



# 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).

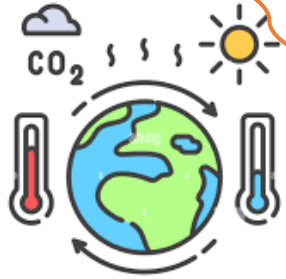
★ Polisacáridos sulfatados marinos (Panggabean *et al.*, 2022).

★ 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

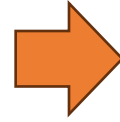
Respuesta adaptativa



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.



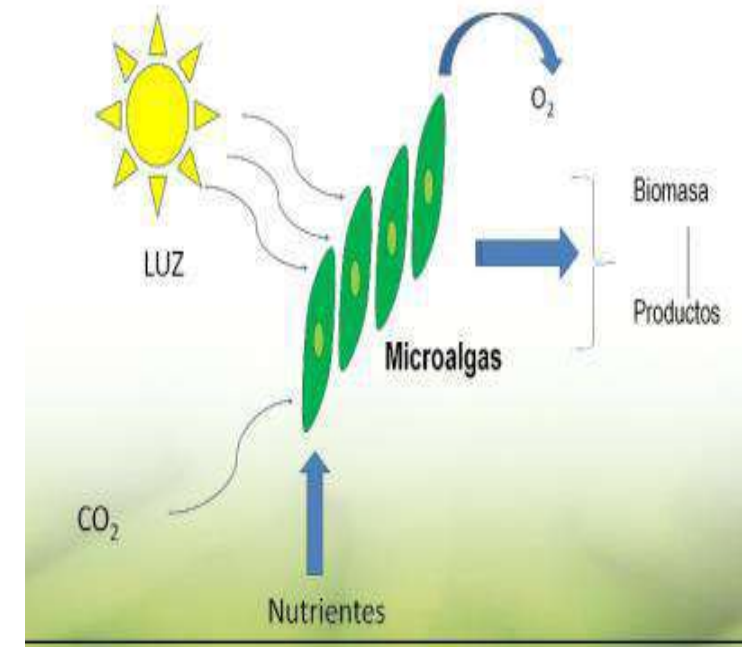
Tienen actividad antimicrobiana



Inmunoestimulante

Probióticos

Liposacáridos,  
peptidoglucanos y  $\beta$ -glucanos



## Vibriosis

Es una infección causada por bacterias vibrio.

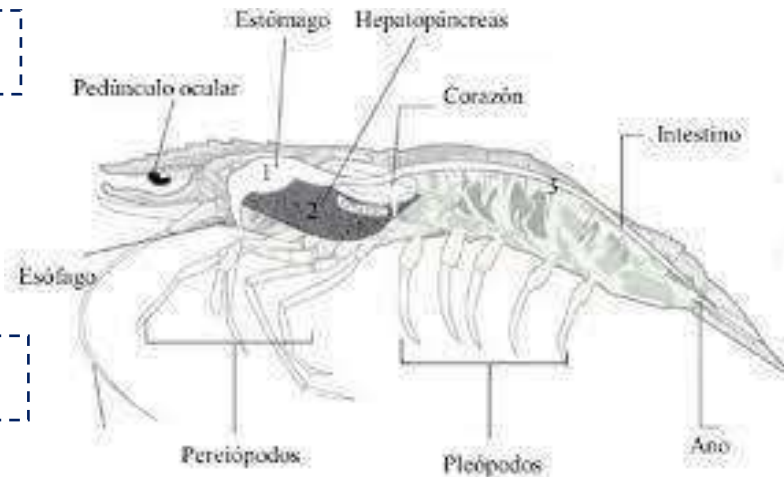
*V. Cambellii*, *V. alginolyticus*, y el *V. parahaemolyticus* (Gómez et al., 2015).

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

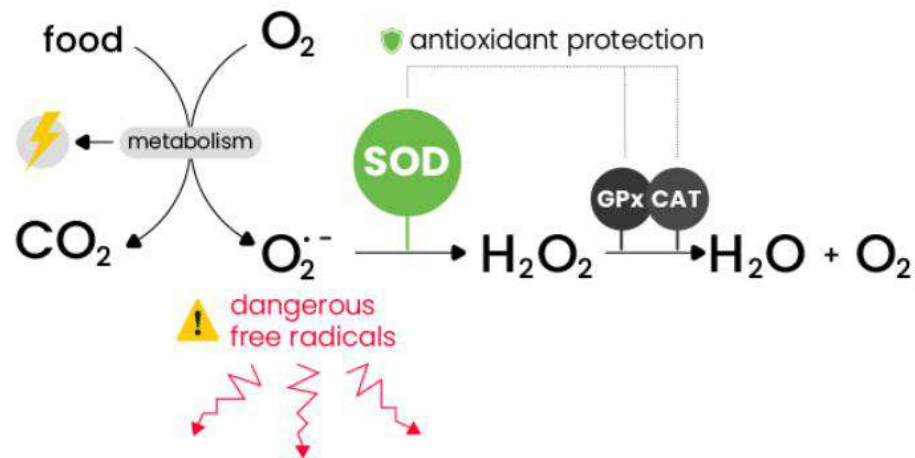
## SÚPER ÓXIDO DISMUTASA (SOD)

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

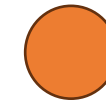
## VARIABLES A EVALUAR



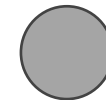
**Supervivencia(%)**



**Grado de daño en  
hepatoáncreas**



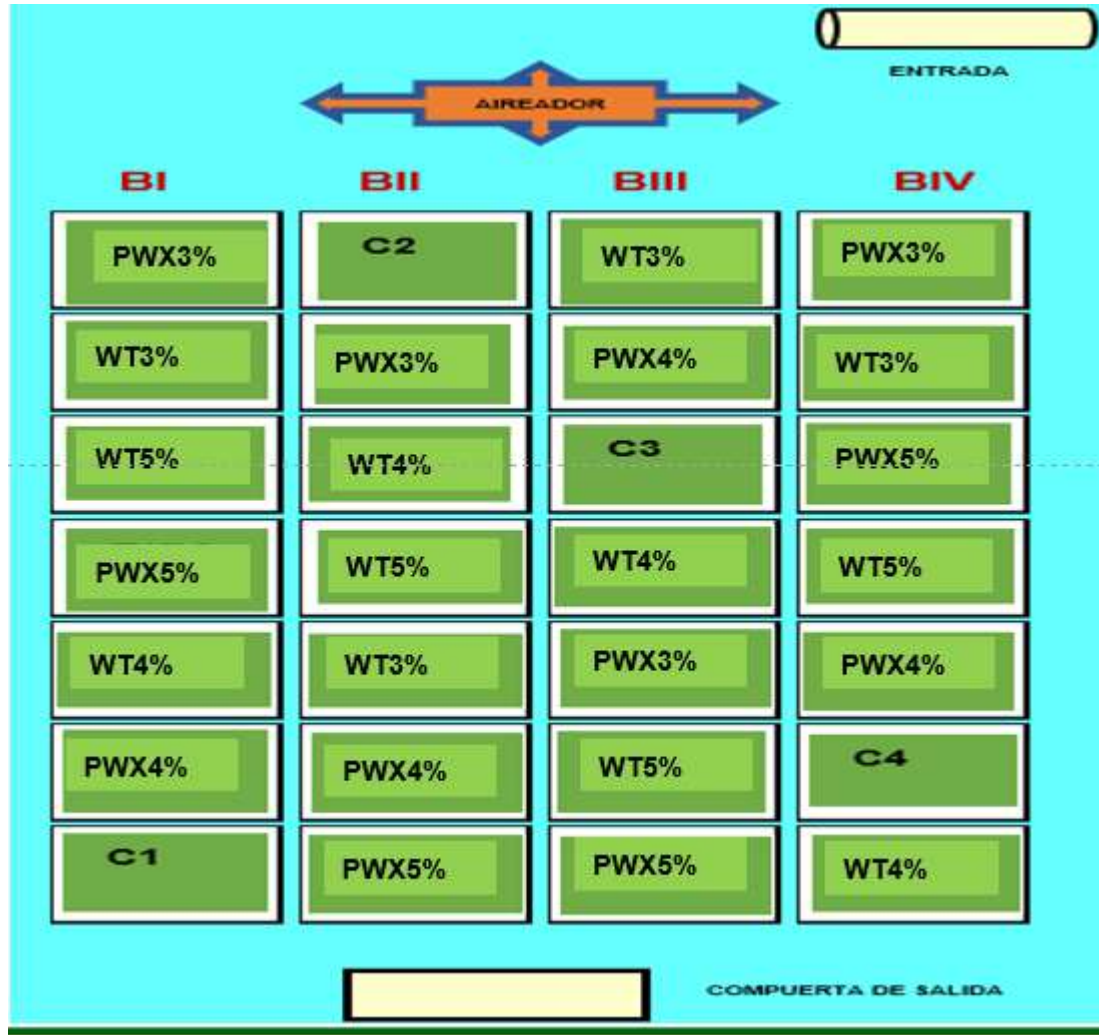
**UFC de *Vibrio spp* (LOG)**



**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

$\mu$  = 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

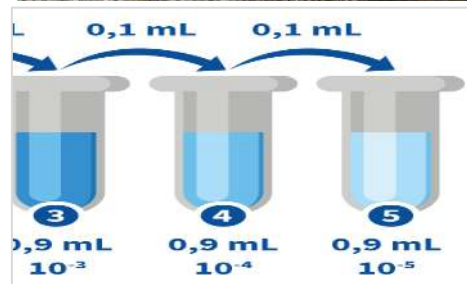


Preparación de Vibrio Chromo Select Agar



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

Bacteriología de hepatopáncreas, agua y suelo



Análisis de histología

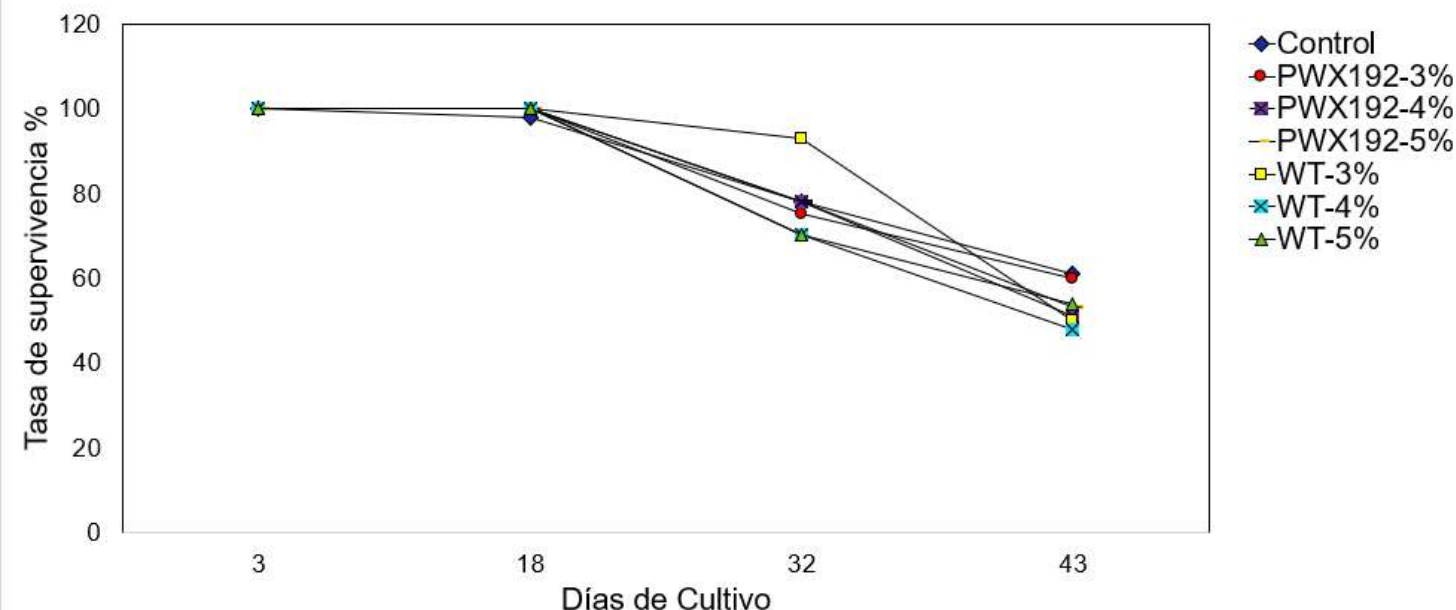


Análisis de super óxido dismutasa



# 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.

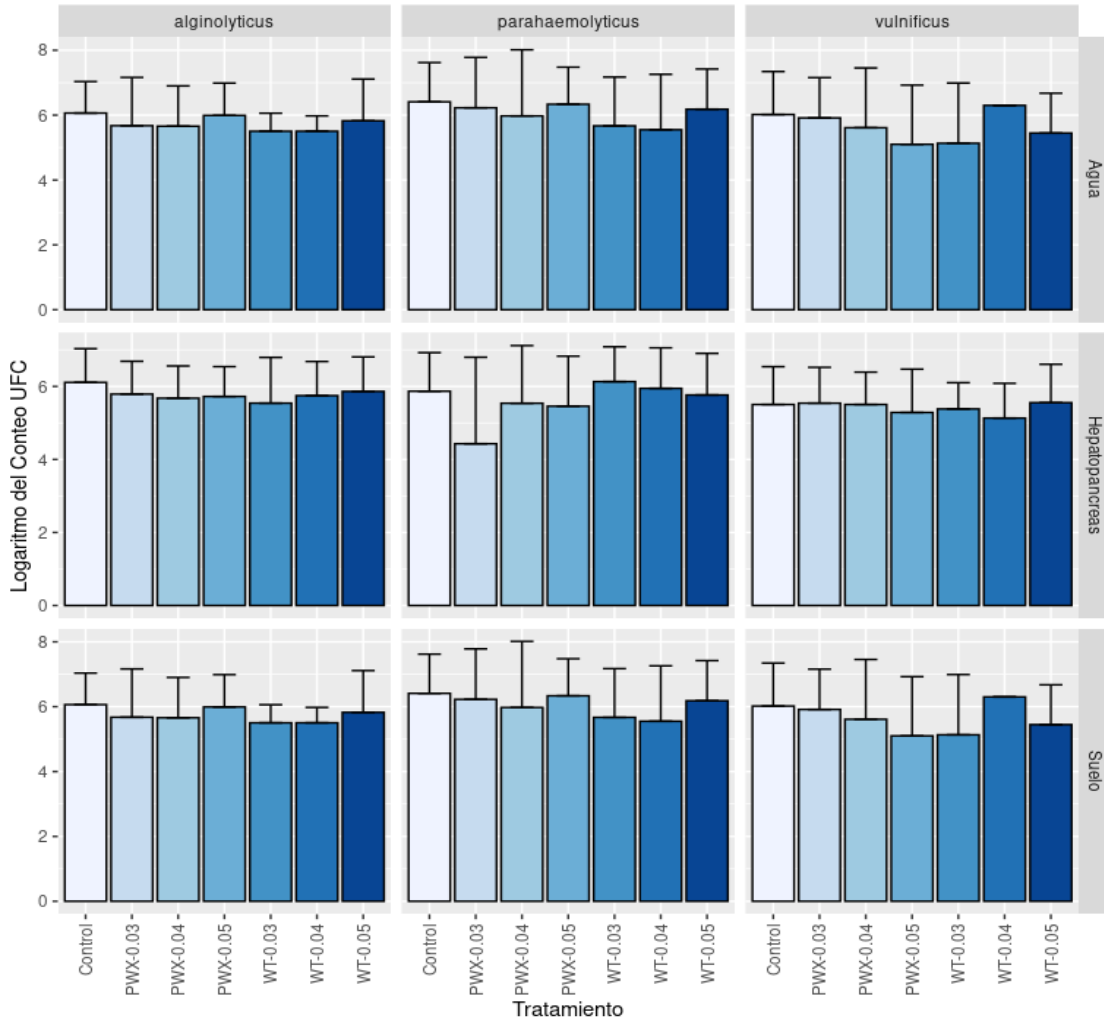
(Ly *et al.*, 2021) considera que la incorporación de macroalgas como *Caulerpa lentillifera* en policultivo con camarón alcanzan supervivencias de 78,5 % a los 56 días.

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

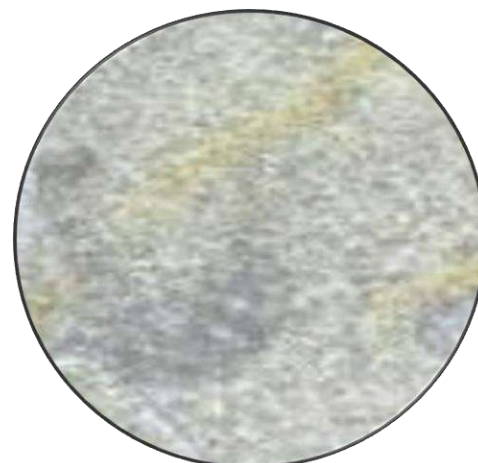
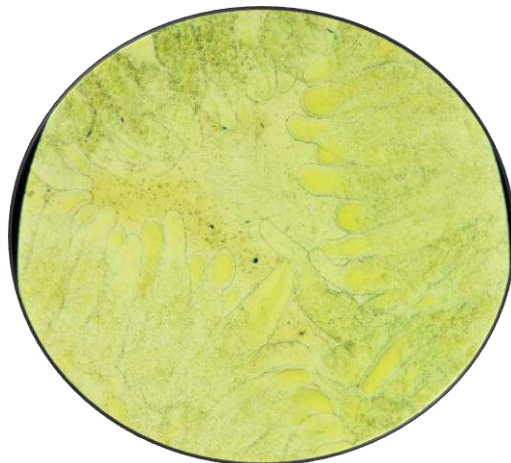
Grado de severidad	Signos clínicos
0	No presentan signos de infección. No presentan deformación tubular ni rugosidad. Organismo sano.
1	Presencia muy baja de deformación tubular. Se observa muy poco desprendimiento celular. Fase (0), infección.
2	Se observa la presencia moderada de deformación tubular, 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

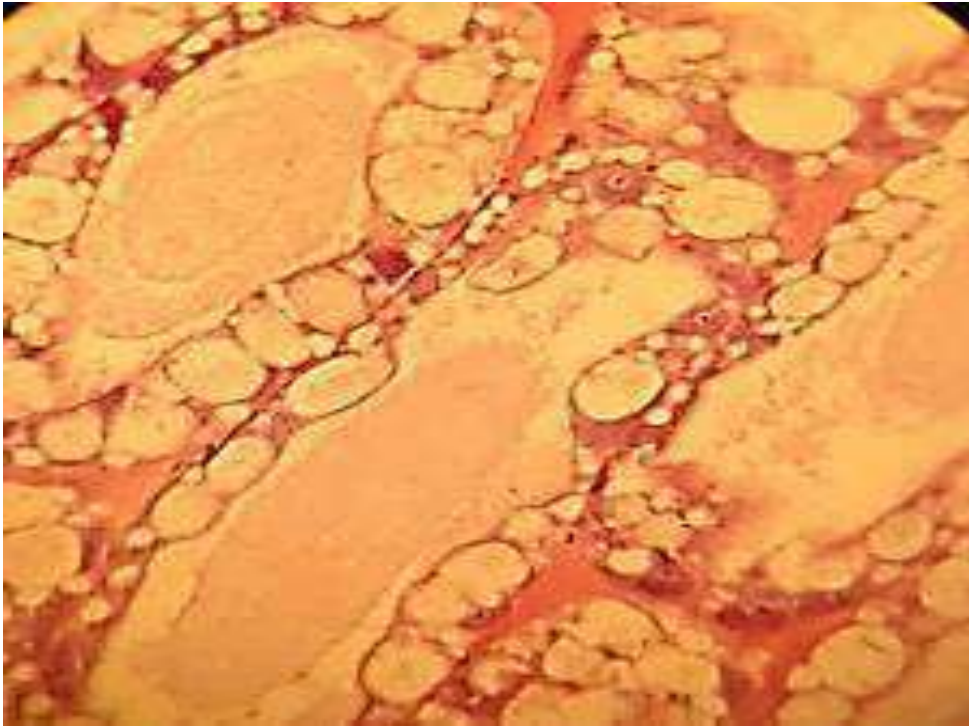


Tratamiento	Promedio ± Desviación estándar	
C	2±0,81	a
PWX 3%	1± 0,76	a
PWX 4%	1± 0,84	a
PWX 5%	1± 0,96 8	a
WT3%	1± 0,87	a
WT 4%	1± 0,93	a
WT5%	1± 0,87	a

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

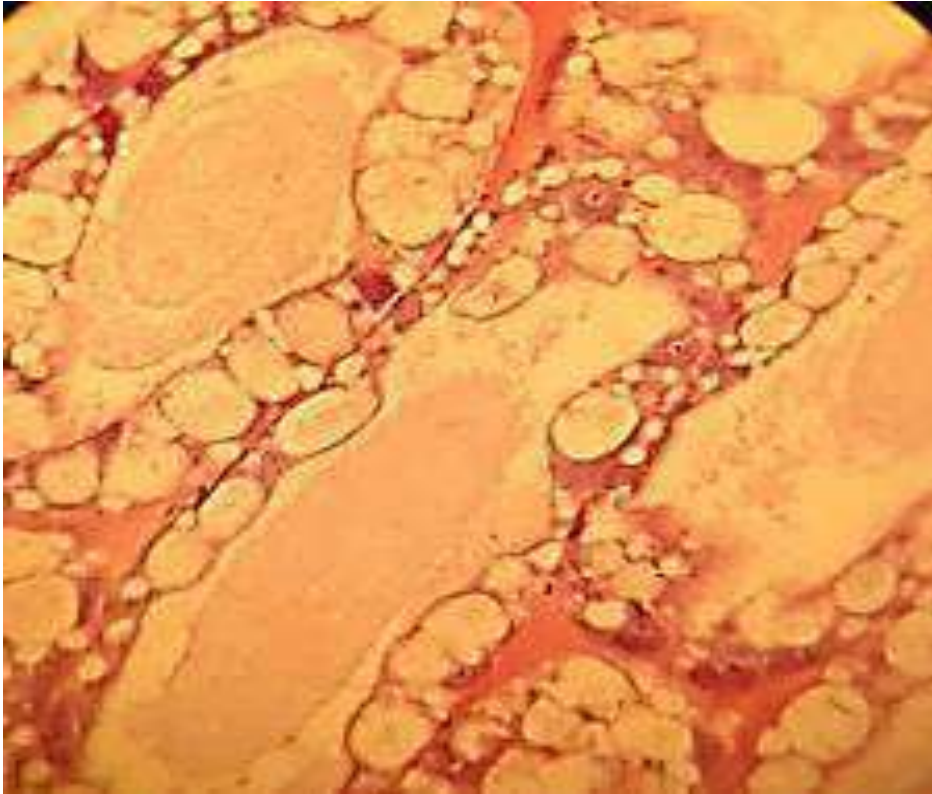
## PWX3%



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.

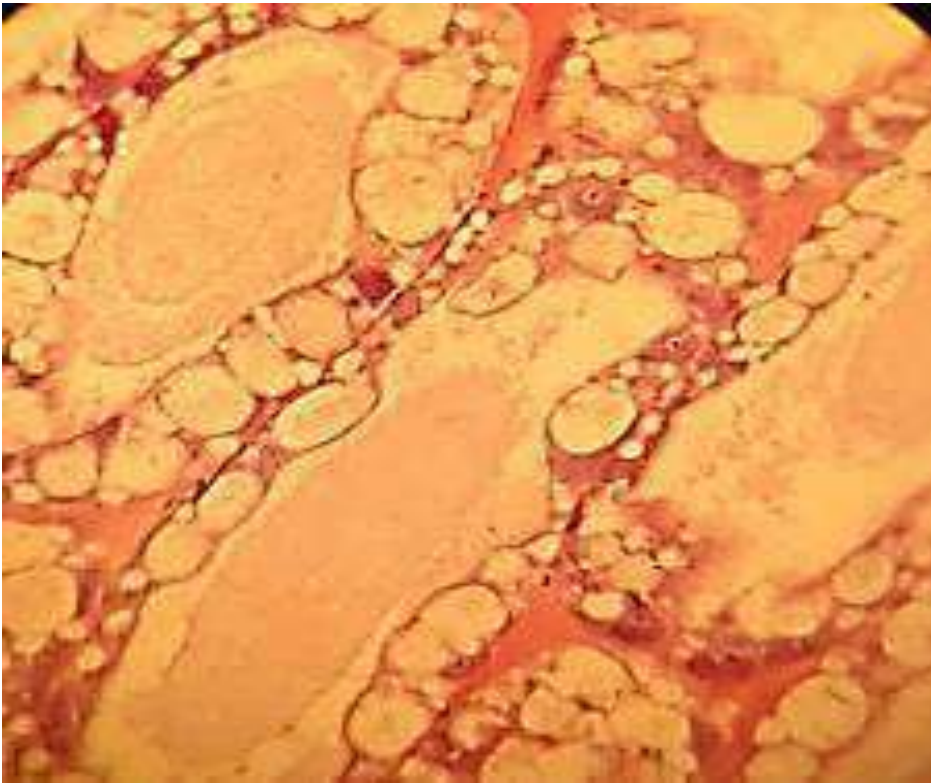
## PWX4%



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

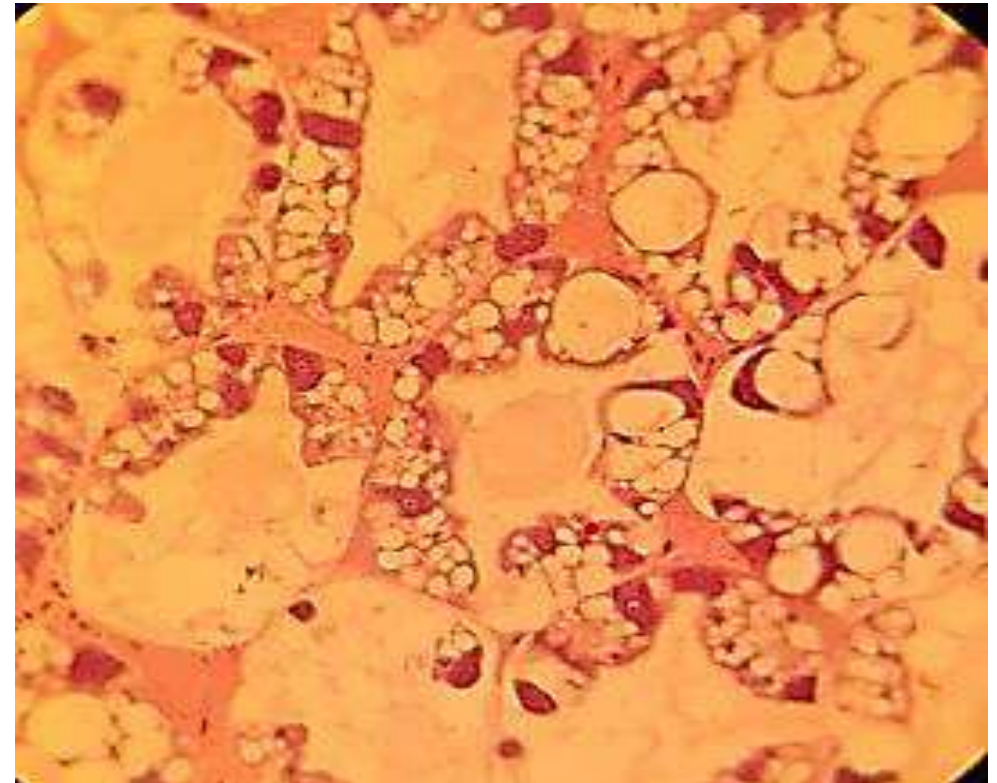
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## CONTROL



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

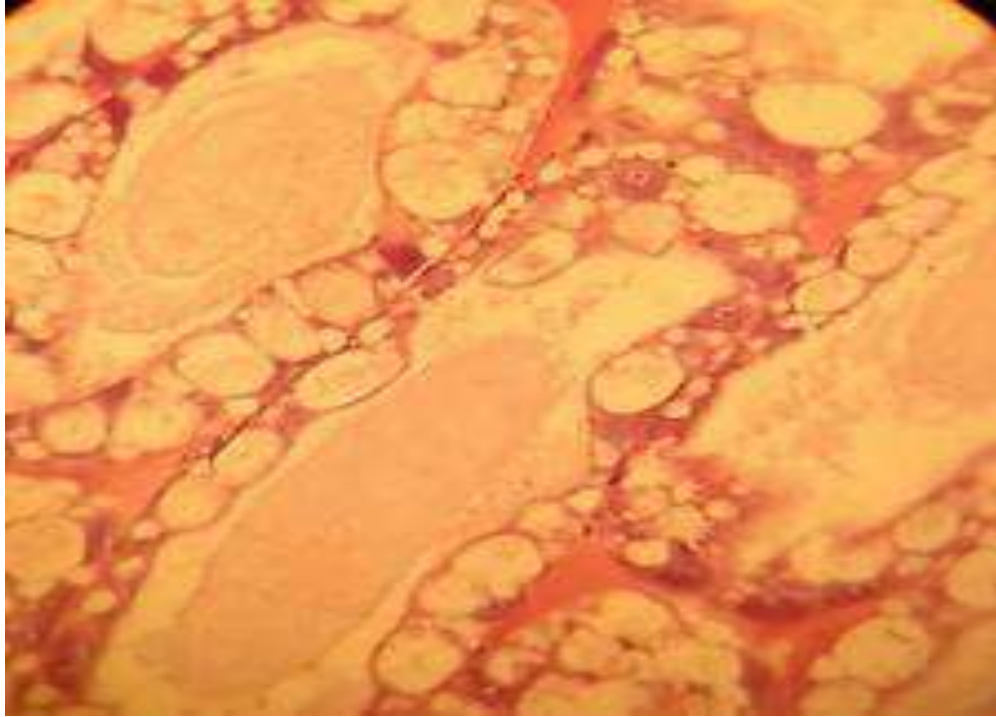
## PWX5%



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.

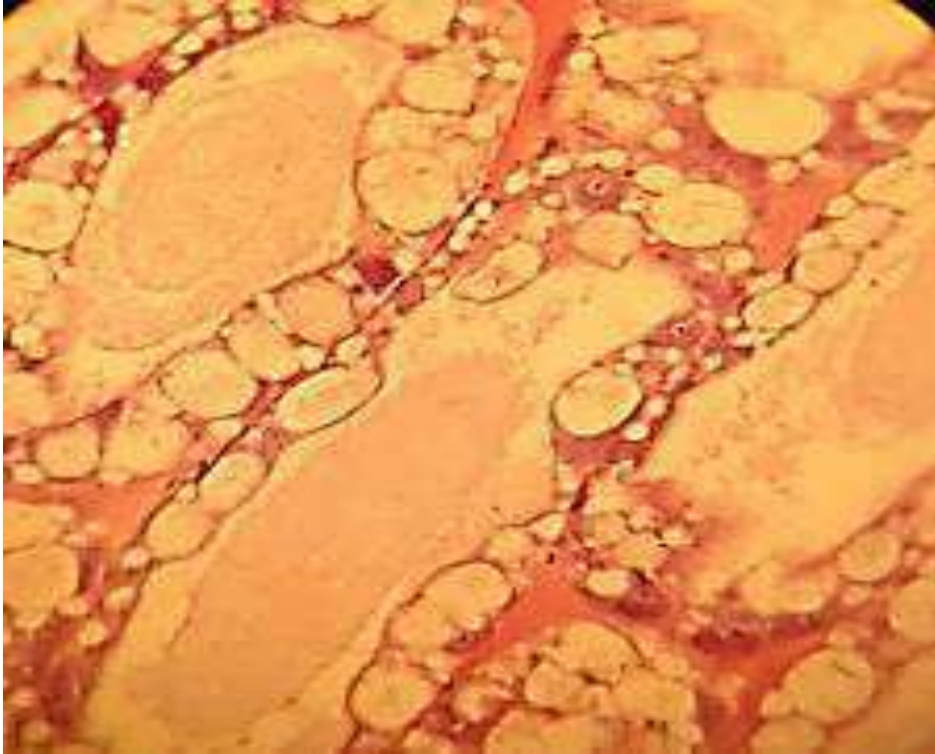
## WT3%



Melanización con inclusiones masivas basófilas y nódulo hemocíticos.

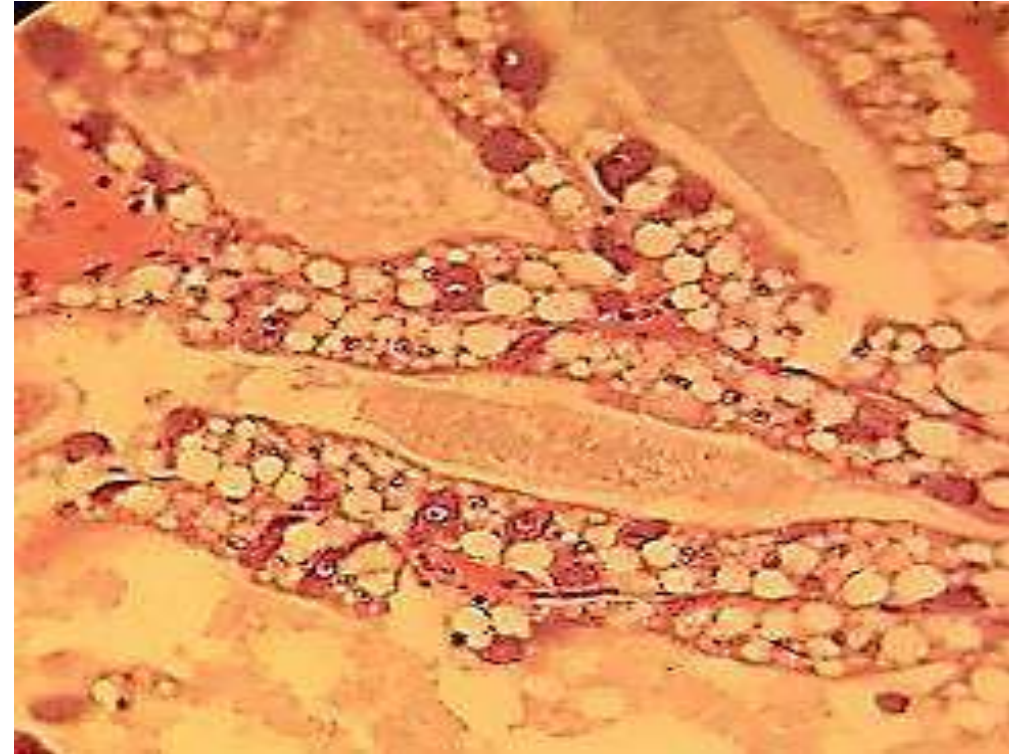
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## CONTROL



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

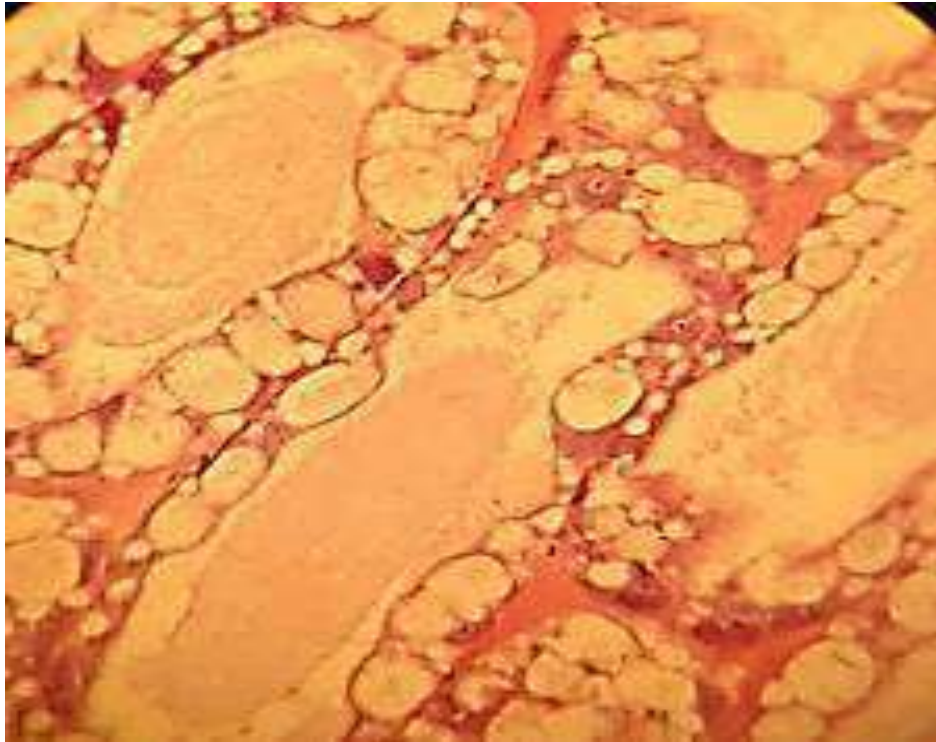
## WT4%



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

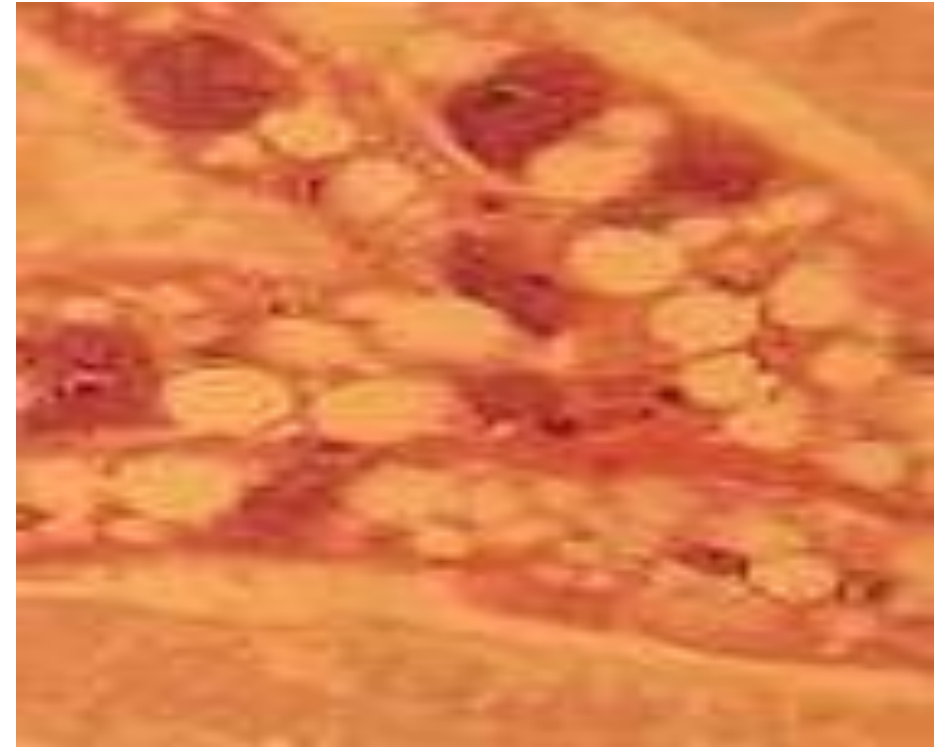
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 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

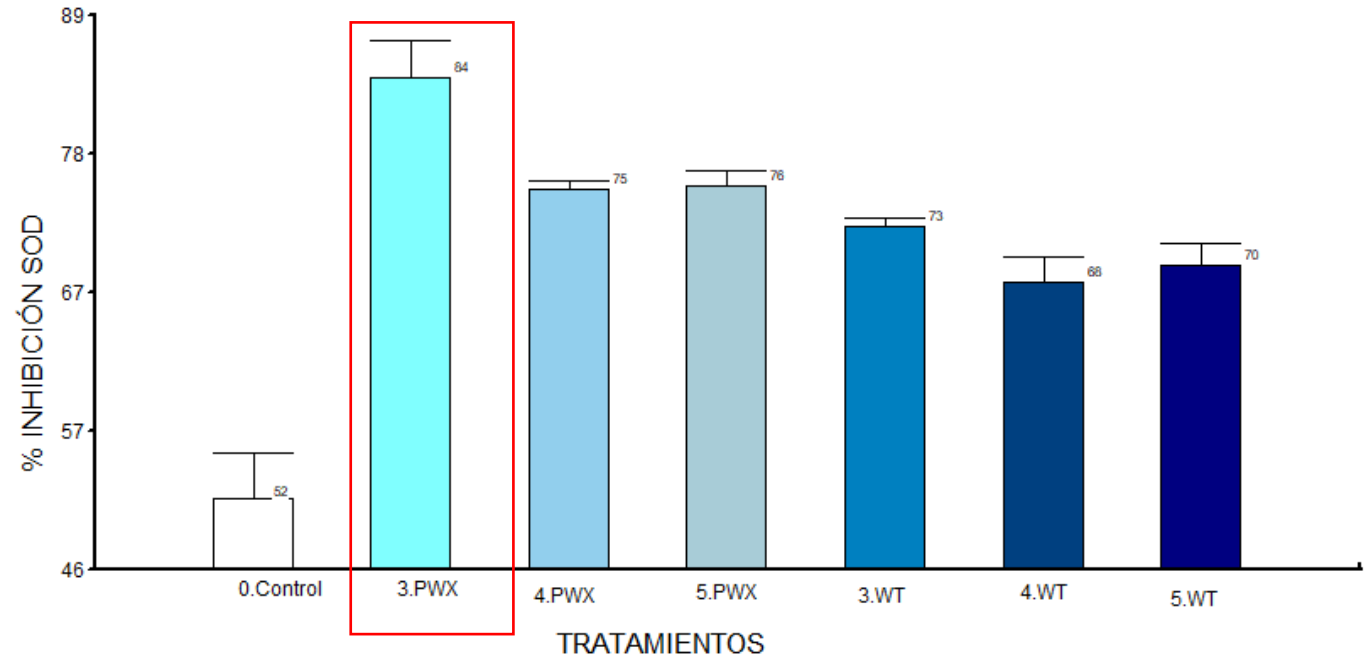


# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 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

