



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL ENSAYO

Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para control de *Vibrio* spp. en
estanques de cultivos de *Penaeus vannamei*.

AUTORA:

Tene Armijos Maryuri Gissella

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN ACUICULTURA

TUTOR:

QF. Cesar Augusto Molina Poveda, PhD

Santa Elena, Ecuador

Año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos calificadores, aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**ROXANA DEL CARMEN
ÁLVAREZ ACOSTA**

**PhD. Roxana Álvarez Acosta
COORDINADORA DEL
PROGRAMA**



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**CESAR AUGUSTO
MOLINA POVEDA**

**QF. César Molina Poveda, PhD.
TUTOR**



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**VERONICA ISABEL
VERA VERA**

**PhD. Isabel Vera Vera
ESPECIALISTA**



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**SONNYA PATRICIA
MENDOZA LOMBANA**

**PhD. Sonnyya Mendoza Lombana
ESPECIALISTA**



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**MARIA MARGARITA
RIVERA GONZALEZ**

**Ab. María Rivera González, Mgs.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN:

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Maryuri Gissella Tene Armijos, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Acuicultura.

Atentamente,



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**CESAR AUGUSTO
MOLINA POVEDA**

QF. Cesar Augusto Molina Poveda, PhD
TUTOR



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Maryuri Gissella Tene Armijos

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, “**Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para control de *Vibrio* spp. en estanques de cultivos de *Penaeus vannamei*.**”, previo a la obtención del título en Magíster en Acuicultura, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 21 días del mes de julio de año 2026



Firmado electrónicamente por:
**MARYURI GISSELLA
TENE ARMIJOS**

Maryuri Gissella Tene Armijos
AUTORA



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, Maryuri Gissella Tene Armijos

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de la investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 21 días del mes de julio de año 2026



Firmado electrónicamente por:
**MARYURI GISELLA
TENE ARMIJOS**

Maryuri Gissella Tene Armijos
AUTORA



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **“Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para control de *Vibrio* spp. en estanques de cultivos de *Penaeus vannamei*”**, presentado por la estudiante, **Tene Armijos Maryuri Gissella** fue enviado al Sistema Antiplagio Compilatio Magister, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al **8%**, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 Informe de análisis
Compilatio Magister+ | UTMACHALA-ECU (Universidad técnica de Machala)

Artículo Levaduras 2
ID : 81610df3acc8cc40d96c605b378f0c3142c6eb7e

**8%**
Textos sospechosos

Nombre del fichero : Artículo Levaduras 2.txt Tamaño del archivo original : 36,58 kB Número de palabras : 4436	Depositante : SANTACRUZ REYES ROBERTO ADRIAN Fecha de depósito : 28 de julio de 2026 Tipo de carga : interface fecha de fin de análisis : 28 de julio de 2026
--	--



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**CESAR AUGUSTO
MOLINA POVEDA**

QF. Cesar Molina Poveda, PhD.
TUTOR

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de este nuevo logro en mi vida profesional.

A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante, su paciencia y por ser mi mayor inspiración para seguir adelante. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la dedicación.

A mis hermanas, por su comprensión, confianza y por estar siempre presentes con cada una de sus palabras de motivación. Su apoyo ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

A mis amigos y compañeros de trabajo, por su colaboración, comprensión y por el apoyo brindado durante todo este proceso. Su respaldo y compañerismo contribuyeron significativamente para culminar este proyecto.

Finalmente, agradezco a mis docentes, tutor y a la institución que hicieron posible mi formación académica, por compartir sus conocimientos, experiencias y orientación.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por formar parte de este logro, que representa un paso importante en mi crecimiento profesional y personal.

Maryuri Gissella Tene Armijos

ÍNDICE GENERAL

TITULO DEL ENSAYO	I
CERTIFICACIÓN:	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
AUTORIZACIÓN.....	V
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
Resumen.....	IX
Abstract.....	X
INTRODUCCIÓN	1
Marco metodológico	4
DESARROLLO.....	5
Derivados de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y su importancia en la inmunomodulación del camarón	5
Fracción intracelular de la levadura: nucleótidos, ARN y metabolitos funcionales	5
Pared celular de la levadura: β -glucanos y manano-oligosacáridos.....	7
Levadura completa, cultivos de levadura e hidrolizados	10
Vectorización y bioencapsulamiento en presa viva	13
Baja salinidad y derivados de la levadura	14
Análisis comparativo de la evidencia.....	16
Integración crítica de la evidencia para el control de <i>Vibrio</i> spp.	17
CONCLUSIONES.....	18
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	16
---------------------	-----------

Resumen

La vibriosis, causada principalmente por especies del género *Vibrio* spp., constituye una de las principales limitantes sanitarias de la camaronicultura, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas biotecnológicas al uso profiláctico de antibióticos, entre ellas la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y sus derivados. El objetivo del presente ensayo fue analizar y sistematizar críticamente la evidencia científica reciente (2021-2025) sobre los mecanismos de acción, la capacidad antagónica indirecta y el efecto inmunomodulador de *S. cerevisiae* y sus fracciones (nucleótidos, ARN, β -glucanos, manano-oligosacáridos, hidrolizados y cultivos de levadura) en el cultivo de *Penaeus vannamei*. Se realizó una revisión bibliográfica de tipo documental analítico-descriptiva, mediante la consulta de las bases de datos Scopus, Web of Science, PubMed y ScienceDirect, utilizando las palabras clave "*Saccharomyces cerevisiae*" AND "*Penaeus vannamei*" AND "*Vibrio*", con artículos publicados entre 2021 y 2025 que reportaran desafíos bacterianos o variables inmunológicas y fisiológicas cuantitativas. Los resultados evidencian que la fracción intracelular (nucleótidos y ARN, 0,25-0,75 g/kg) y la pared celular (β -glucanos y MOS, 0,08-0,20 %) incrementaron la supervivencia frente a desafíos con *Vibrio parahaemolyticus* entre 15 y 27 puntos porcentuales absolutos, mediante el fortalecimiento de la barrera intestinal, el aumento de enzimas antioxidantes (SOD, catalasa, glutatión peroxidasa), la actividad de lisozima y la reducción relativa de *Vibrio* frente a bacterias benéficas como *Lactobacillus*. Bajo condiciones de baja salinidad, los β -glucanos y los hidrolizados de levadura mostraron mejoras similares en la capacidad antioxidante y en el equilibrio de la microbiota intestinal. Se concluye que *S. cerevisiae* y sus derivados actúan principalmente mediante la exclusión competitiva y la inmunomodulación inespecífica, constituyendo un mecanismo de control indirecto y una alternativa biotecnológica prometedora frente a *Vibrio* spp., cuya validación en ensayos de campo a escala comercial se recomienda.

Palabras claves: acuicultura, β -glucanos, inmunomodulación, MOS, prebióticos, salinidad

Abstract

Vibriosis, caused mainly by species of the genus *Vibrio* spp., is one of the main sanitary constraints of shrimp farming, which has driven the search for biotechnological alternatives to the prophylactic use of antibiotics, including the yeast *Saccharomyces cerevisiae* and its derivatives. The objective of this essay was to critically analyze and systematize recent scientific evidence (2021-2025) on the mechanisms of action, indirect antagonistic capacity, and immunomodulatory effect of *S. cerevisiae* and its fractions (nucleotides, RNA, β -glucans, mannan-oligosaccharides, hydrolysates, and yeast cultures) in *Penaeus vannamei* farming. A documentary, analytical-descriptive literature review was conducted, consulting the Scopus, Web of Science, PubMed, and ScienceDirect databases, using the keywords "*Saccharomyces cerevisiae*" AND "*Penaeus vannamei*" AND "*Vibrio*", with articles published between 2021 and 2025 reporting bacterial challenges or quantitative immunological and physiological variables. The results show that the intracellular fraction (nucleotides and RNA, 0.25-0.75 g/kg) and the cell wall fraction (β -glucans and MOS, 0.08-0.20%) increased survival after challenges with *Vibrio parahaemolyticus* by 15 to 27 absolute percentage points, through strengthening of the intestinal barrier, increased antioxidant enzymes (SOD, catalase, glutathione peroxidase), lysozyme activity, and a relative reduction of *Vibrio* against beneficial bacteria such as *Lactobacillus*. Under low-salinity conditions, β -glucans and yeast hydrolysates showed similar improvements in antioxidant capacity and gut microbiota balance. It is concluded that *S. cerevisiae* and its derivatives act mainly through competitive

exclusion and non-specific immunomodulation, constituting an indirect control mechanism and a promising biotechnological alternative against *Vibrio* spp., whose validation through commercial-scale field trials is recommended.

Keywords: aquaculture, β -glucans, immunomodulation, MOS, prebiotics, salinity

INTRODUCCIÓN

La intensificación del cultivo de *Penaeus vannamei* ha ocasionado un incremento de la incidencia de enfermedades bacterianas del género *Vibrio* spp., las cuales representan una de las principales causas de pérdidas económicas para el sector camaronicultor. Los episodios de vibriosis provocados por *Vibrio parahaemolyticus* y otras especies del mismo género se relacionan con la disminución de la supervivencia, crecimiento y la estabilidad microbiológica de los estanques (Ramírez et al., 2022). El uso excesivo de antimicrobianos ha generado consecuencias como resistencia bacteriana y contaminación ambiental, por lo que se busca alternativas biológicas que permitan una mejor sanidad sin comprometer la sostenibilidad de los sistemas productivos. Por esa razón, el presente ensayo estudia el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* como alternativa biológica para el control de *Vibrio* spp. en estanques de cultivo de *P. vannamei*.

Además de *V. parahaemolyticus*, otras especies del complejo *Vibrio* de relevancia acuícola, como *V. harveyi*, *V. campbellii* y *V. anguillarum*, también están implicadas en brotes de vibriosis y en el síndrome de mortalidad temprana (AHPND) en la camaronicultura, por lo que su consideración amplía el panorama epidemiológico del problema abordado. No obstante, gran parte de la evidencia disponible sobre *S. cerevisiae* proviene de ensayos in vitro y de desafíos controlados en laboratorio; existe una brecha de conocimiento sobre la extrapolación de estos resultados al desempeño de la levadura bajo la dinámica real de estanques de tierra en condiciones comerciales, limitación que el presente ensayo reconoce explícitamente.

Para ello se revisa críticamente la evidencia científica más reciente sobre el uso de levaduras como probióticos o moduladores del sistema inmune, según mecanismos y efectividad para disminuir la carga bacteriana en sistemas acuícolas, y concluyendo que

el uso de *S. cerevisiae* podría ayudar controlando *Vibrio* spp. principalmente alterando el microbiota y potenciando el sistema inmune del camarón, siendo así una posible alternativa al uso de tratamientos antimicrobianos convencionales.

Bunnoy et al. (2024) reportaron que la suplementación alimentaria con derivados de *S. cerevisiae*, en diferentes dosis, mejoró los parámetros de crecimiento, estimuló la respuesta inmunológica y aumentó la resistencia frente a infecciones por *V. parahaemolyticus* en camarón blanco del Pacífico.

También se ha descrito a *S. cerevisiae* como un posible probiótico cuando se administra como levadura viva, mientras que los derivados de la levadura (β -glucanos, MOS e hidrolizados) actúan como prebióticos, postbióticos o inmunoestimulantes, favoreciendo el equilibrio microbiológico intestinal y limitando el crecimiento de bacterias patógenas en ambientes acuáticos (Hamid Mohammed et al., 2025). La literatura también señala que el manejo de la microbiota constituye una estrategia para el control de brotes de vibriosis en cultivos intensivos de camarón (Ramírez et al., 2022) lo que fundamenta la pertinencia del presente análisis.

La línea de investigación se enmarca en el campo de la sanidad acuícola, el manejo sostenible de cultivos marinos, y la microbiología aplicada a la bioseguridad productiva. El enfoque metodológico adoptado es analítico-descriptivo de tipo documental, sustentado en la revisión bibliográfica narrativa de literatura científica indexada publicada entre 2021 y 2025. La información obtenida permitió analizar los mecanismos de acción de *S. cerevisiae* y sus derivados sobre la inmunidad, la fisiología intestinal y el control indirecto de *Vibrio* spp. en *P. vannamei*, con el fin de analizar críticamente su posible aplicabilidad en sistemas de cultivo comercial de camarones. Se realiza una evaluación comparativa de los mecanismos probióticos, niveles de eficacia reportados y posibles

efectos sobre parámetros productivos, con el propósito de valorar su aplicabilidad técnica en condiciones comerciales reales.

La relevancia del trabajo tiene como fundamento preparar estrategias sanitarias que reduzcan el uso de antibióticos y optimicen el impacto de la vibriosis sobre los cultivos de camarón. En el ámbito profesional, aporta información útil para justificar la toma de decisión en el control sanitario de los estanques; en el ámbito social, facilita la estabilidad económica de las comunidades que dependen de la actividad acuícola; y en el ámbito científico, amplía el bagaje sobre el potencial biotecnológico de las levaduras en la acuicultura. El ensayo se organiza en tres apartados: desarrollo conceptual y revisión bibliográfica; marco metodológico; análisis crítico de resultados; y conclusiones que sintetizan la evidencia analizada.

Marco metodológico

El presente ensayo se sustenta en una revisión bibliográfica de tipo documental, analítico-descriptiva, no sistemática, orientada a sintetizar la evidencia científica publicada sobre el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y sus derivados frente a *Vibrio* spp. en el cultivo de *Penaeus vannamei*. La búsqueda de información se realizó en las bases de datos Scopus, Web of Science, PubMed y ScienceDirect, utilizando combinaciones de palabras clave y operadores booleanos del tipo "Saccharomyces cerevisiae" AND "Penaeus vannamei" AND "Vibrio", "yeast" AND "shrimp" AND "immune response", y "β-glucan" OR "MOS" OR "nucleotide" AND "Litopenaeus vannamei". La ventana temporal de búsqueda se limitó a artículos publicados entre 2021 y 2025, en idioma español e inglés.

Como criterios de inclusión se consideraron estudios experimentales en *P. vannamei* que evaluaran alguna fracción de *S. cerevisiae* (levadura entera, cultivo de levadura, pared celular, β-glucanos, MOS, fracción intracelular, nucleótidos, ARN o hidrolizados); que reportaran desafíos bacterianos con *Vibrio* spp. o variables inmunológicas, fisiológicas o de microbiota cuantificables; y que hubiesen sido publicados en revistas indexadas y revisadas por pares. Se excluyeron estudios sobre otras especies acuícolas, revisiones sin datos primarios y publicaciones sin acceso al texto completo. Conforme a este proceso de selección documental, se sistematizó la evidencia proveniente de los registros que cumplieron los criterios señalados, la cual se organiza y discute en los apartados siguientes.

DESARROLLO

Derivados de *Saccharomyces cerevisiae* y su importancia en la inmunomodulación del camarón

En los sistemas de producción acuícola modernos, la búsqueda de estrategias nutricionales que favorezcan la salud de los organismos cultivados y mejoren su resistencia a las enfermedades ha cobrado gran importancia. En este sentido, la levadura y sus derivados han despertado gran interés debido a sus propiedades inmunomoduladoras, antioxidantes, prebióticas y funcionales (Morales-Cristóbal et al., 2022).

En el caso del camarón *P. vannamei*, estas aplicaciones adquieren especial importancia debido a la alta prevalencia de enfermedades bacterianas, especialmente las asociadas con *Vibrio* spp., cuya aparición suele relacionarse con desequilibrios en la microbiota intestinal, estrés ambiental o disminución de la inmunidad innata (Aguirre-Guzman et al., 2023). La evidencia reciente indica que *S. cerevisiae* puede actuar mediante diferentes mecanismos, entre ellos la mejora de la inmunidad inespecífica, la promoción de la homeostasis intestinal, el fortalecimiento de la respuesta antioxidante y el aumento de la resistencia frente a desafíos sanitarios (Hamid Mohammed et al., 2025).

Fracción intracelular de la levadura: nucleótidos, ARN y metabolitos funcionales

La fracción intracelular constituye una de las formas de uso más relevantes. Esta fracción incluye nucleótidos, ARN, péptidos, aminoácidos, vitaminas del complejo B y metabolitos bioactivos; además de aportar valor nutricional, participa en procesos como la reparación celular, el mantenimiento del epitelio intestinal, la modulación de la respuesta al estrés y el fortalecimiento inmunológico. Rairat et al. (2022) estudiaron el efecto de nucleótidos y ARN derivados de extractos de levadura en postlarvas de *P.*

vannamei. Se aplicaron dosis de 0,25; 0,50 y 0,75 g/kg de alimento durante 45 días y se realizó un posterior desafío experimental con *Vibrio parahaemolyticus*. Los autores indicaron que, no existiendo diferencias estadísticamente significativas en el peso corporal entre los tratamientos, no se observó efecto promotor del crecimiento directo. Sí se observaron mejoras en supervivencia, respuesta inmune y resistencia sanitaria, ya que, antes del desafío bacteriano la supervivencia en el grupo control fue del 83 %, mientras que para los grupos suplementados con nucleótidos y ARN fue entre un 89 % y un 93 %, mejorando desde 6 hasta 10 puntos porcentuales absolutos. Tras el desafío con *V. parahaemolyticus*, el control positivo alcanzó 54,44 % de supervivencia, mientras que los tratamientos con ARN a 0,50 y 0,75 g/kg de peso alcanzaron 81,11 % y 82,22 %, respectivamente. Esto representa una diferencia de aproximadamente 26,67 a 27,78 puntos porcentuales respecto al control positivo y demuestra un efecto más marcado sobre la resistencia a la infección que sobre el crecimiento.

Cabe precisar que este incremento de supervivencia frente al desafío bacteriano no equivale a una actividad bactericida directa de los nucleótidos y el ARN sobre *Vibrio* spp.; se trata de un efecto inmunoestimulador que favorece la respuesta de defensa del hospedero, distinción que debe mantenerse a lo largo del análisis para no confundir mayor resistencia del camarón frente al patógeno con una reducción directa de su carga bacteriana ambiental.

Adicionalmente, Novriadi et al. (2022) indicaron que la adición de 0,1% de nucleótidos de un extracto de levadura enriquecido en nucleótidos, comercialmente conocido como Nucleoforce, favoreció el rendimiento productivo, la rentabilidad, el estado histomorfométrico del hepatopáncreas y la resistencia frente a *Vibrio harveyi* en *P. vannamei* cultivados en condiciones intensivas. De esta manera, se puede inferir que los

nucleótidos utilizados son a base de levadura y no corresponden a un aditivo sintético no relacionado con esta matriz biológica.

Desde el punto de vista fisiológico, los derivados intracelulares de la levadura pueden ser beneficiosos para tejidos de alto recambio celular, como el intestino y el hepatopáncreas del camarón, cuya funcionalidad resulta determinante para la digestión, la absorción y la defensa frente a patógenos oportunistas (Valle Perez, 2022). En este sentido, la evidencia bibliográfica reciente plantea que los extractos ricos en nucleótidos y ARN pueden contribuir al mantenimiento de la integridad intestinal y optimizar la respuesta frente a enfermedades bacterianas en condiciones subóptimas generadas por estrés nutricional o ambiental que compromete la homeostasis del cultivo intensivo (Rairat et al., 2022).

Pared celular de la levadura: β -glucanos y manano-oligosacáridos

La pared celular de *S. cerevisiae* constituye la fracción más estudiada en acuicultura, debido a que contiene β -glucanos y manano-oligosacáridos (MOS) con propiedades inmunoestimulantes y prebióticas (Añazco Chávez et al., 2022). Los β -glucanos son reconocidos como moléculas capaces de activar mecanismos de defensa innata, mientras que los MOS interfieren con la adhesión intestinal de bacterias patógenas y favorecen un entorno microbiano más equilibrado. Hadiuzzaman et al. (2022) mencionan que los β -glucanos de hongos y levaduras estimulan la inmunidad innata en invertebrados mediante la activación de los hemocitos y sus poblaciones funcionales, sin trasladar directamente a la inmunología de *P. vannamei* términos propios de vertebrados como monocitos, macrófagos o neutrófilos. Los mecanismos descritos incluyen: aumento del recuento total de hemocitos y activación de sus poblaciones funcionales; aumento de la actividad fagocítica, la encapsulación y la nodulación; estallido respiratorio u oxidativo; actividad bactericida; actividad de lisozima o antibacterial; y activación del sistema

profenoloxidasa (proPO). Por lo tanto, los β -glucanos no solo tienen un efecto como nutraceutico sino como inmunoestimulantes que preparan al organismo para responder de manera más eficiente a los patógenos oportunistas.

Adicionalmente, Wang et al. (2021) evaluaron en camarón blanco (*P. vannamei*) el efecto de la inclusión dietaria de manano-oligosacáridos (MOS), extraídos de la pared celular de *S. cerevisiae*, en niveles de 0, 02 %, 0, 04 %, 0, 08 % y 0, 16 % durante ocho semanas. Los autores encontraron mejoras en la inmunidad inespecífica, la salud intestinal y el equilibrio de la microbiota, registraron un incremento en el total de hemocitos, la actividad de la lisozima y la fosfatasa alcalina, e incrementos en las enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa total, la catalasa y la glutatión peroxidasa. En cambio, no observaron diferencias significativas en la actividad de la fenoloxidasa o en la expresión del gen ProPO; por lo que sintieron que pueden concluir que el efecto inmunoestimulante de MOS se relacionó más con los hemocitos, la lisozima, las enzimas antioxidantes y con los genes mediadores de la vía Toll.

A nivel intestinal, Wang et al. (2021) observaron que los MOS aumentaron la diversidad bacteriana, favorecieron la abundancia de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Blautia* y *Pseudoalteromonas* y disminuyeron la abundancia de *Vibrio* a nivel intestinal. Además, tras el desafío experimental con *V. parahaemolyticus*, los camarones alimentados con 0,08 % y 0,16 % de MOS mostraron menor mortalidad frente al grupo control. Estos resultados son importantes ya que demuestran que los MOS además de aumentar las defensas de los camarones parecen contribuir a mejorar el ambiente intestinal para evitar desbalances provocados por patógenos oportunistas como los *Vibrio* spp. Por lo tanto, su mecanismo de acción puede interpretarse como un control indirecto basado en el aumento de la inmunidad inespecífica, la modulación de la

microbiota intestinal y la reducción de factores o condiciones que favorezcan la proliferación bacteriana.

Estudios recientes han demostrado que los β -glucanos tienen efectos más amplios que la simple modulación enzimática o humoral. Shen et al. (2023) suplementaron 0,325 g/kg de β -1,3-glucano a *P. vannamei* jóvenes durante 2 meses; se reportó mejora en salud intestinal, respuesta inmune, potencial antioxidante y crecimiento. La actividad de la fosfatasa alcalina en el intestino aumentó de 50,12 a 100,82 King unit/gprot (incremento aprox. del 101 %); la fosfatasa ácida pasó de 160,05 a 204,13 King unit/gprot (aumento del 27,5 %); y la lisozima aumentó de 29,93 a 37,87 U/mgprot (mejora aprox. del 26,5 %). A nivel antioxidante, la superóxido dismutasa intestinal total aumentó de 24,92 a 33,98 U/mgprot, lo que equivale al 36,4 %; la glutatión peroxidasa pasó de 15,74 a 39,43 U/mgprot (mejora cercana al 150 %); y el malondialdehído decreció de 1861,11 a 959,56 nmol/gprot (lo que representa una mejora aproximada del 48,4 % del daño oxidativo). El peso final aumentó de 10,62 a 12,21 g (lo que equivale a una mejora aproximada del 15 %). Es importante evidenciar que este estudio no realizó ensayo de desafío con *V. parahaemolyticus*, su aporte principal fue asegurar que el β -1,3-glucano mejora la homeostasis intestinal mediante cambio en la microbiota intestinal, reducción de los genes inflamatorios y aumento en los parámetros inmunes y antioxidantes evaluados.

Complementariamente, Novriadi et al. (2024) evaluaron un extracto comercial de pared celular de levadura rico en β -glucanos y manano-oligosacáridos, denominado YM o YeaMOS, a niveles 0 %, 0,2 %, 0,4 %, 0,6 % y 0,8 % durante 60 días. Los autores encontraron que el peso final, la conversión alimenticia o la ganancia porcentual de peso no presentaron diferencias significativas, pero la supervivencia aumentó significativamente; el grupo control obtuvo 80 % de supervivencia, mientras que el

tratamiento con 0,4 % de YM registró 95,56 %, lo que significa una mejora absoluta de 15,56 puntos porcentuales y una mejora relativa aproximada del 19,45 %; la biomasa aumentó también de 120,94 en el control a 148,09 con 0,4 % de YM (incremento aproximado del 22,45 %) y en cuanto a la respuesta inmune: antes de la infección el índice fagocítico aumentó de 2,0775 en el control a 3,5025 con 0,4 % de YM; incremento equivalente a una mejora aproximada del 68,6 %; mientras la actividad fagocítica pasó de 0,3800 a 0,5500 (incremento aproximado del 44,7 %).

Novriadi et al. (2024) sí realizaron un ensayo de desafío contra *V. parahaemolyticus*, aplicando una dosis final de 10^4 UFC/mL y observando la supervivencia hasta 96 horas después de la infección. En este ensayo, los camarones alimentados con 0,4 % de YM mantuvieron 100 % de supervivencia hasta las 36 horas postinmersión y mostraron la mayor supervivencia frente al patógeno en comparación con los otros tratamientos. Además, los autores reportaron que el total de hemocitos y la expresión relativa del gen ProPO fueron mayores para los grupos suplementados con YM antes y después de la infección, especialmente al 0.4 %. Por lo tanto, la pared celular de levadura no solo aumentó la supervivencia y biomasa; también favoreció mecanismos de defensa innata relacionados a hemocitos, fagocitosis y sistema profenoloxidasa, relevantes para resistencia frente a *V. parahaemolyticus*.

Levadura completa, cultivos de levadura e hidrolizados

Otra modalidad ampliamente estudiada corresponde a la levadura completa, los cultivos de levadura y los hidrolizados. A diferencia de las fracciones purificadas, en sus presentaciones se combinan elementos intracelulares y estructuras nucleotídicas, péptidos, aminoácidos, β -glucanos, manano-oligosacáridos y metabolitos fermentativos. Por ello, pueden ejercer efectos sinérgicos sobre el crecimiento, digestión, microbioma,

inmunidad a nivel local y regulación de procesos inflamatorios intestinales. Queda claro que no debe interpretarse que la levadura produce inflamación; la evidencia observada sugiere que puede ayudar a disminuir la expresión de genes asociados con respuestas inflamatorias, dado un estrés intestinal o alteración microbiana.

Guo et al. (2022) evaluaron un cultivo de levadura, entendido como aditivo alimentario fermentado procedente de *S. cerevisiae* más no como una levadura cultivada directamente en el estanque. Los autores suplementaron dietas para juveniles de *P. vannamei* con 0 %, 0,3 %, 0,5 % y 1,0 % de cultivo de levadura. Los mejores resultados se dieron en especial con 0,5 % y 1,0 %, ya que estos niveles aumentaron significativamente la altura de las vellosidades intestinales y la relación altura de vellosidad/profundidad de cripta, parámetros considerados directamente relacionados con la superficie de absorción y el estado general de la digestión.

Según Guo et al. (2022), la adición de 0.5% y 1% de cultivo de levadura mejoró la actividad de varias enzimas inmunes digestivas. La fenoloxidasa aumentó de 2.30, en el control, a 2.56 y 2.55, en los tratamientos con 0.5% y 1%, lo que corresponde a un incremento aproximado del 11.3% y 10.9%; la lisozima aumentó de 21.02 a 25.23 y 25.78, que equivalen a una mejora aproximada del 20% y el 22.6%; la fosfatasa ácida aumentó de 3.16 a 3.98 y 3.96, que corresponden a incrementos cercanos al 25.9% y el 25.3%; y la fosfatasa alcalina aumentó de 4.46 a 5.18 y 5.41, lo que corresponde a mejoras aproximadas del 16.1% y el 21.3%. Lo anterior indica que el cultivo de levadura estimula mecanismos inmunes locales relacionados con las enzimas fenoloxidasa, lisozima, fosfatasa ácida y fosfatasa alcalina respectivamente.

Además, Guo et al. (2022) encontraron la sobreexpresión de otros genes defensivos: proPO, lisozima, ALF, crustina y penaeidina. Al mismo tiempo, se hallaron genes

relacionados con la inflamación y/o activación excesiva de la respuesta inmune innata como MyD88 y TLR con una menor expresión. Se evidenció un aumento significativo de *Lactobacillus* en el tracto digestivo de los camarones alimentados con 0,5 % y 1,0 % de cultivo de levadura. Por lo que este tipo de suplementación ayudó a la salud digestiva mediante la mejora de la morfología intestinal, modulación de la microbiota, potenciación de la inmunidad local e inhibición de las señales inflamatorias en el intestino.

De la misma forma, Bunnoy et al. (2024) evaluaron la inclusión dietaria de un hidrolizado de levadura de *S. cerevisiae* obtenido de residuos de la industria azucarera en camarón blanco. Este estudio incluye un ensayo de desafío contra *V. parahaemolyticus* asociado a AHPND. Los autores señalan que no hubo diferencias significativas en los parámetros de crecimiento entre el control y los tratamientos; sin embargo, el tratamiento con 10,0 g/kg de hidrolizado de levadura presentó mayor supervivencia y mayor expresión de genes involucrados con el crecimiento como IGF-2 y RAP-2A. También se presentó una mejora en la respuesta inmune reflejada en mayor actividad de lisozima, menor NBT, actividad bactericida, actividad fagocítica e índice fagocítico.

Bunnoy et al. (2024) también reportaron que el hidrolizado de levadura indujo la expresión de genes inmunitarios como ALF, LYZ, ProPO y SOD en branquias, hepatopáncreas, intestino y hemocitos. Los conteos totales de *Vibrio* no mostraron cambios significativos; sin embargo, en el intestino se presentó menor conteo de colonias verdes de *Vibrio* en los tratamientos. En el desafío con *V. parahaemolyticus* AHPND, los tratamientos 5,0 g/kg y 10,0 g/kg presentaron mayores valores de supervivencia total y porcentaje relativo de supervivencia; esto indica que el efecto del hidrolizado fue principalmente debido a una mejor resistencia a *V. parahaemolyticus* por

inmunoestimulación indirecta, mejor respuesta fagocítica y regulación de microbiota intestinal (Bunnoy et al., 2024).

En el trabajo de Chen et al. (2023), se evaluó un hidrolizado de levadura rico en glutatión, y se observó un efecto positivo de este aditivo en el crecimiento, desarrollo intestinal, actividad antioxidante y respuesta inmune innata de *P. vannamei*. En este caso concreto, no se realizó un desafío bacteriano con *Vibrio* spp., sino un ensayo de resistencia a un estrés por nitrito. Por lo que se debe recoger que la evidencia presentada indica que existe un efecto protector a nivel fisiológico frente a un estresor ambiental (y no frente a un patógeno bacteriano), algo importante, ya que el nitrito podría alterar la integridad intestinal e incrementar el estrés oxidativo, lo que podría comprometer la respuesta inmune del crustáceo y generar condiciones favorables para patógenos oportunistas en sistemas intensivos.

En síntesis, los cultivos e hidrolizados de levadura no pueden ser considerados únicamente como fuentes nutricionales, ya que su efecto como aditivos funcionales es evidente, mejorando la morfología intestinal, modulando bacterias probióticas como *Lactobacillus*, aumentando las actividades de las enzimas inmunes fenoloxidasa y lisozima, regulando genes defensivos e incrementando la resistencia a desafíos sanitarios o ambientales; es importante destacar la diferencia que existe en los ensayos con desafío bacteriano con lo reportado por Bunnoy et al. (2024) frente a *V. parahaemolyticus* AHPND y ensayos con estrés ambiental como el realizado por Chen et al. (2023) con nitrito.

Vectorización y bioencapsulamiento en presa viva

Un eje complementario, y todavía poco profundizado en la literatura revisada, es la vectorización o bioencapsulamiento de *S. cerevisiae* y sus fracciones (β -glucanos, MOS,

nucleótidos) en presa viva utilizada durante las fases larvales y de postlarva, como *Artemia* sp., rotíferos y copépodos. En este esquema, la levadura o sus derivados se incorporan primero al organismo vector, el cual actúa como vehículo nutracéutico para transferir los compuestos inmunoestimulantes al camarón en etapas tempranas de desarrollo, cuando el suministro directo en dieta seca es limitado. Aunque la evidencia específica sobre la eficacia de este mecanismo en el control de *Vibrio* spp. en larvicultura de *P. vannamei* es todavía escasa dentro de los estudios analizados en este ensayo, la vectorización en alimento vivo representa una línea de investigación con alto potencial para ampliar la ventana de aplicación de los derivados de levadura hacia las fases más tempranas y vulnerables del cultivo.

Baja salinidad y derivados de la levadura

En la literatura reciente, la relación de los derivados de levadura o sus subproductos con el estrés osmótico ha sido documentada para los β -glucanos en un modelo de cultivo de camarón a baja salinidad, por lo que es más apropiado utilizar el término baja salinidad y no salinidad modificada, ya que este último término contenía ambigüedad y carecía de precisión para la condición experimental evaluada.

Qiao et al. (2022) evaluaron diferentes niveles de β -glucano dietario sobre juveniles de *P. vannamei* a baja salinidad (≤ 3), durante 35 días. Las dietas incluían: 0 %, 0,05 %, 0,1 %, 0,2 % y 0,4 % de β -glucano. Los mejores efectos productivos fueron observados con 0,1 % y 0,2 % de β -glucano. En el control el peso final fue de 1,91 g; con 0,1 % se alcanzó 2,23 g; con 0,2 %, 2,36 g; lo cual representa incrementos aproximados de 16,8 % y 23,6 %, respectivamente. La ganancia de peso aumentó también del control (634,08 %) a 756,20 % con 0,1 % y a 845,86 % con 0,2 %, lo cual equivale a mejoras aproximadas del control al tratamiento con 0,1 % y al tratamiento con 0,2 % de 19,3 % y de 33,4 %, respectivamente.

respectivamente. De igual manera, la tasa específica de crecimiento pasó de 5,68 %/día en el control a 6,12 %/día con 0,1 % y 6,42 %/día con 0,2 %, lo que representa incrementos aproximados de 7,7 % y 13,0 %, respectivamente.

Por otro lado, Qiao et al. (2023) evaluaron diferentes métodos de suministro de β -glucano en estas condiciones y observaron que el mejor resultado se obtenía con un suministro discontinuo; ejemplo de esto sería usar 0.1 % de β -glucano por dos días a la semana y cinco días con dieta basal. Bajo este esquema se observaron mejoras en la capacidad antioxidante, la respuesta inmune, la salud intestinal y la modulación favorable de la microbiota intestinal de *P. vannamei*. Lo anterior es importante, ya que muestra que no solo influye el tipo de derivado utilizado, sino también la estrategia de suministro, puesto que una dosificación continua podría no constituir la mejor alternativa frente al estrés osmótico.

En relación a los hidrolizados, Chen et al. (2022) evaluaron la inclusión de 3 % de hidrolizado de levadura en la dieta de *P. vannamei* sometido a estrés agudo por disminución de la salinidad. En este estudio, los camarones fueron alimentados durante dos semanas con dietas que contenían 0 % y 3 % de hidrolizado de levadura a una salinidad inicial de 28. Posteriormente, los mismos fueron sometidos a un choque directo a medios con salinidad 4 y 20, mientras que otro grupo permaneció a una salinidad 28 como control. Por lo tanto, sí se trató de una disminución aguda de la salinidad ya que los organismos pasaron de salinidad 28 a salinidad 4 o 20 sin un gradual proceso de aclimatación.

Aun así, cabe señalar que la evidencia experimental bajo condiciones de baja salinidad es más clara para los β -glucanos y los hidrolizados de levadura. En cambio, para los MOS, nucleótidos y levadura entera, la información revisada se enfoca principalmente en sus

efectos sobre inmunidad, microbiota intestinal y resistencia bacteriana, pero no específicamente en la respuesta frente al estrés por baja salinidad. Por ello, esta diferencia representa una oportunidad de investigación para evaluar cada derivado de *S. cerevisiae* bajo condiciones específicas de hiposalinidad.

Análisis comparativo de la evidencia

Con el fin de contrastar de forma sistemática el tipo de producto, la dosis, la duración, el desafío bacteriano empleado y el tipo de efecto reportado (inmunológico/fisiológico frente a control bacteriano) en los estudios analizados, se presenta la siguiente matriz comparativa:

Tabla 1.

Análisis comparativo de la evidencia

Autor(es) / Año	Fracción o producto	Dosis	Duración	Desafío / especie de <i>Vibrio</i>	Δ Supervivencia vs. control	Parámetros inmunológicos / microbiota	Interpretación
Rairat et al. (2022)	Nucleótidos y ARN	0,25–0,75 g/kg	45 días	<i>V. parahaemolyticus</i>	+26,7 a 27,8 pp	↑ hemocitos y respuesta inmune	Control indirecto (inmunoestimulación)
Novriadi et al. (2022)	Nucleótidos (extracto comercial)	0,1 %	Cultivo intensivo	<i>V. harveyi</i>	No cuantificada	↑ rendimiento e histomorfometría hepato-pancreática	Control indirecto
Wang et al. (2021)	MOS (pared celular)	0,08–0,16 %	8 semanas	<i>V. parahaemolyticus</i>	Menor mortalidad (no cuantificada)	↑ lisozima, SOD, catalasa; ↓ <i>Vibrio</i> intestinal	Control indirecto
Shen et al. (2023)	β-1,3-glucano	0,325 g/kg	2 meses	Sin desafío bacteriano	N/A	↑ SOD 36 %, GPx 150 %; ↓ malondialdehído 48 %	Efecto fisiológico/antioxidante, no antibacteriano
Novriadi et al. (2024)	β-glucanos + MOS (YM)	0,4 %	60 días	<i>V. parahaemolyticus</i>	+15,6 pp (80 % a 95,6 %)	↑ índice fagocítico 68,6 %; ↑ ProPO	Control indirecto
Guo et al. (2022)	Cultivo de levadura	0,5–1,0 %	No especificada	Sin desafío bacteriano	N/A	↑ fenoloxidasa y lisozima; ↑ <i>Lactobacillus</i>	Efecto fisiológico e inmunomodulador
Bunnoy et al. (2024)	Hidrolizado (residuos azucareros)	5,0–10,0 g/kg	No especificada	<i>V. parahaemolyticus</i> (AHPND)	Mayor supervivencia; conteo total de <i>Vibrio</i> sin cambio	↑ lisozima y actividad fagocítica; ↓ <i>Vibrio</i> intestinal	Control indirecto (sin reducción de carga total)
Chen et al. (2023)	Hidrolizado rico en glutatión	No especificada	No especificada	Estrés por nitrito (no <i>Vibrio</i>)	N/A	↑ respuesta antioxidante e intestinal	No constituye evidencia antibacteriana
Qiao et al. (2022)	β-glucano	0,1–0,2 %	35 días, baja salinidad	Sin desafío bacteriano	N/A	↑ crecimiento y peso final	Efecto fisiológico bajo estrés osmótico

Nota. MOS = manano-oligosacáridos; pp = puntos porcentuales absolutos; SOD = superóxido dismutasa; GPx = glutatión peroxidasa; ProPO = profenoloxidasa; AHPND = necrosis hepatopancreática aguda; N/A = no aplica o no

cuantificado. Δ Supervivencia = variación porcentual de supervivencia del grupo tratado respecto al grupo control. Elaboración propia a partir de la literatura científica revisada (2021–2025).

Como se observa en la matriz, la mayoría de los estudios que reportan incrementos de supervivencia frente a desafíos con *Vibrio* spp. no cuantifican una reducción de la carga bacteriana ambiental, sino cambios en parámetros inmunológicos, antioxidantes o de microbiota; asimismo, las dosis, duraciones y estadios evaluados difieren sustancialmente entre estudios, por lo que no deben interpretarse como datos directamente comparables ni como base para definir una dosis óptima única.

Integración crítica de la evidencia para el control de *Vibrio* spp.

La revisión bibliográfica realizada permite concluir que las distintas formas de uso de *S. cerevisiae* presentan mecanismos de acción complementarios. La fracción intracelular, rica en nucleótidos y ARN, favorece la inmunomodulación, la reparación tisular y la resistencia frente a *Vibrio* spp.; la pared celular, a través de β -glucanos y MOS, incrementa la inmunidad innata, disminuye la inflamación intestinal y favorece el equilibrio de la microbiota; y la levadura entera, los cultivos y los hidrolizados ejercen un efecto sinérgico sobre el crecimiento, la función digestiva, la integridad intestinal y la inmunidad.

En condiciones de salinidad baja, los β -glucanos y los hidrolizados de levadura obtienen respuestas favorables en los indicadores del desempeño productivo, la fisiología y la respuesta inmunitaria de los camarones cultivables, todo en virtud de una mayor capacidad de acción antioxidante, un mejor equilibrio de la flora intestinal y la activación de los mecanismos de defensa inespecífica. En conclusión, la evidencia científica reciente concluye que los derivados de *S. cerevisiae* son una alternativa biotecnológica válidos para potenciar la sanidad del cultivo y la resistencia de éstos frente a *Vibrio* spp. y reducir la dependencia de antibióticos terapéuticos en acuicultura sostenible.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la bibliografía revisada, se puede concluir que *S. cerevisiae* y sus productos derivados son una alternativa biotecnológica útil para mejorar la inmunidad innata, la capacidad antioxidante y la salud intestinal de *P. vannamei*; aunque su efecto dependerá del tipo de derivados y del nivel de inclusión en la dieta. Para la fracción intracelular, los nucleótidos y el ARN de levaduras exhibieron respuestas inmunitarias e incremento en resistencia bacteriana superiores en rangos aproximados 0.25 a 0.75 g/kg de alimento, mientras que otros autores encontraron respuestas positivas al incrementar el nivel de inclusión con extractos ricos en nucleótidos desde aproximadamente 0.1 %; por lo tanto, se considera que esta fracción ejerce mayor efecto como inmunomodulador, al favorecer respuesta de hemocitos y resistencia a *Vibrio* spp. y no como promotor directo al crecimiento.

La pared celular de levadura fue el sustrato con mayor sustento experimental, especialmente por su contenido en β -glucanos y manano-oligosacáridos. Los MOS presentaron efectos favorables entre 0,08% a 0,16%, mejorando la inmunidad inespecífica, la actividad lisozima, el número hemocitario y la composición de la microbiota intestinal. Para los β -glucanos se observaron mejores resultados en niveles 0,10% y 0,20% bajo baja salinidad en ensayos de salud intestinal con 0,325 g/kg de β -1,3-glucano. No se presentan evidencias para control directo sobre *Vibrio* spp. sino que reducen la proliferación mediante un refuerzo de la barrera intestinal, aumentan las bacterias benéficas y modulan mecanismos de defensa innata.

Cabe precisar que las dosis, duraciones y niveles de inclusión citados a lo largo de estas conclusiones (nucleótidos en g/kg, MOS y β -glucanos en porcentaje, β -1,3-glucano bajo condiciones distintas de salinidad) provienen de ensayos experimentales no directamente

comparables entre sí, por lo que no deben interpretarse como una dosis óptima general, sino como referencias orientativas específicas de cada estudio y condición evaluada.

Se concluye que los derivados de *S. cerevisiae* representan una alternativa biotecnológica prometedora para mejorar la salud de *P. vannamei* y disminuir su susceptibilidad frente a *Vibrio* spp., ya que los efectos observados en los estudios revisados se relacionan principalmente con el fortalecimiento de la inmunidad innata, la regulación de la microbiota intestinal, la mejora de la capacidad antioxidante y el mantenimiento de la estructura intestinal. Sin embargo, al tratarse de un trabajo de revisión documental, se recomienda validar los niveles de inclusión óptimos mediante ensayos de campo controlados bajo condiciones reales de cultivo, considerando variables como salinidad, densidad de siembra, calidad del agua y presencia de patógenos oportunistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre-Guzman, G., Campa-Cordova, A. I., & Salinas-Chavira, J. (2023). Uso de Levaduras Activas en Nutrición de Camarón. *Revista MVZ Córdoba*, 28(2), 1-10. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2929>
- Añazco Chávez, J. P., Cantos Cruz, M. V., Plaza Cedeño, E. D., & Morales Moreira, J. S. (2022). Suplementación de levadura de Cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) dentro de la alimentación proteica en abejas (*apis mellifera*) en el cantón Quinde parroquia Rosa Zárate. *Tierra Infinita*, 8(1), 108-119. <https://doi.org/10.32645/26028131.1156>
- Bunnoy , A., Yanglang, A., Tribamrung , N., Keawthong, C., Tumree, P., Kumwan, B., . . . Srisapoome , P. (2024). Dietary administration of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) hydrolysate from sugar byproducts promotes the growth, survival, immunity, microbial community and disease resistance to VP (AHPND) in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Fish & Shellfish Immunology*, 145, 109327. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2023.109327>
- Chen, J., Yang, F., Cheng, T., Yi, J., Yang, Z., Li, Z., . . . Chi, S. (2023). Glutathione-rich yeast hydrolysate makes the contributions to growth performance, healthy of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), and helps shrimp resist nitrite stress. *Aquaculture Reports*, 33, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101825>
- Guo, Y., Zhang, L., Liang, Y., Li, P., Zhang, T., Meng, F., . . . Tian, X. (2022). Effects of dietary yeast culture on health status in digestive tract of juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus Vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology Reports*, 3, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.fsirep.2022.100065>

- Hadiuzzaman , M., Moniruzzaman, M., Shahjahan, M., Bai, S. C., Min, T., & Hossain, Z. (2022). β -Glucan: Mode of Action and Its Uses in Fish Immunomodulation . *Frontiers in Marine Science*, 9, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.905986>
- Hamid Mohammed, E. A., Kovács, B., & Pál, K. (2025). Recent Knowledge in the Application of *Saccharomyces cerevisiae* in Aquaculture: A Bibliometric and Narrative Review. *Antibiotics*, 14(8), 1-26. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14080736>
- Kong, Y., Pan, S., & Wu, S. (2025). Advances in the use of dietary β -glucan in aquaculture: Structural insights, immunological benefits, and feed applications. *Developmental & Comparative Immunology*, 172, 105476. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2025.105476>.
- Morales-Cristóbal, Y., Cortés-Jacinto, E., Saucedo, P. E., Méndez-Martínez, Y., Ledea-Rodríguez, J. L., Guzmán-Murillo, M. A., . . . Campa-Córdova, A. I. (2022). Dietary enrichment with crude protein content and feed additives (*Bacillus* spp. and yeast strains) improves growth performance, survival and circulating hemocytes in juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Revista de biología marina y oceanografía*, 57(1), 45-56. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2022.57.1.3361>
- Novriadi, R., Roigé, O., & Segarra, S. (2022). Effects of Dietary Nucleotide Supplementation on Performance, Profitability, and Disease Resistance of *Litopenaeus vannamei* Cultured in Indonesia under Intensive Outdoor Pond Conditions. *Animals*, 12(16), 1-16. <https://doi.org/10.3390/ani12162036>

- Ochoa-Álvarez, N. A., Casillas-Hernández, R., Magallón-Barajas, F. J., Ramirez-Orozco, J. M., & Carbajal-Millan, E. (2021). Protector effect of beta-glucans from shrimp pond-related yeasts in *Penaeus vannamei* rearing under white spot syndrome virus presence. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(1), 18-28. <https://doi.org/10.3856/vol49-issue1-fulltext-2514>
- Qiao, Y., Han, F., Zhou, L., Rombenso, A., & Li, E. (2023). Effects of Dietary β -Glucan Feeding Strategy on the Growth, Physiological Response, and Gut Microbiota of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under Low Salinity. *Animals*, 13(24), 1-16. <https://doi.org/10.3390/ani13243778>
- Qiao, Y., Zhou, L., Qu, Y., Lu, K., Han, F., & Li, E. (2022). Effects of Different Dietary β -Glucan Levels on Antioxidant Capacity and Immunity, Gut Microbiota and Transcriptome Responses of White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under Low Salinity. *Antioxidants*, 11(11), 1-16. <https://doi.org/10.3390/antiox11112282>
- Rairat, T., Chuchird, N., Keetanon, A., Carcano, P., Comi, M., & Kope, W. (2022). Effects of dietary yeast-derived nucleotide and RNA on growth performance, survival, immune responses, and resistance to *Vibrio parahaemolyticus* infection in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Reports*, 27, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101352>
- Ramírez, M., Debut, A., Alexis, F., & Rodríguez, J. (2022). Control of vibriosis in shrimp through the management of the microbiota. *Bionatura*, 7(2), 1-12. <https://doi.org/10.21931/RB/2022.07.02.1>

- Segarra, S., Chau, T., Hoang, P., & Tran, L. (2023). Immunoregulation and Resistance to Aquatic Pathogens with Dietary Nucleotides in Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fishes*, 8(6), 1-12. <https://doi.org/10.3390/fishes8060308>
- Shen, K., Bao, L., Liu, M., Lei, W., Zhou, Q., Ding, J., . . . Yang, G. (2023). Dietary supplementation of β -1, 3-glucan improves the intestinal health of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) by modulating intestinal microbiota and inhibiting inflammatory response. *Frontiers in Immunology*, 14, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1119902>
- Valle Perez, F. M. (2022, Agosto 25). *Inoculación de levadura (Saccharomyces cerevisiae) para la disminución de poblaciones bacterianas del genero vibrio, en cultivo de <i>litopenaeus vannamei*. [Tesis de grado. Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Universidad Técnica de Machala: <https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d1eeeb06-a386-4f52-93b3-3fd5defe114f/content>
- Wang, T., Yang, J., Lin, G., Li, M., Zhu, R., Zhang, Y., & Mai, K. (2021). Effects of Dietary Mannan Oligosaccharides on Non-Specific Immunity, Intestinal Health, and Antibiotic Resistance Genes in Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Frontiers in Immunology*, 12, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.772570>