

Vínculo universidad-empresa en el análisis químico para la producción de camarón en el Ecuador

University-company link for chemistry analysis in shrimp production processes in Ecuador

*Ing. Bryan Walter Romero-Armijos¹, b.romero_14@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2982-3433>;
MSc. Galo Leonardo Solórzano-Alcívar^{II}, galo.solorzano16@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6105-2547>*

¹ Universidad Técnica de Machala, Ecuador; ^{II} Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

Resumen

El objetivo de esta investigación realizada como parte de acciones que tributan al vínculo universidad-empresa, es identificar los niveles de materia orgánica y nitrito en los procesos de pre-crecimiento del camarón en dos piscinas de cultivo de camarón en el Cantón Santa Rosa en el Ecuador. El estudio es descriptivo, su diseño es no experimental y el enfoque es cualitativo. Fue realizado durante el segundo semestre de 2021. El análisis dio como resultado que la materia orgánica se encuentra extremadamente elevada en ambas piscinas y el nivel de nitrito se encuentra por debajo de lo normal. Los datos arrojados permiten aseverar que las condiciones existentes afectan considerablemente el cultivo adecuado de camarón. Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que es imprescindible monitorear los niveles de materia orgánica y de nitrito en el cultivo de camarón, para que no entren en el rango de toxicidad para las especies. De esta manera, se puede beneficiar la acuicultura, siendo una actividad económica importante en la región, pues suministra proteína animal de calidad, genera empleo y proporciona divisas.

Palabras clave: acuicultura, camarón, crecimiento, materia orgánica, nitrito.

Abstract

The objective of the research is to identify the levels of organic matter and nitrite in the shrimp pre-growth processes in two shrimp farming pools in the Canton Santa Rosa in Ecuador. The study is descriptive, its design is non-experimental, and the approach is qualitative. It was carried out during the second half of 2021. The analysis showed that the organic matter is extremely high in both pools and the nitrite level is below normal. The data obtained allow us to assert that the existing conditions considerably affect the adequate cultivation of shrimp. Based on the results obtained, it can be concluded that it is essential to monitor the levels of organic matter and nitrite in the shrimp culture, so that they do not enter the toxicity range for the species. In this way, aquaculture can benefit, being an important economic activity in the region, as it provides quality animal protein, generates employment and provides foreign exchange.

Keywords: aquaculture, shrimp, growth, organic matter, nitrite.

Introducción

En 2012, la acuicultura a nivel mundial registró un pico histórico de productividad de 66,6 millones de toneladas. Actualmente, este rubro o actividad suministra poco menos de la mitad del pescado que se destina a alimentar a las personas (Colt, J. E., & Armstrong, 1981; FAO, 2016a;). Las proyecciones en esta área para el 2030 son que su suministro a la alimentación humana supere el 62%, siendo una actividad económica en alza (FAO, 2016b). Esta previsión positiva se debe a la estabilidad alcanzada en los niveles de productividad de la pesca, el empleo creciente de las tecnologías para favorecer esta actividad y al aumento sustancial que ha tenido la clase media, principal grupo social que se beneficia de la acuicultura (FAO, 2016b, Pérez et al., 2021b).

Diferentes investigaciones han demostrado que la calidad del camarón en proceso de crecimiento se ve afectada por situaciones como el pH, la materia orgánica y los niveles de nitrito (Duncan et al., 2016; Li et al., 2019). Ello se debe a que la exposición al estrés por nitrito actúa sobre la reducción de la oxigenación y sobre la síntesis de hemocianina, lo que conduce a la hipoxia tisular. Atendiendo a lo anterior, en la especie *litopenaeus vannamei* todo ello conlleva a un efecto en cascada negativo, lo cual acelera el metabolismo anaeróbico y produce una inhibición del metabolismo aeróbico en los sistemas de cultivo (Valencia-Castañeda et al., 2019).

De acuerdo a la investigación realizada por Li et al. (2019), la tasa la tasa de mortalidad a las 96 horas aumentó con la concentración de nitrito (50% a 9,9 mM, 40% a 6,6 mM, 30% a 3,3 mM y 10% a 0 mM). En general, la expresión de ARNm de HIF-1 α y hemocianina en los grupos de estrés por nitrito se incrementó de 6 a 12 horas y se redujo de 24 a 96 horas. Considerando dichos fundamentos, se definió realizar el presente estudio, en el cual se intentó determinar la materia orgánica requerida y los niveles de nitrito adecuados para llevar a cabo un adecuado cultivo en los procesos de producción de camarón.

En el agua, la materia orgánica está compuesta esencialmente dos elementos: nitrógeno y carbono. De acuerdo con Chapra (2008), cada componente tiene una estequiometría que puede oxidarse a tasas variables producto de diversos factores. Del mismo modo, según Pedreño et al. (1995), la región de Latinoamérica tiene una generación anual de aproximadamente 3,3 billones de toneladas de residuos, lo cual es una fuente potencial de contaminación. Por todo ello, se considera que el empleo de este residuo en los suelos sería fundamental, para reducir sus efectos nocivos al medio ambiente, al tiempo que su

utilización sería determinante en la producción de camarón, en la acuicultura y en la agricultura (Calvachi & Ortiz, 2013; Flegel, 2019; Pedreño et al., 1995).

En un estanque de cultivo de camarón, la materia orgánica depositada tiene que ser pequeña. Ello responde a la necesidad de aumentar la producción, así como la generación de mayores ganancias. Debido a estas razones es que los cultivadores de camarón de manera continua verifican los parámetros de la calidad del agua y de los suelos (Gurrola, 2016; Lara et al., 2016). De esta misma manera, se debe hacer una monitorización cada cierto periodo de tiempo para evaluar el ambiente de cultivo y asegurar las condiciones para una adecuada cosecha de esta especie (Frías-Espericueta & Páez-Osuna, 2001; Ramu et al., 2017). El aseguramiento de estas condiciones tiene otros beneficios a los ya mencionados como, por ejemplo: la prevención y reducción de enfermedades y la mortalidad del camarón (Valencia-Castañeda et al., 2019).

La presente investigación se justifica a partir de la realización de un aporte considerable a la mejora de las condiciones en las cuales se puede desarrollar una producción óptima de camarón en el país (Camargo & Alonso, 2007; Colt & Armstrong, 1981). En el desarrollo de la investigación se consideran diversas variables como son la calidad de la materia orgánica y los niveles de nitrato empleado en la actividad de cría del camarón. Las anteriores variables son utilizadas, analizadas y observada en otras investigaciones realizadas con resultados favorables sobre la productividad y la calidad de vida del camarón (Briones-Pérez et al., 2017; Chapra, 2008).

La producción camaronera puede verse mermada por factores como la tolerancia a los nitratos, el cual ha sido identificado como una de las toxinas de mayor afectación en la actividad acuicultura, incidiendo en diversos procesos biológicos de la fauna acuática (Baumgartner & Nguyen, 2017). Específicamente en el caso de los camarones, la existencia de niveles elevados de nitrato afecta considerablemente el crecimiento y un funcionamiento adecuado del sistema inmune de esta especie, lo cual puede conllevar desde la ocurrencia de enfermedades hasta mortalidad en este sector (Boscarino et al., 2020).

La materia orgánica está compuesta por diversos sedimentos que se alojan en el fondo del estanque donde se realiza el cultivo. En este sentido, se pueden destacar los fertilizantes orgánicos, así como los restos de microorganismos como el fitoplancton y el zooplancton (Randall & Wright, 1987). Otras materias orgánicas que se pueden observar en los

estanques son los producidos allí, como la comida no ingerida y las heces de los animales de cultivo (Boyd, 2016; Chen & Chen, 1992).

Sin embargo, más allá de la materia orgánica que puede ser encontrada en el suelo del estanque, la mayoría se puede observar en constante movimiento en el agua (Baskaran et al., 2020; Valencia-Castañeda et al., 2019). Para que la materia orgánica pueda descomponerse es necesaria su interacción con las bacterias que contiene el depósito de cultivo, las cuales la utilizan como comida (Baumgartner & Nguyen, 2017; Pedreño et al., 1995). En este proceso que realizan las bacterias de alimentación con la materia orgánica, donde el oxígeno es un elemento interviniente, se generan nuevos elementos que son no tóxicos como el dióxido de carbono, esencial en el proceso de cultivo del camarón (Ramu et al., 2017).

Por el contrario, si no hubiese presencia de oxígeno, el proceso de descomponer la materia orgánica tendría lugar de manera anaeróbica. En este caso, sí se generan algunos productos tóxicos que dificultan el adecuado crecimiento del camarón y afectan su salud, tales son los casos de nitrito, metano y sulfuro de hidrogeno, entre otros (Boyd, 2016; Duncan et al., 2016; Ramu et al., 2017).

Cuando la materia orgánica se agrega a los componentes de producción de acuicultura surgen nuevos productos esenciales para asegurar la salud y el crecimiento satisfactorio de los cultivos, como son los fertilizantes orgánicos. Estos tipos de fertilizantes son resultado de las comidas no consumidas y depositadas en el fondo de los depósitos, de las heces de las especies en cultivo, así como de los restos de plancton y otras especies muertas en el estanque (Baumgartner & Nguyen, 2017).

Cuando la materia orgánica se descompone se produce una mayor demanda de oxígeno de la normal. Es por ello que se necesita un equilibrio de la materia orgánica que se encuentra en el estanque ya que su exceso puede conducir a que se agote el oxígeno presente, lo que afectaría el equilibrio deseado y necesario para el adecuado crecimiento de los cultivos (Gurrola, 2016). En adición, en este balance necesario la materia orgánica ocupa otro rol esencial, el de ser una fuente de comida para los organismos bentónicos, los cuales pueden ser comida de las especies cultivadas en el estanque (Boyd, 2016).

Materiales y métodos

Según Campos-Rudín (2017) y Pérez et al. (2021a), los trabajos de investigación pueden tener cuatro tipos de alcance: el exploratorio, el descriptivo, el correlacional y el

explicativo. Para este proyecto se escogió el alcance descriptivo, ya que su objetivo se encuentra orientado a identificar la materia orgánica y los nitritos en los procesos de pre-crecimiento del camarón. Del mismo modo, se desea describir y medir el comportamiento, así como analizar la cantidad de nitrito presente en el agua de los estanques y piscinas seleccionados. Posteriormente, se pretende llevar a cabo un análisis comparativo de los resultados que fueron obtenidos durante el lapso de tiempo que se desarrolla el estudio. Se recolectaron datos que pueden dar cuenta de las variables y exponerlas de tal forma que puedan generar mayores conocimientos a ser discutidos.

El objetivo general que se define en la investigación es: identificar los niveles de materia orgánica y nitrito en los procesos de pre-crecimiento del camarón en dos piscinas de cultivo de camarón en el Cantón Santa Rosa en el Ecuador. Adicionalmente, para que se pueda dar cumplimiento al objetivo general definido, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar la cantidad de materia orgánica dentro de dos piscinas de producción de camarón.
2. Analizar la cantidad de nitritos en la columna de agua de las piscinas seleccionadas.
3. Realizar una comparativa de los resultados obtenidos.

Seguidamente, en la tabla 1 se muestran las variables, dimensiones e indicadores que se analizan en el estudio en cuestión:

Tabla 1. Indicadores, dimensiones y variables que se analizan en el estudio.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Materia orgánica	Materia orgánica Piscinas de producción de camarón	Cantidad de materia orgánica dentro de dos piscinas de producción de camarón
Procesos de producción de camarón	Nitritos en la columna de agua de las piscinas seleccionadas.	Cantidad de nitritos en la columna de agua de las piscinas seleccionadas.
Comparativa de los resultados obtenidos	Materia orgánica y nitritos presentes en el agua en diferentes piscinas y estanques	Volumen de nitrito y materia orgánica que se encuentra en el agua

Fuente: elaboración propia.

El área de estudio del presente proyecto fue en la camaronera Salsipuedes en Santa Rosa y posteriormente analizado en el laboratorio NemaLab. En cambio, la ubicación del proyecto es en la Vía Troncal de la Costa y Vía Balosa en el Cantón Santa Rosa, de la provincia del Oro, en la posición 3.3834669, -79.9501949, 1507, como se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Ubicación del proyecto para la manipulación del camarón. Fuente: elaboración propia. Los principales recursos empleados en la investigación fueron un termómetro para medir la temperatura del agua, así como un medidor de PH tipo pluma Yieryi de modelo EZ9908. Además, se emplearon dos botellas plásticas, dos fundas plásticas, una hielera y un peachimetro. Adicionalmente, se utilizaron los celulares y las laptops de los integrantes del estudio.

Principales conceptos del campo de acción de la investigación

Nitratos y nitritos

Ambas sustancias son compuestos que se pueden disolver y que en su composición tienen oxígeno y nitrógeno. Según Colt & Armstrong (1981), ambas sustancias pueden tener presencia en los cultivos acuícolas en niveles elevados de toxicidad si no se monitoriza su presencia de manera continuada, lo cual afecta el balance y la calidad de los cultivos. Particularmente el nitrito ha tenido una gran connotación en la última década por su grado para generar toxicidad en los sistemas de cultivos acuáticos. Ello se debe a que al ser un producto que se emplea para la nitrificación, su alto nivel de concentración en el agua puede afectar los cultivos de camarón (Frías-Espéricueta & Páez-Osuna, 2001; Torres et al., 2018).

La utilización de nitrógeno en niveles extremadamente altos, que no permitan su asimilación por parte de las especies en cultivo, afecta su salud y la calidad del agua del estanque. En tal caso, ello se justifica debido a que se acumula una gran cantidad de compuestos nitrogenados entre los que se destacan el nitrito, el nitrato y el amonio, sustancias las cuales son tóxicas (Briones-Pérez et al., 2017). Este fenómeno de la toxicidad de estos compuestos sobre el zooplancton, las algas y demás organismos vivos en el contexto de la acuicultura ha sido abordado por diversos estudiosos, los cuales han tenido el propósito de mejorar la producción acuícola, el equilibrio ambiental y la salud

del camarón, entre otras especies de alta demanda en el mercado pesquero (Cairns et al., 1990; Randall & Wright, 1987).

De estos tres compuestos analizados: el amonio, el nitrato y el nitrito, el primero es uno de los que más atención ha suscitado por su elevado nivel de toxicidad, considerado por muchos autores como el más tóxico de los tres (Briones-Pérez et al., 2017; Calvachi & Ortiz, 2013; Frías-Espericueta & Páez-Osuna, 2001). Del mismo modo, se ha constatado que el amonio es el que ha evidenciado mayores niveles de concentración en aguas residuales, tanto en el sector industrial, como en los cultivos acuícolas (Camargo & Alonso, 2007; Frías-Espericueta & Páez-Osuna, 2001).

Biología básica del camarón

El vocablo “camarón” es aplicado a un número determinado de familias de crustáceos que tienen parentesco con la langosta y el cangrejo. El hábitat del camarón no es complejo, ya que se adapta normalmente a vivir en aguas saladas, dulces y salobres (Flegel, 2019). Un gran número de especies de camarón son animales cuyo hábitat es el marino, donde las tres cuartas partes habitan en agua salada. Los camarones están distribuidos de manera amplia en todo el mundo, en profundidades moderadas (Boscarino et al., 2020; Jayanthi et al., 2018).

En su proceso de crecimiento, inicialmente las larvas se alimentan de fitoplancton y de zooplancton. Posterior al periodo post-larva, las crías se trasladan a piscinas pequeñas con una densidad no mayor de 150 animales por metro cuadrado. Luego, cuando estos alcanzan un peso que oscila entre uno y tres gramos, el camarón es transferido a estanques mayores para engordar, donde permanecen hasta que alcanzan un tamaño de comercialización, que oscila entre los 18 y los 25 gramos (Chen & Chen, 1992). Por último, en el estanque para engorde se lleva a cabo un proceso de fertilización con diversos abonos, se realiza el monitoreo a cada uno de los parámetros del agua, tanto químicos, como de temperatura, así como el cambio continuo del agua por medio de bombas (FAO, 2016a).

Los camarones machos inician su proceso de maduración cuando alcanzan los 20 gramos. En cambio, las hembras lo hacen a partir de los 28 gramos, que se corresponde con un tiempo de vida aproximado de seis a siete meses. En este sentido, el nitrito tiene un efecto tóxico sobre el proceso de crecimiento del camarón (Chen & Chen, 1992; Frías-Espericueta & Páez-Osuna, 2001).

Nitrógeno en los tanques de cultivo

El nitrito como se ha abordado tiende a presentar una elevada toxicidad para los cultivos acuícolas, a partir de los niveles de detección en los estanques. Otro elemento que evidencia afectación es el estadio en el que se encuentre el organismo como parte de su desarrollo, si es una larva o ya pasó a una etapa de adultez (Añazco et al., 2017). Es por ello que se considera que este fenómeno y su impacto está dado por diversos factores y variables en el proceso de cultivo del camarón (Baskaran et al., 2020).

Siguiendo con la idea anterior, el nitrógeno que se encuentra en la materia orgánica se transforma en amonio, todo ello sucede en tanto las bacterias actúan en el proceso en el que se descompone la materia orgánica que está en el estanque de cultivo. En este proceso, el amonio puede transformarse en nitrato. Por norma, aproximadamente entre un 20 y un 40% del nitrógeno que se encuentra en la comida puede transformarse en nitrógeno en el camarón. La parte restante de nitrógeno es expulsado en forma de heces, convirtiéndose en amonio. Todo ello implica que la cantidad de comida existente en la piscina es determinante, ya que en su proceso de descomposición por parte de las bacterias generará mayor cantidad de amonio, lo cual es perjudicial y tóxico para el equilibrio y el crecimiento del camarón (Boyd, 2016).

Teniendo en consideración los elementos anteriores, la mayor cantidad de nitrógeno existente en los tanques de cultivo es producto del amonio que es expulsado en forma de heces por parte del camarón. No obstante, del mismo modo existe una cantidad significativa de nitrógeno como resultado de la comida presente en el estanque, el cual también se convierte en amonio (Gurrola, 2016).

Resultados

Para la realización del análisis de la temperatura y pH se utilizó el probador de temperatura EZ9908 medidor de pH, el cual se introduce en la fuente de agua a analizar durante varios segundos. Este proceso se debe realizar unas 3 veces. Posteriormente, se procede a anotar los valores obtenidos de cada parámetro. Luego, se suman los valores similares y se divide por el número de veces que se realiza la medición de la muestra. De esa manera se obtienen los valores de cada parámetro.

Con ayuda de dos botellas de plástico se tomó dos muestras de agua, una muestra de cada piscina. Sin embargo, con anterioridad se procedió a lavar los envases tres veces para poder recoger las muestras que se obtuvo de las piscinas. De ahí se colocó la muestra en

el contenedor de material aislante que fue una hielera, el cuál es un frigorífico. De esta manera, se pudo conservar en buen estado las muestras de las piscinas. Seguidamente, se llevó la muestra a un laboratorio para poder hacer el respectivo análisis de nitrito y materia orgánica.

Se obtuvieron las muestras de las piscinas 1 y 2. En cuanto al cálculo de los niveles de nitrito, se obtuvieron valores de 0.010mg/L y 0.009mg/L para las piscinas 1 y 2, respectivamente. En cambio, en las piscinas 1 y 2 los valores obtenidos de materia orgánica fueron de 1146.4mg/L y 326.19mg/L respectivamente.

Una vez obtenidos los datos, se realiza la respectiva comparación con la norma de calidad ambiental, para así identificar el nivel de materia orgánica y nitrito que contiene cada piscina. Este análisis dio como resultado que la materia orgánica se encuentra extremadamente elevada en ambas piscinas y el nivel de nitrito se encuentra muy debajo de lo normal. Los datos arrojados y analizados anteriormente permiten aseverar que las condiciones existentes afectan considerablemente el cultivo adecuado de camarón. La información discutida se visualiza en la tabla 2.

Tabla 2. Comparación de las normas de calidad ambiental.

Muestras	No. Laboratorio	Volumen de materia orgánica	Nivel de nitrito en el agua	Norma de materia orgánica permisible para asegurar calidad del ambiente	Norma de nitrito permisible para asegurar calidad del ambiente
Piscina 1	8962	1146.4mg/L	0.010mg/L	NA	1.0mg/L
Piscina 2	8965	326.9mg/L	0.009mg/L	NA	1.0mg/L

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, el proceso seguido en el análisis de laboratorio para llevar a cabo la adecuada medición de cada uno de los parámetros abordados, se muestra en las figuras 2, 3 y 4, para cálculo de temperatura, evaluación de salinidad y análisis del pH. La temperatura del agua mostró un valor de 27.1 grados en escala de Celsius, como se visualiza en la figura 2. La observación de la salinidad dio 16 partes por 1000, como se observa en la figura 3. Por último, el pH arrojó un valor de 7, como se visualiza en la figura 4. Cada una de las figuras se visualizan a continuación:



Figura 2. Análisis del grado de temperatura existente en la piscina (27.1 grados en escala de Celsius). Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Análisis de la salinidad del agua de la piscina (16 partes por 1000). Fuente: elaboración propia.

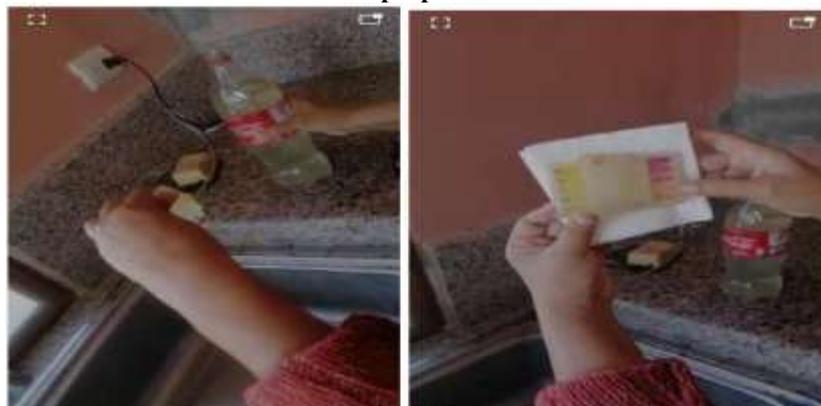


Figura 4. Análisis del pH del agua de la piscina (valor 7). Fuente: elaboración propia.

Discusión

El exceso de nitrito afecta grandemente el cultivo del camarón. Su efecto nocivo en el desarrollo de esta especie ha sido tratado y analizado por diversos investigadores de esta área de conocimiento como Conklin & Rao (1978), Frías-Espéricueta & Páez-Osuna (2001), Lara et al. (2016), Ramu et al. (2017) y Vereshchaka et al. (2021). Con los resultados arribados en la investigación coinciden estos y otros investigadores, siendo una

temática a seguir estudiando a partir del incremento en la aceptación de la acuicultura en la actualidad, para aumentar los niveles de producción de camarón a nivel mundial.

En la investigación se arroja como resultados que la toxicidad producida por la presencia de nitrato, como parte de la materia orgánica, en el piso de las piscinas y en el agua, produce un efecto contraproducente. Tales resultados se fundamentan en que aumenta las enfermedades y el estrés de las especies, lo que afecta la producción de los mismos. A estos resultados igualmente arriban otros autores en sus investigaciones como Boyd (2016), Torres et al. (2018) y Vereshchaka et al. (2021). Todas estas situaciones provocan una inestabilidad estructural del entorno, lo cual es nocivo y tóxico para las especies cultivadas. Entre los efectos que provoca están: el estrés en los organismos, una pérdida de su apetito, la desaceleración en su crecimiento y la propensión al padecimiento de enfermedades, todo lo cual incrementa los porcentajes de mortalidad (Ramu et al., 2017).

Del mismo modo, soportado en los resultados obtenidos en la investigación, Boyd (2016) también coincide en que el proceso en el que se descomponen los microbios de la materia orgánica es regulado por diversos elementos entre los que se destacan: la temperatura del estanque, el pH y el nivel de oxígeno en el estanque, así como los parámetros propios a monitorear de la materia orgánica (Boyd, 2016).

También, como se aborda en la investigación, que es soportada por Baumgartner & Nguyen (2017) y Ramu et al. (2017), la materia orgánica con un grado de nitrógeno mucho más elevado generalmente tiene una mayor facilidad de descomposición. Ello se debe a que un contenido mayor de nitrógeno tiene menor presencia de fibra. Ahora, la misma es muy importante porque los microorganismos que descomponen los alimentos requieren nitrógeno para lograr la producción de biomasa.

Adicionalmente, como parte de los hallazgos de la investigación, se puede afirmar que los microorganismos que posibilitan la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas no logran una conversión total de los compuestos orgánicos a agua y dióxido de carbono. Todo ello desemboca en una cantidad elevada de residuos orgánicos que sí se encuentran presentes en la descomposición en condiciones aeróbicas. No obstante, existen otros organismos que pueden emplear estos desechos orgánicos para la generación de agua y dióxido de carbono, sin embargo, se torna en un proceso que es bien despacio. Por todo ello, se puede concluir que el proceso de descomponer la materia orgánica se encuentra incidida por la existencia oxígeno de oxígeno en el estanque (Boyd, 2016).

Conclusiones

1. *Se concluye que en el proyecto realizado algunos parámetros muy importantes en la producción del camarón como es la materia orgánica y los nitritos, los cuáles deben tener un parámetro bajo y así no entren en el rango de tóxicos para las especies, al saber estos rangos beneficia mucho a la acuicultura porque esta es una actividad económica importante que suministra proteína animal de calidad, genera empleo y proporciona divisas.*
2. *Algunos de los puntos más importantes dentro de nuestra investigación es determinar la materia orgánica y el nitrito dentro de dos piscinas de producción de camarón y compararlas para que así podamos saber si se encuentran en óptimas condiciones,*
3. *Descubrimos que en estas se altera más la materia orgánica ya que en la piscina uno hay casi el triple que en la piscina dos y como sabemos la materia orgánica cuando se descompone causa afectaciones en la calidad del agua de los estanques de acuicultura y crea una demanda de oxígeno, por eso hay que tenerla muy en cuenta, ya que es producida por las heces fecales de los camarones, balanceado, etc.*
4. *Del mismo modo, se recomienda para trabajos futuros analizar más parámetros de la calidad del agua, para controlar los niveles de materia orgánica presente en cada piscina y así no llegue a causar problemas en la producción camaronera.*

Referencias bibliográficas

1. Añazco, S. G., Molina, G. G. M., & Bravo, B. B. B. (2017). Análisis exploratorio de buenas prácticas de manufactura del sector camaronero: Asociación Aprocam JK. Estudio de caso. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(1), 28-35. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000100004
2. Baskaran, V., Patil, P. K., Antony, M. L., Avunje, S., Nagaraju, V. T., Ghate, S. D. & Vijayan, K. K. (2020). Microbial community profiling of ammonia and nitrite oxidizing bacterial enrichments from brackishwater ecosystems for mitigating nitrogen species. *Scientific reports*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62183-9>
3. Baumgartner, U., & Nguyen, T. H. (2017). Organic certification for shrimp value chains in Ca Mau, Vietnam: a means for improvement or an end in itself?. *Environment, Development and Sustainability*, 19(3), 987-1002. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9781-z>
4. Boscarino, B. T., Oyagi, S., Stapylton, E. K., McKeon, K. E., Michels, N. O., Cushman, S. F., & Brown, M. E. (2020). The influence of light, substrate, and fish on the habitat preferences of the invasive bloody red shrimp, *Hemimysis anomala*. *Journal of Great Lakes Research*, 46(2), 311-322. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2020.01.004>
5. Boyd, C. E. (2016). Descomposición y acumulación de materia orgánica en estanques. *Health & Welfare*, 1, 2-5.

6. Briones-Pérez, E., Hernández-Acosta, E., Leal-Mendoza, A. I., & Calvario-Rivera, C. I. (2017). La calidad del agua en diferentes unidades de producción acuícola de Tlaxcala, México. *Rev Ibero Cienc*, 4(5), 40-48. <http://www.reibci.org/publicados/2017/oct/2500108.pdf>
7. Campos-Rudín, M. E. (2017). Gestión y desarrollo de un programa de educación continua por la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. *Gestión de la educación*, 115-132. <https://doi.org/10.15517/rge.v7i2.30650>
8. Calvachi, G. L. C., & Ortiz, I. A. S. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública. *Universidad y Salud*, 15(1), 72-88. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072013000100007
9. Camargo, J. A., & Alonso, A. (2007). Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas*, 16(2). <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/457>
10. Chapra, S. C. (2008). *Surface water-quality modeling*. Tufts University. Waveland Press, Inc. Illinois, USA.
11. Chen, J. C., & Chen, S. F. (1992). Accumulation of nitrite in the haemolymph of *Penaeus monodon* exposed to ambient nitrite. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, 103(3), 477-481. [https://doi.org/10.1016/0742-8413\(92\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0742-8413(92)90168-7)
12. Colt, J. E., & Armstrong, D. A. (1981). *Nitrogen toxicity to crustaceans, fish, and molluscs*. AGRIS. Portal oficial de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19830934222>
13. Conklin, P. J., & Rao, K. R. (1978). Toxicity of sodium pentachlorophenate (Na-PCP) to the grass shrimp, *Palaemonetes pugio*, at different stages of the molt cycle. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 20(1), 275-279. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF01683520.pdf>
14. Duncan, C., Primavera, J. H., Pettoelli, N., Thompson, J. R., Loma, R. J. A., & Koldewey, H. J. (2016). Rehabilitating mangrove ecosystem services: A case study on the relative benefits of abandoned pond reversion from Panay Island, Philippines. *Marine pollution bulletin*, 109(2), 772-782. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.049>
15. FAO. (2016a). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Portal oficial de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i5555s/i5555s.pdf>
16. FAO. (2016b). *Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria*. Portal oficial de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i6030s/i6030s.pdf>
17. Frías-Espericueta, M. G., & Páez-Osuna, F. (2001). Toxicidad de los compuestos del nitrógeno en camarones. *Camaricultura y medio ambiente*, 253-276.
18. Flegel, T. W. (2019). A future vision for disease control in shrimp aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 50(2), 249-266. <https://doi.org/10.1111/jwas.12589>
19. Gainza, O., & Romero, J. (2020). Effect of mannan oligosaccharides on the microbiota and productivity parameters of *Litopenaeus vannamei* shrimp under intensive cultivation in Ecuador. *Scientific reports*, 10(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59587-y>
20. Gurrola, J. A. H. (2016). *Caracterización de la calidad de agua en un sistema intensivo de cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, en condiciones de alta salinidad con recambio de agua limitado*. (Tesis de Maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California del Sur, México. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/42/1/hernandez_j.pdf
21. Jayanthi, M., Thirumurthy, S., Muralidhar, M., & Ravichandran, P. (2018). Impact of shrimp aquaculture development on important ecosystems in India. *Global Environmental Change*, 52, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.05.005>
22. Lara, G., Furtado, P. S., Hostins, B., Poersch, L., & Wasielesky Jr, W. (2016). Addition of sodium nitrite and biofilm in a *Litopenaeus vannamei* biofloc culture system. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(4), 760-768. <https://doi.org/10.3856/vol44-issue4-fulltext-11>
23. Li, Z. S., Ma, S., Shan, H. W., Wang, T., & Xiao, W. (2019). Responses of hemocyanin and energy metabolism to acute nitrite stress in juveniles of the shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 186, 109753. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109753>
24. Cairns Jr, J., Niederlehner, B. R., & Pratt, J. R. (1990). Evaluation of joint toxicity of chlorine and ammonia to aquatic communities. *Aquatic toxicology*, 16(2), 87-100. [https://doi.org/10.1016/0166-445X\(90\)90079-5](https://doi.org/10.1016/0166-445X(90)90079-5)

25. Pedreño, J. N., Herrero, J. M., Lucas, I. G., & Beneyto, J. M. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Universidad de Alicante. Compobell, S.L. Murcia, España. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Navarro-Pedreno/publication/235941169_Residuos_organicos_y_agricultura/links/02e7e515e8998b0bdb000000/Residuos-organicos-y-agricultura.pdf
26. Pérez, J. F. R., Torres, V. G. L., Ledo, M. V., Pérez, A. D. R. R., & Valdés, M. M. (2021a). Las tecnologías de la información y la comunicación como factor de desempeño competitivo en instituciones de salud. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 32(2), 9. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2307-21132021000200009&script=sci_arttext&tlng=en
27. Pérez, J. F. R., Torres, V. G. L., & Valdés, M. M. (2021b). Tecnologías de la información, gestión del conocimiento y competitividad en salud, una revisión actualizada de la literatura. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(7), 67-81. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/917>
28. Randall, D. J., & Wright, P. A. (1987). Ammonia distribution and excretion in fish. *Fish physiology and biochemistry*, 3(3), 107-120. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF02180412.pdf>
29. Ramu, D., Sigamani, S., Venkatachalam, H., Bommannan, P., & Ramamurthy, D. (2017). The role of probiotics in the control of bacterial diseases and biodegradation of organic matter in shrimp (*Penaeus vannamei*) culture ponds of South India. *Journal of Coastal Life Medicine*, 5(7), 293-298. <https://doi.org/10.12980/jclm.5.2017J7-32>
30. Torres, W., Tinoco, O., Huamantínco, A., Mialhe, E., & Conde, L. (2018). Biorremediación del agua recirculante en cultivo de camarón blanco utilizando microbiota autóctono del mangle rojo. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 21(42), 55-62. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/15787>
31. Valencia-Castañeda, G., Frías-Espéricueta, M. G., Vanegas-Pérez, R. C., Chávez-Sánchez, M. C., & Páez-Osuna, F. (2019). Toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to *Litopenaeus vannamei* juveniles in low-salinity water in single and ternary exposure experiments and their environmental implications. *Environmental toxicology and pharmacology*, 70, 103193.
32. Vereshchaka, A., Kulagin, D., & Lunina, A. (2021). A New Shrimp Genus (Crustacea: Decapoda) from the Deep Atlantic and an Unusual Cleaning Mechanism of Pelagic Decapods. *Diversity*, 13(11), 536. <https://doi.org/10.3390/d13110536>