UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

INOCULACIÓN DE LEVADURA (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES BACTERIANAS DEL GENERO VIBRIO, EN CULTIVO DE *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

VALLE PEREZ FRANCISCO MAURICIO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

INOCULACIÓN DE LEVADURA (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES BACTERIANAS DEL GENERO VIBRIO, EN CULTIVO DE *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

VALLE PEREZ FRANCISCO MAURICIO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2022

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

INOCULACIÓN DE LEVADURA (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES BACTERIANAS DEL GENERO VIBRIO, EN CULTIVO DE *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

VALLE PEREZ FRANCISCO MAURICIO
INGENIERO ACUÍCULTOR

VALAREZO MACÍAS CESAR AUGUSTO

MACHALA, 25 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
25 de agosto de 2022

INOCULACIÓN DE LEVADURA (SACCHAROMYCES CEREVISIAE) PARA LA DISMINUCIÓN DE POBLACIONES BACTERIANAS DEL GÉNERO VIBRIO, EN CULTIVO DE LITOPENAEUS VANNAMEI

por Valle Perez Francisco Mauricio

Fecha de entrega: 19-ago-2022 12:28a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1884246001
Nombre del archivo: VALLE_PEREZ_FRANCISCO_MAURICIO_PT-280322_EC.docx (91.33K)
Total de palabras: 4434
Total de caracteres: 25229

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

El que suscribe, VALLE PEREZ FRANCISCO MAURICIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Inoculación de Levadura (Saccharomyces cerevisiae) para la disminución de poblaciones bacterianas del genero Vibrio, en cultivo de Litopenaeus vannamei., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

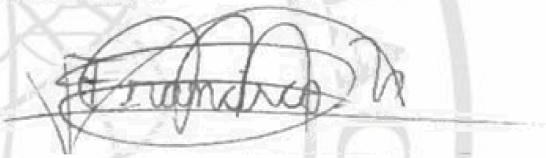
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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

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

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

Machala, 25 de agosto de 2022



VALLE PEREZ FRANCISCO MAURICIO
0705435204

RESUMEN

La acuicultura desde sus inicios ha sido considerado el sector productivo de mayor crecimiento y rentabilidad, la crianza de camarón siendo la laboral más realizada por su grandes beneficios económicos, los recientes brotes de enfermedades han causado que el sector camaronero se vea afectado y disminuya su productividad, entre los agentes causales de enfermedades encontramos bacterias, hongos y virus, donde las bacterias se han posicionado como los patógenos de mayor prevalencia en el cultivo de camarón, citando como un ejemplo las bacterias del Género Vibrios que muy a menudo se presentan en los estanques de cultivo de camarón, para el control de estos patógenos se han diseñado o implementado el uso de varias productos, como los probióticos que están compuestos a base de bacterias benéficas con el fin de disminuir la proliferación de bacterias perjudiciales, la levadura forman parte de los probióticos al presentar ciertas cualidades que las convierten en una buena opción, en el campo el uso de levadura es muy común en la elaboración de fermentos, los fermentos ayudan a potencializar la bacterias para que alcancen altas concentraciones para su inoculación en los estanques.

Palabras clave: *Litopenaeus vannamei*, vibrios, bacteria, levadura, inoculación

ABSTRACT

Aquaculture since its inception has been considered the productive sector with the highest growth and profitability, shrimp farming being the most performed job due to its great economic benefits, recent disease outbreaks have caused the shrimp sector to be affected and decrease its productivity , among the causal agents of diseases we find bacteria, fungi and viruses, where bacteria have positioned themselves as the most prevalent pathogens in shrimp farming, citing as an example the bacteria of the Genus Vibrios that very often occur in ponds of shrimp farming, for the control of these pathogens the use of various products has been designed or implemented, such as probiotics that are composed of beneficial bacteria in order to reduce the proliferation of harmful bacteria, yeast are part of the probiotics by presenting certain qualities that make them a good option, in the field the use of yeast is very common in the elaboration of ferments, the ferments help to potentiate the bacteria so that they reach high concentrations for their inoculation in the ponds.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, vibrios, bacteria, yeast, inoculation

ÍNDICE

ÍNDICE 4

1. INTRODUCCIÓN 5

2. DESARROLLO 6

2.1 Vibrios en la acuicultura. 6

2.2 Enfermedades por Vibrio. 7

2.2.1 Septicemia bacteriana 7

2.2.2 Necrosis 7

2.2.3 Vibriosis en camarón blanco del pacifico. 8

2.3 Factores ambientales que influyen en la proliferación de bacterias del género Vibrio. 8

2.4 Probióticos. 9

2.5 Generalidades de la levadura. 10

2.6 Compuestos bioactivos de levadura con efecto inmunológico. 11

2.6.1 Glucanos 11

2.6.2 Nucleótidos 12

2.7 Uso de levadura como probiótico en la acuicultura 12

2.8 Uso como aditivo alimenticio. 13

2.9 Levaduras y el porcentaje de digestibilidad en camarones peneidos 14

2.10 Levaduras como potencial recurso de proteína 15

2.11 Uso de levadura en la inmunidad e infección de los camarones. 15

2.12 Uso preventivo contra enfermedades bacterianas. 16

2.13 Efecto sobre el agua y la calidad ambiental. 17

2.14 El uso de la levadura en la camaronicultura en el contexto mundial. 18

3. CONCLUSIÓN 22

4. BIBLIOGRAFÍA 23

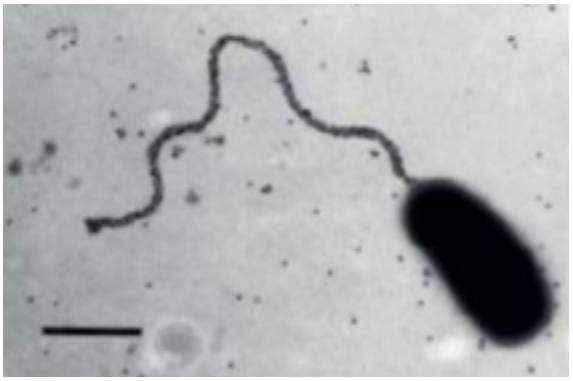
1. INTRODUCCIÓN

La demanda de alimento a nivel mundial ha aumentado con la creciente de la población, donde la acuicultura se ha convertido en uno de los sectores productivos de mayor rentabilidad, el *Litopenaeus vannamei* es un animal cultivado en todo el mundo entre las especies de crustáceos debido a su rápido crecimiento, carne tierna y alto valor nutricional, sin embargo, el mayor problema en la acuicultura es el brote repentino de enfermedades, especialmente causadas por *Vibrio* spp. lo cual es considerado como un problema significativo para el desarrollo del sector con severas pérdidas económicas a nivel mundial, la aparición de enfermedades ha provocado pérdidas económicas sustanciales en la industria de la acuicultura del camarón. La prevención de microorganismos patógenos mediante el uso de antibióticos se ha asociado ampliamente con problemas como el desarrollo y la bioacumulación de patógenos resistentes a los antibióticos. Como alternativa al control tradicional de enfermedades, el uso de probióticos, prebióticos e inmunoestimulantes naturales ha sido de creciente interés. Los prebióticos, ingrediente alimentario no digerible, tienen el potencial de afectar la inmunidad del huésped al modular exclusivamente las actividades metabólicas en el intestino y, por lo tanto, estimular el equilibrio intestinal del huésped. Se incluye el uso probióticos o microorganismos benéficos como método preventivo para el control de patógenos, se ha realizado el uso de proteínas unicelulares de algunas levaduras, por ejemplo*, Saccharomyces cerevisiae*. Los efectos potenciales de los probióticos de S. cerevisiae en varias especies acuáticas son una mayor inmunidad, crecimiento y protección contra las infecciones por patógenos. El contenido de carbohidratos complejos de la levadura en el intestino inhibe la colonización de patógenos al bloquear las moléculas de reconocimiento de patrones y sirve como sitio de unión de patógenos potenciales en lugar de colonizar directamente las paredes intestinales, el objetivo de este trabajo es dar a conocer la aplicación de Levadura en la disminución de poblaciones bacterianas del género Vibrio.

2. DESARROLLO

2.1 Vibrios en la acuicultura.

Las bacterias del género vibrios se han considerados patógenos bacterianos potenciales, causantes de un sinnúmero de problemas de enfermedades en la acuicultura. Entre las muchas enfermedades infecciosas que pueden generar o causar este tipo de bacterias encontramos la vibriosis, que se ha considerado como una de las principales causas de mortalidades en el cultivo de camarón, por otro lado, esta misma bacteria es causante de enfermedades graves en el cultivo de peces. Hoy en día, los miembros del género Vibrio han llamado la atención porque varias especies están asociadas con enfermedades humanas y causan pérdidas multimillonarias y una mortalidad severa del ganado en muchos países, especialmente en las industrias acuícolas del camarón, lo vibrios pueden encontrarse en múltiples ambientes, pero por lo general se encuentran en mayor población en agua salina, se han descrito varias especies de vibrios que habitan en agua salada, en ambiente controlado la presencia de vibrios disminuye, ante una alteración de un parámetro del medio acuático tienden aumentar su población, estudios demuestran que estas bacterias son oportunista, es decir cuando el organismo tienden a bajar sus defensas estas bacterias atacan y causan daño (Aguilera et al., 2019).



Fuente: (Haditomo y otros, 2018)

Ilustración 1 de una célula de *Vibrio sp*.

2.2 Enfermedades por Vibrio.

2.2.1 Septicemia bacteriana

Esta es una de las enfermedades sistémicas graves causadas por bacterias, que afecta a los camarones y presenta síntomas como letargo, comportamiento anormal de natación, expansión de los cromatóforos, seguido de un cambio de color rojizo en los pleópodos que se puede ver en la musculatura abdominal. En casos crónicos, las cubiertas branquiales aparecen inflamadas y erosionadas junto con ampollas negras melanizadas en el caparazón y el abdomen. La enfermedad causada por *Vibrio alginolyticus, V. anguillarium o V. parahaemolyticus* y diagnosticado en base a signos macroscópicos como sus patrones de natación, índice de consumo de alimentos (FCR) y confirmado mediante el análisis del patógeno aislado de hemolinfa o muestra de músculo mediante métodos microbiológicos estándar e histopatología. La septicemia bacteriana se puede prevenir manteniendo una buena calidad del agua y reduciendo la carga orgánica mediante un mayor intercambio de agua. Esto se puede prevenir proporcionando alimentos ricos en proteínas con antibióticos, el intercambio repetido de agua podría ayudar a disminuir la densidad de patógenos que causan enfermedades (Licona et al., 2022).

2.2.2 Necrosis

La inflamación en las células explora la liberación de proteínas de los tejidos y las células, lo que se refleja en el cambio de color de los animales como blanco lechoso. Esta enfermedad puede ser causada por varias condiciones ambientales desfavorables como la calidad del agua, la carga orgánica, la desnutrición y los desechos producidos por los animales, en casos crónicos se puede observar melanización de setas, antenas, apéndices y músculos. La necrosis generalmente es causada por *Vibrio spp, Pseudomonas spp, Aeromonas spp* y *Flavobacterium spp* y se puede diagnosticar en función de los patrones de natación y otros síntomas, como manchas blancas en el cefalotórax, y se puede prevenir mediante el intercambio repetido de agua y la alimentación con alimentos ricos en nutrientes.

La necrosis se controla mediante la muda inducida mediante la aplicación de 5 a 10 ppm de torta de arroz fermentado (Ayiku et al., 2020).

2.2.3 Vibriosis en camarón blanco del pacifico.

La vibriosis una de las enfermedades con mayor potencial infeccioso generada por un grupo de bacterias llamadas Vibrio, en el ambiente acuícola los Vibrios han sido reportados como uno de los agentes causales de enfermedades en organismos acuáticos, otras especies como *Vibrio alginolyticus* han sido utilizadas como probióticos para la producción de camarones. Cuando la vibriosis ataca al camarón suelo mostrar ciertas características físicas, entre los signos clínicos causados por Vibrio encontramos letargo, necrosis de tejidos y apéndices, crecimiento lento, metamorfosis lenta, malformación corporal, bioluminiscencia, opacidad muscular y melanización en diferentes partes del cuerpo. En muchos casos, los Vibrios pueden clasificarse como un oportunista, que solo causa enfermedades cuando el organismo huésped está inmunosuprimido o estresado debido al tipo de sistema de cultivo o también por condiciones ambientales adversas, es decir alteración de los parámetros físicosquimicos del agua (Haditomo et al., 2018).

2.3 Factores ambientales que influyen en la proliferación de bacterias del género Vibrio.

Los vibrios podemos encontrar en diferentes habitad acuáticos, como agua salina y dulce, pero el principal factor que define su distribución y aparición son los factores ambientales, la calidad de agua de un estanque acuícola es un factor clave para la presencia o ausencia de este tipo de bacteria, entre los principales parámetros de calidad de agua a tomar en cuenta tenemos la temperatura, el pH y la salinidad, también se puede considerar el suelo del estanque como un parámetro a tomar en cuenta, el aumento de temperatura en los estanques a sido considerado como un estimular en la proliferación de estas bacterias, rangos de temperatura de 30°C a 40°C son considerados como óptimos para su multiplicación, por otro lado, el pH ideal para la proliferación de este género de bacteria es alcalino, estudios

indican que en rango de 7,8 a 8,6 es ideal para la proliferación del *Vibrio parahaemolyticus,* con respecto a la salinidad el género Vibrio prefiere los habitad salinos, aunque se ha demostrado que también pueden presentarse en agua dulce, como ultimo la calidad del suelo en estanques de producción de camarón es importante, un suelo reducido puede ser detonante de la proliferación de este patógeno, recordemos que el suelo y el agua tiene una estrecha relación, un suelo reducido puede disminuir la concentración de oxigeno disponible para el camarón causando estrés, y es cuando los vibrios atacan al huésped (Qin et al.,2018).

2.4 Probióticos.

Los probióticos están ganando más atención en el escenario reciente en todos los sectores, incluida la acuicultura, la agricultura y la cría de animales, cuando se consideran otros remedios, los probióticos actúan como una mejor opción en lugar de incorporar antibióticos para controlar los patógenos en la acuicultura. El término probiótico se ha definido como un cultivo mono o mixto de microorganismos vivos que se puede aplicar a animales o humanos para mejorar el sistema inmunológico. Entonces, la salud animal mejora mediante la eliminación o disminución de la densidad de población de patógenos y mejorando la calidad del agua a través de una degradación más rápida de la materia orgánica que compone el lodo del suelo.

La microbiología ambiental y la biotecnología han avanzado en la última década, hasta el punto de que los productos y tecnologías comerciales están disponibles para tratar grandes áreas de agua y tierra para mejorar las densidades de población de especies microbianas o actividades bioquímicas deseadas. La práctica de la biorremediación se aplica en muchas áreas de interés, pero la tasa de éxito varía en diferentes áreas, según las condiciones ambientales, la naturaleza de los productos y el método de uso por parte del consumidor, los probióticos que se agregan deben seleccionarse para funciones específicas. La bioaumentación y el uso de probióticos son herramientas importantes para la acuicultura,

pero su eficiencia depende de la comprensión de la naturaleza de la competencia entre los patógenos que causan enfermedades y las cepas de bacterias deseadas. Dependiendo de las condiciones ambientales, la naturaleza de los productos y el método de uso por parte del consumidor, los probióticos que se agregan deben seleccionarse para funciones específicas (Toledo et al., 2018).

La bioaumentación y el uso de probióticos son herramientas importantes para la acuicultura, pero su eficiencia depende de la comprensión de la naturaleza de la competencia entre los patógenos que causan enfermedades y las cepas de bacterias deseadas. Dependiendo de las condiciones ambientales, la naturaleza de los productos y el método de uso por parte del consumidor, los probióticos que se agregan deben seleccionarse para funciones específicas. La bioaumentación y el uso de probióticos son herramientas importantes para la acuicultura, pero su eficiencia depende de la comprensión de la naturaleza de la competencia entre los patógenos que causan enfermedades y las cepas de bacterias deseadas. *bacilo spp., Lactobacilo spp., Pseudomonas spp*., las bacterias nitrificantes y desnitrificantes son algunos de los probióticos comúnmente utilizados en el cultivo de camarones (Toledo et al., 2018).

2.5 Generalidades de la levadura.

Las levaduras o también conocidas como microhongos, son microorganismos unicelulares eucariotas que se los pueden hallar distribuidos en variedades de hábitat naturales. Actualmente solo se han descrito o identificado 1000 especies de levaduras, esto solo representan una pequeña porción de todas las levaduras de la Tierra. Durante varios milenios los seres humanos han aprovechado de manera potencial el uso de la levadura en la fermentación de la cerveza. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es la especie de levadura de mayor estudio y uso en la actualidad, conocida comúnmente como levadura de panadería. En los aspectos reproductivos de este microrganismo pueden reproducirse de manera asexual por gemación y también se pueden reproducir de manera sexual por el método de

conjugación de células. También se debe mencionar que existen levaduras que se reproducen por fisión. Las levaduras se han aplicado en la elaboración y producción de alimentos, bebidas y también en la producción de productos farmacéuticos, es por esta razón que se han considerado las levaduras como modelos importantes para las ciencias biológicas. Se ha secuenciado completamente el genoma de varias levaduras y se están realizando investigaciones para asignar una función fisiológica a los genes de levadura secuenciados. El estudio de las levaduras no solo proporciona información sobre cómo funciona o reproduce, sino que también cómo se podría usar como una herramienta biológica en la producción acuícola.

2.6 Compuestos bioactivos de levadura con efecto inmunológico.

2.6.1 Glucanos

Los glucanos o también llamados β-glucanos que presentan las levaduras son inmunoestimulantes no específicos, entre sus cualidades es que induce al huésped a presentar resistencia contra patógenos bacterianos o por otro lado pueden aprovecharlo como fuentes de energía. Los β-glucanos son polisacáridos de origen natural que como componente estructural tienen a la glucosa, la misma que esta unidad por cadenas o enlaces de β-glucosídicos. Estas moléculas son productos activos, administrados principalmente a los camarones mediante alimentación como un suplemento alimenticio. Las levaduras tienen β-glucanos 50-60 % que son homopolisacáridos de glucosa lineales o cíclicos en su pared celular unidos a través de β- (1 → 3) y β- (1 → 4) lazos, que pueden mostrar ramificaciones. Estas moléculas en hongos y levaduras están compuestas por cadenas de glucosa con cadenas laterales unidas por enlaces β (1 → 6). El efecto fisiológico de los β-glucanos depende de su fuente de origen, dosis, estructura y peso molecular.

2.6.2 Nucleótidos

Además de los compuestos de levadura mencionados, el componente de nucleótidos de la levadura también puede contribuir a la inmunoestimulación. Aunque la mayoría de los tipos de células son capaces de sintetizar nucleótidos a partir de purinas y pirimidinas, se ha pensado que la síntesis de nucleótidos y de recuperación es energéticamente costosa. Una fuente exógena de nucleótidos puede optimizar las funciones de las células que se dividen rápidamente, como las del sistema inmunitario que carecen de la capacidad de sintetizar nucleótidos, por lo que deben depender de una fuente preformada, estudiaron la suplementación con levadura dietética rica en nucleótidos (NT-rich) en camarones blancos del Pacífico (L. vannamei) y reportaron un aumento significativo en las actividades de PO y lisozima en camarones alimentados con una dieta que contenía 50 g/kg de NT- rico. La fenoloxidasa (PO) se detectó como zimógenos en camarones y mostró un papel vital en la comunicación de célula a célula, el reconocimiento celular y la defensa del huésped. Resultados similares se obtuvieron con una estimulación significativa de la expresión génica de la corteza, la lisozima y la penaeidina en el órgano linfoide con el uso de extracto de *S. cerevisiae* rico en NT. Esta estimulación proporcionó resistencia a *V. nigripulchritudo* en *M. japonicus.*

2.7 Uso de levadura como probiótico en la acuicultura

Los animales acuáticos interactúan con una amplia y diversa gama de microorganismos, que podrían desempeñar un papel vital en su condición ambiental, crecimiento y supervivencia. El manejo de las condiciones de la acuicultura conduce a la creación de ambientes negativos o favorables a los microorganismos con su respectivo efecto sobre dichos animales acuáticos. Las levaduras son especies de microorganismos que normalmente se encuentran en ambientes naturales de cultivo de camarón donde se ha documentado su papel en la salud y la nutrición. Estos microorganismos se han utilizado para alimentar organismos vivos o después de procesarlos como ingredientes de alimentos.

Especies de levadura como *Candida sp., C. utilis, C. sake, C. tropicalis, Debaryomyces sp., D. hansenii, Hanseniaspora sp., Kloeckera sp., Kluyveromyces sp., Leucosporidium sp., Metschnikowia sp., Pichia sp. , Rhodotorula sp., R. rubra, R. glutinis, Saccharomyces sp., S. cerevisiae, Sporobolomyces sp., Trichosporon sp. y Yarrowia sp.* han mostrado aplicación en la acuicultura de camarones de *Litopenaeus vannamei* (Guo et al.,2019).

2.8 Uso como aditivo alimenticio.

Los ingredientes tradicionales utilizados para la acuicultura del camarón (harina y aceite de pescado) han disminuido su producción en los últimos años. Se han probado varios ingredientes alternativos para reemplazar la harina de pescado en las dietas acuícolas, incluidas fuentes vegetales y microbianas. Las levaduras de procesos industriales son subproductos que se utilizan como ingredientes alternativos emergentes para piensos en la acuicultura debido a su valor nutricional en proteínas, lípidos, vitaminas, minerales, etc y algunos compuestos bioactivos, como β-glucanos, quitina y ácidos nucleicos.

Diferentes tipos de levaduras entre ellas la *S. cerevisiae* y sus extractos han sido utilizados en dietas acuícolas para camarones (*F. indicus, L. vannamei y P. monodon*) a diferentes niveles de 1-60% o 0.2-8 g kg-1, como reemplazo de harina de pescado o alimento aditivo (Hernández et al., 2018). Sarlin y Philip en el 2016 utilizaron diferentes especies y cepas de levadura como suplementos en postlarvas de camarón. Esas levaduras presentaron contenidos de proteínas, lípidos y carbohidratos de 22,00 a 30,00, 2,00 a 8,25 y 22,36 a 29,68%, respectivamente, sin diferencia en su composición bioquímica. Este estudio demostró que *C. sake*, *C. utilis* y *S. cerevisiae* apoyaron un mejor crecimiento y supervivencia en los camarones en comparación con otras cepas, lo que confirma que las levaduras marinas pueden servir como suplementos alimenticios potenciales en los camarones.

2.9 Levaduras y el porcentaje de digestibilidad en camarones peneidos

Se llevó a cabo una investigación sobre el uso de levadura marina como fuente de alimento en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. La levadura marina se aisló y se propagó en laboratorio a partir de una muestra de sedimento obtenida en una marisma de manglar. Las células de levadura aisladas se propagaron utilizando melaza (subproducto de la caña de azúcar) como sustrato de crecimiento primario hasta que se alcanzó una fase de crecimiento exponencial, con una concentración superior a 70 × 106 cel/mL, para la suministración de las postlarvas se manejaron 3 concentraciones de 1,5 × 105 , 3 × 105 , 5 × 105 cel/mL (Solorzano and Velásquez, 2021).

Durante las pruebas y ensayos, la colonización microbiana de la levadura se puede apreciar en el intestino de las postlarvas, demostrando que la levadura había sido ingerida y se había adherido al intestino mucosa de L. vannamei. Se observó que las células de levadura fueron destruidas por PL de camarón, lo que sugiere una eficiente proceso enzimático durante la digestión. En tono rimbombante, no se observó canibalismo durante la alimentación de la levadura experimento, lo que demuestra que se puede inocular levadura vivas como complemento alimenticio en la dieta de *Litopenaeus vannamei* (Solorzano and Velásquez, 2021).

Durante los ensayos, se observó una colonización microbiana en el intestino de las postlarvas, lo que demostró que la levadura había sido ingerida y se había adherido a la mucosa intestinal. Se observó que las células de levadura fueron destruidas por las postlarvas de camarón, lo que sugiere un proceso enzimático eficiente durante la digestión (Solorzano and Velásquez, 2021).

2.10 Levaduras como potencial recurso de proteína

Las postlarvas de camarón son capaces de absorber componentes orgánicos de las células de levadura marina, lo que implica que todos sus constituyentes biológicos, como proteínas, ácidos orgánicos, carbohidratos y vitaminas, son incorporados por los camarones marinos (Qiu. and Davis, 2017).

De acuerdo a estudios desarrollados por Solorzaon & Velasquez (2021) la eficiencia de absorción permite medir el componente orgánico del alimento asimilado por postlarvas de camarón L Vannamei permitió determinar que estos organismos procesan y asimilan la materia orgánica de levaduras en alrededor del 65% de la materia total. Esto explica que los camarones peneidos son capaces de destruir la pared celular de las levaduras en estado vivo o fresco y por lo tanto se constituyen en un buen recurso para la alimentación de los camarones comprendiendo que su asimilación permitira a los camarones absorber los nucleótidos y glucanos que contienen las levaduras. . Si bien el método de asimilación que expuesto pos Solorzano y Velasquez (2021) tiene algunas limitaciones, resulta práctico para experimentos de exposición a corto plazo con niveles constantes de levaduras para estimar la eficiencia de absorción, de lo cual se deduce que la eficiencia de absorción de las levaduras en postlarvas de camarón es altamente efectiva. Adicionalmente, en esta investigacion se pudo comprobar que la medición de la eficiencia de absorción junto con la observación microscópica reveló las interacciones de las postlarvas de camarón y el papel de la levadura marina como componente alimenticio, por lo tanto, finalmente se sostiene que la levadura puede reemplazar de manera efectiva otras fuentes de proteína y lograr un mejor crecimiento y desarrollo en organismo acuáticos, aspecto que también lo ha reportado Lara (2003).

2.11 Uso de levadura en la inmunidad e infección de los camarones.

En base a la conclusiones de algunos investigadores previamente descritos en este documento, se puede entender que las levaduras tienen un papel importante para mejorar la

resistencia de los camarones contra enfermedades comúnmente presentes en los cultivos. Su uso con el efecto antioxidante, resistencia inmunologica (inmunidad natural o no específica), valor nutricional, efecto probiótico, en camarones ha mejorado su salud. Diferentes estudios han demostrado el uso de levaduras (células totales, vivas o sus productos bioactivos) en componentes inmunológicos de camarones, como es el caso de Rivera y otro autores en el 2018, extrajeron la levadura Saccharomyces cerevisiae del lodo de un estanque de camarones, y unieron las células de levadura a un portador. Sus resultados demostraron el fortalecimiento del sistema inmunológico en L. vannamei jóvenes.

Esos productos se han utilizado en la salud del camarón como proteínas anticoagulantes, aglutininas, péptidos antimicrobianos o AMP (defensinas y quimiocinas), encapsulación de proteínas antiapoptóticas y bacteriocinas. También se han utilizado como radicales libres, formación de nódulos y componentes humorales, lisozimas, monostatina, fagocitosis, enzima fenol oxidasa, proteasas, peróxido de hidrógeno, sideróforos, gramicidina, polimixina y tirotricidina. El uso de levaduras como herramienta de salud del camarón es uno de los más frecuentes en la acuicultura, cuyas aplicaciones se indican a continuación (Nimrat et al., 2021).

2.12 Uso preventivo contra enfermedades bacterianas.

Las enfermedades causadas por bacterias o virus afectan a los organismos en crianza y generan graves pérdidas económicas a la industria camaronera. Una estrategia alternativa para el control de enfermedades es el uso de levaduras, sus productos o fracciones para mejorar la salud de los camarones y generar resistencia a patógenos. El uso de antibióticos y quimioterapéuticos no es deseable en las granjas camaroneras como control de enfermedades. Además, las vacunas no son efectivas contra muchas enfermedades bacterianas. Las levaduras tienen un excelente contenido nutricional y propiedades funcionales, incluido un papel como probióticos y estimulantes inmunológicos. Algunos productos, como b-glucano y

nucleótidos derivados de levaduras como *K. fragilis y S. cerevisiae* se han utilizado en la estimulación de *L. vannamei y P. monodon,* proporcionando resistencia a la vibriosis generada por *V. alginolyticus y V. parahaemolyticus*. Además, los b-glucanos de levadura, se usaron como agentes protectores contra el virus de la mionecrosis infecciosa (IMNV) y WSSV en *L. vannamei, M. japonicus y P. monodon*. Esos resultados han demostrado la actividad inmunoestimuladora de los glucanos de levadura contra los virus del camarón, que detectaron la activación de genes de diferentes factores inmunes, péptido antimicrobiano, factor antilipopolisacárido, penaeidina, profenoloxidasa (ProPO) y superóxido dismutasa (SOD). El uso de glucanos y otros productos de levadura como inmunoestimulantes es una estrategia profiláctica interesante para controlar infecciones y disminuir el uso de productos quimioterapéuticos en la camaronicultura con la correspondiente ventaja ambiental.

2.13 Efecto sobre el agua y la calidad ambiental.

El proceso de intensificación de las industrias acuícolas tuvo un efecto negativo en la calidad del agua y sedimentos en los estanques camaroneros que generan estrés al medio ambiente. Las levaduras son microflora normal del agua de mar que pueden mejorar el bienestar y la salud de los animales al influir en el entorno microecológico. El uso de algunos probióticos para enfrentar este problema implica la manipulación y el crecimiento de microorganismos en los estanques para mejorar la mineralización de la materia orgánica mejorando la calidad del agua y criando camarones más sanos. El amoníaco es un desecho nitrogenado, estrés ambiental particularmente importante en el cultivo intensivo de camarón, que causa varios cambios fisiológicos, incluido el consumo de oxígeno, la homeostasis y la inmunosupresión que afectan el crecimiento normal, el estado de salud y la tasa de supervivencia. El control del amoníaco en los estanques de camarones depende de otros parámetros de calidad, como el pH, el oxígeno y la temperatura. El uso de S. cerevisiae (DV Aqua) indica una reducción de NH3-N, demanda química de oxígeno y sulfuro en agua y sedimentos de estanques de cultivo de camarones. Sin embargo, la levadura podría haber

actuado como probiótico y regulado el sedimento de microflora, mejorando la descomposición de materia orgánica y productos indeseables y reduciendo la producción de gases tóxicos. Además, Melgar y otros autores en el 2013 trabajaron con el efecto del producto natural comercial compuesto por *S. cerevisiae* en los estanques de cultivo de L. vannamei. Este producto redujo los valores de nitrógeno amoniacal total y pH del agua con un efecto positivo en el crecimiento y la supervivencia de los camarones (Phupet et al., 2018).

2.14 El uso de la levadura en la camaronicultura en el contexto mundial.

La acuicultura del camarón requiere nuevos productos, técnicas y estrategias para aumentar la producción y la sostenibilidad. Los microorganismos en animales acuáticos son una posible herramienta utilizada en la industria acuícola; sin embargo, el conocimiento de este campo es considerablemente limitado y la levadura no es la excepción, especialmente la levadura marina. Las levaduras no funcionan de la misma manera, esto depende de la especie o cepa de levadura, medio de cultivo, producto o subproducto utilizado, método de extracción y aplicación específica considerada (nutrición, inmunología, medio ambiente). La información mostrada en este estudio demostró que las levaduras juegan un papel interesante para la acuicultura sostenible debido a sus efectos versátiles sobre el crecimiento, la eficiencia alimenticia, la microbiota intestinal y la respuesta inmune, además de aumentar la resistencia de los camarones contra las enfermedades. Inicialmente, las cepas de levadura utilizadas en la acuicultura eran subproductos obtenidos para otras industrias donde se suministraba en diferentes niveles (1-60% o 1-8 g kg-1 de dieta de camarón). Sin embargo, la levadura mostró resultados interesantes y surgió como ingredientes alimentarios alternativos debido a su valor nutricional (proteínas, lípidos, vitaminas, minerales, etc.) y algunos compuestos bioactivos con efecto sobre el crecimiento, la supervivencia, el sistema digestivo, la estructura intestinal y la salud del camarón.

Los resultados han demostrado la importancia de comprender las características de las diferentes especies/cepas de levadura en la dieta del camarón y su posibilidad de usarse para reemplazar la harina de pescado con ingredientes en fórmulas de alimentos balanceados o aditivos con efecto en el crecimiento, la supervivencia y la salud del camarón. En los camarones, la digestión de proteínas es altamente eficiente y un mayor contenido de proteínas generalmente representa una mejor eficiencia digestiva, una tasa de conversión más baja y una mayor supervivencia. Las levaduras marinas se han utilizado en las últimas décadas como fuente de proteína, a pesar de su falta de aminoácidos esenciales y alto contenido de ácidos nucleicos (Licona, 2022). En consecuencia, muchas cepas de levadura representan hoy en día una alternativa para sustituir parcialmente la harina de pescado en la dieta del camarón (Alloul et al. 2021). Para reducir el costo de la alimentación, algunos autores sugieren la inclusión de nuevas fuentes de proteínas, como la proteína vegetal y la biomasa microbiana seca (llamada proteína microbiana) en la dieta de los camarones juveniles como una estrategia para maximizar la asimilación de nutrientes de bajo costo, mejorar el crecimiento y la salud del camarón. Producción con fuente de proteína animal/vegetal/microbiana (Alloul et al., 2021).

La calidad del agua es un punto relevante para comprender y controlar en la industria camaronera, especialmente porque el proceso de intensificación de la producción de camarón exhibe condiciones degradadas y calidad del agua ambiental. Pocos estudios han informado que la levadura se utiliza como control de la calidad del agua, principalmente para el control del amonio total. El uso de levaduras en la calidad del agua y sedimentos de estanques es una aplicación potencial en la industria de la acuicultura y productos químicos como medidas profilácticas y de control de patógenos y enfermedades. Esta estrategia de producción ha resultado en la resistencia antimicrobiana de diferentes patógenos con riesgo de propagación. El uso de levaduras y sus productos es una estrategia posible y viable de prevención y control de enfermedades para mejorar la calidad y sostenibilidad de la producción acuícola. La

investigación de levadura con productos activos específicos como glucanos, MOS, entre otros, lo aplica en baja concentración y evalúa su efecto en las áreas objetivo de los camarones. Muchos estudios sobre células de levadura y sus componentes, asociados a la producción de camarón, han reportado mejores respuestas celulares y humorales contra patógenos como virus y Vibrio sp. y como una estrategia eficaz para la prevención/control de enfermedades. Algunos de estos compuestos celulares activan directamente la respuesta inmune del camarón, como las células fagocíticas, el sistema ProPO, SOD, las propiedades antibacterianas en la hemolinfa. Además, el uso de levaduras o sus productos activos se han utilizado en la salud del camarón como proteínas anticoagulantes, aglutininas, bacteriocinas, entre otros productos más.

El uso de cepas de levadura apropiadas, la vía de administración y la dosis son necesarios para mejorar la respuesta inmune e inducir resistencia contra patógenos microbianos. Los estimulantes de levadura, como *S. cerevisiae y C. tropicalis*, son fáciles de producir y mejoran el sistema inmunológico de la gamba blanca india F. indicus (Sarlin y Philip, 2011). La levadura marina *Y. lipolytica* incorporada al 1,1% en la dieta basal mostró el mejor método de alimentación para mejorar la respuesta inmune en camarones juveniles *L. vannamei* (Licona et al., 2020). Además, algunos estudios informaron que las mezclas de bacterias y levaduras son mucho más eficaces para el control de patógenos que las cepas individuales, debido al efecto sinérgico de la mezcla (Fierro et al. 2019). Se necesitan más estudios que prueben diferentes especies de levaduras marinas para ampliar la comprensión de sus mecanismos de acción y la respuesta inmune de las especies de camarón en todas las etapas de desarrollo (larva, juvenil y adulto). Por lo tanto, el efecto específico de diferentes especies y cepas de levadura en la respuesta inmune del camarón sigue siendo un tema importante de estudio.

El contenido de carbohidratos complejos (MOS) de la levadura en el intestino inhibe la colonización de patógenos al bloquear las moléculas de reconocimiento de patrones y sirve como sitio de unión de patógenos potenciales en lugar de colonizar directamente las paredes intestinales. Los efectos probados han demostrado que (MOS) puede mejorar el rendimiento del crecimiento en camarones, la morfología intestinal, modular la microbiota intestinal y elevar la inmunidad y la capacidad de resistencia al estrés. Los informes han demostrado que el β-1,3-glucano de levadura tiene capacidad inmunoestimuladora en mariscos contra infecciones virales o bacterianas. Un informe adicional sobre el suministro de β-glucano a las postlarvas de Penaeus monodon mejoró la resistencia a la vibriosis en los camarones (Pooljun et al., 2020).

3. CONCLUSIÓN

El uso de levadura *S. cerevisiae* nos brinda variedad de beneficios según los autores citados, desde control de bacterias patógenas, como también el mejoramiento de la respuesta inmune del camarón, ante la aparición de cada vez más patógenos y nuevas enfermedades en la camaronicultura la aplicación de este tipo de microorganismo benéfico podría ser una alternativa preventiva, también las levaduras tienen capacidades biorremediadoras, es decir, no solo mejorando el desempeño del animal sino también mejorar el hábitat en cual se encuentra, la búsqueda de mayor investigación con respecto a este grupo de hongos sería de vital importancia para avanzar a la acuicultura sostenible.

4. BIBLIOGRAFÍA

Aguilera-Rivera, D., Prieto-Davó, A., Rodríguez-Fuentes, G., Escalante-Herrera, KS, & Gaxiola, G. (2019). *Un brote de vibriosis en el camarón blanco del Pacífico, Litopenaeus vannamei, criado en biofloc y agua de mar clara*. Revista de patología de invertebrados , 167 , 107246. https://doi.org/10.1016/j.jip.2019.107246

Alloul, A., Wille, M., Lucenti, P., Bossier, P., Van Stappen, G., & Vlaeminck, S. E. (2021). *Purple bacteria as added-value protein ingredient in shrimp feed: Penaeus vannamei growth performance, and tolerance against Vibrio and ammonia stress*.Artículo de revisión. Aquaculture, 530, 735788.https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735788

Ayiku, S., Shen, JF, Tan, BP, Dong, XH y Liu, HY (2020). Efectos del cultivo de levadura dietética sobre el crecimiento del camarón, la respuesta inmune, la salud intestinal y la resistencia a enfermedades contra Vibrio harveyi. Artículo de revisión. Inmunología de pescados y mariscos , 102 , 286-295.https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.04.036

Fierro-Coronado, J. A., Luna-González, A., Caceres-Martínez, C. J., Álvarez-Ruiz, P., Montes, R. E., González-Ocampo, H. A., & Peraza-Gómez, V. (2019). *Efeito de imunoestimulantes microbianos sobre a porcentagem de infecção por WSSV e a expressão de genes relacionados ao sistema imune em camarões brancos*

(Litopenaeus vannamei). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 32(3), 221-231.https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v32n3a07.

Guo, J., Qiu, X., Salze, G. y Davis, DA (2019). *Uso de productos de levadura de cerveza ricos en proteínas en dietas prácticas para el camarón blanco del Pacífico Litopenaeus vannamei.* Artículo de revisión. Nutrición acuícola , 25 (3), 680-690. https://doi.org/10.1111/anu.12889

Haditomo, AHC, Djunaedi, A. y Prayitno, SB (2018). *La diversidad de vibriones asociados con la vibriosis en el camarón blanco del Pacífico (Litopenaeus vannamei) de un extenso estanque de camarones en el distrito de Kendal, Indonesia*. En Serie de conferencias IOP: Earth and Environmental Science (Vol. 116, No. 1, p. 012011). PublicaciónIOP.https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/116/1/012011/pdf

Hernández Montiel, L. G., Rivas García, T., Romero Bastidas, M., Chiquito Contreras, C. J., Ruiz Espinoza, F. H., & Chiquito Contreras, R. G. (2018). *Potencial antagónico de bacterias y levaduras marinas para el control de hongos fitopatógenos.* Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(SPE20), 4311-4321.https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.1000

Licona Jain, A. B. (2022). *Efecto de la suplementación de inmunoestimulantes sobre parámetros inmunológicos, expresión de genes y resistencia a Vibrio parahaemolyticus en camarón blanco Penaeus vannamei*.CIB. http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/3106

Licona-Jain, A., Campa-Córdova, Á., Luna-González, A., Racotta, I. S., Tello, M., & Angulo, C. (2020). *Dietary supplementation of marine yeast Yarrowia lipolytica modulates*

immune response in Litopenaeus vannamei. Artículo de revisión. Fish & Shellfish Immunology, 105, 469-476.https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.07.043

Licona-Jain, A., Racotta, I., Angulo, C., Luna-González, A., Escamilla-Montes, R., Cortés-Jacinto, E., ... & Campa-Córdova, Á. (2022). *Las vías de administración combinadas de levaduras marinas mejoraron los genes relacionados con la inmunidad y la protección del camarón blanco (Penaeus vannamei) contra Vibrio parahaemolyticus.* Artículo de revisión. Fish & Shellfish Immunology , 124 , 192-200.https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.04.004

Melgar Valdes, C. E., Barba Macías, E., Álvarez-González, C. A., Tovilla Hernández, C., & Sánchez, A. J. (2013). *Efecto de microorganismos con potencial probiótico en la calidad del agua y el crecimiento de camarón Litopenaeus vannamei (Decapoda: Penaeidae) en cultivo intensivo*. Revista de Biología Tropical, 61(3), 1215-1228. https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v61n3/a18v61n3.pdf

Nimrat, S., Khaopong, W., Sangsong, J., Boonthai, T. y Vuthiphandchai, V. (2021). *La administración dietética de Bacillus y probióticos de levadura mejora el crecimiento, la supervivencia y la comunidad microbiana de camarones juveniles de patas blancas, Litopenaeus vannamei.* Revista de acuicultura aplicada , 33 (1), 15-31. https://doi.org/10.1080/10454438.2019.1655517

Phupet, B., Pitakpornpreecha, T., Baowubon, N., Runsaeng, P. y Utarabhand, P. (2018). *Lipopolisacárido y proteína de unión a β-1, 3-glucano de Litopenaeus vannamei: purificación, clonación y contribución en la inmunidad de defensa del camarón a través de la activación de la fenoloxidasa.* Artículo de revisión. Inmunología comparativa y del desarrollo , 81 , 167-179. https://doi.org/10.1016/j.dci.2017.11.016

Pooljun, C., Daorueang, S., Weerachatyanukul, W., Direkbusarakom, S. y Jariyapong, P. (2020). *Mejora de la salud e inmunidad de los camarones con dietas suplementadas con probióticos combinados: aplicación a infecciones por Vibrio parahaemolyticus*. Artículo de revisión. Enfermedades de los organismos acuáticos , 140 , 37-46. https://doi.org/10.3354/dao03491

Qin, Z., Babu, V. S., Wan, Q., Zhou, M., Liang, R., Muhammad, A., Lin, L. (2018). *Transcriptome analysis of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) challenged by Vibrio parahaemolyticus reveals unique immune-related genes.* Artículo de revisión. Fish & shellfish immunology, 77, 164-174.https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.03.030

Sarlin, PJ y Philip, R. (2016). Levaduras marinas como complemento alimenticio para el langostino blanco indio Fenneropenaeus indicus: detección y prueba de la eficacia. En t. J. Curr. Artículo de revisión. Microbiol. aplicación Sci , 5 (1), 55-70. https://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.501.005

Toledo, A., Castillo, N. M., Carrillo, O., & Arenal, A. (2018). *Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones*. Artículo de revisión. Revista de Producción Animal, 30(2), 57-71. http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa09218.pdf

Solorzano-Reyes, F., & Velásquez-López, P. C. (2021). *Eficiencia de absorción en postlarvas de camarón blanco del Pacífico, Litopenaeus vannamei, alimentadas con una dieta de levadura marina de marismas de manglar.* Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. http://hdl.handle.net/1834/41719

Lara–Flores, M., M. A. Olvera-Novoa, B. E. Guzmán-Méndez and W. López-Madrid. 2002. *Use of the bacteria Streptococcus faecium and Lactobacillus acidophilus, and the yeast Saccharomyces cerevisiae as growth promoters in Nile tilapia (Oreochromis*

niloticus). Aquaculture, 216: 193-201. https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00277-6

Qiu, X. and D.A. Davis. (2017). *Evaluation of flash dried yeast as a nutritional supplement in plant-based practical diets for Pacific white shrimp Litopenaeus vannamei.* Aquacul. Nutr., 23(6): 1244-1253. https://doi.org/10.1111/anu.12499

Rivera, L. M., L. E. Trujillo, J. M. Pais-Chanfrau, J. Nunez, J. Pineda, H. Romero, O. Tinoco, C. Cabrera and V. Dimitrov. 2018. *Functional foods asstimulators of the immune sSystem of Litopenaeus vannamei cultivated in Machala, Province of El Oro, Ecuador.* It. J. Food Sci., SI: 227-232. https://www.researchgate.net/profile/Miguel-Enriquez-2/publication/332472171_Antioxidant_Activity_and_Differentiation_of_Essential_Oils_of_Guaviduca_Piper_carpunya_L_and_Sacha_Ajo_Mansoa_alliacea_L/links/60ac6b2fa6fdcc6d6271dd9b/Antioxidant-Activity-and-Differentiation-of-Essential-Oils-of-Guaviduca-Piper-carpunya-L-and-Sacha-Ajo-Mansoa-alliacea-L.pdf#page=237