



Evaluación de diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría y su impacto en la supervivencia en una producción semi-intensiva

Triviño De la Cruz, Karen Dayana

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal, PhD.



Firmado electrónicamente por:
JUAN CRISTOBAL
ORTIZ TIRADO

24 de noviembre del 2023



ANTECEDENTES



- ★ Acuicultura (FAO, 2022).
- ★ Presencia de enfermedades (Fonseca *et al.*, 2013).
- ★ Estimulación del sistema Inmune (Hans *et al.*, 2021).

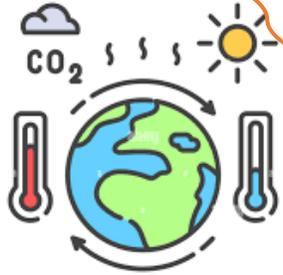
★ Polisacáridos sulfatados marinos (Panggabean *et al.*, 2022).

★ Dietas funcionales con la inclusión de *Spirulina sp* (Castellano, 2021).



JUSTIFICACIÓN

El sistema inmune del camarón a ser innato no adaptativo .



Es susceptible a los efectos de los cambios ambientales y presencia de microorganismos .

Vibriosis (Sperling *et al.*, 2015)



Para tratar enfermedades bacterianas, es de uso común utilizar en la acuicultura antibióticos.

Problemas de residualidad (Sperling *et al.*, 2015)

Acciones como sobre el uso de los Antimicrobianos (OPS, 2021)

Restricción de antibióticos y productos químicos en la acuicultura (CNA, 2022).

Se han realizado varios ensayos utilizando conglomerados de algas.

Ho: “Las diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® complementadas en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría deprime el sistema inmune del camarón e incrementa la tasa de mortalidad en una producción semi-intensiva en campo”.

H1: “Las diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® utilizadas en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de pre-cría mejoran la tasa de supervivencia, dado por el estímulo del sistema inmune innato y el incremento de los parámetros inmunológicos en una producción semi-intensiva en campo”.

Objetivo General

Evaluar diferentes concentraciones de algas marinas Phycovax® en dietas balanceadas para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en etapa de precría y su impacto en la supervivencia en una producción semi-intensiva.

Objetivos Específicos:

- Determinar la tasa de supervivencia del camarón bajo el efecto de dietas balanceadas complementadas con el conglomerado de algas Phycovax®.
- Determinar la respuesta inmune en juveniles de camarón blanco expuestos a diferentes concentraciones de algas Phycovax® incluidas en la dieta.

Camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

Requerimientos físico-químicos para el cultivo de *Litopenaeus vannamei*

Temperatura	26-30°C
Oxígeno disuelto	>4mg/L
pH	7.5-8.5
Salinidad	20-35ppt
Alcalinidad	>80 mg/L
Amoniaco	<0.02 mg/L

- Es resistente a cambios medioambientales
- Alto rendimiento en sistemas de cultivo.

Sistema inmune (Rueda, 2018).

Respuesta innata

Barreras físicas y químicas

Hemocitos

Proteínas plasmáticas

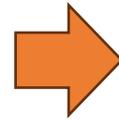
Respuesta adaptativa



Nota. Recuperado de Paredes y Rodríguez (2020); Godínez *et al.* (2011); Hanna Instruments (2020); Moreno *et al.* (2011).

Tipo de microalgas utilizadas

Del filo *Bacillariophyta* sp.



Skeletonema sp, *Nitzchia* sp, *Phaeodactylum* sp
Thalassiosira sp, *Chaetoceros*.



Propiedades
nutricionales



Lípidos, proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y
antioxidantes.



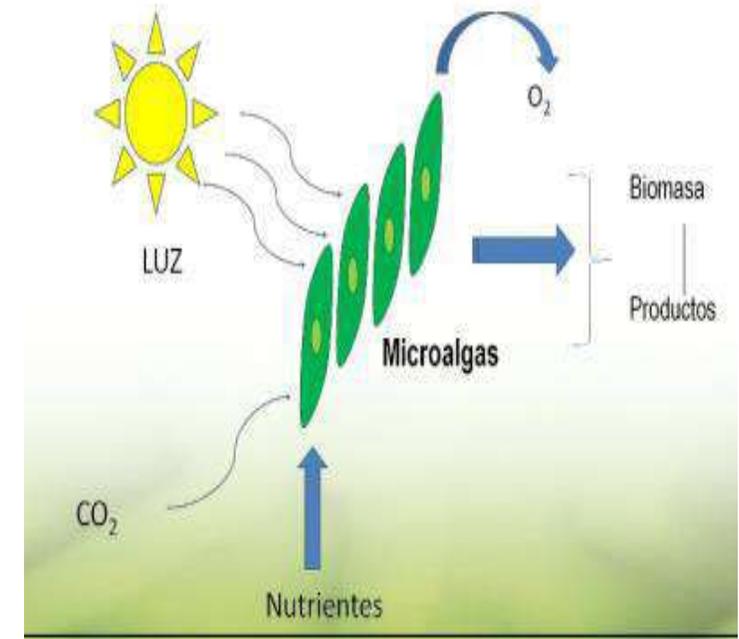
Tienen actividad antimicrobiana



Inmunoestimulante

Probióticos

Liposacáridos,
peptidoglucanos y β -glucanos



Vibriosis

Es una infección causada por bacterias vibrio.

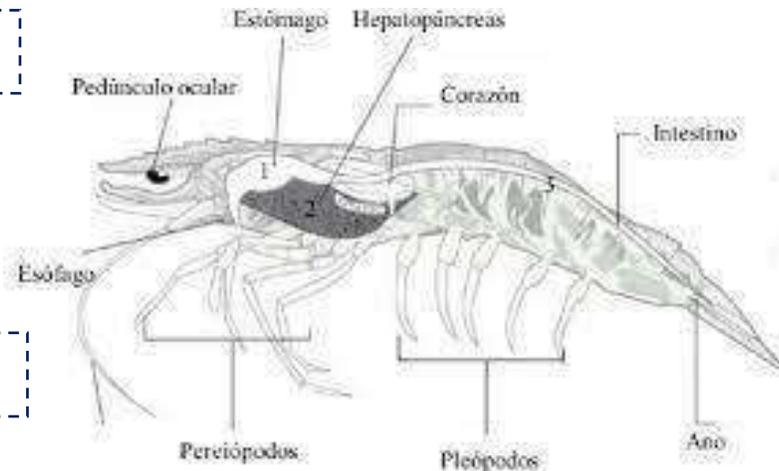
V. Cambellii, *V. alginolyticus*, y el *V. parahaemolyticus* (Gómez et al., 2015).

Colonizan el aparato digestivo

Tubo digestivo

Intestino

Hepatopáncreas



Concentración de bacterias (UFC) por ml por g

Muestra	Normal	Factor de riesgo	Grave	Gravísimo
Hemolinfa	$\leq 10^1$	10^2	10^3	$> 10^4$
Hepatopáncreas	$\leq 10^3$	10^4	10^5	$> 10^5$
Intestinos	$\leq 10^3$	10^4	10^5	$> 10^5$
Larvas	$\leq 10^3$	10^4	10^5	$> 10^5$
Suelo	$\leq 10^3$	10^4	10^5	$> 10^5$
Agua	$\leq 10^3$	10^4	10^5	$> 10^5$

Nota. Recuperado de Cuéllar (2013)

MARCO TEÓRICO

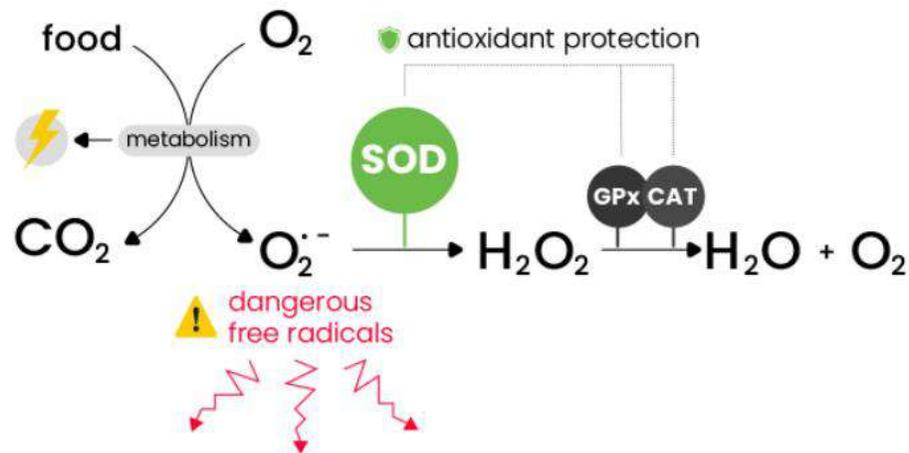
SÚPER ÓXIDO DISMUTASA (SOD)

Es una enzima antioxidante que se encuentra en las células expuesta al oxígeno.

Protege a las células de la oxidación, y es un indicador del estrés oxidativo en organismos marinos.

Cumple un rol inmuno-modulatorio

Se mide a través del porcentaje de inhibición de la SOD.



Ubicación de investigación



Archipiélago de Jambelí perteneciente al cantón Santa Rosa, el Oro, específicamente en predio rústico denominado “LAQUILA”, se encuentra circunscrito dentro de los siguientes linderos, NORTE; Estero Bravo, SUR; Estero Chivería. De propiedad de la compañía Agrimingold S.A.

Caracterización de cada tratamiento

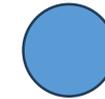
Tratamientos	Nomenclatura	Descripción	Diámetro (mm)
T0	C	Alimento balanceado	0.4;0.8; 1.2; 2.0
T1	PWX	Alimento balanceado +PWX al 3%	
T2	PWX	Alimento balanceado +PWX al 4%	
T3	PWX	Alimento balanceado +PWX al 5%	
T4	WT	Alimento balanceado +PWX al 3%	
T5	WT	Alimento balanceado +PWX al 4%	
T6	WT	Alimento balanceado +WT al 5%	

Nota. Autoría propia

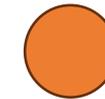
VARIABLES A EVALUAR



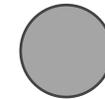
Supervivencia(%)



**Grado de daño en
hepatoáncreas**



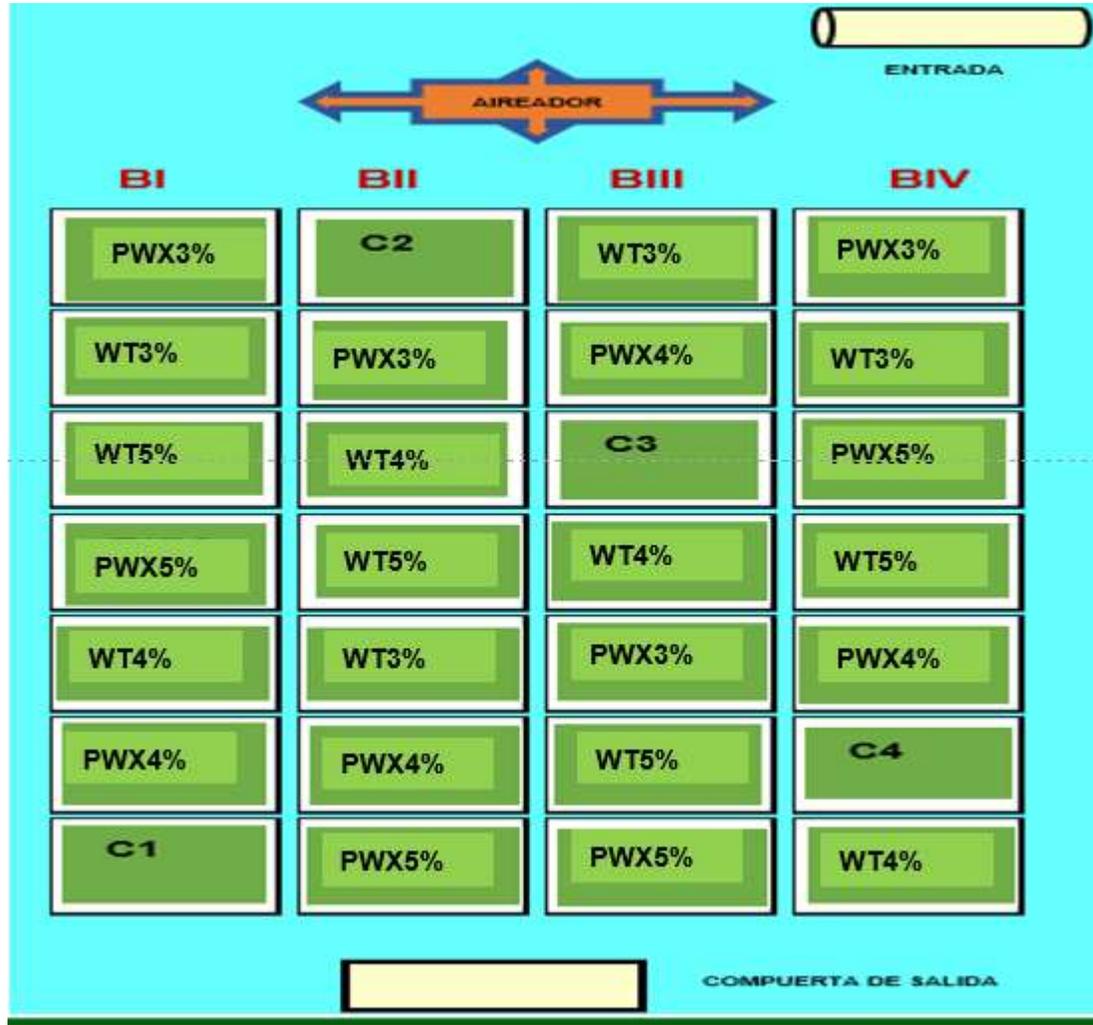
UFC de *Vibrio spp* (LOG)



Inhibición de SOD(%)



Diseño experimental



DBCA, bifactorial con testigo 2X3 con 4 R

$$Y_{ijk} = \mu + QI + AJ + BK + ABj_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = media global

Q_i = efecto del tipo de alga en la supervivencia de camarón

A_j = efecto de la concentración del alga en la supervivencia del camarón

B_k = Efecto del bloque

AB_{j_k} = interacción entre el tipo de alga y su concentración en la supervivencia

METODOLOGÍA

Establecimiento de Jaulas



Lavado y preparación de piscina



Preparación de tratamientos

Nº de camarones por jaula	Nº Semana	Alim./gr	R	Total AA Tratamiento	3%	4%	5%
200	1	76,3	4	305,2	9,156	12,208	15,26
180	2	141,6	4	566,4	16,992	22,656	28,32
170	3	154,3	4	617,2	18,516	24,688	30,86
160	4	173,1	4	692,4	20,772	27,696	34,62
155	5	168,9	4	675,6	20,268	27,024	33,78
150	6	185,8	4	743,2	22,296	29,728	37,16
150	7	96,9	4	387,6	11,628	15,504	19,38
				3987,6	119,628	159,504	199,38



Cosecha y siembra de larvas



METODOLOGÍA

Técnicas de laboratorio

Patología y prevalencia

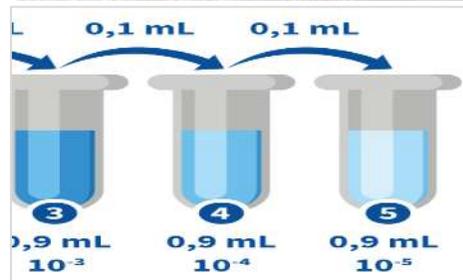


Preparación de Vibrio Chromo Select Agar



Preparación de 67,5 gramos por cada L de agua destilada.

Bacteriología de hepatopáncreas, agua y suelo



Análisis de histología

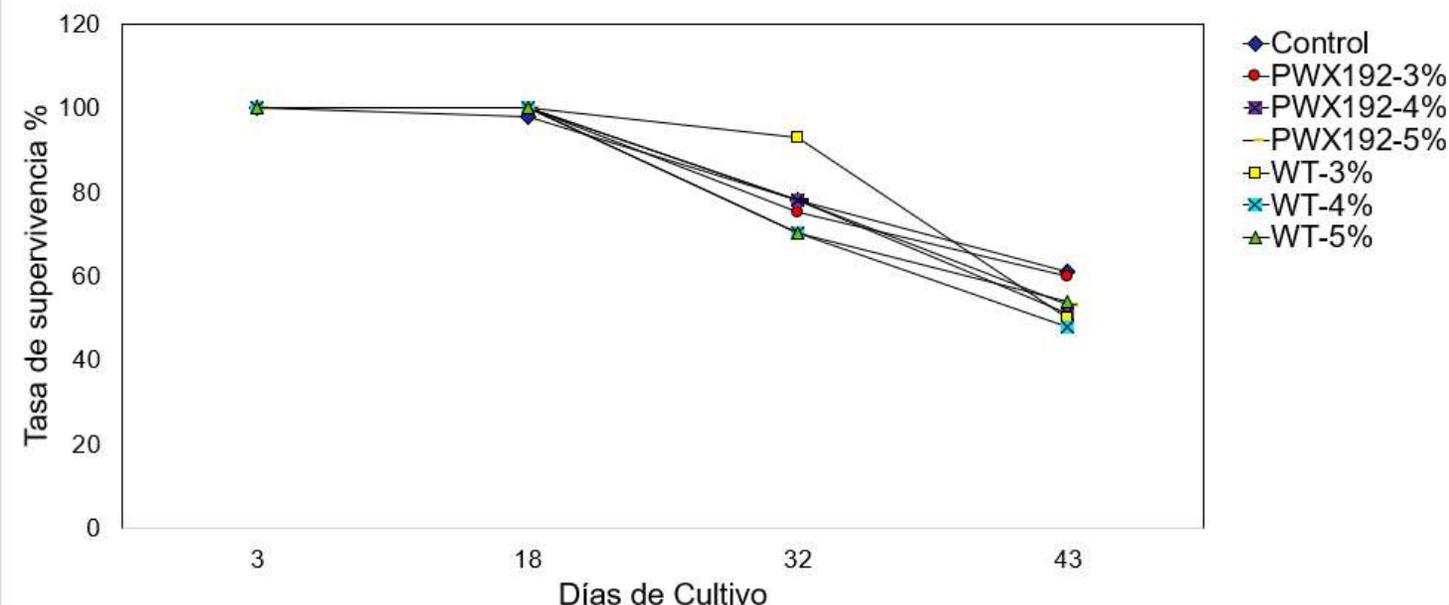


Análisis de super óxido dismutasa



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA



Álvarez y Castro (2013) reportan una sobrevivencia del 58% en 45 días de cultivo, en camarones alimentados con microalgas preservadas con glucosa.

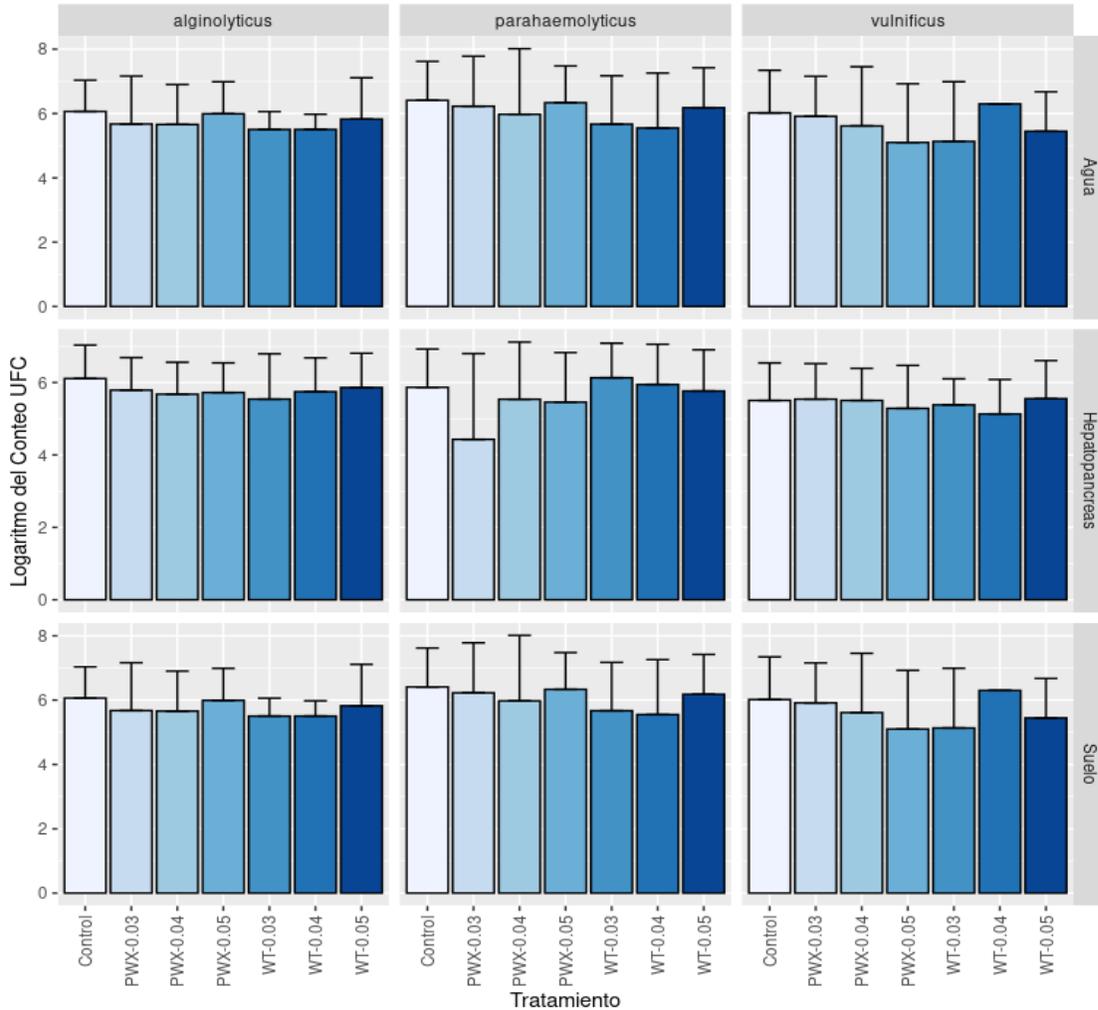
(Ly *et al.*, 2021) considera que la incorporación de macroalgas como *Caulerpa lentillifera* en policultivo con camarón alcanzan supervivencias de 78,5 % a los 56 días.

Tratamiento	Promedio ± Desviación estándar	
C	60,5± 12,70	a
PWX 3%	60± 12,56	a
PWX 4%	50,83± 3,83	a
PWX 5%	53,18± 15,98	a
WT3%	49,68± 8,98	a
WT 4%	47,68± 21,82	a
WT5%	43,15± 12,59	a

Nota. Medias en la misma columna con letra común, no difieren estadísticamente (Tukey, $p \geq 0.05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

BACTERIOLOGÍA



Promedio \pm Desviación estándar de UFC en hepatoáncreas

Tratamientos	<i>V. parahamolyticus</i>	<i>V. alginolyticus</i>	<i>V. vulnificus</i>
Control	5,87 \pm 1,06 a	6,11 \pm 0,92 a	5,50 \pm 1,06 a
PWX192-3%	4,43 \pm 2,37 a	4,37 \pm 0,90 a	4,43 \pm 1,04 a
PWX192-4%	5,54 \pm 1,58 a	5,68 \pm 0,88 a	5,54 \pm 0,98 a
PWX192-5%	5,46 \pm 1,37 a	5,46 \pm 1,37 a	5,29 \pm 1,19 a
WT-3%	6,13 \pm 0,95 a	5,54 \pm 1,25 a	5,38 \pm 0,72 a
WT-4%	5,95 \pm 1,11 a	5,75 \pm 0,95 a	5,13 \pm 0,95 a
WT-5%	5,77 \pm 1,14 a	5,86 \pm 0,95 a	5,55 \pm 1,05 a

Nota. Medias en la misma columna con letra común, no difieren estadísticamente (Tukey, $p \geq 0.05$)

Según do Nascimento *et al.*, (2017), la alimentación con suplementos de algas mejora la resistencia del camarón ante factores ambientales.

Cuéllar (2013), afirma que en el caso de juveniles, preadultos o adultos, se consideran niveles de seguridad los conteos de colonias de 10^2 UFC/g en hepatopáncreas, mientras que 10^4 UFC/g de bacterias luminiscentes en este órgano sugieren un factor de riesgo en *P. monodon*; en *L. vannamei*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grado de daño en hepatoáncreas

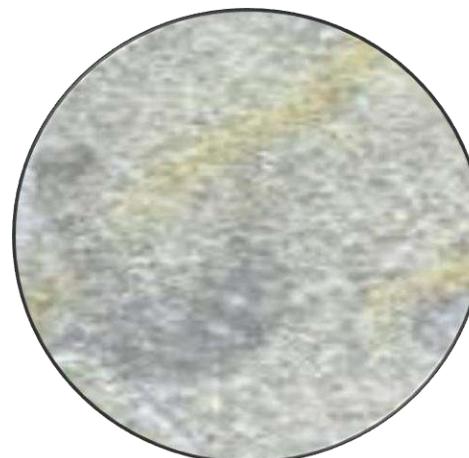
Grado de severidad	Signos clínicos
0	No presentan signos de infección. No presentan deformación tubular ni rugosidad. Organismo sano.
1	Presencia muy baja de deformación tubular. Se observa muy poco desprendimiento celular. Fase (0), infección.
2	Se observa la presencia moderada de deformación tubular, atrofia, melanización y necrosis tubular. Se presenta mortalidad si no se aplica tratamiento. Fase (I), inicial.
3	Se observa presencia alta de deformación tubular con lesiones de moderadas a severas, con melanización, necrosis, desprendimiento celular y atrofia tubular. Letal si no se aplica tratamiento. Fase (II), aguda.
4	Se observa gran cantidad de túbulos deformes con severas lesiones con melanización, necrosis, atrofia tubular y túbulos vacíos. Presencia de hemocitos alrededor de túbulos atrofiados, melanizados y necróticos. Fase (III), grave.

Nota. Recuperado de Cuéllar (2013)

Grado 0

Grado 1:Fase (1), inicial

Grado 2;Fase (0), infección

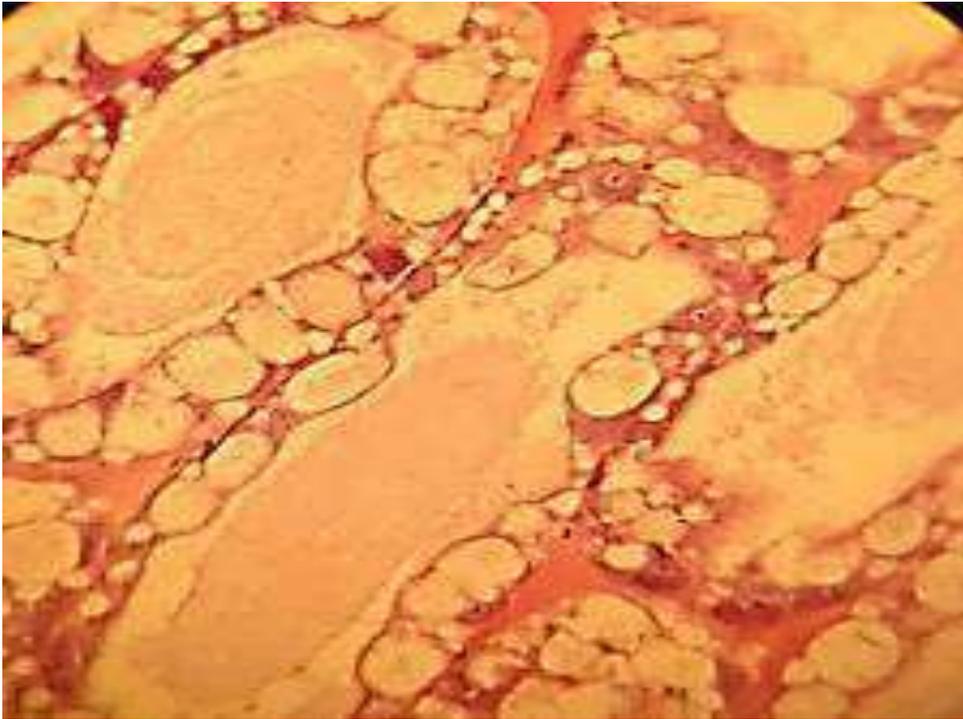


Tratamiento	Promedio \pm Desviación estándar	
C	2 \pm 0,81	a
PWX 3%	1 \pm 0,76	a
PWX 4%	1 \pm 0,84	a
PWX 5%	1 \pm 0,96 8	a
WT3%	1 \pm 0,87	a
WT 4%	1 \pm 0,93	a
WT5%	1 \pm 0,87	a

Nota. Medias en la misma columna con letra común, no difieren estadísticamente (Tukey, $p \geq 0.05$)

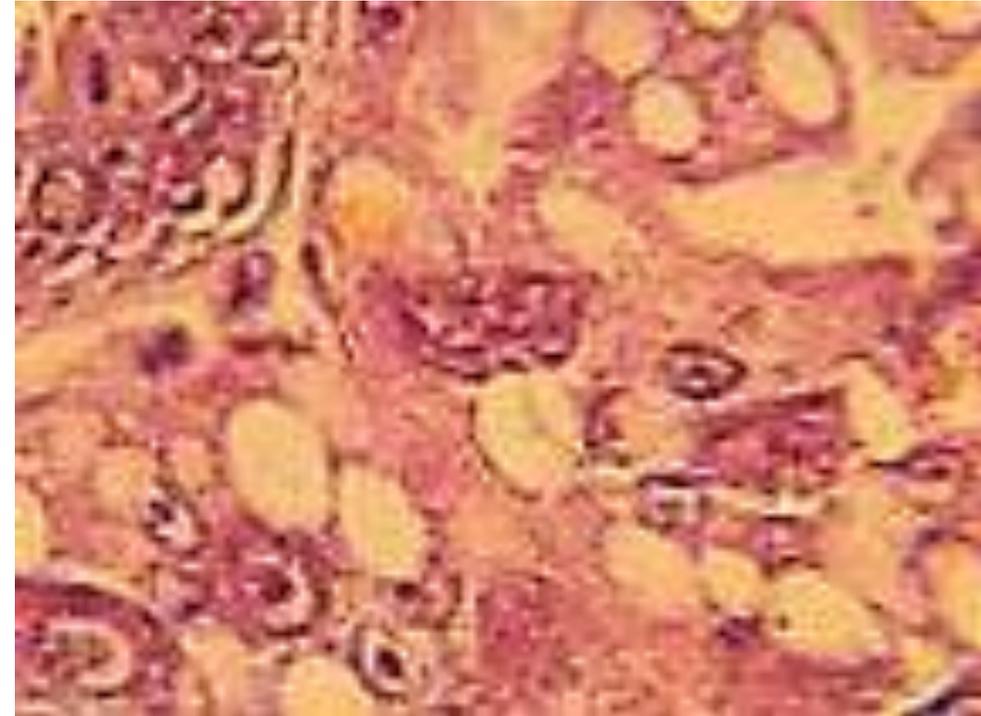
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONTROL



Deformación de túbulos, inflamación entre y dentro de los túbulos con desprendimiento celular. Baja cantidad de reservas lipídicas

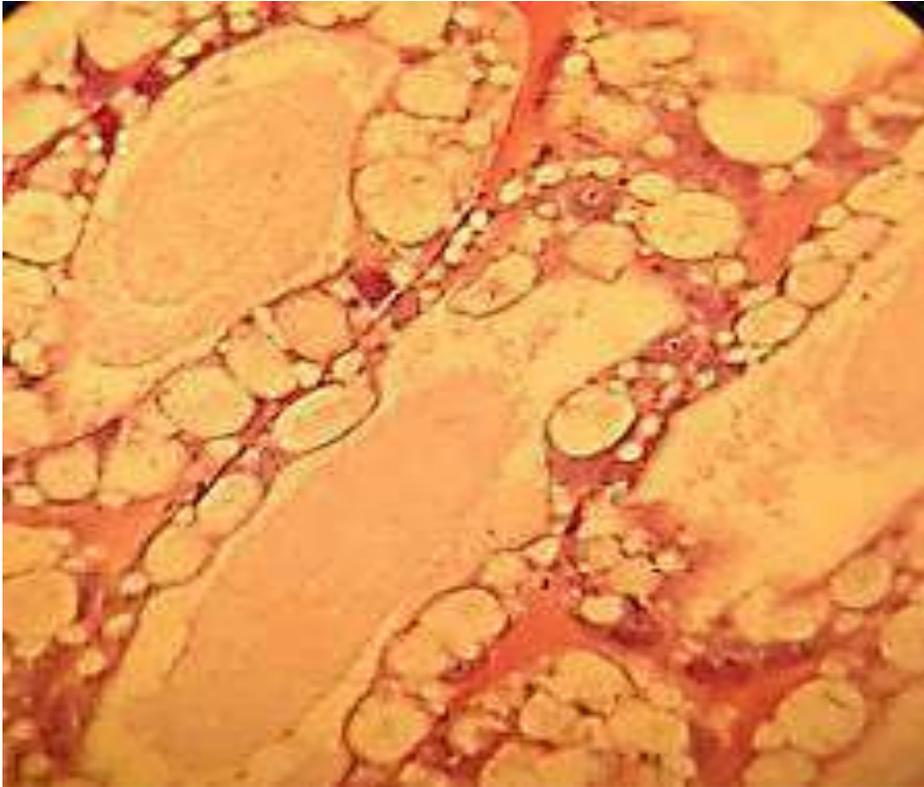
PWX3%



Melanización con inclusiones basófilas y nódulos hemocíticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONTROL



Deformación de túbulos, inflamación entre y dentro de los túbulos con desprendimiento celular. Baja cantidad de reservas lipídicas.

PWX4%

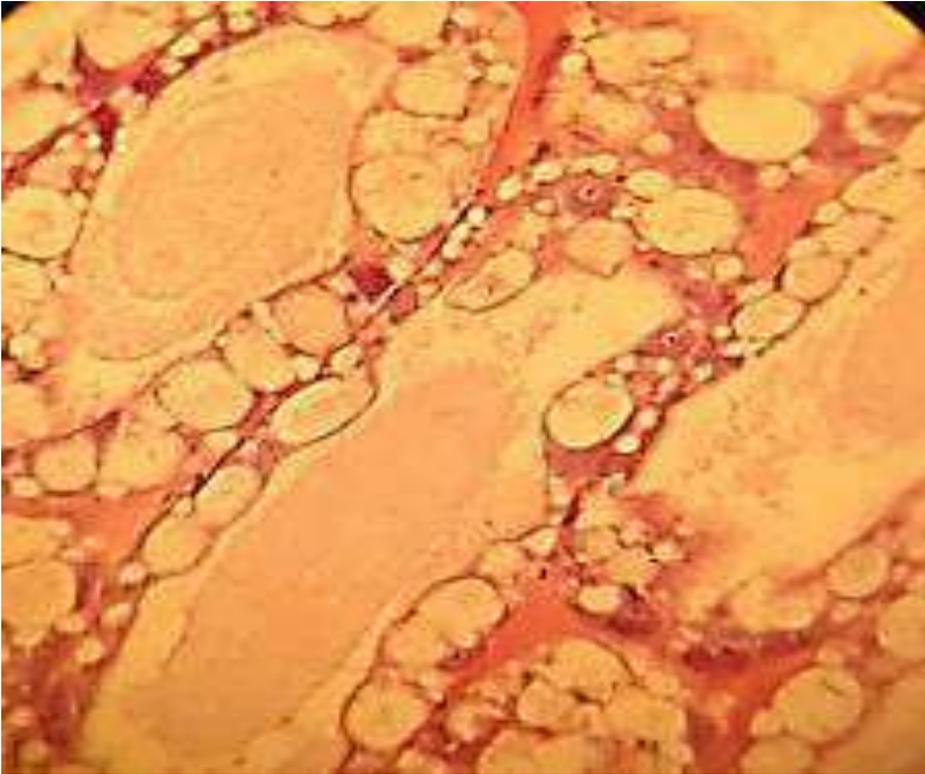


Deformación de túbulos con lumen en forma de estrella y nódulos hemocíticos con melanización.



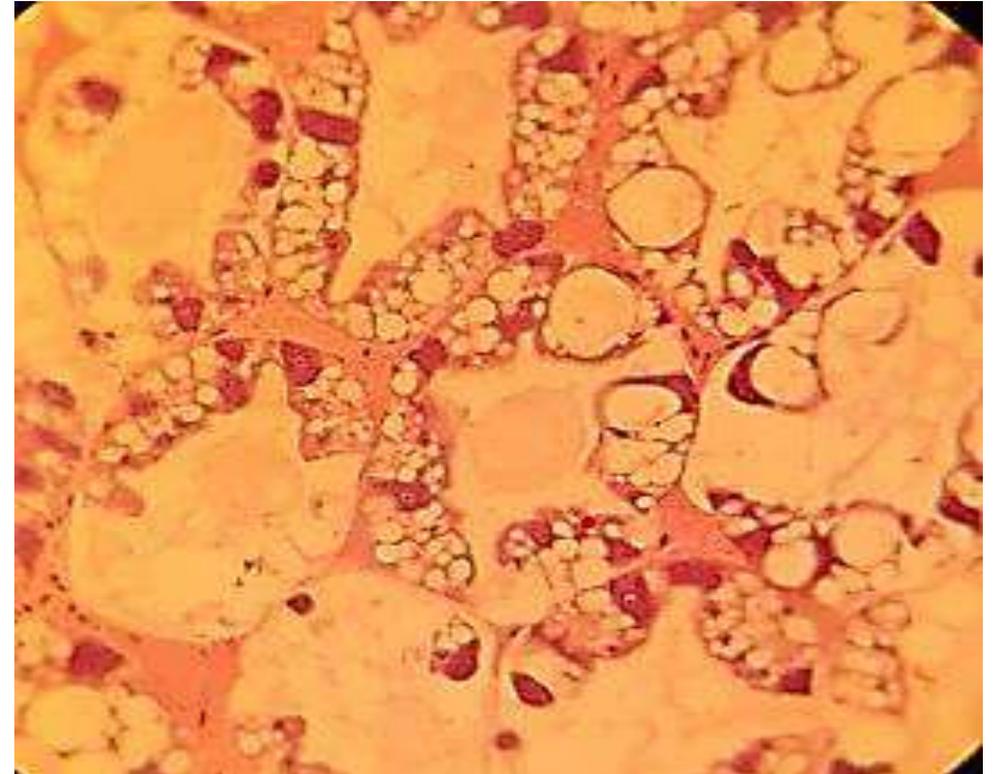
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONTROL



Deformación de túbulos, inflamación entre y dentro de los túbulos con desprendimiento celular. Baja cantidad de reservas lipídicas .

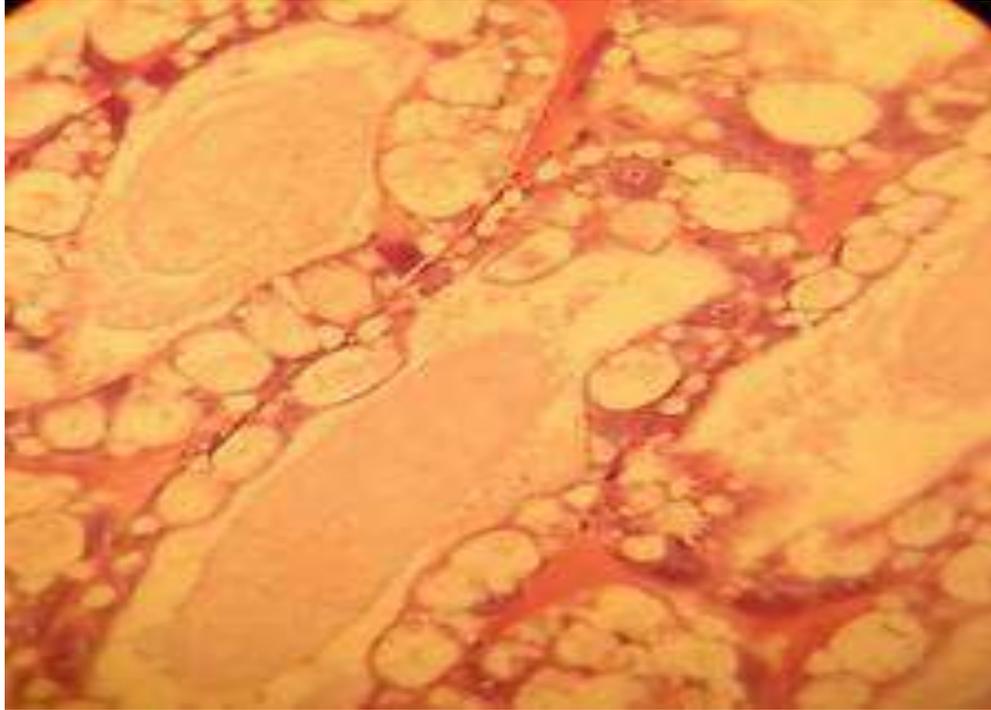
PWX5%



Melanización, deformación de túbulos, masiva cantidad de Inclusiones basófilas y nódulos hemocíticos, baja cantidad de reservas lipídicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONTROL



Deformación de túbulos, inflamación entre y dentro de los túbulos con desprendimiento celular. Baja cantidad de reservas lipídicas.

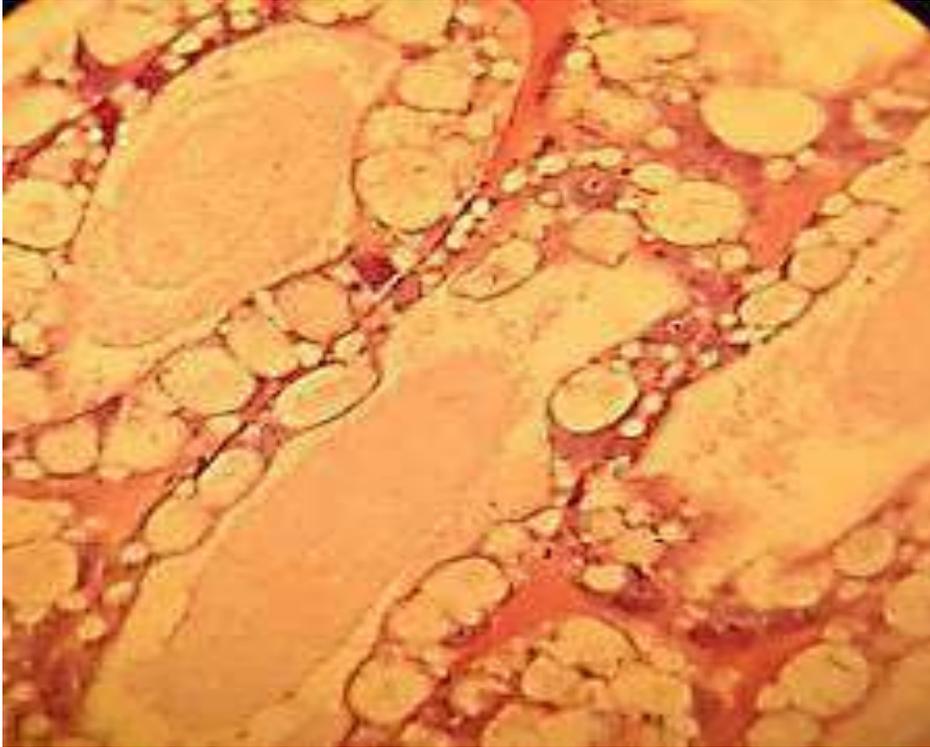
WT3%



Melanización con inclusiones masivas basófilas y nódulo hemocíticos.

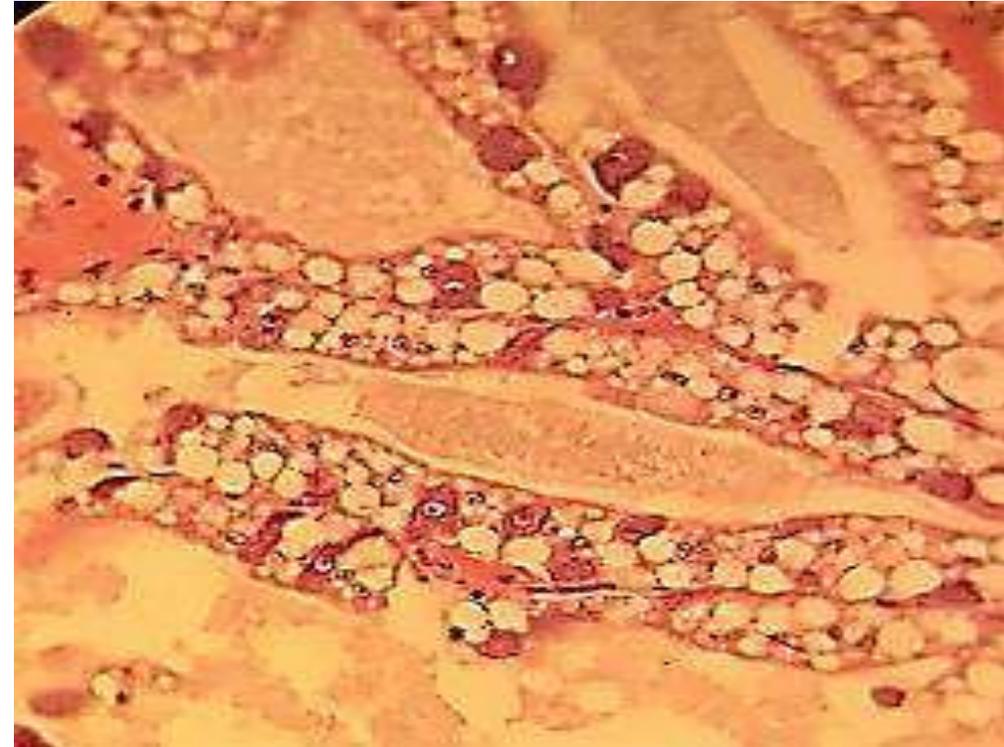
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONTROL



Deformación de túbulos, inflamación entre y dentro de los túbulos con desprendimiento celular. Baja cantidad de reservas lipídicas

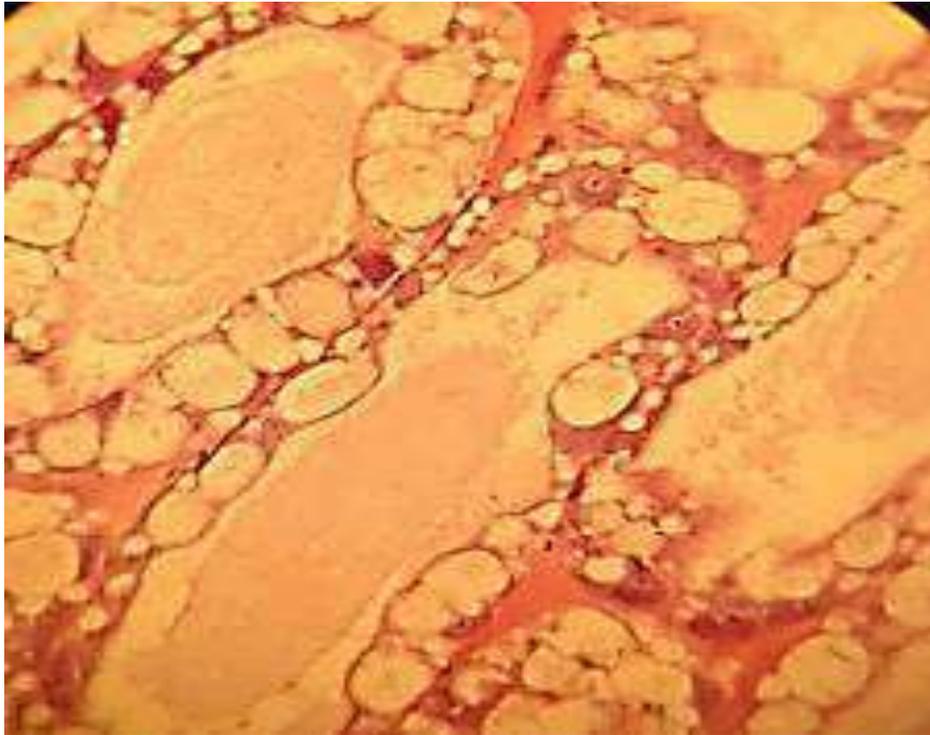
WT4%



Melanización con reservas lipídicas e inflamación entre y dentro de los túbulos y nódulos hemocíticos

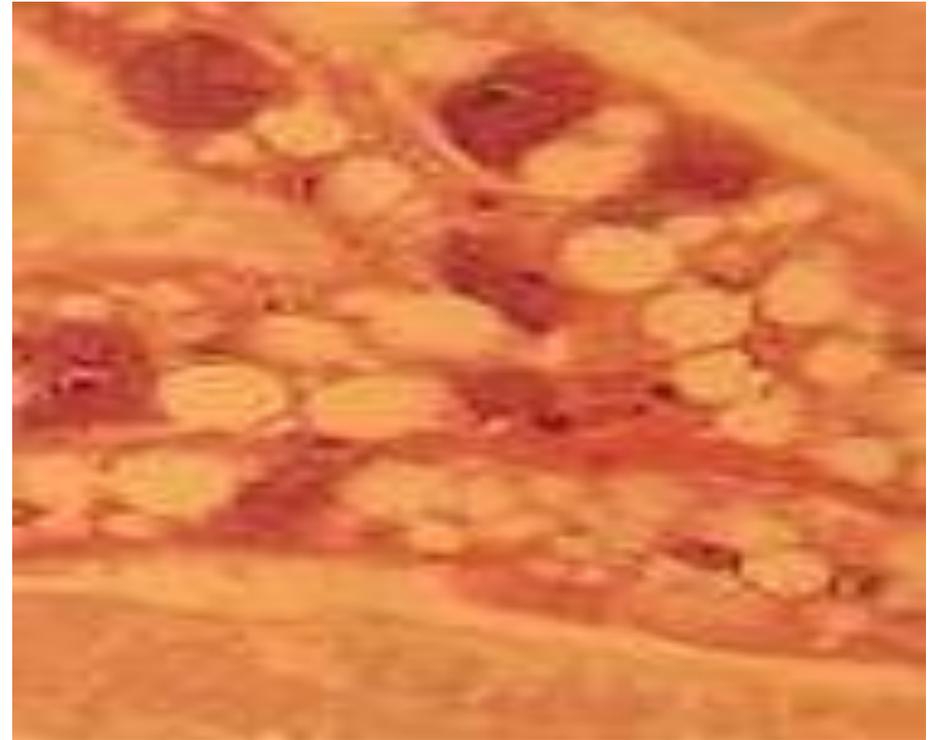
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONTROL



Deformación de túbulos, inflamación entre y dentro de los túbulos con desprendimiento celular. Baja cantidad de reservas lipídicas

WT5%



Melanización con reservas lipídicas e inflamación entre y dentro de los túbulos y nódulos hemocíticos

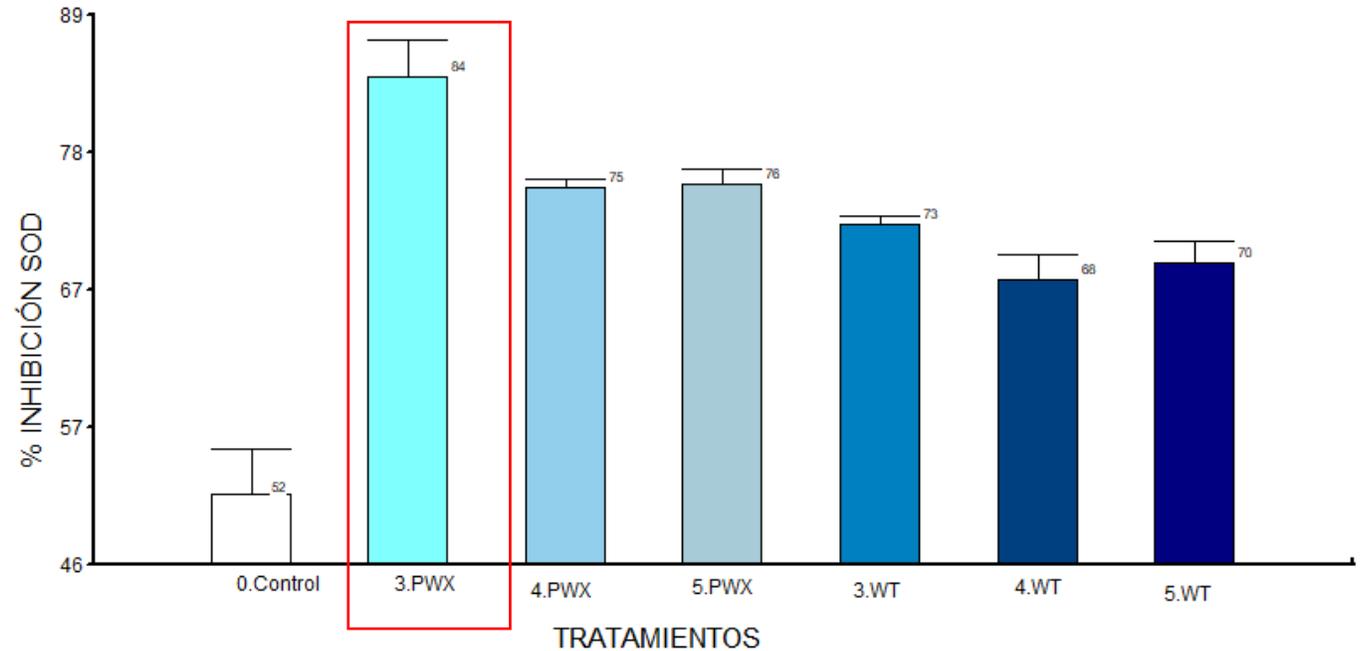


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Inhibición de SOD

Tratamiento	Promedio ± Desviación estándar	
C	58,75± 6,99	a
PWX 3%	83,75± 5,74	ab
PWX 4%	72,50±1,29	ab
PWX 5%	75,25± 1,26	b
WT3%	68,25± 3,77	b
WT 4%	75,5±2,38	b
WT5%	69,50± 3,31	b

Nota. Medias en la misma columna con letra común, no difieren estadísticamente (Tukey, $p \geq 0.05$)



Achupallas (2000) afirma extracto de macroalgas para mejorar la supervivencia en postlarvas PL15, obtuvo un 86% de SOD.

(Ríos *et al.*, 2022).

CONCLUSIONES

- No se encontró diferencias estadísticas en la supervivencia de camarones *Litopenaeus vannamei* alimentados con dietas enriquecidas con Phycovax®. A pesar de esto, la tasa de supervivencia final fue del 60%, se sugiere que el tipo o concentración de algas en la dieta no influyó significativamente en la supervivencia a los 43 días de cultivo.
- Estos resultados sugieren que otros factores en el ambiente de cultivo, como la calidad del agua, la densidad de población y las condiciones de manejo, podrían estar influyendo de manera significativa en la supervivencia de los camarones, más que la suplementación con Phycovax®.
- El uso de Phycovax® en la alimentación de *Litopenaeus vannamei* mostró beneficios en la salud y la respuesta inmunológica de los camarones, incluso en condiciones desafiantes con la presencia de *Vibrio spp.* y destacando un aumento significativo en la actividad de la enzima antioxidante superóxido dismutasa (SOD) del 83% en camarones tratados al 3%. A pesar de los daños observados, hubo una mejora significativa en la respuesta inmunológica en comparación con el grupo de control.

RECOMENDACIONES

- Aunque los resultados son prometedores, se recomienda llevar a cabo estudios a largo plazo para validar consistentemente los efectos positivos de Phycovax® en la respuesta inmune y salud de los camarones.
- Considerar la evaluación de otros parámetros inmunológicos y bioquímicos para obtener una imagen completa de cómo Phycovax® impacta en la salud de los camarones.
- Considerar cómo los resultados de este estudio pueden traducirse en prácticas de cultivo realistas y beneficios para la industria acuícola.
- Se sugiere que otros investigadores repliquen y amplíen esta investigación en diferentes entornos y condiciones para obtener resultados más robustos y confiables

AGRADECIMIENTOS

Ing. Annabel Palacios
Dr. Roshan Shrestha, PhD
Ing. Jadira Muñoz

Ing. Juan Ortiz
Ing. Daysi Muñoz

