FAO, 2018).

Mientras tanto, en la actualidad la producción de camarón en Colombia se desarrolla en ambos litorales, donde hay 1.500 hectáreas de cultivo de camarón activas en el país comprendido en los departamentos de Atlántico, Bolívar y Sucre en donde se produce el 90% y el 10%

restante en Nariño. No obstante, el 83% de la producción proviene de cultivo (camaronicultura) y el 17% de pesca. (Agronegocios, 2018). La camaronicultura ha sufrido crisis gracias a la aparición de enfermedades, ocasionando la quiebra de las empresas, seguido de esto el peso tuvo una devaluación frente al dólar impactando negativamente el bajo precio del camarón en el mercado.

A partir del año 2013, la industria se empezó a recuperar dado que el mercado chino pasó de ser exportador a ser importador debido a su incremento de consumo interno, mejorando los precios de mercado. En los últimos tres años el incremento del sector ha sido sostenido debido a la reactivación de áreas de cultivo según cifras del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural señalan que la producción se ha mantenido en promedio en las 5.000 toneladas anuales (Semana, 2020).

Taxonomía

Los camarones taxonómicamente se ubican en el *Phylum Artrópoda* (Tabla 1) por poseer patas articuladas, dentro de la clase crustáceo debido a que tienen caparazón externo o exoesqueleto y al orden Decápoda porque tienen cinco pares de patas caminadoras (Camacho, 1996).

Tabla 1. Taxonomía del Camarón

Phylum	Arthropoda
Clase	Crustacea
Sub-clase	Eumalacostraca
Orden	Decapoda
Sub-orden	Natantia
Súper Familia	Penaeoidea

Familia	Penaeidae
Genero	Litopenaeus
Sinonimia	Litopenaeus vannamei

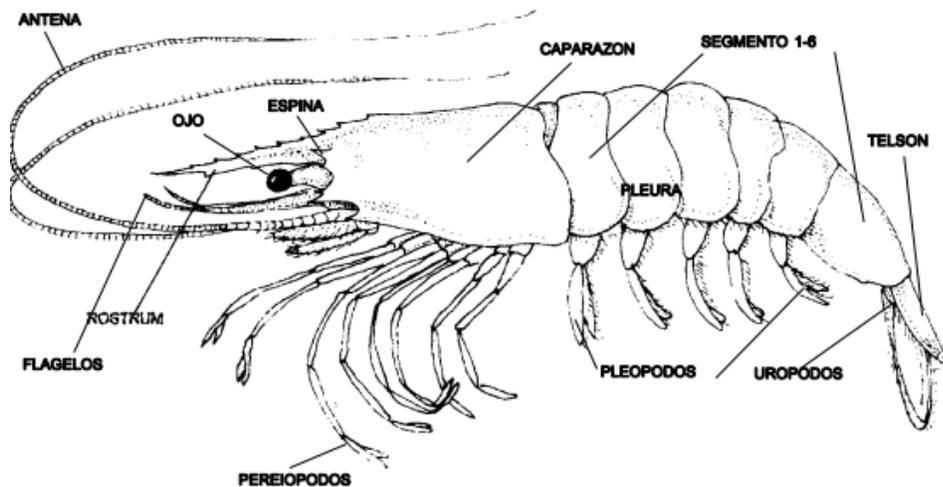
Adaptado de: Camacho, 1996

Biología del camarón

Los camarones son organismos mandibulados con apéndices birrámeos articulados, con dos pares de antenas, branquias, caparazón y son de hábitos acuáticos. Los camarones poseen un gran potencial reproductivo. Las hembras pueden desovar hasta un millón de huevos (Factor 1995).

El cuerpo del camarón está dividido en dos partes (Imagen 1), el cefalotorax o cabeza, y el abdomen o cola, el cual a su vez se encuentra subdividido en seis segmentos.

Imagen 1. Biología del camarón.



Fuente: Factor, 1995

Los crustáceos son un grupo muy diverso de artrópodos con una amplia variedad de mecanismos de alimentación. En los primeros estadios todos los grupos son filtradores, siendo la

filtración la forma principal de alimentación en los estadios larvales (Guillazaca & Ramiro, 2017, p. 45).

Sistemas de Cultivo

En la camaronicultura se encuentran varios sistemas de producción adaptados a disponibilidad, calidad de agua y disponibilidad de tierra. El volumen de producción depende las densidades de cultivo en las piscinas y del manejo, desde la perspectiva de los niveles de densidad y producción los sistemas de cultivo pueden clasificarse en extensivos, semi-intensivos e intensivos (Diéguez, 2019, p. 24).

Cultivo Extensivo

El cultivo extensivo de camarón es una modalidad que se utiliza desde los orígenes de la actividad, por la facilidad que representa su manejo. Los sistemas extensivos utilizan densidades de siembra menores a 10 camarones/m², no se requiere de una tecnología sofisticada, los niveles de alimentación son bajos y generalmente se utilizan en estanques de grandes extensiones como resultado de este cultivo se obtienen rendimientos de 100 kg/ha a 500 kg/ha. (Hernández *et al.*, 2017, p. 33).

Cultivo Semi-intensivo

Esta tecnología es la más utilizada y es caracterizada porque sus densidades de siembran van de 10 camarones/m² a 30 camarones/m². La alimentación con balanceados y el recambio de agua se incrementan y es indispensable un manejo técnico apropiado para obtener rendimientos óptimos. El recambio de agua en estos sistemas se realiza mediante bombeo y los rendimientos en producción se encuentran entre 500 kg/ha y 1.800 kg/ha (Rojas & Ariana, 2018, p. 37).

Cultivo intensivo

El cultivo intensivo de uso más difundido a nivel mundial es el que tiene como base el modelo taiwanés. Se fundamenta en el manejo de estaques de pequeñas dimensiones, crianza a altas densidades, uso de fertilizantes alimentos balanceados y aireación. Las densidades de siembra van desde 30 camarones/m² a 300 camarones/m² permitiendo producciones de 2.000 kg/ha a 18.000 kg/ha. (Muñoz *et al.*, 2019, p. 22).

Propiedades

El camarón es un alimento con alto contenido de yodo, vitamina B12, colesterol, vitamina E, selenio, proteínas y agua. El resto de nutrientes presentes en este alimento, según su relevancia son: fosforo, potasio, zinc, calcio, sodio, magnesio, vitamina B13, hierro, vitaminas B9, vitamina B, vitamina B6, ácidos grasos poliinsaturados. Contiene altos contenidos de Vitamina D, esencial para unos huesos, piel y dientes. Al igual que otros mariscos, los camarones son una fuente importante de omega-3, ácido graso relacionado con beneficios en la salud cardiovascular (D'Alessandro & Collins, 2020, p. 31).

Es más bajo en grasa y calorías que la carne de res, el pollo o el cerdo. Teniendo que una porción de 3 onzas contiene 80 calorías, 1 gramo de grasas totales, y no posee grasa saturada y 18 gramos de proteínas. Su índice de colesterol es igual al del pollo sin piel (D'Alessandro & Collins, 2020, p. 19).

Su color, varía desde amarillo pálido, pasando por anaranjado, hasta rojo oscuro, se encuentra directamente relacionado a su estructura: Los enlaces dobles carbono-carbono interactúan entre sí en un proceso llamado conjugación (Inforural, 2014).

Productividad primaria

En sistemas acuáticos la productividad primaria hace referencia a bacterias autótrofas y heterótrofas, fitoplancton, macro algas y micro algas (Rosas & Carrillo, 2006, p. 20). Figueroa & Uribe, (2017, p. 11) afirman que el alimento vivo en acuicultura, son todos aquellos organismos de origen animal o vegetal que presentan características, tales como cuerpo blando, tamaño adecuado, movimiento, alta disponibilidad, gran abundancia, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto, alto valor nutritivo y fácil digestión.

De estos organismos, los más importante en cuanto a biomasa en los estanques de cultivo de camarón, son el fitoplancton, aunque las bacterias pueden llegar a constituir un aporte significativo (Rosas & Carrillo, 2006, p. 23). Para promover el crecimiento de la productividad primaria natural en el medio acuático existen mecanismos como la fertilización, ya que aporta los nutrientes esenciales que permiten satisfacer los requerimientos del fitoplancton y propiciar el establecimiento de los niveles tróficos subsecuentes de la red alimenticia. De esta forma, los organismos en cultivo pueden tener otras fuentes alternativas de alimento con lo que se puede disminuir la utilización de alimentos industrializados y abatir los costos de producción (Arias, 2019, p. 16).

Microalgas

Las micro algas son fuentes ricas en vitaminas, aminoácidos esenciales, minerales, ácidos grasos esenciales y pigmentos carotenoides para animales acuáticos (Fuentes, 2016, p. 26). En las pruebas de alimentación con peces, se ha encontrado que muchos tipos de micro algas aumentan el crecimiento, la utilización de alimentos, la actividad fisiológica, la respuesta al estrés, la tolerancia al hambre, la resistencia a las enfermedades y la calidad de la carcasa

(Galarza, 2019, p. 17) Las algas requieren macronutrientes como C, N, P, Si y micronutrientes como Fe, Mg, Ca, K, Mn, Cu y Co para su crecimiento y su deficiencia puede resultar en un crecimiento obstaculizado (Christenson y Sims, 2011, p. 62).

Las diatomeas son algas beneficiosas en los estanques para camarones ya que forman grandes agregados de flóculos que podrían ser ingeridos por los camarones. Las diatomeas están muy extendidas y se estima que contribuyen hasta el 45% de la producción primaria oceánica total. (Macias *et al.*, 2018, p. 41).

Las primeras etapas del desarrollo de las larvas de camarones requieren una dieta equilibrada que pueden proporcionar las microalgas, estas contribuyen positivamente a su sobrevivencia, crecimiento, desarrollo y a mantener una buena calidad del agua (FAO, 2007). El camarón se alimenta completamente de micro algas en su segunda etapa de desarrollo larval y en combinación con el zooplancton en su tercera etapa (Macias *et al.*, 2018, p. 10).

Las algas diatomeas son muy diversas con una estimación de más de > 100,000 especies (Mann y Vanormelingen, 2013). Pueden producir cantidades de lípidos y biomasa similares o mayores que otras algas (Hildebrand *et al.*, 2012). Pueden utilizar nitrato, fosfato, hierro, cobre, molibdeno y sílice, y son útiles para la biorremediación de una serie de metales pesados (Tiwari y Marella, 2019). Las diatomeas son organismos unicelulares simples con una gran vacuola envuelta por una cubierta de sílice (Sun *et al.*, 2017, p. 15).

La característica más significativa de las diatomeas, a diferencia de otras especies de algas, es su requerimiento absoluto de sílice; por lo tanto, las diatomeas se pueden cultivar incluso en estanques abiertos agregando sílice como nutriente para desencadenar su crecimiento (Kiran *et al.*, 2016, p. 38)

Los bordes de las dos válvulas de diatomeas son las bandas de cintura que permiten el crecimiento unidireccional en la etapa vegetativa. Las diatomeas utilizan silicio de la naturaleza y lo acumulan en su pared celular. Durante la formación de las paredes celulares, el silicio se absorbe del medio ambiente en concentraciones muy bajas y se transporta como ácido silícico a través de transportadores de ácido de sílice (SIT) a través de la membrana (Jézéquel *et al.*, 2000, p. 43).

Las diatomeas son los mayores contribuyentes del mundo a la biosilicificación y son uno de los principales contribuyentes a la fijación global de carbono. El silicio es un nutriente limitante importante para el crecimiento de diatomeas y, por lo tanto, es un factor de control en la productividad primaria. Debido a que nuestra comprensión del metabolismo celular del silicio es limitada, no conocemos completamente los factores intracelulares que pueden afectar la productividad de la diatomea. El metabolismo de la diatomea silicio difiere del de otros nutrientes limitantes importantes como el nitrógeno y el fósforo, que están estrechamente relacionados con el metabolismo fotosintético. La silicificación de la pared celular y el transporte de ácido silícico están estrechamente acoplados al ciclo celular, lo que resulta en una dependencia del grado de silicio en la tasa de crecimiento. La disolución de sílice es una parte importante del metabolismo de silicio celular de diatomeas, porque la disolución debe evitarse en la célula viva, y porque gran parte de la materia prima para la mineralización en ensamblajes naturales se suministra mediante la disolución de las células muertas. Quizás una de las razones del éxito ecológico de las diatomeas se deba al uso de una pared celular silicificada, que se ha calculado para impartir un ahorro sustancial de energía a los organismos que las tienen. Sin embargo, el crecimiento de las diatomeas y otros organismos silíceos ha agotado los océanos de silicio, de modo que la disponibilidad de silicio es ahora un factor importante en el control de la

productividad primaria (Jezequel *et al.*, 2000, p. 25). Debido a la importancia de las diatomeas en la productividad oceánica, el silicio es un nutriente importante de algas en el agua de mar. (Hildebrand *et al.*, 1998, p. 18).

Minerales

Se encuentran aproximadamente 20 minerales inorgánicos reconocidos que realizan funciones esenciales en el camarón. Los minerales que se requieren en grandes cantidades se denominan macro minerales en los que se encuentran calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio, cloro y azufre. Los que se requieren en pocas cantidades se denominan micro minerales en los que se encuentran el hierro, cobre, zinc, manganeso, cobalto, selenio y yodo (Garzón, 2019, p. 19).

Los minerales son componentes del exoesqueleto y trabajan en conjunto para el equilibrio de la presión osmótica, como constituyentes estructurales de los tejidos, y para transmisión de impulsos nerviosos y contracciones musculares (Figuroa, 2018, p. 24). Los minerales sirven como componentes esenciales de enzimas, vitaminas, hormonas y pigmentos, y son cofactores metabólicos, catalizadores y activadores enzimáticos. Como con la mayoría de los animales acuáticos, los camarones pueden absorber o excretar minerales. Directamente desde el medio ambiente acuático a través de las branquias y las superficies del cuerpo. Por lo tanto, el requerimiento dietético de minerales depende en gran medida de la concentración mineral del ambiente acuático en el que se encuentra el camarón siendo cultivado (Casals, 2018, p. 52).

Silicio

El silicio es el compuesto más abundante en la corteza terrestre, solo una pequeña parte puede aplicarse directamente o después del refinado. En la naturaleza, las sílices se pueden encontrar en plantas terrestres superiores por ejemplo los pastos, pero solo el ambiente acuático

suministra estructuras que son de interés potencial. El silicio juega un papel importante en la formación de las paredes celulares en las diatomeas, las diatomeas representan más del 40% de la producción primaria marina (Ambrust, 2009, p. 34), lo que contribuye a una biomasa considerable en el ecosistema marino. Las diatomeas, son algas fotosintéticas unicelulares encerradas en un esqueleto silíceo externo llamado frústula. Se encuentran, ampliamente extendidas en ambientes marinos y de agua dulce, además constituyen. Un importante reservorio de carbono orgánico que proporciona más de una cuarta parte de la producción primaria en la tierra. Se sabe que las diatomeas exhiben una fuerte afinidad por una amplia gama de oligoelementos disueltos. Como resultado, ejercen un fuerte control sobre la transferencia de metales pesados lo largo de la columna de agua hasta los sedimentos, regulando así la concentración de iones metálicos disueltos. Esta capacidad de unión de las superficies de diatomeas y sus frústulas también se puede utilizar para diversas aplicaciones tecnológicas, por ejemplo, para eliminar metales tóxicos de ambientes contaminados (Volesky y Holan 1995, Csogor et al 1999, p. 75).

Magnesio

La distribución del magnesio es principalmente en el exoesqueleto. El magnesio se encuentra en muchas enzimas y es esencial para varios procesos enzimáticos, incluyendo proteínas, lípidos y metabolismo de carbohidratos, funciones musculares y nerviosas, y osmorregulación (Figuroa, 2018, p. 19)

Los iones de calcio y magnesio, como los dos principales iones inorgánicos disueltos en aguas naturales, se han estudiado intensamente, en particular con respecto a sus funciones fisiológicas en los organismos vivos. El Mg^{2+} es el ion metálico esencial en la molécula de clorofila y afecta el crecimiento del fitoplancton (Kirinov *et al.*, 2017, p. 26).

Herramientas de evaluación de proyectos

Antes y durante un proyecto se suelen hacer estudios iniciales o previos donde se evalúa la viabilidad del mismo. Durante la planificación estratégica se utilizan varias herramientas para poder analizar con más detalles los beneficios y riesgos del proyecto, entre otras variables. Uno de los más utilizados es el **análisis DAFO** y la matriz de vester principalmente (Jiménez *et al.*, 2019, p. 11).

Las herramientas de evaluación de proyectos permiten analizar los puntos más relevantes de un proyecto con el fin de determinar su viabilidad y relevancia, este concepto implica la recolección de dato de manera continua, seguimiento y control para evaluar la evolución del proyecto (Méndez, 2016, p. 8).

¿Qué es un proyecto?

Es el conjunto de actividades coordinadas que busca cumplir un objetivo, está relacionado de acuerdo al ámbito de desarrollo y determinar qué tipo de proyecto se va a realizar, ya que existen proyectos de inversión social, proyecto de investigación y proyecto de inversión privada (De Jesús, 2017, p.14).

¿Qué son costos?

Lo costos son una inversión monetaria en la producción de un bien, servicio o producto, el cual cuenta con tres elementos, materia prima, mano de obra y costos generales de la producción. Una vez determinado el costo de producción se define el precio de venta al público (Chiliquinga & Vallejos, 2017, p. 27).

Precio de venta

El precio de venta consiste en un valor monetario que determina el costo que tiene en el mercado un producto o servicio, el cual suma los costos totales más el beneficio económico obtenido del producto (Chiliquinga & Vallejos, 2017).

Estructura de costos

La estructura de costos, es la proporción de cada factor que representa del costo total o unitario. Desde el punto de vista de la teoría de la producción se estudia la participación de los costes fijos y variables en los costes totales (Rodríguez, 2015, p. 22). Para lo cual, Núñez (2017, p. 14) afirma que la alimentación de los animales en los sistemas de producción pecuaria representa alrededor del 60 al 70% del costo de producción, lo que evidencia la necesidad de trabajar en su optimización.

Margen de contribución

El margen de contribución es la diferencia entre el valor que se obtiene como ingreso por la prestación de un servicio o producto y su costo variable, es decir, cuánto aporta cada uno de los servicios o productos para cubrir costos fijos y generar algún superávit que podrá ser destinado a atender a más personas y/o generar más o nuevos servicios (Castellanos & Rodríguez, 2011, p. 10).

Costos de producción

Para los costos de producción en la alimentación, se utilizó algunas herramientas de evaluación de proyectos como: Estructura de costos, precio de venta, margen de contribución.

Estructura de costos

Según las recomendaciones de Alfredo & Guillermo (2006, p. 25) para la estructura de costos se realizó la lista de materias primas a utilizar según la etapa productiva del animal, posterior a esto se tuvo en cuenta la cantidad de alimento a suministrar según la cantidad de animales y el precio/Kg de cada materia prima para la cantidad de animales/piscina.

Margen de contribución Según las recomendaciones de Castellanos & Rodríguez (2011, p. 16) se realizó el siguiente cálculo: $MCU = \frac{PV - CT}{PV} \times 100$

Dónde PV; precio de venta., CT costo total.

Matriz de Vester

La matriz de Vester es una técnica que fue desarrollada por el alemán Frederic Vester y es aplicada para la identificación y determinación de causas y consecuencias en una situación problemática, es un instrumento de planificación en un formato de doble entrada, donde se ubican problemas identificados previamente, para luego establecer el nivel de causalidad entre ellos a criterio del investigador (Ramírez & Tovar, 2013, p. 46).

La matriz de vester clasifica los problemas en críticos, pasivos, indiferentes y activos, reportados en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de problemáticas según matriz de Vester.

<p style="text-align: center;">Cuadrante 2. Pasivos</p> <p style="text-align: center;">Problemas de total pasivo alto y total activo bajo.</p> <p>Se entienden como problemas sin gran influencia causal sobre los demás pero que son causados por la mayoría.</p> <p>Se utilizan como indicadores de cambio y de eficiencia de la intervención de problemas activos.</p>	<p style="text-align: center;">Cuadrante 1: Críticos.</p> <p style="text-align: center;">Problemas de total activo total pasivo altos.</p> <p>Se entienden como problemas de gran causalidad que a su vez son causados por la mayoría de los demás.</p> <p>Requieren gran cuidado en su análisis y manejo ya que de su intervención dependen en gran medida lo resultados finales</p>
<p style="text-align: center;">Cuadrante 3: Indiferentes.</p> <p style="text-align: center;">Problemas de total activos y total pasivos bajos.</p> <p>Son problemas de baja influencia causal además, que no son causados por la mayoría de los demás.</p> <p>Son problemas de baja prioridad dentro del sistema analizado.</p>	<p style="text-align: center;">Cuadrante 4: Activos</p> <p style="text-align: center;">Problemas de total de activos alto y total pasivo bajo.</p> <p>Son problemas de alta influencia sobre la mayoría de los restantes pero que no son causados por otros.</p> <p>Son problemas claves ya que son causa primaria del problema central y por ende requieren atención y manejo crucial.</p>

Fuente: Adaptado de Ramírez & Tovar (2013).

Materiales y métodos

Localización

El trabajo fue desarrollado entre los meses de marzo y agosto del año 2019 en la empresa Acuicultivo los gallitos S.A (Figura 1) en el municipio de Repelón al suroccidente del departamento del Atlántico. Limita al norte con el municipio Luruaco, al sur: con los municipios de Soplaviento y San Estanislao, en el departamento de Bolívar, al oriente, con los municipios de Sabanalarga y Manatí y al occidente, con los municipios de Villanueva y Clemencia en el departamento de Bolívar (Alcaldía de Repelón, 2020). La empresa Acuicultivo los Gallitos S.A se encuentra a una altitud de 9 m.s.n.m, temperatura media de 27°, viento de 5 km/h y humedad del 90%. Posee las coordenadas 10°31'17.0"N 75°05'39.4"W; cuenta con 20 hectáreas en las que alberga 9 estanques, de un promedio de 1.5 hectáreas, no obstante posee estanque de reservorio y laguna de oxidación.

Figura 1. Ubicación geográfica de la empresa Acuicultivo los gallitos S.A



Fuente: El autor. Mon Chéri

Diagnóstico inicial.

Para el diagnóstico inicial se utilizó la matriz de Vester, se realizó la identificación de principales problemas encontrados, mediante una lista de chequeo, adaptada a la producción de camarones y posteriormente se realizó un consenso teniendo en cuenta los problemas más relevantes para incluirlos en la matriz de Vester, donde fueron clasificados en problemas activos, críticos, pasivos y finalmente indiferentes, teniendo en cuenta la ponderación asignada, donde:

No es causa: 0

Es causa indirecta: 1

Es causa medianamente directa: 2

Es causa directa: 3

Parámetros productivos en relación a la aplicación de silicato de magnesio.

El programa de alimentación se llevó a cabo utilizando alimento comercial. Desde la siembra hasta el día 30 se utilizó un alimento balanceado (Nicovita) para iniciación; a partir del día 31 hasta que alcanzaron un peso promedio de 10 gramos se empleó un alimento balanceado Italcol Camarón y finalmente, luego de los 10 gramos hasta la cosecha, se finalizó con alimento comercial Contegral Trucha 40. Cabe resaltar que este programa de alimentación se cumplió acorde a la disponibilidad de concentrados comerciales en la región.

Los muestreos se deben realizar desde que los camarones alcanzan los dos primeros gramos de peso promedio hasta su cosecha, con atarraya de abertura de malla de $\frac{1}{4}$ de pulgada. Se realizó muestreo para estimar sobrevivencia, peso promedio y factor de conversión

alimenticia (FCA). Para lo cual se realizaron 10 lances de atarraya en cada piscina, contando en el número de camarones sacados por lance y promediando por número de lances. El número de animales se dividió sobre el área de la atarraya, calculando así el número de animales por metro cuadrado, finalmente el resultado se multiplicó por el área de la piscina obteniendo de esta forma el número total de animales en promedio de la piscina. El peso promedio obtenido y el número de animales en el estanque mostraron la biomasa que se encuentra en la piscina.

Para el cálculo de los parámetros se tuvieron en cuenta las recomendaciones dadas por Carvajal (2014, p. 39):

5.1.1. Peso promedio

$$\text{Peso Promedio} = \frac{\text{Peso total de los animales}}{\# \text{ Total de animales}}$$

5.1.2. Biomasa

$$\text{Biomasa Final} = \text{Peso Promedio} * \text{Numero de animales Cosechados}$$

5.1.3. Ganancia diaria de peso

$$\text{Ganancia diaria de peso} = \frac{\text{Peso Promedio Final} - \text{Peso Promedio Inicial}}{7}$$

5.1.4. Factor de conversión alimenticia

$$F.C.A = \frac{\text{Alimento Suministrado}}{\text{Peso Promedio}}$$

5.1.5. Sobrevivencia.

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \frac{(\# \text{ Animales Sembrados} * 100)}{\# \text{ Animales Cosechados}}$$

La aplicación de silicato de magnesio se realizó de acuerdo a las recomendaciones dadas por Acevedo (2007, p. 21). Luego de la preparación del estanque (arado, encalado) se realizó la aplicación del producto de manera homogénea por toda la piscina en una cantidad de 125 kg por

hectárea, a partir del día 42 se procedió aplicar nuevamente en una cantidad de 25 kilogramos por hectárea todas las semanas hasta su cosecha.

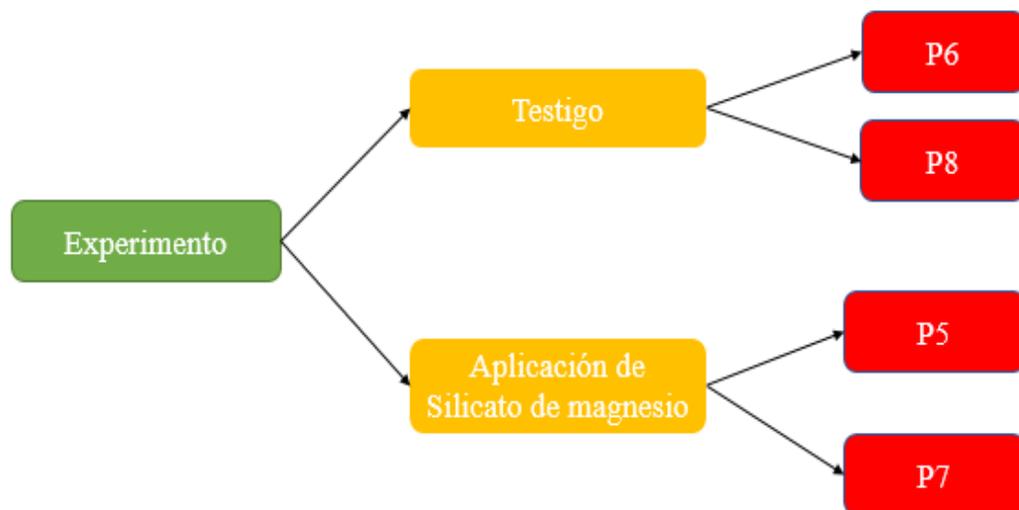
Diseño experimental.

Los datos corresponden a parámetros productivos de camarón blanco hasta completar el peso de 14g (Figura 2) El diseño fue completamente al azar bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde Y_{ij} : observaciones de la variable dependiente correspondiente al individuo (camarón) j sometido al tratamiento (aplicación de silicato de magnesio) μ : media general; T_i : efecto del i ésimo tratamiento; ε_{ij} : error experimental.

Figura 2. Diseño experimental



Fuente: El autor

Las evaluaciones de silicato de magnesio se llevaron a cabo en las piscinas P5 y P7, bajo las condiciones presentadas en la tabla 3.

Tabla 3. Condiciones del cultivo de camarón blanco.

	PISCINA P5	PISCINA P6	PISCINA P7	PISCINA P8
Cantidad de la siembra (larvas)	330.000	400.000	336.000	400.000
Área de la piscina	11.000 m ²	12.000 m ²	11.600 m ²	12.000 m ²
Densidad de siembra	30 larvas/m ²	33,3 Larvas/m ²	28.97 larvas/m ²	33.3 larvas/m ²
Tipo de estanque	Estanque sobre suelo sin cubierta			
Salinidad	2 ppm	2 ppm	2 ppm	2 ppm
Aplicación Silicato de Magnesio (MgSiO ₄)	SI	NO	SI	NO

Fuente: El autor

De acuerdo al diseño experimental, se establece la siguiente hipótesis nula:

Ho: La adición de silicato de magnesio al cultivo extensivo de Camarón blanco está asociada a una mejoría en los parámetros productivos.

Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se empleó estadística descriptiva y se utilizó la prueba t student para identificar diferencias entre muestras independientes con una probabilidad de 0,05 utilizando el programa de Excel versión 2010.

Resultados y discusión.

Diagnóstico inicial.

¿

Se realizó lista de chequeo para identificación de problemas dentro de cultivo presentada en la tabla 4.

Tabla 4. Lista de chequeo.

Nombre de la producción		
Fecha		
Productor		
Ubicación		
Parámetros	Cumple	
	SI	NO
Vías de acceso para transporte de producto.		
Suministro de alimento adecuado.		
Disponibilidad de concentrado en la zona.		
Presencia de Pediluvios a la entrada del predio.		
Limpieza y desinfección en áreas de trabajo.		
La bodega de almacenamiento se encuentra en óptimas condiciones de limpieza.		
Disponibilidad de semilla para la siembra.		
Mano de obra calificada.		
Suministro eficiente de energía eléctrica.		
Respaldo de energía en caso de carencia de suministro energético.		
Manejo de depredadores en estanques de		

cultivo.		
Los sistemas de evacuación de aguas residuales se encuentran en buen estado de funcionamiento.		
Los sistemas de entrada de aguas se encuentran en buen estado de funcionamiento.		
Equipos de medición y monitoreo de parámetros fisicoquímicos del agua.		

Fuente: El autor

Teniendo en cuenta la lista de chequeo se identificaron los siguientes problemas:

- P1. Insuficiencia de alimento concentrado específico para camarón.
- P2. Deficiencia en bioseguridad
- P3. Altos costos de concentrado comercial.
- P4. Fluctuación de servicio de energía eléctrica
- P5. Carencia en la adquisición y disponibilidad de larvas.
- P6. Aclimatación de larva en granja.
- P7. Carencia equipos de medición de parámetros fisicoquímicos.
- P8. Carencia de equipos de laboratorio (microscopio y estereoscopio).
- P9. Presencia de depredadores en estanques.
- P10. Sistema de recambio abierto.
- P11. Dependencia de agua de la canal de riego (bombeo desde embalse el guajaro).

Ya determinando los problemas se procede a calificar las variables

Tabla 5. Calificación Matriz Vester.

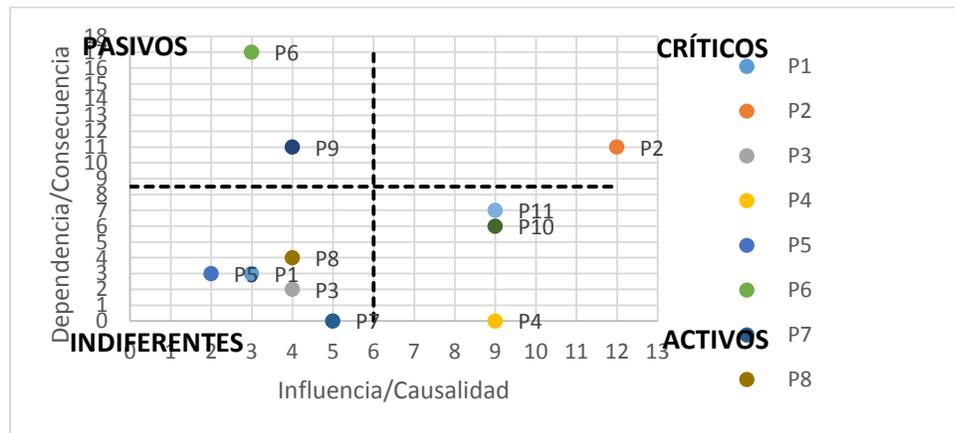
Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	INFLUENCIA
P1	Insuficiencia de alimento concentrado específico para camarón.	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0	3
P2	Deficiencia en bioseguridad	0	0	0	0	0	3	0	1	3	3	2	12
P3	Altos costos de concentrado comercial.	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
P4	Fluctuación de servicio de energía eléctrica	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	3	9
P5	Carencia en la adquisición y disponibilidad de larvas.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
P6	Aclimatación de larva en granja	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
P7	Carencia equipos de medición de parámetros fisicoquímicos.	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5
P8	Carencia de equipos de laboratorio (microscopio y estereoscopio).	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	4

P9	Presencia de depredadores en estanques	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
P10	Sistema de recambio abierto.	0	3	0	0	0	1	0	0	3	0	2	9
P11	Dependencia de agua de la canal de riego (bombeo desde embalse el guajaro).	0	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	9
DEPENDENCIA		3	11	1	0	3	19	0	4	12	6	7	37

Fuente: El autor.

Figura 3. Clasificación de problemas encontrados en la empresa acuicultivo los gallitos

S.A



Fuente: El autor

De acuerdo a los resultados arrojados por la matriz de vester (Figura 3) el problema central de la empresa acuicultivos es la deficiencia en bioseguridad, Según Beard (2015, p. 11) el problema central es aquel que presenta la mayor influencia/motricidad y dependencia como se observa en la tabla 5, no obstante, la empresa acuicultivos S.A presenta 1 problema críticos a tratar, coincidiendo con Caicedo et al., (2012, p. 25), que menciona que los problemas críticos son aquellos ajenos a la producción, es decir, causado por lo demás.

Así las cosas, los problemas presentados son directamente asociados dentro de la producción, requiriendo atención y manejo crucial específicamente sobre los activos, ya que de los 11 problemas mencionados 3 son problemas activos, influyendo en los otros criterios.

La matriz de vester (Figura 3) nos demuestra que la empresa ‘Acuicultivos’ presenta un (1) problema crítico o problema central a tratar siendo el siguiente:

P2. Deficiencia de Bioseguridad.

Sin embargo, de los 11 problemas mencionados 3 son problemas activos:

P4. Fluctuación de servicio de energía.

P10. Sistema de recambio abierto.

P11. Dependencia de agua de la canal de riego (bombeo desde embalse el guajaro).

La fluctuación de energía genera problema para los recambios de agua y el funcionamiento de las bombas que traen el agua del embalse, la dependencia de agua de la canal de riego y el sistema de recambio abierto son problemas que están directamente asociados a las deficiencias de bioseguridad, por lo cual Aphys (2011, p. 34) afirma que esta problemática parte del manejo, el cual incluye la recopilación de datos rutinarios donde se encuentra el transporte y siembra, manipulación y transferencia entre estanques, biometrías, turbidez del agua y presencia de algas en exceso del estanque, utilización de pediluvios, cercos sanitarios, etc. Se evidencia además, que los protocolos de bioseguridad aun no están establecidos en la empresa, para lo cual se sugiere la implementación de estos, para corregir los problemas activos presentes en la producción.

Balbuena & Ríos (2011) afirma que las medidas de bioseguridad en las instalaciones acuícolas son esenciales, debido a que pérdida de millones de pesos es atribuida a enfermedades infecciosas que se pueden prevenir a la aplicación de estos protocolos ya que los brotes pueden ocurrir de forma repentina y propagarse rápidamente, no obstante, los rendimientos productivos son menores por la presencia de microorganismos no benéficos.

En lo que se refiere a los problemas pasivos, de los 11 problemas encontrados, 2 son pasivos:

P6. Aclimatación de larva en granja.

P9. Presencia de depredadores en estanques.

A pesar de no ser problemas de gran influencia aparentemente, la solución de estos van ligados a la intervención de problemas activos. Montiel (2009, p. 74) afirma que la aclimatación de la larva en granja y depredación en estanques siendo los problemas económicos más importantes, puesto que en la mayoría de producciones acuícolas existen pérdidas económicas, debido a que esto provoca mayores probabilidades de mortalidad, al mejorar estos procesos de aclimatación y preparación de estanques, se obtienen la cosecha deseada. Por lo cual, Sucre (2009, p. 22) recomienda obtener una semilla certificada, realizar pruebas de estrés, manejo de las densidades durante el transporte, incluir tanques de aclimatación con su preparación previa.

En el caso de los problemas indiferentes, de los 11 problemas encontrados, 5 son indiferentes

P1. Insuficiencia de alimento concentrado específico para camarón.

P3. Altos costos de concentrado comercial.

P5. Carencia en la adquisición y disponibilidad de larvas.

P7. Carencia equipos de medición de parámetros fisicoquímicos.

P8. Carencia de equipos de laboratorio (microscopio y estereoscopio).

Estas problemáticas son ajenas a la situación presentada pero que afectan directamente a la empresa, por ejemplo la insuficiencia de alimento específico y altos costos de concentrado comercial, son problemas comunes en la mayoría de producciones piscícolas, puesto que va ligado a los precios de importación y adquisición de materias primas para la elaboración de estos concentrados (Dinero, 2015).

Para el caso de carencia de equipos de medición de parámetros físico-químicos, es fundamental adquirir equipos que permitan realizar el control de estos parámetros, puesto que estos parámetros físico- químicos muestran la calidad de diferentes tipos de agua (Giacometti,

2019) complementando con equipos de laboratorio pueden funcionar para detectar el tipo de microorganismos presentes en los estanques y el control y producción de alimento vivo.

Parámetros productivos en relación a la aplicación de silicato de magnesio

De acuerdo a la prueba t student, se presentaron diferencias significativas para la biomasa, ganancia de peso semanal, sobrevivencia y factor de conversión alimenticia (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros productivos de los individuos de la empresa acuocultivo los gallitos

S.A

Descripción	Silicato	No silicato	Valor p
Peso promedio (g)	9,986	9,354	0,316
*Biomasa (Kg)	1489,936	1986,807	0,014
*GPS(g)	1,224	0,785	0,044
*Sobrevivencia (%)	46,450	56,357	0,028
*FCA	1,500	1,905	0,032

Fuente: El autor

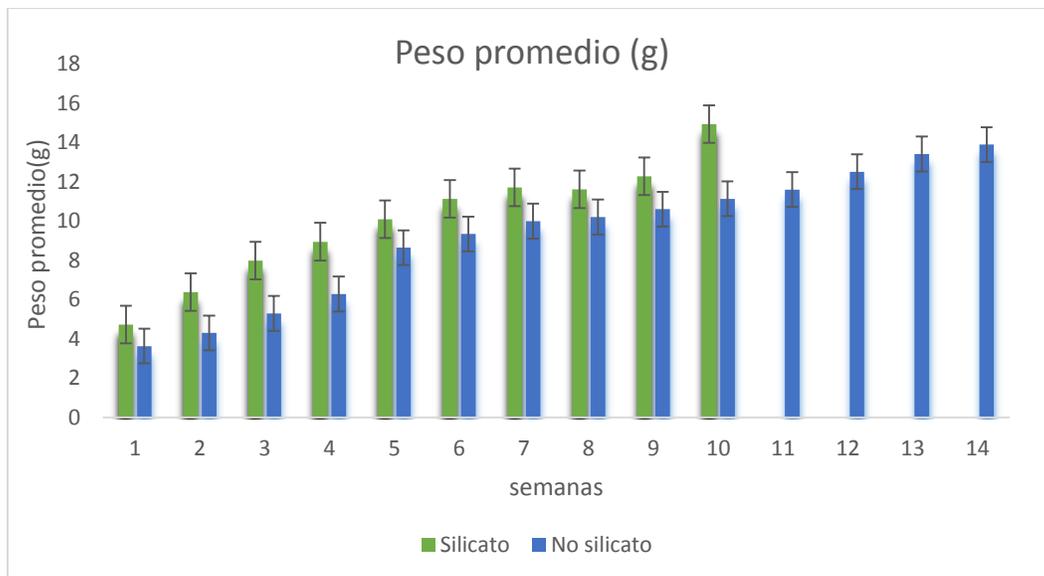
*= Denota estadísticamente significativa ($p < 0,05$); GPS = Ganancia de peso semanal; FCA = Factor de conversión alimenticia.

Peso promedio

De acuerdo a la prueba t Student, no se encontraron diferencias significativas en el peso promedio de los individuos evaluados con silicato de magnesio y los individuos donde no se adicionó (Figura 4). El peso promedio resultó superior a lo reportado por González *et al.*, (2016, p. 16) a una salinidad entre el 5 y 15ppm, en sistema extensivo (condición similar a la de este

trabajo). También se reportan resultados superiores a lo reportado por Valenzuela *et al.*, (2012) a una salinidad de 4ppm, para lo cual Quiñonez *et al.*, (2010) afirman que el camarón *L. Vannamei* puede tolerar un amplio intervalo de salinidad, no obstante, se reportan mayores pesos debido a la posible disminución de microorganismos patógenos que afecten producción de camarón, ya que no es un ambiente óptimo de desarrollo por las condiciones de baja salinidad.

Figura 4. Peso promedio



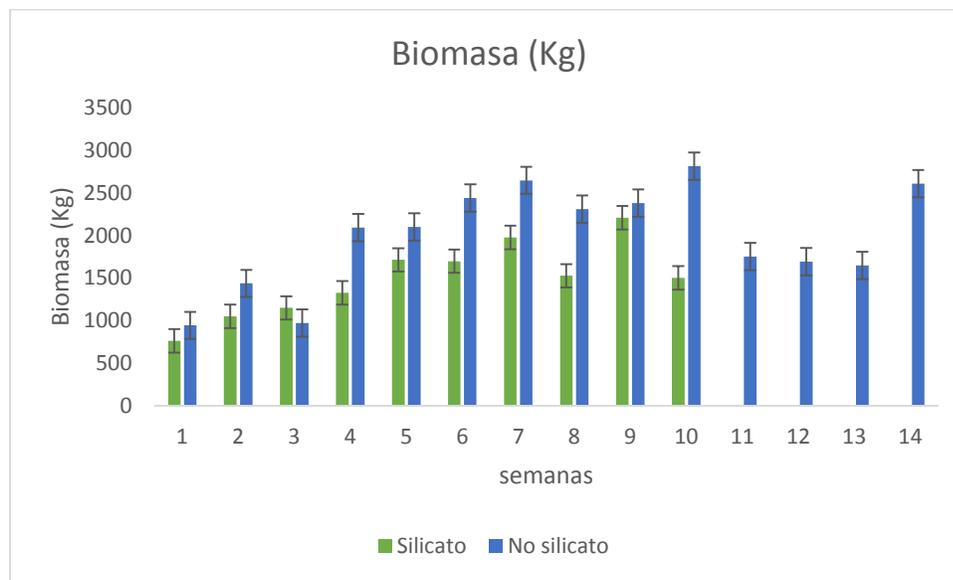
Fuente: El autor

Biomasa semanal

La biomasa resultó ser estadísticamente diferente entre piscinas donde se adicionó de silicato de magnesio versus las piscinas donde no se adicionó, Siendo mayor en aquellas piscinas sin silicato de magnesio (Figura 5). Esta disminución se puede atribuir a que las especies marinas viven en un ambiente hipertónico (medio que contiene un exceso de sales) por lo cual tienden a

sufrir desecación por la pérdida de agua a través de las branquias y requieren compensar esa pérdida, bebiendo continuamente pequeñas cantidades de agua, además de bombear el exceso de sales del agua de mar contenida (Perea *et al.*, 2008, p. 35) Un exceso de estas sales puede ocasionar disminución en la sobrevivencia y por ende en la biomasa final, por lo cual, el requerimiento dietético de una especie marina para algún elemento en particular dependerá en gran medida de la concentración de ese elemento en el agua. Información que no se tiene en cuenta en este trabajo (Miranda, 2018,p . 18).

Figura 5. Biomasa final (Kg)



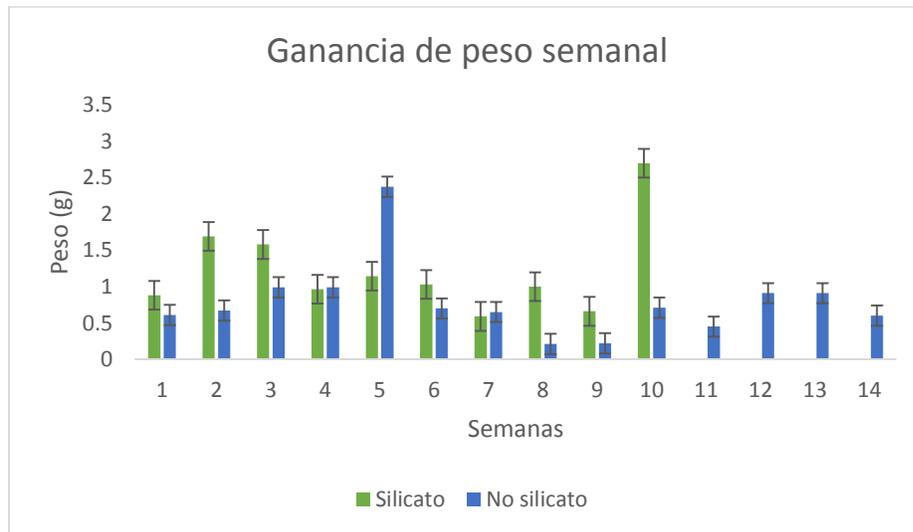
Fuente: El autor.

Ganancia de peso semanal

La ganancia de peso semanal de los camarones en las piscinas con adición de silicato de magnesio, fue estadísticamente diferente a las piscinas donde no se adicionó (Figura 6), presentando una mayor ganancia de peso semanal los ejemplares cultivados con silicato de

magnesio. Sin embargo, se observó menor ganancia de peso semanal a lo reportado por (Romero, 2017, p. 17). En condiciones de salinidad de 35 ppm en condiciones controladas y mayores ganancias de peso semanal comparadas a lo reportado por Hernández *et al.*, (2018) en sistemas extensivos similares, condiciones de cultivo similares a las de este estudio.. El aumento de ganancia de peso semanal se puede atribuir al posible aumento de la población de diatomeas dentro de los estanques, debido a la aplicación de la combinación de estos dos elementos, el silicio y el magnesio, teniendo en cuenta que Ouyang *et al.*, (2018) y reportaron mayor densidad poblacional de diatomeas en aquellos estanques enriquecidos con el silicato, sin embargo, la información de las especies y densidad poblacional de diatomeas en los estanques, no se tiene en cuenta en este trabajo.

Figura 6. Ganancia de peso semanal

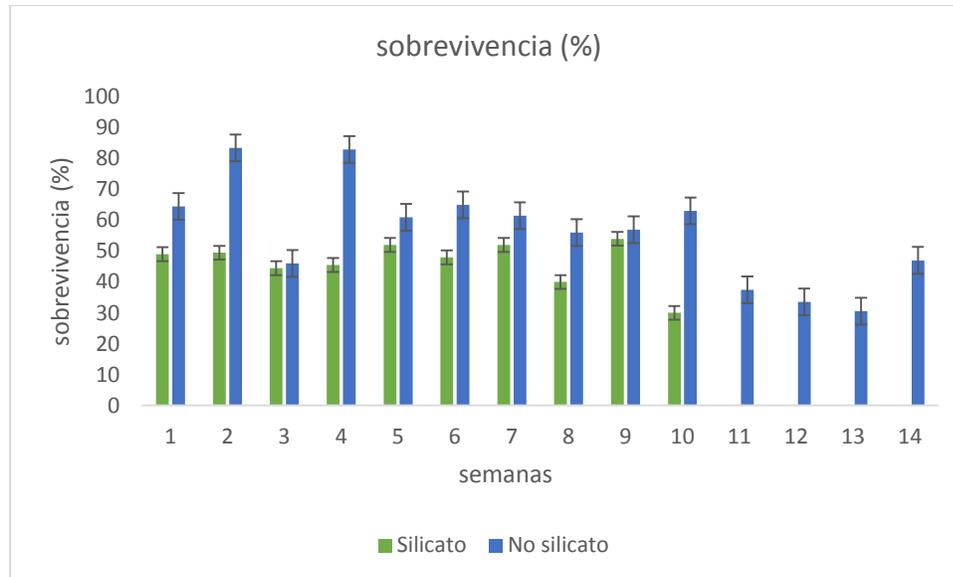


Fuente: El autor

Sobrevivencia

La sobrevivencia de los individuos en las piscinas con adición de silicato de magnesio fue estadísticamente diferente a la de individuos cultivados sin silicato de magnesio (Figura 7). Presentándose mayor sobrevivencia en aquellas piscinas que no contenían silicato de magnesio. Esto se puede atribuir principalmente al manejo de la densidad de la población, como se observa en la figura 6 el peso semanal de los camarones fue mayor con la utilización de silicato de magnesio, motivo por el cual, ellos alcanzaron el peso requerido de cosecha en menor tiempo, por lo cual, en el experimento no se tuvieron en cuenta los límites de la densidad poblacional (Wasiw & Yépez, (2017, p. 27). Favoreciendo la acumulación de materia orgánica pudiendo causar mortalidad por anoxia, (Contreras, 2018, p. 14). No obstante, la sobrevivencia para ambos casos fue inferior a la reportada por Cabrera & Lara (2014, p. 38) en cultivo con biofloc quienes reportan sobrevivencia del 93% y sin biofloc del 90% verificando que puede atribuirse a parte de los límites de densidad poblacional, a prácticas asociadas a la bioseguridad presente en la empresa. Millán & Pérez (2016, p. 68) afirman, que la mortalidad en cultivos de camarón aumenta cuando no se tiene un manejo adecuado de calidad de agua (monitoreo y control de parámetros físico-químicos) los cuales no se tuvieron en cuenta en este trabajo por la carencia de equipos, control de población vegetal, ingreso de organismos patógenos externos y propagación de esos microorganismos (asociado al flujo de agua proveniente de sistema de recambio abierto) (Membreño & González, 2014, p. 44).

Figura 7. Supervivencia de individuos.



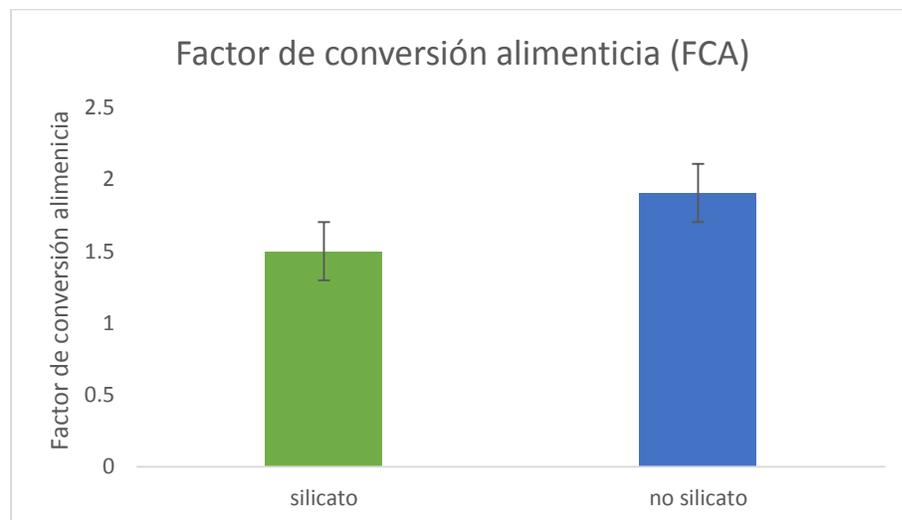
Fuente: El autor

Factor de conversión alimenticia (FCA).

El factor de Conversión Alimenticia de los individuos en las piscinas que contenían silicato de magnesio fue estadísticamente diferente entre las piscinas. Siendo menor para los ejemplares cultivados en piscinas con adición de silicato de magnesio (Figura 8). Zafra *et al.*, (2019, p. 22) afirman que el FCA mide el gasto del alimento necesario para ser convertido en 1 kg de carne, siendo más eficientes cuando éste tiende a la unidad. Mientras que, factores mayores a la unidad indican mayor gasto y ocasionarían alteraciones en la calidad de agua por la pérdida de alimento Galindo *et al.*, (2002, p. 18) reportan FCA mayores que los de este trabajo, para el caso de las piscinas tratadas con silicato de magnesio, el FCA se encuentra dentro del rango aceptable, con rangos de 1 a 1,5. Pudiéndose atribuir a un posible aumento de microalgas y posterior consumo por parte de los camarones. Las microalgas, según Hernández & Labbé,

(2014, p. 16) tienen aspectos beneficiosos para los mejoran la respuesta inmune, control de peso, entre otros. No obstante, Bravo & Santos, (2019, p. 26) afirma que el factor de conversión alimenticia no solo se evalúa tomando en cuenta las características de calidad del alimento sino también del tipo de manejo de la persona que lo suministra, debido a que se debe manejar las cantidades requeridas por un profesional en el tema para evitar fallas en las tomas de datos que puedan arrojar fichas erróneas. Un problema común en la mayoría de producciones piscícolas es la disponibilidad de alimentos balanceados y desbalance en los costos de los insumos agropecuarios, influenciados por el mercado internacional, comercialización interna, uso y aplicación de los insumos agropecuarios (MINAGRICULTURA, 2019) Por ello, en este trabajo, el FCA pudo verse afectado, por la disponibilidad de concentrados comerciales y el reemplazo de estos alimentos balanceados en las etapas productivas, de acuerdo a la disponibilidad en la empresa.

Figura 8. Factor de conversión alimenticia (FCA).



Fuente: El autor.

Costos de producción.

Teniendo en cuenta la estructura de costos de alimentación, se reporta mayores costos de producción en las piscinas donde no se incluyó el silicato de magnesio, sin embargo, debido a los inconvenientes presentados durante la evolución de la práctica (mortalidad, disponibilidad de alimento balanceado, manejo de parámetros físico-químicos, traslado de individuos durante el experimento) los ingresos obtenidos son menores en aquellas piscinas donde se incluyó silicato de magnesio (Tabla 7) . Valverde & Alfaro, (2014, p. 28) afirman que la productividad del cultivo de camarón está sujeta a la densidad de siembra, duración del cultivo, manejo de las piscinas y el tamaño del camarón a la cosecha. Cabe resaltar que en este estudio solo se tuvo en cuenta los costos de alimentación. No obstante, los precios de adquisición de las larvas están sujetos al precio del dólar, como lo corrobora Huamán (2019, p. 27) quien afirma que en la rentabilidad se debe considerar otros aspectos importantes, como los costos de operación y el precio nacional e internacional del producto. No obstante, estos costos varían según la tecnología aplicada en el sistema y el precio de venta el cual está sujeto a la oferta nacional e internacional. Valverde & Alfaro (2013, p. 15) recomienda hacer un estudio donde se evalúe la producción de acuerdo al tamaño del producto y los costos variables de producción para la toma de decisiones por parte de los productores nacionales en cuanto a la densidad de siembra, para mejorar el sistema de producción con el fin de lograr su propósito primordial que es obtener ganancias económicas (Díaz, 2018, p. 42).

Tabla 7. Costos de producción en alimentación.

Descripción	P5	P7	P6	P8
Larvas PL12	330.000	336.000	400.000	400.000
Biomasa final (Kg)	2432	1945	3342	3179
Alimento				
Nicovita 35 (25 kilos)	\$2.860.000	\$3.080.000	\$2.090.000	0
Italcol Camarón (40 kilos)	\$7.150.000	\$6.500.000	\$14.170.000	\$15.990.000
Contegral Trucha 40 (40 kilos)	\$1.840.000	\$1.840.000	0	\$575.000
Insumos				
Ficosilic-SHR 25 Kilos	\$279.500	\$258.000	0	0
Costos totales	\$12.129.500	\$11.678.000	\$16.260.000	\$16.565.000
Precio de venta (Kg)	\$13.000	\$13.000	\$13.000	\$13.000
Ingresos	\$31.616.000	\$25.285.000	\$43.446.000	\$41.327.000
Margen de contribución	\$19.486.500	\$13.607.000	\$27.186.000	\$24.762.000

Fuente: El autor.

Conclusiones

Con respecto a las variables de desempeño productivo, fue posible observar una mayor biomasa y sobrevivencia en las piscinas donde no se adicionó silicato de magnesio, sin embargo, hubo mejores resultados para la Ganancia Diaria de Peso (GDP) y Factor de Conversión alimenticia (FCA) para aquellas piscinas donde se incluyó el silicato de magnesio, atribuyéndole posiblemente al manejo de las densidades de siembra por el mayor aumento de peso en los individuos de las piscinas tratadas y el incentivo a la productividad primaria.

Mediante el sistema de diagnóstico matriz vester se determinó que la deficiencia de bioseguridad constituye el problema central en la empresa Acuicultivos los gallitos S.A., por lo cual, se propuso implementar protocolos de bioseguridad para mitigar los problemas sanitarios a futuro, previniendo futuras pérdidas económicas. En cuanto a la fluctuación de energía eléctrica se identificó que es un problema, cuya solución requiere de planes de contingencia, de tal forma que se sugirió adquirir maquinaria de respaldo eléctrico frente a estos tipos de eventualidades para no ver afectados los recambios de agua y condiciones de oxigenación adecuadas para el cultivo.

En cuanto al caso de manejo de depredadores, se propuso la creación de planes de control de organismos no deseados en el cultivo, mientras que en la parte de aclimatación de larva se sugiera capacitar al personal técnico.

Finalmente, se presentaron mayores costos de producción en las piscinas donde no se agregó silicato de magnesio, sin embargo el margen de contribución fue mayor frente a las

piscinas donde se agregó silicato de magnesio debido a presentar una mayor biomasa en el momento de la cosecha.

Recomendaciones

1. Incorporar y aplicar protocolos de bioseguridad dentro de la empresa acuicultivos los gallitos S.A con el fin mitigar problemas sanitarios y evitar pérdidas económicas a futuro por posibles infestaciones por microorganismos patógenos.
2. Para futuros trabajos se recomienda manejar diferentes dosificaciones de silicato de magnesio para determinar cuál de ellas se adapta mejor a los rendimientos productivos de los individuos.
3. Realizar la fase experimental en las mismas fechas de cultivo, para dar un resultado más exacto de los cambios en los rendimientos productivos con la inclusión de silicato de magnesio, debido a que en este trabajo por disponibilidad de larvas se inició a diferentes fechas y se culminó acorde a los rendimientos productivos en las piscinas.
4. Estudiar a futuro los costos operacionales en el cultivo.
5. Se Invertir en equipos para medición de parámetros físico químicos, ya que, de ellos, dependerá el control y manejo de calidad de agua de los individuos.
6. Realizar la evaluación del micro algas presentes dentro de las piscinas y el seguimiento de la densidad poblacional para ver el efecto que tiene la aplicación del silicato sobre el aumento o disminución del micro algas presentes.

Bibliografía

- Acevedo, A. (2007). Variación espacio-temporal de asociaciones microfitoplanctónicas en estanques camaroneros (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
- Aphys, U. (2011). Bioseguridad y Prevención de Enfermedades en la Acuicultura. EE. UU.: Universidad de AIOWA facultad de Medicina Veterinaria.
- Araneda, M., Perez, E., & Gasca, E. (2008). Langostino blanco Cultivo de *Penaeus vannamei* en agua dulce a tres densidades: estado de condición basado en longitud y peso.
- Arias, J., Cuevas, D., Rivas, M., Martinez, L., Osuna, P., & Miranda, A. (2016).). Características físicas y químicas de biofloc liofilizado producido en cultivos de camarón blanco con diferente inclusión de harina de pescado en la dieta.
- Avalos, J., & Villalobos, A. (2018). Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas* L. mediante la metodología de presupuestos parciales.
- Balbuena, E., & Rios, V. (2011). Manual básico de sanidad piscícola. FAO/Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Boyd, C. (1989). Gestión de la calidad del agua y aireación en la camaronicultura Departamento de Pesca y Acuaculturas Allied, Serie # 2, Estación Experimental de Alabama.
- Boys, C. (2001). Métodos para mejorar la camarónicultura en Centroamerica.
- Bravo, L., & Santos, G. (2019). Evaluación de dos métodos de alimentación para engorde de camarón blanco.
- Briggs, M., Funge, S., Subasinghe, M., & Philips, M. (2005). Introducciones y movimientos de dos especies de camarones peneidos en Asia y el Pacifico.

- Browdy, C., & Jory, D. (2009). The Rising Tide, Actas de la sesión especial sobre la cría sostenible de camarones , World Aquaculture Society , Baton Rouge .
- Burford, M. (1997). Dinámica del fitoplancton en estanques de camarones.
- Cabrera, S., & Lara, S. (2014). Comparación del crecimiento de post-larvas de camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*, sometidas a dos condiciones experimentales: una alimentada con alimento comercial más biofloc y la otra sin biofloc.
- Carvajal, J. (2014). Comparación de Parámetros zootécnicos y de calidad de agua de tres sistemas de precría de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en el Municipio de Puerto Triunfo (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
- Casas, M., Hernandez, H., Marin, A., Aguila, R., Hernandez, C., Sanchez, I., & Carrillo, S. (2006). El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino.
- Castellanos, M., & Rodriguez, E. (2011). Gestión financiera. Ciencia y Sociedad.
- Castillo, N. (2012). El Sector camaronicultor colombiano: evolución y admisibilidad.
- Celi, D., Arroyave, M., Ching, C., & Perdom, O. (2019). Estudiar metodos de produccion en el cultivo intencivo de camaron blanco (*litopenaeus vannamei*) en baja salinidad, una opcion para familias emprendedoras.
- Cheng, C., Hu, Y., Liu, Y., Zheng, S., & Qi, X. (2006). Efecto de la proporción de calcio, fósforo y calcio / fósforo en la dieta sobre el crecimiento y mineralización de tejidos de *Litopenaeus vannamei* criados en agua de baja salinidad.
- Chiliquinga, M., & Vallejos, H. (2017). Costos: Modalidad Órdenes de Producción.
- Christenson, L., & Sims, R. (2011). Producción y cosecha de microalgas para el tratamiento de aguas residuales, biocombustibles y bioproductos.

- Csogor, D., Melgar, K., & Schmidt, C. (1999). Producción y caracterización de partículas de los frustules de *Cyclotella cryptica* en comparación con la tierra silíceas.
- David, D., Saoud, I., McGraw, W., & Rouse, D. (2002). Consideraciones para *Litopenaeus vannamei* criado en aguas continentales de baja salinidad Avances en Nutrición Acuicola .
- De, J., & M, O. (2017). Evaluación financiera de proyectos.
- Díaz, A. (2018). Reflexión de los proyectos pecuarios con enfoque en la seguridad alimentaria de la Región Ch'ortí.
- Dieguez, A. (2019). Estudio comparativo de la microbiota asociada a vieira (*Pecten maximus*) en diferentes sistemas de cultivo intensivo en criadero.
- Factor, J. (1995). the digestive system In Biology of the crustacea.
- FAO. (1950-2018). Fishery and Aquaculture Statistics.
- FAO. (2007). Mejorando las prácticas de incubación de *Penaeus monodon*. Manual basado en la experiencia en India.
- FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura.
- Figueredo, A., Fuentes, J., Cabrera, T., Leon, J., Patti, J., Silva, J., & Marcano, N. (2020). Bioseguridad en el cultivo de camarones penaeidos: una revisión.
- Figuroa, J., & Uribe, E. (2017). Un menu diverso y nutritivo en la dieta de peces. El alimento vivo.
- Figuroa, J., Uribe, E., & Torres, J. (2018). Ventajas e inconvenientes del uso de alimento vivo en la nutrición de peces. Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos.
- Fuentes, A. (2016). Biocaptación de CO_2 por microalgas marinas en fotobiorreactores: implicaciones en el cambio global.

- Galarza, V. (2019). Carbohidratos y proteínas en microalgas: potenciales alimentos funcionales.
- Galindo, J., Fraga, I., Arazona, M., Alvarez, S., Ramos, D., & Gonzales, R. (2002). Requerimientos nutricionales de juveniles de Camarón Blanco (*Litopenaeus schmitti*): evaluación de dietas prácticas.
- Garcia, T., Gaxiola, G., Garcia, T., Pedroza, R., Soto, L., Lopez, N., & Rosas, C. (2016). Influencia de las proteínas dietéticas sobre el crecimiento, la sobrevivencia y el rendimiento de las postlarvas del camarón blanco (*Penaeus Setiferus*) y del camarón rosado (*P. Duorarum*) del Golfo de Mexico.
- Garzon, J., & Espinosa, M. (2019). Aspectos nutricionales de peces ornamentales de agua dulce.
- Giacometti, J. (2019). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi.
- Gonzales, J. (2019). Producción local de camarón completo cuatro años en alza, aumento de 21% comparado con 2017.
- Gonzalez, J., Campaña, L., Ceja, A., & Rubio, Y. (2016). Crecimiento de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en un estanque rústico a baja salinidad.
- Guaillazca, O., & Ramiro, E. (2017). Revisión acerca de alternativas de alimentación para reemplazar la artemia salina en el cultivo de larvas de camarón.
- Gwenn, M. (2019). Hennon Progress and promise of omics for predicting the impacts of climate change on harmful algal blooms.
- Hernandez, A., & Labbe, J. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios.
- Hernandez, J., Fernandez, L., Bautista, I., & Lopez, J. (2017). Modelo basado en redes neuronales artificiales para la evaluación de la calidad del agua en sistemas de cultivo extensivo de camarón.

- Hernandez, J., Romero, E., & Lopez, J. (2018). Ictiofauna de descarte en la pesca artesanal de camarones (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) en la laguna costera Mar Muerto, Golfo de Tehuantepec, México. .
- Hildebrand, A., Davis, K., Smith, S., Traller, J., & Abbriano, R. (s.f.). El lugar de las diatomeas en la industria de los biocombustibles.
- Hildebrand, M., Dahlin, K., & Volcani, B. (1998). Caracterización de una familia de genes transportadores de silicio en *Cylindrotheca fusiformis* : secuencias, análisis de expresión e identificación de homólogos en otras diatomeas *Mol. G. Genet.*
- Huaman, A. (2019). Implementación de un sistema de costos por procesos para mejorar la rentabilidad del proyecto acuícola de la empresa San Fernando de la ciudad de Tarapoto, periodo.
- Jescovitch, e., Jescovitch, L., Ullman, C., Rhodes, M., & Davis, D. (2018). Efectos de diferentes tratamientos de manejo de alimento en la calidad del agua para el camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*.
- Jezequel, M., Hildebrand, M., & Brzezinski, A. (2000). Metabolismo del silicio en diatomeas: implicaciones para el crecimiento *J. Phycol.* .
- Jimenez, M., Dallana, K., Mantilla, A., & Carvajalino, L. (2019). Establecimiento de Metodologías, herramientas y buenas prácticas para la formulación, administración y evaluación de proyectos ambientales en la recuperadora Yáñez García.
- Kiran, M., Bhaskar, A., & Tiwari, A. (s.f.). Phycoremediation de lagos eutróficos con algas diatomeas. *Ciencias de los lagos y cambio climático.*
- Kirinivic, A., Leichtfuss, C., Navizaga, H., & Zhang, J. (2017). Baltrusaitis Spectroscopic and microscopic identification of the reaction products and intermediates during the struvite

(MgNH₄PO₄·6H₂O) formation from magnesium oxide (MgO) and magnesium carbonate (MgCO₃) microparticles ACS Sustain.

McNevin, Boyd, C., Silapajarn, O., & Silapajarn, K. (2004). Suplementación iónica de las aguas del estanque para el cultivo continental de camarones marinos.

Membreño, L., & Gonzalez, E. (2014). Crecimiento de camarones blancos *Litopenaeus vannamei* en juveniles con dos tipos de alimentos: uno comercial con 25% de proteína vs experimental con 18% de proteína a densidad de siembra de 12 ind/m² (Sistema semi-intensivo).

Mendez, R. (2016). Formulación y evaluación de proyectos. Enfoque para emprendedores.

Millan, L., & Perez, J. (2017). Terapéutica en acuicultura. Panorama actual del medicamento, .

Milligan, A., & Morel, F. (2002). Una función de amortiguación de protones para sílice en diatomeas Ciencia.

MINAGRICULTURA. (s.f.). Obtenido de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Documentos/5.%20LINEAMIENTOS%20DE%20LA%20POL%20C3%20DTICA%20DE%20INSUMOS%20AGROPECURIOS.pdf>

Miranda, J. (2018). Digestibilidad de nutrientes y determinación del requerimiento energético de juveniles de Paco (*Piaractus brachyomus*).

Montiel, C. (2009). Efecto de las velocidades de aclimatación en la sobrevivencia de la postlarvas del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en la estación biológica marina. Isla Santa Lucía, León, Nicaragua (Doctoral dissertation).

Morales, V. (1990). Levantamiento larvario de camarones peneidos. .

Muñoz, F., Vargasmachuca, S., Palafox, J., Gutierrez, O., & Arcos, A. (2019).). Acuicultura intensiva del camarón y estrategias para la implementación de nuevas tecnologías al

- sector productivo: una alternativa para la sustitución de cultivos ilícitos en el municipio de Tumaco (Nariño, Colombia). In Hélices y anclas para el desarr.
- Mustafa, M., & Nakagawa, Y. (1995). Una revisión: beneficios dietéticos de las algas como aditivo en la alimentación de peces .
- Nunes, A., Andriola, D., & Lemos, F. (2006). Respuesta conductual a atrayentes y estimulantes de alimentos seleccionados en camarones blancos del Pacífico, *Litopenaeus*.
- Núñez, O. (2017). Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. .
- Otoshi, C., Montgomery, A., Mira, A., & Moss, S. (2001). Efectos de la dieta y la fuente de agua en la producción en vivero de camarones blancos del Pacífico *Litopenaeus Vannamei* .
- Ouyang, Z., Chen, R., Liu, Q., He, L., Cai, W., & Yin, K. (2018). Biological regulation of carbonate chemistry during diatom growth under different concentrations of Ca²⁺ and Mg²⁺.
- Palacios, S., & Nicolas, O. (2016). Estudio de factibilidad para producir camarón de la especie *Litopenaeus vannamei* bajo un sistema de producción semi-intensivo en Ecuador.
- Pante, M. (1990). Influencia de estres ambiental en la heredabilidad de la frecuencia de muda y la tasa de crecimiento del camarón *Penaeid*, *Penaeus Vannamei* Universidad de Houston-Clear Lake , Houston, TX, EE. UU. .
- Paucar, R., Pezo, J., & Macias, S. (2018). Enfermedades, tratamientos y recomendaciones en el cultivo del camarón.
- Perea, A., Gomez, E., Mayorga, Y., & Triana, C. (2008). Caracterización nutricional de pescados de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia.

- Quiñonez, W., Quiroz, G., & Leal, H. (2010). Cultivo intensivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación. Ra Ximhai.
- Raven, J. (1988). El hierro y el molibdeno utilizan la eficiencia del crecimiento de las plantas con diferentes fuentes de energía, carbono y nitrógeno.
- Rendon, L., & Balcanzar, J. (2016). Inmunología de camarones: Conceptos básicos y recientes avances.
- Rodriguez, A. (2015). Cultivo del Camaron blanco (*Penaeus vannamei*) en Mexico.
- Rodriguez, M. (2015). *Política De Fijación De Precios: Una Nueva Metodología Basada En La Estructura De Costos-Competencia De La Empresa (Pricing Policy: A New Methodology Based on Cost-Competitive Structure of the Company)*.
- Romero, P. (2017). Comparación de dos densidades de siembra de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y su incidencia en el aumento de la eficiencia productiva en la provincia de El Oro.
- Romualdo, M., Joel, J., & Perez, J. (2019). Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote-Ancash-.
- Rosas, C., & Carrillo, O. (2006). Principales rutas metabólicas, utilización de la energía. Estado actual y perspectivas de la nutrición de los camarones peneidos cultivados en Iberoamérica. México, DF.
- Saoud, D., & Rouse, D. (2003). Estudios de idoneidad de aguas de pozos continentales para la cultura *Litopenaeus vannamei* Aquaculture.

Situación actual retos del agro Colombiano. (2015). Obtenido de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/sectores/articulo/situacion-actual-retos-del-agro-colombia/213012>.

Sucre, G. (2009). Informe de coyuntura: semestres B2007 definitivo A2008, definitivo cultivos anuales y permanentes año 2008, definitivo B2008 preliminar A2009, pronóstico pecuario, acuícola y pesquero 2008.

Sumper, M., & Kroger, N. (2018). Silicon limitation reduced the adsorption of cadmium in marine diatoms.

Sun, Y., Zhang, X., & Losic, D. (2017). Sílice diatomea, un biomaterial emergente para la conversión y el almacenamiento de energía. .

Takeuchi, T., Lu, Y., Yoshizaki, G., & Satoh, S. (2002). Efecto sobre el crecimiento y la composición corporal de la tilapia juvenil *Oreochromis niloticus* alimentada con *Spirulina* cruda .

Tiwari, T., & Marella, K. (2019). Potencial y aplicación de diatomeas para el tratamiento de aguas residuales específicas de la industria. Aplicación de microalgas en el tratamiento de aguas residuales Springer , Países Bajos.

Valenzuela, W., Esparza, H., Nava, E., & Quiroz, G. (2012). El cultivo de camarón en agua de baja salinidad con alimento a base de harina de lombriz. Ra Ximhai.

Valverde, J., & Alfaro, J. (2014). Productividad y rentabilidad del cultivo de camarones marinos en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Volesky, Z. (1995). Biosorption of heavy metals *Biotechnol.* .

Wang, X., Schroder, H., Grebenjuk, B., Diehl, V., Mailander, R., Steffen, U., & Schlobmacher, W. (2014). The marine sponge-derived inorganic polymers, biosilica and polyphosphate,

as morphogenetically active matrices/scaffolds for the differentiation of human multipotent stromal cells: potential application in 3D printing and distraction osteogenesis Mar.

Wasiw, J., & Yopez, V. (2017). Evolución de la condición poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* en el Río Cañete .

Zafra, A., Diaz, M., Davila, F., Fernandez, R., Alva, V., Alexander, K., & Guzman, H. (2019). Conversión y eficiencia alimenticia de *Oreochromis aureus* var. *suprema* (Cichlidae) con diferente alimento balanceado en sistema cerrado, Trujillo, La Libertad, Perú.