

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE

MANABÍ – EXTENSIÓN PEDERNALES



Tesis previa a la obtención del título de Biólogo.

TÍTULO:

Evaluación de probióticos y ácidos orgánicos para el control del hongo microsporidio (*Enterocytozoon hepatopenaei*) y su incidencia en el rendimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el cantón Pedernales en el año 2024.

AUTOR:

VERA MERA JASSON NEZARETH

TUTOR:

ING RAUL MACIAS CHILA

PEDERNALES – ECUADOR

2024 – 2025

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la Extensión Pedernales de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, **CERTIFICO:**

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría del estudiante Vera Mera Jasson Nezaireth legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024- 1- 2025, cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación de trabajo de investigación, cuyo tema del proyecto es **Evaluación de probióticos y ácidos orgánicos para el control del hongo microsporidio (*Enterocytozoon hepatopenaei*) y su incidencia en el rendimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei* en el cantón Pedernales en el año 2024.**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Pedernales 30 de enero del 2025

Lo certifico,



Ing. Raúl Macías Chila

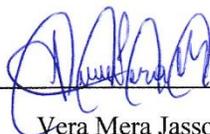
Docente Tutor

DERECHOS DE AUDITORÍA

Yo, Vera Mera Jasson Nezaireth, con cédula de identidad, 131592129-4 declaro que el presente trabajo de titulación Evaluación de probióticos para el control del hongo microsporidio (*Enterocytozoon hepatopenaei*) y su incidencia en el rendimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el sector de cañaveral de la parroquia de Cojimíes del cantón Pedernales en el año 2024, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existente y respetando los derechos intelectuales de terceros considerados en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que las ideas y contenidos expuestos en el presente trabajo son de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación antes mencionada.

Pedernales, 30 de Enero de 2025



Vera Mera Jasson Nezaireth

C.I. 131592129-4

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El tribunal evaluador

Certifica:

Que el trabajo de fin de carrera de modalidad Proyecto de Investigación titulado: **Evaluación de probióticos y ácidos orgánicos para el control del hongo microsporidio (*Enterocytozoon hepatopenaei*) y su incidencia en el rendimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei* en el cantón Pedernales en el año 2024**. Realizado y concluido por Vera Mera Jasson Nezaireth, ha sido revisado y evaluado por miembros del tribunal.

El trabajo de fin de carrera antes mencionado cumple con los requisitos académicos, científicos y formales suficientes para ser aprobado .

Pedernales, 30 de enero del 2025

Para dar testimonio y autenticidad firman:



Mg. Derli Alava Rosado

PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Blgo. Edison Falcones Molina Mgs

MIEMBRO DE TRIBUNAL



Dr. Henry Intriago Mendoza Mgs

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Dedicatoria

Agradecer a Dios por permitirme lograr una meta más en mi vida. A mis padres, por su amor y apoyo incondicional, por enseñarme a nunca rendirme pese a situaciones complicadas, a mi novia por siempre estar en las buenas y en las malas y ser fuente de inspiración para este proceso.

A mis hermanas quienes han estado en cada paso durante este trayecto, brindándome su apoyo y comprensión en los momentos que lo he necesitado.

A los profesores que me brindaron su conocimiento y dedicación, los cuales han sido fundamentales en mi desarrollo académico y personal. A mis amigos que de una u otra forma estuvieron ahí apoyándome en lo que se pudiera y sea necesario.

A todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a que este sueño se hiciera realidad. Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo de todas esas personas que me apoyaron, de las cuales siempre quedaré totalmente agradecido.

Agradecimiento

Agradezco siempre a Dios por darme las fuerzas para continuar en este proceso, por guiarme en el camino de lo sensato y darme la sabiduría en las situaciones más difíciles. A mis padres por darme la vida y apoyarme día a día para poder lograr una meta más en mi vida.

A mi novia por siempre estar apoyándome, en las buenas y en malas. A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios. A los docentes de la ULEAM que en determinado momento nos transmitieron sus enseñanzas y aprendizajes, los cuales nos ayudaron para culminar con éxito esta carrera universitaria.

A mis compañeros y amigos, por su comprensión, compañerismo, y tiempo compartido durante el periodo de estudio, por compartir con sus experiencias que me ayudaran en mi desarrollo como persona y como futuro profesional.

Al tutor académico, el Ing. Raúl Macias Chila por la paciencia y compromiso y asesoría a lo largo de este tiempo.

A la Ing. María Dolores Santana Faubla por su apoyo incondicional en este trabajo investigativo.

A mi padrino Julio Sabando Márquez por brindarme sus conocimientos y ser gran aporte para poder culminar la tesis.

Resumen

Esta investigación fue evaluar la eficacia de probióticos y ácidos orgánicos en la reducción de la prevalencia del hongo microsporidio (*Enterocytozoon hepatopenaei*, EHP) y su impacto en el rendimiento productivo del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). La investigación se llevó a cabo en piscinas localizadas en Cojimíes, Pedernales, aplicando tratamientos con diferentes combinaciones de probióticos (Epicin pill, Aquablend pill, Protec, Citropac) y el ácido orgánico Formicin. Se utilizó un diseño experimental con bloques al azar para evaluar la incidencia del hongo y parámetros como tasa de crecimiento, supervivencia y biomasa total. También se monitorearon factores fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, oxígeno disuelto y salinidad). Los tratamientos con probióticos redujeron significativamente los niveles de EHP, especialmente en las primeras semanas. Epicin pill y Aquablend pill fueron los más efectivos, mejorando la supervivencia y el crecimiento de los camarones. Formicin demostró un efecto homogéneo en la reducción de EHP, contribuyendo a la estabilización de los parámetros productivos. Se observaron mejoras en la biomasa total, la conversión alimenticia y las tasas de supervivencia en los grupos tratados. El uso de probióticos y ácidos orgánicos representa una estrategia eficaz y sostenible para controlar infecciones por EHP, promoviendo una acuicultura más rentable y ambientalmente responsable. Este enfoque es clave para enfrentar los desafíos de enfermedades en el cultivo de camarón y optimizar la producción en sectores afectados como el de Cojimíes.

Palabras claves: Probióticos, Microsporidio (EHP), *Litopenaeus vannamei*, rendimiento productivo, Acuicultura sostenible.

Abstract

This research was to evaluate the efficacy of probiotics and organic acids in reducing the prevalence of the microsporidian fungus (*Enterocytozoon hepatopenaei*, EHP) and its impact on the productive performance of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). The research was carried out in ponds located in Cojimíes, Pedernales, applying treatments with different combinations of probiotics (Epicin pill, Aquablend pill, Protec, Citropac) and the organic acid Formicin. A randomized block experimental design was used to evaluate the incidence of the fungus and parameters such as growth rate, survival and total biomass. Water physicochemical factors (temperature, pH, dissolved oxygen and salinity) were also monitored. Probiotic treatments significantly reduced EHP levels, especially in the first weeks. Epicin pill and Aquablend pill were the most effective, improving shrimp survival and growth. Formicin showed a homogeneous effect on EHP reduction, contributing to the stabilization of productive parameters. Improvements in total biomass, feed conversion and survival rates were observed in the treated groups. The use of probiotics and organic acids represents an effective and sustainable strategy to control EHP infections, promoting a more profitable and environmentally responsible aquaculture. This approach is key to address disease challenges in shrimp farming and optimize production in affected sectors such as Cojimíes.

Key words: Probiotics, *Microsporidium* (EHP), *Litopenaeus vannamei*, productive yield, sustainable aquaculture.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	iv
DERECHOS DE AUDITORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria	5
Agradecimiento	6
Resumen.....	7
Abstract	8
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	12
1. CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2.1 Planteamiento del problema	14
1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	15
1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	15
1.3 HIPOTESIS.....	16
H0:	16
H1:	16
1.4 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1 Objetivo general.....	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	17
1.5 Justificación	18
1.6 Marco teórico.....	20
1.6.1 Actividad camaronera a nivel mundial.....	20
1.6.3 Clasificación taxonómica del camarón (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	22
1.6.5 Morfología de <i>Litopenaeus vannamei</i>	24
1.6.6 Descripción de la anatomía externa del camarón.....	25
1.6.7 Anatomía interna del camarón	26
Ciclo de vida	27
1.6.8 Ciclo de vida de los camarones se divide en las siguientes etapas.....	27
1.6.9 Efecto del estrés sobre el cultivo de camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	28
2.2 Taxonomía del hongo microsporidio (<i>Enterocytozoon hepatopenaei</i>).....	29
1.7 Microsporidio	29
1.7.1 Agentes patógenos fúngicos del camarón	31
1.7.2 Ciclo de vida y reproducción del microsporidio	31

	10
1.7.3	Condiciones propicias para el desarrollo de EPH..... 31
1.8	Camaronicultura..... 32
2.3	1.9 Manejo de un sistema de producción acuícola de camarón..... 32
1.9.1	Preparación de la piscina 32
1.9.2	Alimentación 34
1.10	Bacterias..... 35
1.11	Tipos de bacterias 35
1.12	Ácidos orgánicos..... 36
1.12.1	Tipos de ácidos orgánicos 37
CAPÍTULO II: DESARROLLO METODOLÓGICO..... 38	
2.4	Enfoque de la investigación 38
2.4.1	Área de estudio 38
2.5	2.2 Diseño de la investigación..... 39
2.6	2.3 Diseño experimental 39
2.3.1	Unidades experimentales..... 40
2.3.2	Recursos humanos 40
2.4	Materiales 40
2.4.1	Equipos del área de larvicultura..... 40
2.5	Manejo del ensayo 41
2.5.1	Preparación del Experimento..... 41
2.5.2	Aplicación de Tratamientos..... 41
2.5.3	Monitoreo y Recopilación de Datos 42
2.6	Parámetros físicos químicos del agua 42
2.6.1	Temperatura..... 42
2.6.2	pH 42
2.6.3	Oxígeno Disuelto (DO):..... 43
2.6.4	Salinidad 43
2.6.5	Amonio 43
2.6.6	Alcalinidad 43
2.7	Importancia del monitoreo 43
2.8	Cuadro comparativo de los parámetros físico químicos..... 44
2.7	Resultados esperados 45
CAPITULO III 46	
	10

2.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
2.8	Resultado de métodos y técnicas de investigación.....	46
1.8.1	Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación	46
1.8.2	Evaluar probióticos HGS-7 potencialmente efectivos para el control de microsporidio	46
	Conclusiones generales:	49
1.8.3	Modelo lineal general: Enterocytozoon hepatopenaei (EH vs. SEMANA; PISCINAS. 51	
	El Efecto de las semanas: El valor p (0,004) y el valor F (5,58) indican que hay una diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de microsporidios entre las semanas. Esto sugiere que la semana tiene un impacto considerable en la variable que se está midiendo.	52
1.8.4	Comparaciones para Enterocytozoon hepatopenaei (EH	54
	1. Comparaciones por parejas: SEMANA	55
	2. Comparaciones por parejas: PISCINAS	56
	Conclusiones generales:	57
1.8.5	Determinar el uso de ácido orgánico (formicin) sobre el control de microsporidios. 60	
1.8.6	Modelo lineal general: con (EHP) tratados CON AOF vs. SEMANA; PISCINAS	63
	Resumen:	69
1.8.7	Analizar el impacto del uso de probióticos y ácidos orgánicos en el rendimiento productivo del camarón.	71
	Interpretación y análisis:	71
	Discusión	73
	Conclusión:	74
	Enterocytozoon hepatopenaei (EHP) es el agente de la microsporidiosis hepatopancreática en camarones cultivados, constituyendo un microsporidio intracelular obligado formador de esporas que se replica dentro del citoplasma de las células epiteliales de los túbulos en el hepatopancreas. EHP se asocia con un retraso significativo en el crecimiento del camarón que puede no ser claramente evidente hasta el segundo mes de cultivo.	74
3.	Bibliografía	77

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1. CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACIÓN

En las últimas décadas, la producción de camarones ha experimentado un notable crecimiento, especialmente en regiones como el sudeste asiático, India y Ecuador. A la par de este aumento, la bioseguridad se ha vuelto esencial para el sector, debido a la frecuencia y severidad de las enfermedades que afectan a los camarones penaeidos. Hoy en día, garantizar prácticas de bioseguridad es crucial para mantener la crianza de estos camarones como una actividad rentable y sostenible. A lo largo de su historia, se han observado incrementos significativos tanto en la superficie acuática utilizada como en los índices de producción. Aunque al principio hubo una falta de conocimiento científico y las técnicas de producción eran rudimentarias, los productores ecuatorianos lograron posicionar al país como uno de los principales exportadores de camarón cultivado a nivel global. A pesar de que su desarrollo comenzó de manera informal, no ha sido fruto de la improvisación. Esta industria ha seguido su propio desarrollo, diferenciándose por sus sistemas de producción de baja densidad y el uso de especies resistentes a enfermedades, en contraste con los métodos intensivos y las líneas genéticas libres de patógenos que predominan en otras partes del mundo (Piedrahita, 2018).

Los países que están a la vanguardia de estas tendencias son China, Indonesia, Vietnam, India y Ecuador. Sin embargo, esta actividad ha crecido de manera significativa en toda la región tropical, aunque con menor intensidad en el norte de África y el Medio Oriente (Figueredo et al., 2020).

El *Penaeus vannamei*, conocido comúnmente como camarón blanco, es una especie de gran relevancia económica, representando el 52.9% de la producción global de acuicultura

de crustáceos, lo que equivale a 9.4 millones de toneladas. A pesar de que la producción ha ido en aumento en los últimos años, la industria de la acuicultura de camarones enfrenta constantes retos debido a la aparición y propagación de enfermedades emergentes. Un ejemplo de ello es la infección por microsporidios hepatopancreáticos (MHP), provocada por el patógeno *Enterocytozoon hepatopenaei*. Este parásito, que se identifica formalmente en 2009, se consideraba una infección poco común en el camarón tigre negro. Sin embargo, a partir de 2010, la infección por EHP se comenzó a registrar con mayor frecuencia en el camarón blanco del Pacífico, que para ese entonces ya era la especie de camarón más cultivada en Asia. El EHP afecta la hepatopáncreas del camarón, un órgano crucial para su metabolismo y sistema inmunológico, lo que provoca la condición de microsporidiosis hepatopancreática (HPM), asociada con un crecimiento lento del camarón en ambientes de acuicultura (González Salas, Vidal del Río, Medina Valencia, & Jaramillo López, 2023).

La infección por microsporidios en la hepatopáncreas (MHP) se produce debido a un organismo que se establece y se multiplica en el citoplasma de las células epiteliales que componen los túbulos hepatopancreáticos.

Investigaciones sobre el EHP han demostrado que esta especie, al igual que otros microsporidios, no puede producir ATP de manera eficiente. Solo llevan a cabo la glucólisis y no continúan con la cadena respiratoria. Además, estos organismos no pueden sintetizar sus propios nucleótidos, lo que genera una gran dependencia tanto de energía como de nucleótidos de las células que los hospedan (Varela Mejias & Peña, 2019).

2.1 Planteamiento del problema

La acuicultura del camarón (*Litopenaeus vannamei*) es una actividad económica crucial en la parroquia de Cojimíes del cantón Pedernales en la que estas se enfrentan a muchos desafíos significativos debido a la presencia del hongo microsporidio, el cual puede causar enfermedades y afectar adversamente el rendimiento de los cultivos.

Uno de los factores positivos y favorables han sido los probióticos, ya que estos han emergido como una posible solución para mitigar estas infecciones patógenas y así poder mejorar la salud de los camarones y tener un mejor resultado en la producción de los cultivos. Sin embargo, es necesario realizar una evaluación específica en este contexto localizado para determinar la efectividad de los probióticos y su impacto en los parámetros productivos, ya que el impacto de este hongo microsporidio que infecta a los camarones está causando enfermedades que resultan en una alta mortalidad y disminución del rendimiento productivo.

La importancia de los probióticos es favorable, ya que son microorganismos vivos que, administrándolos en cantidades adecuadas, confieren beneficios a la salud del hospedador. En la acuicultura se ha demostrado que ciertos probióticos pueden mejorar la resistencia a estas enfermedades patógenas y así poder obtener buenos resultados en la tasa de crecimiento y la mejora de supervivencia de los camarones.

1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **Variable independiente:** Administración de probióticos.

- **Variables dependientes:** Incidencia del hongo microsporidio y el rendimiento del camarón,

1.2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se plantearon las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es la prevalencia del hongo microsporidio en las poblaciones de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el sector de cañaveral?

- ¿Cuál es el impacto de los probióticos en la salud general y la resistencia a enfermedades de los camarones (*Litopenaeus vannamei*)?

- ¿Qué probióticos son más efectivos para controlar el hongo microsporidio en condiciones de cultivo de camarón?

- ¿Cuáles son los factores ambientales y de manejo que podrían influir en la eficacia de los probióticos en el control del hongo microsporidio en los cultivos de camarón?

1.3 HIPOTESIS

H0: No hay diferencia significativa en la incidencia del hongo microsporidio ni en el rendimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* entre los grupos tratados con probióticos y los grupos de control no tratados.

H1: Existe una diferencia significativa en la incidencia del hongo microsporidio y en el rendimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* entre los grupos tratados con probióticos y los grupos de control no tratados.

1.4 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Evaluar probióticos para el control del hongo microsporidio y su incidencia en el rendimiento del camarón (*Litopenaeus vannamei*).

1.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar probióticos hgs-7 potencialmente efectivos para el control de microsporidio
- Determinar el uso de ácido orgánico (formicin) sobre el control de microsporidios
- Analizar el impacto del uso de probióticos y ácidos orgánicos en el rendimiento productivo del camarón.

1.5 Justificación

A nivel mundial, la acuicultura juega un papel importante en el sustento y en la generación de ingresos en varios países. En Ecuador, sin embargo, hay muy poca información disponible para medir y analizar el impacto ambiental de la producción de camarón. Esto se debe a que muchos productores en este sector priorizan el aumento de su productividad, en lugar de implementar estrategias que ayuden a mitigar el impacto ambiental en los aspectos bióticos, físicos, culturales, sociales y económicos.

El camarón conocido como "*Litopenaeus vannamei*" es la especie más comúnmente cultivada en Ecuador. La producción de este camarón tiene una serie de efectos sobre el medio ambiente a lo largo de las distintas fases del proceso, que incluyen la recolección y producción de insumos, el cultivo del camarón, su procesamiento, distribución, consumo y finalmente, la disposición de los residuos. Por lo tanto, es fundamental analizar toda la cadena productiva para entender cómo se desarrolla esta actividad y su impacto ambiental en cada una de sus etapas (Moreira et al., 2021).

La acuicultura de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en el sector de Cañaverál, parroquia de Cojimés, cantón Pedernales, enfrenta desafíos significativos debido a la infección por el hongo microsporidio, el cual es un patógeno que afecta gravemente la salud de los camarones y, por ende, el rendimiento de los cultivos va a disminuir. La presencia de este microsporidio en los sistemas de cultivo acuático se ha asociado con altas tasas de mortalidad, crecimiento reducido y baja calidad del producto final. En este contexto, se ha propuesto el uso de probióticos como una estrategia alternativa para controlar la infección por microsporidio y mejorar el rendimiento de los camarones.

Esto aumenta los impactos económicos y sociales, pero si la acuicultura no se gestiona bien, puede afectar las funciones y servicios de los ecosistemas. A nivel mundial la industria del camarón está creciendo, lo que significa que para satisfacer la demanda se está ampliando las áreas agrícolas y por ende se está incrementando el cultivo en estanques debido a la mayor superficie de cultivos, energía, alimentos, químicos y; también el consumo de agua, cuanto mayor es, más residuos se producen.

El alcance del impacto ambiental de la acuicultura está directamente relacionado con el sistema de producción utilizado, ya que el sistema se vuelve más intensivo cuanto mayor es el número de insumos e insumos.

En la metodología se proporcionará un marco estructurado para evaluar de manera rigurosa el uso de probióticos en el control de microsporidios en camarones y su impacto en el rendimiento productivo. La investigación es fundamental para mejorar la sostenibilidad y la rentabilidad de la acuicultura del camarón en el sector de cañaveral de la parroquia Cojimíes del cantón Pedernales. Ya que la presencia del hongo microsporidio representa una amenaza significativa para la industria local, y la aplicación de probióticos nos podrá ofrecer una estrategia efectiva y ambientalmente sostenible para controlar estas infecciones y mejorar los resultados productivos.

A nivel global, la acuicultura contribuye a los medios de subsistencia y la generación e ingresos en diversos países. Actualmente en Ecuador, la información existente para cuantificar y caracterizar el desempeño ambiental del cultivo de camarón es escasa, debido a que los productores del sector se enfocan principalmente en lograr una mejor productividad y no en promover estrategias efectivas para el control del impacto ambiental generado al entorno biótico, físico, cultural, social y económico.

1.6 Marco teórico

1.6.1 Actividad camaronera a nivel mundial

La cría de camarones se lleva a cabo principalmente en América y Asia, y en la actualidad se desarrolla en alrededor de cincuenta países. En 2016, la producción mundial alcanzó las 4.055.690 toneladas métricas, aumentando en un 5% para llegar a 4.267.500 toneladas en 2017. En ese año, países como China, Tailandia, Vietnam, Indonesia, Malasia, Filipinas, India y Bangladesh fueron responsables de 3.42 millones de toneladas, lo que equivale al 80.1% de la producción total. Por otro lado, naciones como Ecuador, México, Brasil, Venezuela, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Belice, Panamá y Perú contribuyeron con 756,430 toneladas, representando el 17.7%. El resto del mundo sumó 85,000 toneladas, lo que corresponde al 2% (Jory D. E., 2018).

La producción de camarón (*Litopenaeus vannamei*) ha crecido en 3,4 millones de toneladas anuales, estableciendo a Asia como el líder en este sector. En total, la recolección y crianza de camarón suma 6 millones de toneladas, de las cuales el 6% se destina al mercado internacional. Este marisco no solo es un producto de gran relevancia en el comercio global, sino que también crea numerosas oportunidades laborales (FAO, 2010).

En Ecuador, la zona costera cuenta con condiciones geográficas y climáticas ideales para el cultivo de camarones. La provincia de El Oro se destaca como la principal productora, ocupando el segundo lugar a nivel nacional en cuanto a altos rendimientos por hectárea. Desde 2019, el país ha logrado mantenerse entre los cinco principales exportadores de camarón blanco en el mundo, con un área de cultivo que abarca 240,000 hectáreas (Gonzaga, 2020).

1.6.2 Descripción del camarón (*Litopenaeus vannamei*)

El camarón blanco del Pacífico, conocido científicamente como *Litopenaeus vannamei*, es la especie de camarón más cultivada a nivel mundial y se encuentra entre las más populares en el ámbito de la acuicultura. Su color suele ser blanco translúcido, aunque puede variar según el tipo de fondo en el que habite, su dieta y la claridad del agua. Estos camarones pueden llegar a medir hasta 23 cm, siendo las hembras las que generalmente crecen a un ritmo más acelerado y alcanzan tamaños mayores que los machos (Domínguez, 2021).

Este organismo presenta un color blanco translúcido, aunque este puede variar dependiendo de su dieta, la claridad del agua y el tipo de sustrato en el que se encuentre. Las hembras tienden a desarrollarse más rápidamente que los machos. Entre sus rasgos distintivos, se pueden mencionar su cabeza alargada, que cuenta con entre 7 y 10 dientes en la parte superior y de 2 a 4 en la parte inferior. Los machos son simétricos y producen espermatóforos, mientras que las hembras tienen un télico abierto. Además, pasan por seis nauplios, tres protozoos y tres etapas de desarrollo, alcanzando un tamaño máximo de 23 cm, con una cola que puede medir hasta 9 cm (FAO, 2009).

El camarón blanco del Pacífico como se lo denomina comúnmente (*Litopenaeus vannamei*), pertenece a la Clase Crustácea. Posee una coloración normalmente blanca translúcida, pero puede presentar cambios dependiendo del sustrato, la alimentación y la turbidez del agua. Alcanzan una talla máxima 23 cm, comúnmente las hembras crecen más rápidamente y adquieren mayor talla que los machos (Gonzabay & Harold, 2022).

1.6.3 Clasificación taxonómica del camarón (*Litopenaeus vannamei*)

Reino: Metazoo

Phylum: Arthropoda

Clase: Crustacea

Orden: Decapoda

Familia: Penaeidae

Especie: *P. vannamei*

Género: *Penaeus*

Ilustración 1 Clasificación taxonómica (Gonzabay F. H., 2022)

Camarón (*Litopenaeus vannamei*)



Fuente: Camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) (CONAPESCA, 2018).

1.6.4 Enfermedades que afectan al Litopenaeus vannamei

Uno de los factores clave que inciden en la producción de (*litopenaeus vannamei*), es la existencia de infecciones bacterianas en el entorno donde se desarrolla esta especie. Este problema impacta al sector acuícola y requiere un control oportuno, ya que señala que las propagaciones de virus pueden provocar una disminución de la economía y afectar a todo el

cultivo de camarón. Es posible que se propaguen desde una pequeña piscina hasta extensas áreas (Molinos Champion, 2019).

Los niveles de estrés en los ejemplares de camarón son el principal indicador y desde este punto comienzan la mayoría de las alteraciones como; niveles de supervivencia, desarrollo, reproducción. Las condiciones ambientales son un factor crucial. En este punto se destaca la ventaja de los camarones ya que impacta un sistema inmunológico y restringe su eficacia, lo que en un principio provoca una serie de respuestas funcionales estructurales en el camarón.

Las enfermedades que más se presentan en el camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) son las siguientes:

- **Camarón de leche (microsporidios):** Los camarones tienen una característica blanca en la zona abdominal, conocida como camarón de leche o de algodón.
- **Gregarinas:** Las gregarinas son parásitos que afectan a ciertos grupos de invertebrados. Son protozoarios del filo Apicomplexa que se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente y pueden actuar tanto de forma intracelular como intercelular.
- **Enfermedades fúngicas larvarias:** Para poder identificar estas enfermedades causadas por los géneros *Lagenidium* y *Sirolopidium*, es necesario llevar a cabo un análisis de muestras frescas o realizar un examen histopatológico de los tejidos de apéndices y del cuerpo de las larvas. En este proceso se pueden detectar hifas, esporangios y zoosporas. Además, la diferenciación de las hifas y las diversas estructuras reproductivas también contribuye a su identificación.
- **Bacterias del género Vibrio:** Son patógenos que incluyen diversas especies que pueden afectar a los camarones. Entre las más comunes se encuentran *Vibrio*

parahaemolyticus, *V. alginolyticus*, *V. vulnificus* y *Photobacterium daunselae*, que suelen atacar a los camarones en sus etapas larvales y durante el engorde.

- **Bolitas blancas:** Son un síntoma que puede asociarse con la presencia de *Vibrio spp.* Este problema comienza cuando se forman pequeñas esferas blancas, que son células redondeadas que se han separado de la hepatopáncreas. Aunque comúnmente se encuentran en el sistema digestivo, en ocasiones también pueden ser causadas por la acumulación de metales pesados, aunque esto es menos frecuente.

Actualmente, se han identificado aproximadamente nueve enfermedades que afectan a los decápodos. Entre las más frecuentes se destacan: el virus de la necrosis hipodérmica y hematopoyética infecciosa, el virus de la mancha blanca, el virus de la cabeza amarilla, el virus del síndrome de Taura y el virus de la mionecrosis infecciosa. Estas patologías han sido reconocidas por la Organización Mundial de Sanidad Animal, y se suman a las ocho enfermedades ya incluidas en el Código Acuático, que también abarca la enfermedad de la necrosis aguda de la hepatopáncreas (Molinos Champion, 2019).

1.6.5 Morfología de *Litopenaeus vannamei*

En este crustáceo, los órganos están localizados en la parte del cefalotórax. Su cerebro tiene una estructura trilobulada y cuenta con un ganglio situado por encima del esófago. El sistema nervioso es de tipo ventral y se extiende a lo largo del tórax y el abdomen. Además, este animal presenta un corazón ventral que está conectado al hemoceloma. En cuanto a su sistema digestivo, que incluye la boca, el estómago y el hepatopáncreas, también se encuentra en el cefalotórax. Por otro lado, el intestino y la glándula intestinal se ubican en la región abdominal, mientras que el ano se localiza al inicio del telson (bioaquafloc, 2018).

El camarón se caracteriza por su forma alargada, que incluye un cefalotórax subdividido en varias partes como el rostro, las antenas, las anténulas y los periópodos. Su abdomen está compuesto por seis segmentos abdominales y pleópodos, mientras que la cola se compone del telson y los urópodos. El rostro del camarón es de longitud moderada y presenta entre 7 y 10 dientes en la parte dorsal, así como de 2 a 4 dientes en la parte ventral.

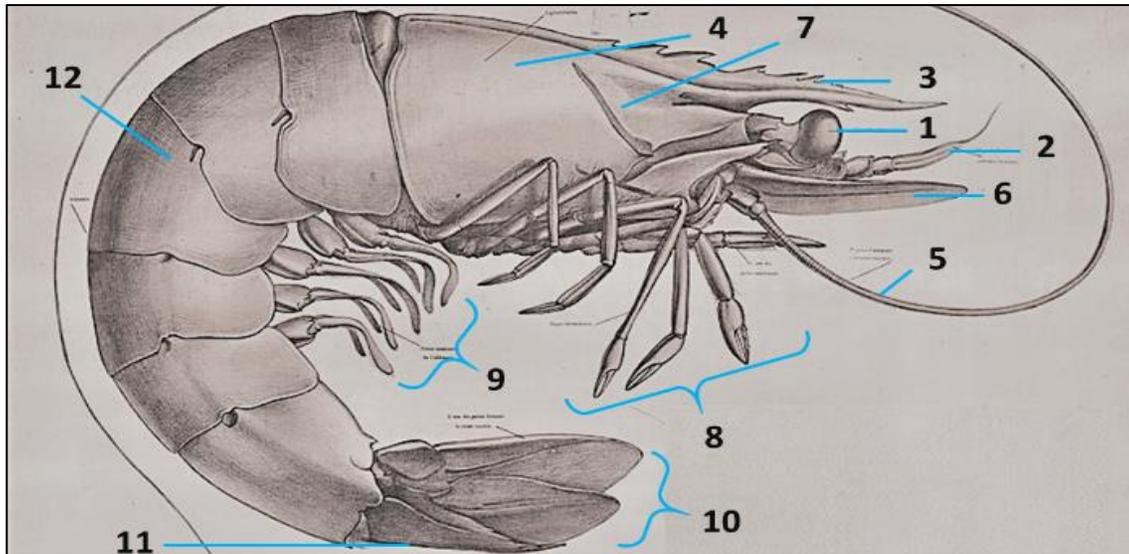
En cuanto a su desarrollo, los machos alcanzan la madurez a partir de los 20 gramos, mientras que las hembras lo hacen a partir de los 28 gramos, lo cual ocurre entre los 6 y 7 meses de edad. Cuando el camarón de la especie *P. vannamei* tiene un peso que oscila entre 30 y 45 gramos, puede liberar entre 100,000 y 250,000 huevos, cada uno con un tamaño aproximado de 0.22 mm. La incubación de los huevos se lleva a cabo alrededor de 16 horas después del desove y la fertilización (FAO, 2009).

1.6.6 Descripción de la anatomía externa del camarón

Su cuerpo se divide en tres zonas: cefalotórax, abdomen y telson. Se trata de un crustáceo azulado verdoso pálido y apariencia traslúcida. Puede presentar una coloración en la parte gástrica levemente anaranjada. Tienen un cuerpo relativamente comprimido y rostro bien desarrollado y comprimido lateralmente (Martínez, 2022).

- Cefalotórax: Está compuesto por diferentes apéndices, entre los que se encuentran las anténulas, las antenas, las maxilas, los periópodos, los maxilópodos y las mandíbulas. Este segmento es el que presenta mayor actividad metabólica.
- Abdomen: Lo constituyen 6 segmentos, los cuales poseen un par de apéndices conocidos como pleópodos, los cuales sirven para la natación.
- Telson: Formado por los urópodos, que poseen una función natatoria.

Anatomía externa del camarón



Fuente: (Martínez, 2022).

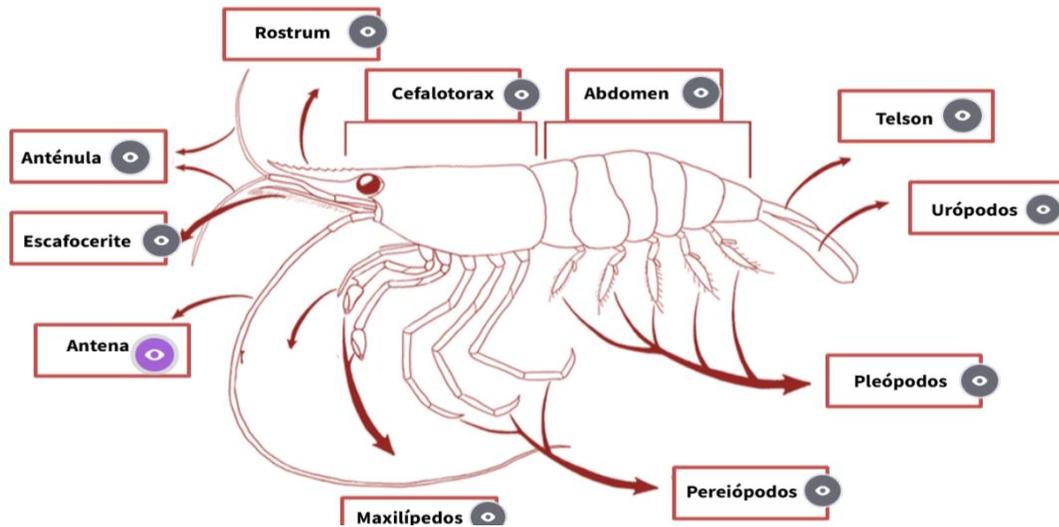
1.6.7 Anatomía interna del camarón

La anatomía interna del camarón es compleja y está adaptada para cumplir diversas funciones vitales, incluyendo la alimentación, la respiración y la reproducción.

El cuerpo del camarón se divide en dos partes principales:

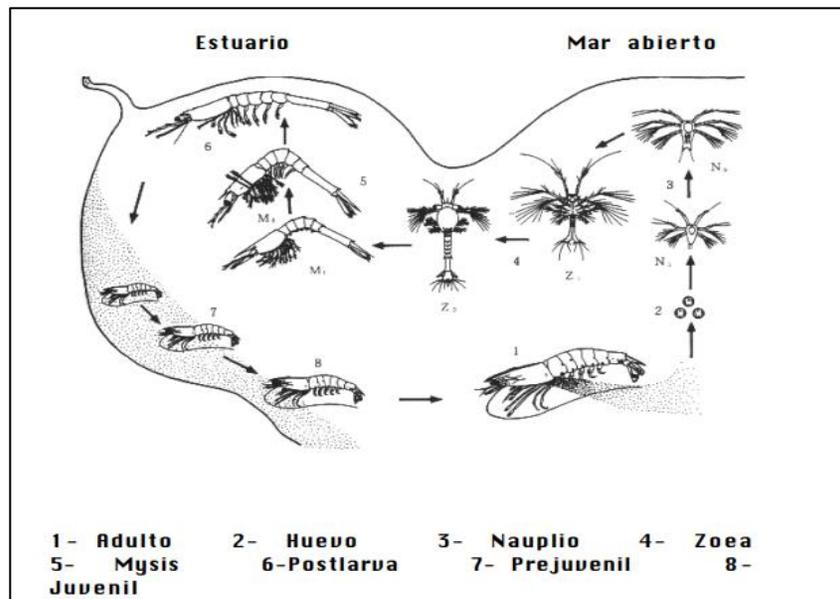
- **Cefalotórax:** Esta parte combina la cabeza y el tórax, donde se encuentran la mayoría de los órganos vitales.
- **Abdomen:** Compuesto por varios segmentos, termina en una estructura llamada telson (Osorto, 2021).

Anatomía interna del camarón blanco



Fuente: (Osorto, 2021).

Ciclo de vida



Fuente: (Higuera Zúñiga, 2020)

1.6.8 Ciclo de vida de los camarones se divide en las siguientes etapas

- Etapa Larval

- A medida que las larvas crecen, experimentan transformaciones en su forma, atravesando diversas etapas en su desarrollo. Esta especie tiene la capacidad de adaptarse y habitar en diferentes ecosistemas durante su vida.

- **Nauplio**

Se trata de una etapa larval distintiva en los crustáceos, con un tamaño aproximado de 0.3 milímetros. Su forma es ovalada y poseen pequeños apéndices que les ayudan a nadar.

- **Zoea**

Esta es otra fase larval que se presenta alrededor de 42 horas después. A diferencia de los nauplios, las zoeas son más alargadas y tienen un rostro que se curva ligeramente hacia abajo.

- **Mysis**

En esta etapa, la larva experimenta un crecimiento significativo, alargándose y curvándose mientras se desplaza hacia las zonas más iluminadas del agua. En este punto, puede alcanzar tamaños superiores a los 4 milímetros.

- **Postlarva**

Durante esta fase, la larva se asemeja bastante al adulto, desarrollando pinzas que le permiten capturar su alimento, que incluye artemias y rotíferos (Saúl, 2021).

1.6.9 Efecto del estrés sobre el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)

El estrés se define como una respuesta fisiológica a estímulos dañinos que pueden ser físicos, químicos o biológicos.

- **Alteraciones Metabólicas:** El estrés puede provocar un aumento en la demanda energética, lo que resulta en hiperglicemia y una disminución en los niveles de proteínas totales y hemocianina circulante.

Los camarones estresados presentan un sistema inmunológico debilitado, lo que aumenta su susceptibilidad a enfermedades (Carreño, 2019).

2.2 Taxonomía del hongo microsporidio (*Enterocytozoon hepatopenaei*)

Reino:	Fungi.
Filo:	Microsporidia.
Clase:	Microsporea.
Subclase:	Haplophsea.
Orden:	Chytridiopsida.
Familia:	Enterocytozoonidae.
Género:	Enterocytozoon.
Especie	Enterocytozoon hepatopenaei.

Fuente: Jasson Vera

1.7 Microsporidio

El camarón blanco del Pacífico, conocido científicamente como *Penaeus vannamei*, es valorado por su notable capacidad para adaptarse a diferentes entornos, su alta resistencia a enfermedades y su excelente rendimiento en acuicultura. Por estas razones, se ha convertido en la especie de camarón más cultivada a nivel global. Sin embargo, la producción de este tipo de camarón ha enfrentado importantes desafíos, sobre todo debido a la aparición y severidad de diversas enfermedades.

Enfermedades las cuales pueden agravarse por factores ambientales, como la mala calidad del agua y el estrés del individuo que comprometen aún más el sistema inmunológico de los camarones (BRF, 2024).

Los microsporidios son parásitos que viven dentro de las células de diferentes organismos. Una de las enfermedades más preocupantes que afectan a los cultivos de camarón es la conocida como "enfermedad de algodón". Esta patología se caracteriza por infectar principalmente el músculo esquelético del camarón, provocando que las áreas afectadas adquieran un color blanco o una apariencia opaca, lo que le da su nombre. Los camarones

con infecciones leves pueden parecer y comportarse de manera normal, pero cuando la infección es más severa, estos animales pueden volverse no aptos para la venta o el consumo. En los camarones, el tono blanquecino y opaco de su musculatura está principalmente asociado a las infecciones por microsporidios. No obstante, otros factores como dinoflagelados, bacterias o virus también pueden contribuir a esta enfermedad (Eun Han, Chan Lee, Seul Chan, & Le Groumellec, 2019).

camarones infectados con microsporidios.



Fuente: (Jory D. , El microsporidio *Perezia* sp. y la enfermedad de algodón del camarón, 2019).

1.7.1 Agentes patógenos fúngicos del camarón

La microsporidiosis, también conocida como “enfermedad del camarón algodónero o de leche”, es causada por microorganismos parásitos pertenecientes al reino fúngico, géneros Zygomycota, Microsporidia, Agmasoma, Ameson y Pleistophora, que pueden afectar a todas las especies de microorganismos. Amesón sp. Las especies del género, que afectan principalmente a los juveniles y se reproducen en *Penaeus vannamei*, invaden los músculos estriados y aparecen inicialmente como múltiples lesiones opacas en los músculos. El hallazgo principal es entonces una opacificación lechosa difusa de los músculos abdominales, lo que ayuda al diagnóstico inicial. Aparecen somnolencia y debilidad (Reyes, 2021).

1.7.2 Ciclo de vida y reproducción del microsporidio

El ciclo de vida del EHP es complejo y se desarrolla completamente dentro del camarón, sin necesidad de huéspedes intermediarios. Su reproducción ocurre mediante las siguientes etapas:

- ❖ **Fase de Infección:** Las esporas maduras ingresan al camarón por vía oral
- ❖ **Fase de Penetración:** La espora germina y extruye su tubo polar, perforando la membrana celular.
- ❖ **Fase de Multiplicación:** El esporoplasma ingresa al citoplasma de la célula huésped
- ❖ **Fase de Desarrollo:** Se forma un plasmodio ramificado mediante división nuclear por mitosis.
- ❖ **Fase de Liberación:** Las células epiteliales se rompen, liberando esporas maduras. (Gonzales , 2023).

1.7.3 Condiciones propicias para el desarrollo de EPH

El Enterocytozoon hepatopenaei (EHP) encuentra condiciones óptimas de desarrollo en los cultivos de camarón bajo varios parámetros específicos:

Rango de salinidad

- ❖ Amplio rango de tolerancia: desde 0 hasta 30 ppt.

- ❖ Adaptabilidad a diferentes ambientes acuáticos

Condiciones que incrementan el riesgo

- ❖ Alta densidad poblacional en cultivos.
- ❖ Presencia de camarones con variabilidad de tallas.
- ❖ Coeficiente de variación en peso >30%.

Impacto en cultivos

- ❖ El EHP provoca crecimiento lento.
- ❖ Mayor susceptibilidad a enfermedades.
- ❖ Potencial aumento de riesgo de infecciones bacterianas secundarias (Lavilla, 2021).

1.8 Camaronicultura

El cultivo de camarón es el proceso de cultivo de camarón en un ambiente controlado, como estanques o jaulas en el océano. Esta práctica ha evolucionado significativamente con el tiempo debido a los avances en la tecnología, la investigación y las técnicas de gestión. Hoy es una industria eficiente y sostenible. Una de las principales ventajas del cultivo de camarón es la capacidad de controlar todas las etapas del ciclo de vida del camarón, desde la reproducción hasta la cosecha (AQUAFARMS, 2023).

2.3 1.9 Manejo de un sistema de producción acuícola de camarón

1.9.1 Preparación de la piscina

La preparación adecuada del entorno es crucial para el cultivo de esta especie. La calidad del suelo y del agua puede afectar la salud de los camarones, por lo que es esencial considerar factores como la prevención de enfermedades y una dieta equilibrada, que son claves para lograr una cosecha exitosa. La prevención de enfermedades es una prioridad en la cría, y

entre los ciclos de producción, el enfoque en la preparación de los estanques se centra en evitar la introducción de organismos no deseados (Dubaska, 2023).

La adecuación de las piscinas es fundamental en la cría de camarones, ya que tiene un impacto directo en la salud del cultivo y en la reducción de enfermedades. A continuación, se detallan las etapas clave para realizar esta preparación de manera efectiva.

Luego de drenar los estanques destinados a la cosecha de camarones, es común que estos pasen por diversas etapas de tratamiento antes de iniciar un nuevo ciclo de producción. La prevención de enfermedades es un aspecto crucial en la acuicultura de camarones, así que el proceso de preparación de los estanques se enfoca en impedir que organismos patógenos se transfieran de un ciclo al siguiente, así como evitar que el agua utilizada para rellenar los estanques contenga agentes infecciosos. Además, el deterioro de la calidad del agua y del suelo puede hacer que los camarones sean más susceptibles a enfermedades, por lo que las acciones para mejorar estas condiciones también son parte esencial de la preparación de los estanques (Boyd, 2019).

Piscina acabada de cosechar



Fuente: (Jory D. , Global Seafood, 2019)

1.9.2 Alimentación

El alimento balanceado constituye cerca del 50% de los gastos de producción, por lo que resulta fundamental implementar estrategias que optimicen su uso. Esto no solo puede aumentar la rentabilidad de los cultivos, sino también mitigar el impacto ambiental. La cantidad de alimento que se proporciona a los camarones se basa en su peso; se asume que no todo el alimento será consumido, pero la descomposición de los pellets que quedan en el fondo puede favorecer el crecimiento de invertebrados que sirven como fuente natural de alimento para los camarones. Además, la calidad del alimento debe ajustarse según la etapa de desarrollo del organismo *Litopenaeus vannamei* (Quichimbo Quezada, 2022).

Una correcta alimentación no solo mejora el crecimiento y supervivencia del camarón, sino que también minimiza el impacto ambiental al reducir la acumulación de materia

orgánica en el fondo del estanque. Esto previene problemas como la eutrofización, que puede afectar gravemente el ecosistema acuático (Aquaxcel, 2023).

En acuicultura, especialmente en el cultivo de camarones, las bacterias antibióticas y los ácidos orgánicos juegan un papel crucial en la gestión de la salud y el control de enfermedades.

1.10 Bacterias

Las bacterias antibióticas son microorganismos que producen compuestos capaces de inhibir el crecimiento de otros microorganismos patógenos. En el contexto del cultivo de camarones, estas bacterias se utilizan como probióticos para prevenir infecciones bacterianas principalmente patógenas en camarones como *Litopenaeus vannamei*.

Sin embargo, el uso excesivo o inadecuado de antibióticos puede llevar a la resistencia bacteriana, lo que representa un desafío significativo para la acuicultura moderna (Sanzime, 2024).

1.11 Tipos de bacterias

Aquablend Pill

Es una bacteria probiótica concentrada y diseñado específicamente para la acuicultura, especialmente en el cultivo de camarones.

Modo de acción

- Aquablend Pill actúa mediante la introducción de microorganismos eficientes en el medio acuático. Estos microorganismos compiten con patógenos como *Vibrio* y

microsporidio, inhibiendo su crecimiento. Esto se convierte en un ambiente más saludable para los camarones, favoreciendo su desarrollo y supervivencia.

Beneficios

- Reduce la presencia de bacterias patógenas que afectan la salud de los camarones.
- Disminuye la demanda bioquímica de oxígeno.
- Mejora las tasas de supervivencia final y la conversión alimenticia.

Dosis y aplicación

- **Pre-siembra:** Mezclar 250 gramos de Aquablend en 200 litros de agua por hectárea. Dejar hidratar durante 1 hora y aplicar al boleo con un 30% de llenado.
- **Refuerzo:** Cada 15 días, aplicar 150 gramos en 200 litros de agua por hectárea durante los primeros 60 días de cultivo.

Alimento

- Mezclar 2 gramos de Aquablend por kilo de alimento durante los primeros 60 días. Si hay presencia de patógenos, aumentar a 4-5 gramos por kilo (Aquaprime, 2023).

1.12 Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son compuestos que se utilizan en acuicultura para mejorar la calidad del agua y la salud del organismo cultivado. Han sido ampliamente utilizados en formulaciones para nutrición animal. Los ácidos orgánicos incluidos en los alimentos balanceados actúan como conservantes, disminuyendo el pH y reduciendo el crecimiento microbiano, además de evitar la absorción de posibles organismos patógenos y sus metabolitos tóxicos (Se aplican comúnmente como conservantes y reguladores del pH. El control del pH ayuda a mantener un ambiente óptimo para los camarones, lo cual es crucial

para su crecimiento y salud. Además, algunos ácidos orgánicos tienen efectos directos sobre patógenos, inhibiendo su crecimiento y reduciendo la carga microbiana en el agua. El uso combinado de bacterias antibióticas y ácidos orgánicos puede ser una estrategia efectiva para manejar la salud en sistemas acuícolas, contribuyendo a una producción más sostenible y responsable. Sin embargo, es fundamental implementar estas prácticas con cuidado para evitar problemas como la resistencia a los antibióticos y asegurar la calidad del producto final (Rivera, 2016).

1.12.1 Tipos de ácidos orgánicos

Formicin

Los ácidos orgánicos Formicyne (Gold y Líquido) son productos utilizados en camaroneras con múltiples beneficios para el cultivo de camarones.

Mecanismo de acción

- El producto actúa atravesando la pared celular bacteriana y liberando iones hidrógeno que reducen el pH. Esto produce un desbalance metabólico en los microorganismos patógenos, causando su muerte.

Los ácidos orgánicos como Formicyne pueden:

- Mejorar la digestibilidad de nutrientes.
- Potenciar el sistema inmunológico de los camarones.
- Ayudar a mantener un pH óptimo en los estanques.

CAPÍTULO II: DESARROLLO METODOLÓGICO

2.4 Enfoque de la investigación

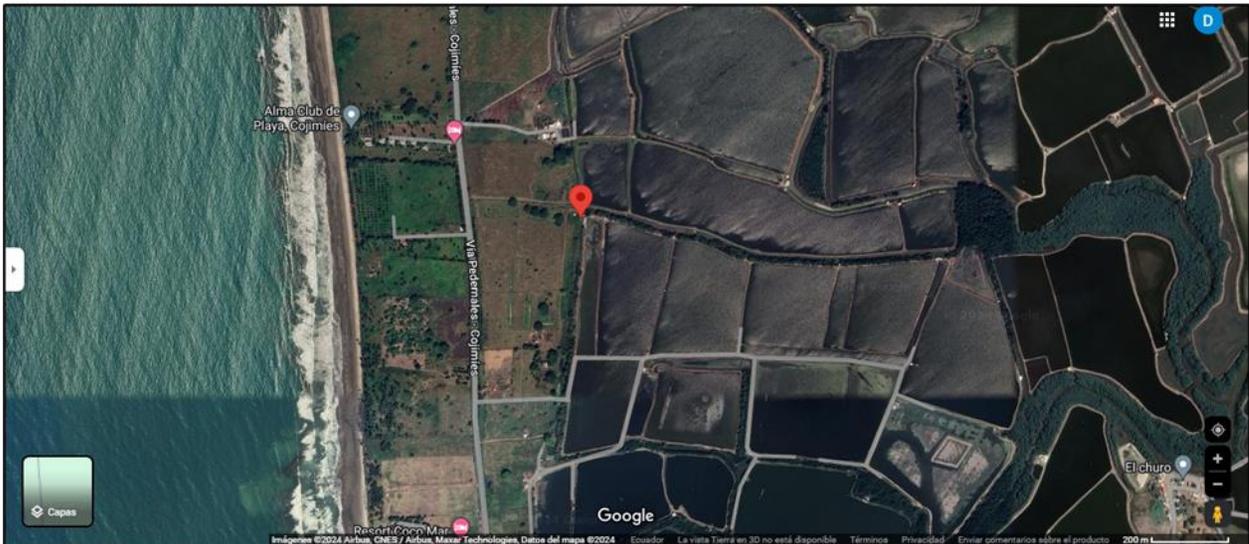
Mediante este estudio de investigación se utilizarán métodos de investigación descriptiva y exploratoria, en las cuales mediante estas se podrá examinar y determinar los beneficios favorables de estas bacterias probióticas en la eficiencia productiva de cultivos de camarón *Litopenaeus vannamei*.

Además, se utilizará un estudio correlacional donde se evaluarán las variables dependientes e independientes, con el objetivo de observar la eficacia de estas bacterias probióticas partir de los resultados obtenidos.

2.4.1 Área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en unas piscinas ubicadas en el sector de cañaveral de la parroquia de Cojimíes, del cantón Pedernales, perteneciente a la provincia de Manabí – Ecuador, las cuales están ubicadas en las siguientes coordenadas 0°14'15.7"N 80°01'36.7"W.

Ubicación donde se realizó el estudio.



Fuente: (maps, 2024)

2.5.2.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación será de diseño experimental ya que los resultados de las variables se obtendrán a partir de un esquema de tratamiento en el cual se probarán bacterias probióticas comerciales en diferentes combinaciones.

2.6.2.3 Diseño experimental

El diseño experimental se basará en bloques completamente al azar, evaluando piscina con tratamiento y una de control con diferentes poblaciones de larvas. Durante la evaluación, se suministrarán dos tipos de probióticos en diferentes dosis en las camaroneras, siguiendo un esquema específico de probióticos diseñado para cada cambio de estadio larvario del animal.

2.3.1 Unidades experimentales

Grupo 1: Camarones tratados con HGS-7

Grupo 2: Camarones tratados con Formicin

Grupo 3: Camarones tratados con HGS-7

Grupo 4: Camarones tratados con Formicin

2.3.2 Recursos humanos

Tutor de tesis: Ing. Raúl Macías Chila

Tesista: Vera Mera Jasson Nezaireth

2.4 Materiales

2.4.1 Equipos del área de larvicultura

- Medidor de pH
- Cubre objetos
- Porta objetos
- Oxigenómetro
- Microscopio

a) Materiales de campo

- Balanza
- Bandejas
- Calculadora

- Libreta

b) Equipos del área de fermentación de probióticos

- Tanques
- Jarras
- Baldes
- Embudo
- Filtros

c) Insumos Biológicos

- Agua
- Probiótico bacterianos
- Ácidos orgánicos

2.5 Manejo del ensayo

2.5.1 Preparación del Experimento

- Para la activación de bacteria se deja durante 48 horas, y se activa en tanques de 1000 litros de agua.

2.5.2 Aplicación de Tratamientos

Los tratamientos pueden variar según la incidencia del hongo y de acuerdo al hectareaje de las piscinas. Además, tener en cuenta que pueden ser bacterias antibióticas en pastillas.

- De 100 a 150 gr por Ha en camaronera tanto en polvo o en pastilla.
- Para las bacterias en pastillas se aplican directamente al agua al igual que las líquidas.

- Ácidos orgánicos 150 gr por cada 25 kl.

2.5.3 Monitoreo y Recopilación de Datos

- Medir el peso y la longitud de los camarones semanalmente.
- Evaluar la tasa de conversión alimenticia, tasa de supervivencia y biomasa total de al final del periodo de estudio.
- Realizar exámenes microbiológicos.

2.6 Parámetros físicos químicos del agua

Para asegurar un entorno óptimo para el cultivo de camarones y la evaluación efectiva de los probióticos, es crucial monitorear y controlar diversos parámetros fisicoquímicos del agua. Estos parámetros influyen directamente en la salud, el crecimiento y el rendimiento del camarón.

2.6.1 Temperatura

Rango óptimo de 25°C, monitoreo de medición diaria con termómetros calibrados. Importancia de la temperatura afecta el metabolismo y la tasa de crecimiento del camarón. Variaciones extremas pueden estresar a los camarones y aumentar su susceptibilidad a enfermedades.

2.6.2 pH

Rango óptimo de 7 a 7.5, monitoreo de medición diaria con un medidor de Ph. Importancia del pH del agua influye en la toxicidad de compuestos como el amoníaco. Valores fuera del rango óptimo pueden causar estrés y afectar la salud del camarón.

2.6.3 Oxígeno Disuelto (DO):

Rango óptimo 2.5 a 3, medición diaria con un oxímetro. El oxígeno disuelto es esencial para la respiración de los camarones. Niveles bajos pueden causar hipoxia, reduciendo el crecimiento y aumentando la mortalidad.

2.6.4 Salinidad

Rango óptimo: 15-25 ppt. Medición semanal con un refractómetro o conductímetro. Importancia de salinidad afecta el equilibrio osmótico de los camarones importante mantenerla dentro del rango óptimo para asegurar su bienestar.

2.6.5 Amonio

- Un rango de 0,15

2.6.6 Alcalinidad

- 100- 120

2.7 Importancia del monitoreo

Mantener los parámetros fisicoquímicos dentro de los rangos óptimos es esencial para asegurar la salud y el rendimiento del camarón. Además, un monitoreo riguroso permitirá evaluar con precisión el impacto de los probióticos en el control del hongo microsporidio y en la mejora del rendimiento productivo del camarón.

2.8 Cuadro comparativo de los parámetros físico químicos

Table 12.3 Cuadro comparativo de los parámetros físico químicos

Parámetro	Rango Típico en una Piscina	Rango Óptimo de resultados obtenidos	Observaciones
Amonio	≤ 0.2 ppm	≤ 0.15 ppm	El amonio puede ser más elevado en piscinas si no hay un tratamiento adecuado.
Alcalinidad	80 - 120 mg/L CaCO_3	100 - 120 mg/L CaCO_3	Una alcalinidad adecuada estabiliza el pH.
Salinidad	0.5 - 3 ppt (en piscinas de agua salada)	15 - 25 ppt	Las piscinas tienen una salinidad mucho menor que los ambientes marinos.
Oxígeno Disuelto (DO)	5 - 8 mg/L	2.5 - 3 mg/L	El oxígeno disuelto suele ser más alto en piscinas debido a la exposición al aire.
pH	7.2 - 7.8	7 - 7.5	El pH debe mantenerse en este rango para comodidad y evitar corrosión.
Temperatura	26°C - 28°C	25°C	La temperatura en piscinas recreativas suele ser ligeramente más alta.

Fuente: Jasson Vera

2.7 Resultados esperados

Mejorar la tasa de crecimiento de camarones tratados con probióticos para mostrar un crecimiento de mejor productividad en comparación con el grupo control. Mayor rendimiento productivo en la producción y una mayor biomasa total, con una mayor tasa de supervivencia en los grupos tratados con bacterias o ácidos orgánicos. Mejor salud y resistencia a enfermedades: Camarones tratados con bacterias deberían presentar menor incidencia de enfermedades y mejores indicadores de salud general.

La metodología descrita permitirá evaluar de manera rigurosa y sistemática la efectividad de los probióticos en el control del hongo microsporidio y su impacto en el rendimiento del camarón *Litopenaeus vannamei* en el sector de cañaveral de la parroquia de Cojimíes del cantón Pedernales. Los resultados proporcionarán información valiosa para mejorar las prácticas de cultivo de camarón y promover una acuicultura más sostenible y rentable en la región.

CAPITULO III

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.8 Resultado de métodos y técnicas de investigación

1.8.1 Comprobación de hipótesis o contestación a las preguntas de investigación

Luego de haberse culminado el respectivo análisis de los datos se procede a aceptar la hipótesis

Para objetivo #1

1.8.2 Evaluar probióticos HGS-7 potencialmente efectivos para el control de microsporidio

Se realizó una investigación utilizando probióticos bacteria hgs-7 en un grupo de 10 piscinas en las cuales se evalúa la presencia de microsporidio por semana.

Table 2 Tabla 1. Porcentaje de microsporidios *enterocytozoon hepatopenaei* (EHP).

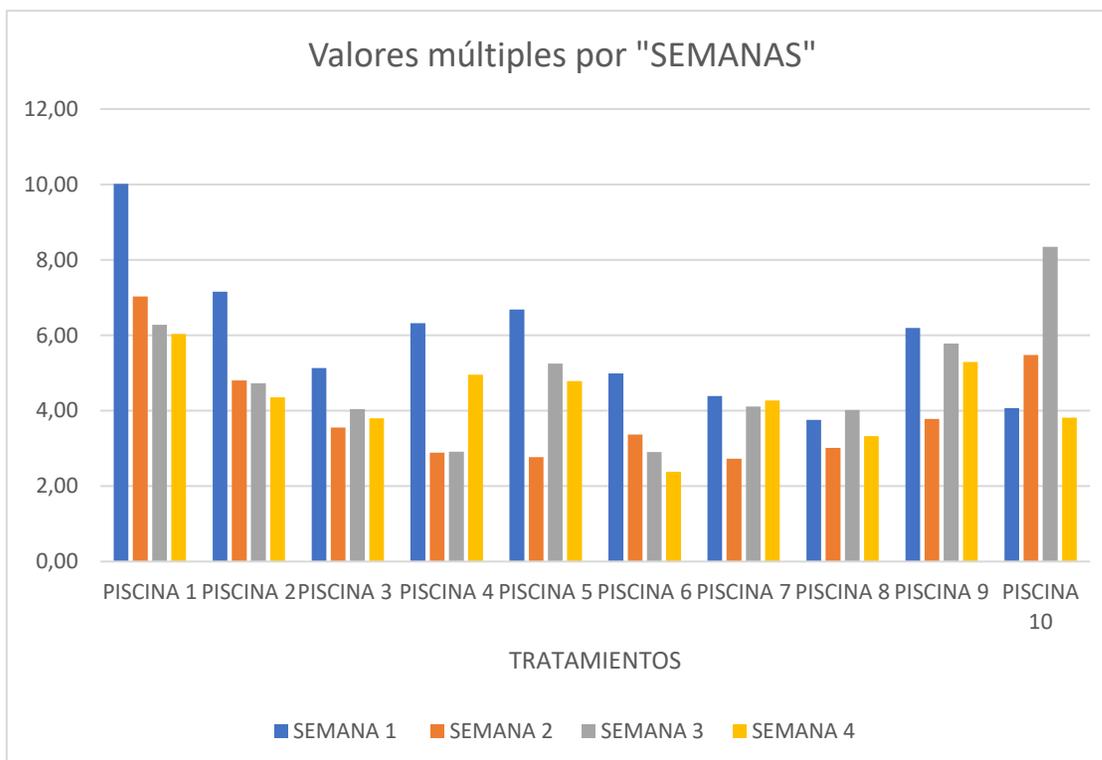
TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE MICROSPORIDIOS <i>ENTEROCYTOZOON HEPATOPENAEI</i> (EHP)									
	PISCINA 1	PISCINA 2	PISCINA 3	PISCINA 4	PISCINA 5	PISCINA 6	PISCINA 7	PISCINA 8	PISCINA 9	PISCINA 10
SEMANA 1	10,0	7,16	5,13	6,32	6,68	4,98	4,39	3,76	6,19	4,07
SEMANA 2	7,03	4,80	3,55	2,89	2,77	3,37	2,73	3,02	3,78	5,48
SEMANA 3	6,28	4,73	4,04	2,91	5,25	2,90	4,11	4,02	5,79	8,35
SEMANA 4	6,03	4,35	3,80	4,95	4,78	2,38	4,27	3,33	5,30	3,81

Autor: Jasson Vera

Análisis descriptivo para los datos proporcionados sobre el porcentaje de *microsporidios Enterocytozoon Hepatopenaei* (EHP) en los diferentes tratamientos durante las semanas. Se

calcularon las medidas estadísticas básicas (media, desviación estándar, mínimo, máximo, y rango) para cada tratamiento y semana.

Valores múltiples por semana
Table 3 Valores múltiples por semana



Autor: Jasson Vera

- **Media:** El tratamiento PIS 1 tiene el porcentaje más alto de microsporidiosis con un 10.02, mientras que PIS 8 tiene el valor más bajo con un 3.76.
- **Desviación estándar:** La dispersión de los datos es notable, con valores más altos en PIS 1 y menores en tratamientos como PIS 8 y PIS 10.
- **Rango:** El rango de valores en la semana 1 es de 6.26 (10.02 - 3.76).

Semana 2:

- **Media:** Los valores en esta semana son más bajos en general, con un valor más bajo en PIS 5 (2.77) y el más alto en PIS 1 (7.03).
- **Desviación estándar:** Los tratamientos tienden a tener una menor variabilidad en comparación con la semana 1, pero aún se observan diferencias significativas.
- **Rango:** El rango es de 4.26 (7.03 - 2.77), lo que indica menos variabilidad en comparación con la semana 1.

Semana 3:

- **Media:** Los valores varían más que en la semana 2, con un valor bajo en PIS 4 (2.91) y el más alto en PIS 10 (8.35).
- **Desviación estándar:** Hay una mayor dispersión en los tratamientos, especialmente en PIS 10.
- **Rango:** El rango es de 5.44 (8.35 - 2.91), lo que muestra un aumento en la dispersión en comparación con las semanas anteriores.

Semana 4:

- **Media:** En esta semana, los valores se estabilizan un poco más. PIS 1 y PIS 9 muestran valores intermedios (6.03 y 5.30 respectivamente).
- **Desviación estándar:** La variabilidad es algo más baja que en la semana 3.
- **Rango:** El rango es de 4.00 (6.03 - 2.38), indicando que la variabilidad ha disminuido.

Conclusiones generales:

- **Tendencia temporal:** A medida que avanzan las semanas, los porcentajes de microsporidios tienden a disminuir en la mayoría de los tratamientos, especialmente después de la primera semana.
- **Tratamientos con menor prevalencia:** Los tratamientos como PIS 8, PIS 7 y PIS 6 presentan valores relativamente bajos de microsporidios a lo largo de las semanas.
- **Tratamientos con mayor variabilidad:** El tratamiento PIS 10 muestra una mayor variabilidad, especialmente en la semana 3, donde alcanza su valor máximo (8.35).

Este análisis descriptivo te da una visión general sobre cómo los porcentajes de microsporidios evolucionan a lo largo de las semanas para los distintos tratamientos, permitiéndote identificar patrones, tendencias y variabilidad en los datos. Dependiendo de la pregunta de investigación, podrías realizar análisis adicionales (como ANOVA o pruebas de tendencias) para explorar las diferencias estadísticas entre los tratamientos.

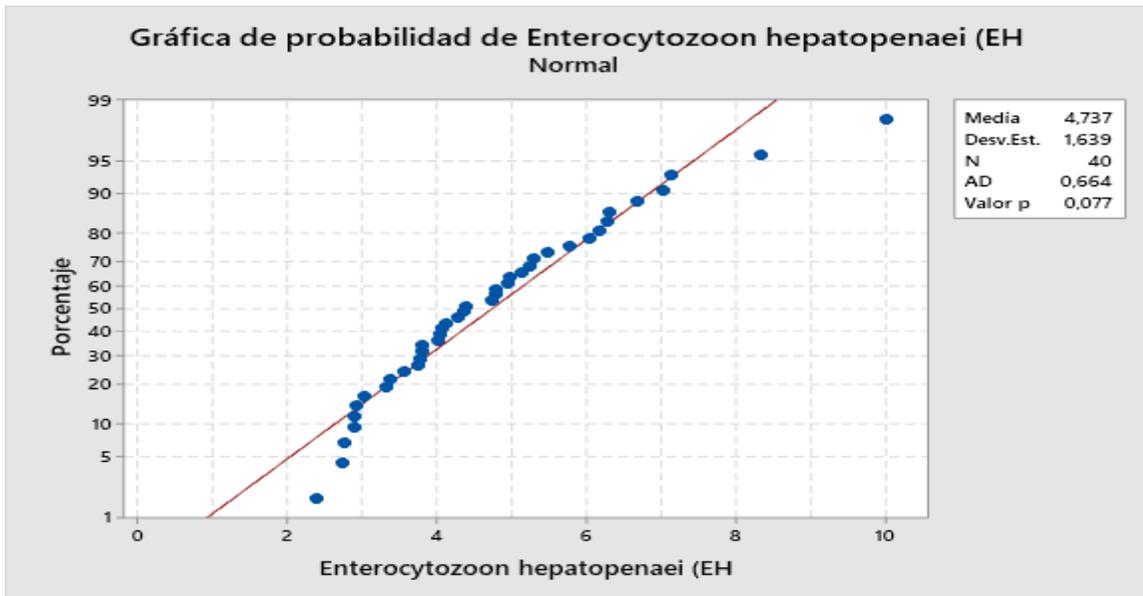
Tabla 1. Probabilidad de *Enterocytozoon hepatopenaei* (EH)

SEMANA	PISCINAS	<i>Enterocytozoon hepatopenaei</i> (EH) %
SEMANA 1	1	10,02
SEMANA 2	1	7,03
SEMANA 3	1	6,28
SEMANA 4	1	6,03
SEMANA 1	2	7,16
SEMANA 2	2	4,80
SEMANA 3	2	4,73
SEMANA 4	2	4,35
SEMANA 1	3	5,13
SEMANA 2	3	3,55
SEMANA 3	3	4,04
SEMANA 4	3	3,80

SEMANA 1	4	6,32
SEMANA 2	4	2,89
SEMANA 3	4	2,91
SEMANA 4	4	4,95
SEMANA 1	5	6,68
SEMANA 2	5	2,77
SEMANA 3	5	5,25
SEMANA 4	5	4,78
SEMANA 1	6	4,98
SEMANA 2	6	3,37
SEMANA 3	6	2,90
SEMANA 4	6	2,38
SEMANA 1	7	4,39
SEMANA 2	7	2,73
SEMANA 3	7	4,11
SEMANA 4	7	4,27
SEMANA 1	8	3,76
SEMANA 2	8	3,02
SEMANA 3	8	4,02
SEMANA 4	8	3,33
SEMANA 1	9	6,19
SEMANA 2	9	3,78
SEMANA 3	9	5,79
SEMANA 4	9	5,30
SEMANA 1	10	4,07
SEMANA 2	10	5,48
SEMANA 3	10	8,35
SEMANA 4	10	3,81

Autor: Jasson Vera

Gráfica de probabilidad



Existe normalidad de datos por que el p valor es superior a 0.05 %.

1.8.3 Modelo lineal general: *Enterocytozoon hepatopenaei* (EH vs. SEMANA; PISCINAS)

Tabla 2. Método

Codificación de factores (-1; 0; +1)

Tabla 3. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles Valores
SEMANA	Fijo	4 SEMANA 1; SEMANA 2; SEMANA 3; SEMANA 4
PISCINAS	Fijo	10 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

Autor: Jasson Vera

Tabla 4. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SEMANA	3	21,15	7,051	5,58	0,004
PISCINAS	9	49,46	5,495	4,35	0,001
Error	27	34,10	1,263		
Total	39	104,71			

Autor: Jasson Vera

El Análisis de Varianza (ANOVA) que presentas es útil para comparar las medias de diferentes grupos y determinar si existen diferencias significativas entre los mismos. En este caso, el análisis parece comparar los efectos de las semanas y las piscinas en algún fenómeno o medida, posiblemente relacionado con los microsporidios (según el contexto de los datos anteriores).

El Efecto de las semanas: El valor p (0,004) y el valor F (5,58) indican que hay una diferencia estadísticamente significativa en los porcentajes de microsporidios entre las semanas. Esto sugiere que la semana tiene un impacto considerable en la variable que se está midiendo.

- **Efecto de las piscinas:** Similarmente, el valor p (0,001) y el valor F (4,35) sugieren que las diferencias entre las piscinas también son significativas. Esto indica que las distintas piscinas tienen un efecto diferente en los niveles de microsporidios.

Ambos factores, **Semana** y **Piscinas**, tienen un impacto significativo en la prevalencia de *microsporidios* o en la variable estudiada. Los resultados indican que la variabilidad en los datos no se debe al azar, sino que está influenciada por estas dos fuentes. La diferencia de valores entre las semanas y las piscinas podría tener implicaciones importantes para las

intervenciones en las camarónicas, como la gestión de las condiciones ambientales o el tratamiento de las aguas.

Tabla 5. Coeficientes

Término	Coef	coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	4,737	0,178	26,66	0,000	
SEMANA					
SEMANA 1	1,132	0,308	3,68	0,001	1,50
SEMANA 2	-0,796	0,308	-2,59	0,015	1,50
SEMANA 3	0,100	0,308	0,32	0,748	1,50
PISCINAS					
1	2,602	0,533	4,88	0,000	1,80
2	0,522	0,533	0,98	0,336	1,80
3	-0,607	0,533	-1,14	0,265	1,80
4	-0,468	0,533	-0,88	0,388	1,80
5	0,135	0,533	0,25	0,802	1,80
6	-1,328	0,533	-2,49	0,019	1,80
7	-0,863	0,533	-1,62	0,117	1,80
8	-1,208	0,533	-2,27	0,032	1,80
9	0,525	0,533	0,99	0,333	1,80

Autor: Jasson Vera

Tabla 6. Ajustes y diagnósticos para observaciones poco común

Obs	Enterocytozoon		Resid	
	hepatopenaei (EH)	Ajuste	Resid	est.
37	4,067	6,558	-2,492	-2,70 R
39	8,349	5,526	2,823	3,06 R

Autor: Jasson Vera

1.8.4 Comparaciones para *Enterocytozoon hepatopenaei* (EH)

Tabla 7. Comparaciones por parejas de Fisher: SEMANA Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

SEMANA	N	Media	Agrupación
SEMANA 1	10	3,94137	A
SEMANA 2	10	4,30113	A
SEMANA 3	10	4,83731	A
SEMANA 4	10	5,86940	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Autor: Jasson Vera

Tabla 8. Comparaciones por parejas de Fisher: PISCINAS Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

PISCINAS	N	Media	Agrupación
1	4	7,33920	A
10	4	5,42598	B
9	4	5,26276	B
2	4	5,25912	B
5	4	4,87261	B C
4	4	4,26950	B C
3	4	4,13058	B C
7	4	3,87389	B C
8	4	3,52966	C
6	4	3,40974	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Autor: Jasson Vera

A continuación, realizo el análisis e interpretación de los resultados proporcionados sobre las comparaciones por parejas de *Enterocytozoon hepatopenaei* (EH), utilizando el **método LSD de Fisher** para agrupar la información con una **confianza del 95%**.

1. Comparaciones por parejas: SEMANA

Se agrupan las medias de las semanas utilizando el método **LSD de Fisher**, y se indica con letras cuáles semanas son significativamente diferentes entre sí. Según los resultados:

- **Semana 1** tiene la media más baja de **3,94137**, y se agrupa con la letra **A**.
Semana 2 tiene una media de, **4,30113**, y se agrupa con la letra **A**.
- **Semana 3** tiene una media de **4,83731** y también se agrupa con la letra **A**.
- **Semana 4** tiene la media más alta, con **5,86940**, y se agrupa con la letra **B**

Interpretación:

- La **Semana 4** es significativamente diferente de las otras tres semanas, ya que no comparte la letra **B** con las demás. El análisis indica que la **Semana 4** tiene una prevalencia de EH significativamente mayor que las demás semanas. Mientras tanto, las **Semanas 1, 2 y 3** tienen niveles de EH similares, lo que sugiere que los factores que afectan la prevalencia de EH no cambiaron considerablemente entre estas semanas.
- Las **Semanas 1, 2 y 3** no muestran diferencias significativas entre sí, ya que todas comparten la letra **A**. Esto significa que los niveles de EH en estas semanas son similares y no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Conclusión sobre las semanas:

El análisis indica que la **Semana 4** tiene una prevalencia de EH significativamente mayor que las demás semanas. Mientras tanto, las **Semanas 1, 2 y 3** tienen niveles de EH similares, lo que sugiere que los factores que afectan la prevalencia de EH no cambiaron considerablemente entre estas semanas.

2. Comparaciones por parejas: PISCINAS

En esta sección, se agrupan las medias de los tratamientos en las distintas piscinas utilizando el método LSD de Fisher. El análisis muestra:

- **Piscina 1** tiene la media más alta de **7,33920**, y se agrupa con la letra **A**.
- **Piscina 10** tiene una media de **5,42598**, y se agrupa con la letra **B**.
- **Piscina 9** tiene una media de **5,26276**, y se agrupa con la letra **B**.
- **Piscina 2** tiene una media de **5,25912**, y se agrupa con la letra **B**.
- **Piscina 5** tiene una media de **4,87261**, y se agrupa con las letras **B** y **C**.
- **Piscina 4** tiene una media de **4,26950**, y se agrupa con las letras **B** y **C**.
- **Piscina 3** tiene una media de **4,13058**, y se agrupa con las letras **B** y **C**.
- **Piscina 7** tiene una media de **3,87389**, y se agrupa con las letras **B** y **C**.
- **Piscina 8** tiene una media de **3,52966**, y se agrupa con la letra **C**.
- **Piscina 6** tiene la media más baja de **3,40974**, y se agrupa con la letra **C**.

Interpretación:

- **Piscina 1** tiene significativamente más *Enterocytozoon hepatopenaei* que las demás piscinas, ya que no comparte la letra **B** o **C**.
- Las **Piscinas 10, 9 y 2** tienen valores similares, ya que todas comparten la letra **B**.
- Las piscinas con las letras **B** y **C** (como Piscinas 5, 4, 3, 7, 8, y 6) tienen prevalencias más bajas de **EH**, y los valores son similares entre ellas.
- **Piscina 6** tiene la prevalencia más baja de **EH** de todas las piscinas, con **3,40974**, y se agrupa con la letra **C**.

Conclusión sobre las piscinas:

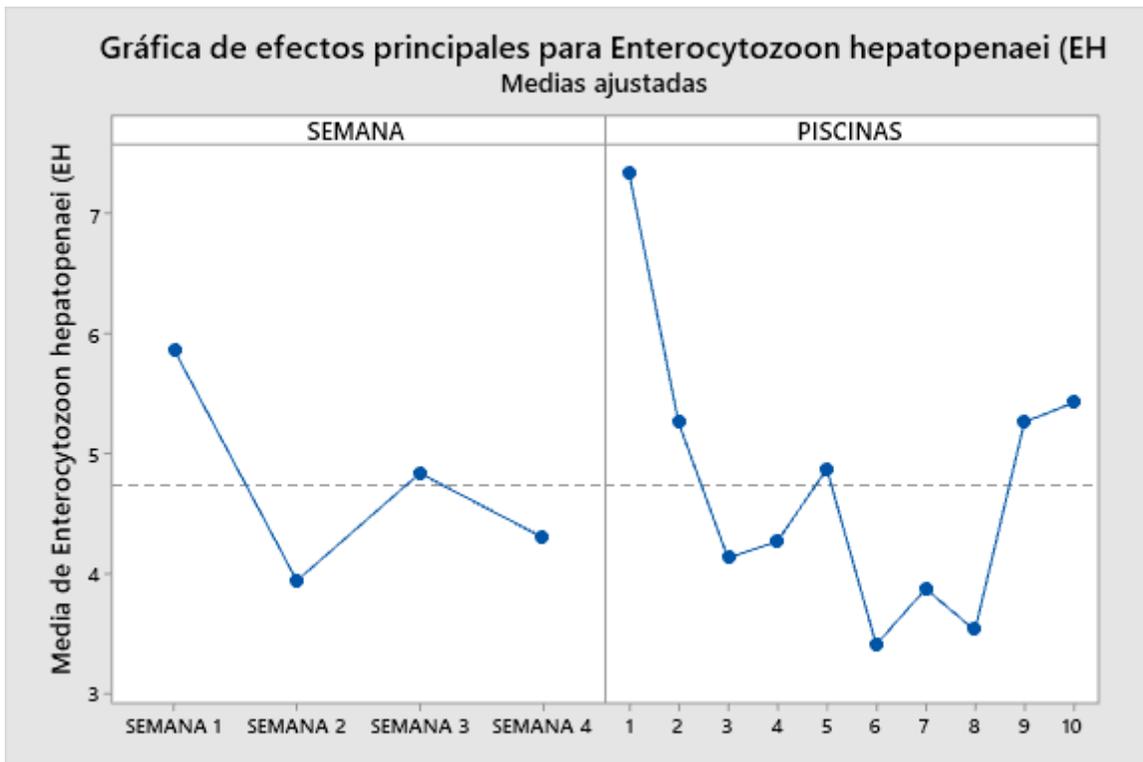
El análisis muestra que la **Piscina 1** tiene un nivel significativamente más alto de *Enterocytozoon hepatopenaei*, mientras que las piscinas 6 y 8 tienen las prevalencias más bajas. Las **Piscinas 10, 9 y 2** muestran niveles intermedios de **EH**, pero aún significativamente más bajos que la piscina 1.

Conclusiones generales:

- **Semana:** La **Semana 4** presenta una prevalencia significativamente mayor de *Enterocytozoon hepatopenaei* en comparación con las demás semanas (1, 2 y 3), que no tienen diferencias significativas entre sí.
- **Piscinas:** La **Piscina 1** tiene la mayor prevalencia de **EH**, mientras que **Piscinas 6 y 8** presentan las prevalencias más bajas. Las demás piscinas tienen valores intermedios, pero siguen una jerarquía en la que la Piscina 1 es significativamente distinta de las otras.

Este análisis es clave para comprender cómo el factor tiempo (semanas) y el factor espacial (piscinas) influyen en la prevalencia de *Enterocytozoon hepatopenaei*, lo que puede ser útil para tomar decisiones sobre tratamientos y manejo en las camaroneras.

Gráficas factoriales para *Enterocytozoon hepatopenaei* (EH)



Autor: Jasson Vera

El gráfico muestra los efectos principales para la media ajustada de *Enterocytozoon hepatopenaei* (EH) en dos factores: SEMANA y PISCINA. A continuación, presento un análisis inicial:

1. Factor SEMANA

Hay una caída notable desde la semana 1 a la 2. Ligeramente repunte: La semana 3 muestra un leve incremento respecto a la semana 2. Nueva caída: Para la semana 4, el valor disminuye de nuevo, alcanzando el punto más bajo en este periodo. Interpretación: Los valores sugieren

un comportamiento dinámico en la prevalencia de EH, posiblemente relacionado con factores ambientales o de manejo durante este tiempo.

2. Factor PISCINA

El eje X muestra las piscinas (1 a 10), con las medias ajustadas en el eje Y. Observaciones:

Hay un valor alto inicial en la piscina 1, seguido por una fuerte disminución hasta la piscina 5. A partir de la piscina 6, se observa una recuperación, con un incremento sostenido hacia la piscina 10. Algunas piscinas (por ejemplo, la 5 y la 6) presentan valores muy bajos.

Interpretación: La variación entre piscinas podría reflejar diferencias en las condiciones de manejo, calidad del agua, o variabilidad en la infección por EH.

Recomendaciones

Analizar posibles factores asociados al comportamiento por semana (clima, calidad del agua, alimentación). En el caso de las piscinas, evalúa diferencias en condiciones específicas (densidad de animales, manejo sanitario). Realiza pruebas estadísticas para determinar si las diferencias observadas son significativas (ANOVA, pruebas de efectos principales).

Para objetivo #2

1.8.5 Determinar el uso de ácido orgánico (formicin) sobre el control de microsporidios.

APLICACIÓN DE ÁCIDO ORGANICO FORMICIN PARA CONTROL DE MICROSPORIDIOS <i>Enterocytozoon hepatopenaei</i> (EHP)										
	PISC INA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SEM ANA 1	54	40	35	33	31	32	25	21	33	22
SEM ANA 2	52	35	24	24	23	26	25	20	24	34
SEM ANA 3	44	31	32	19	29	23	34	18	21	45
SEM ANA 4	28	30	22	22	20	21	33	19	35	18

Autor: Jasson Vera

Semana 1: Se observa que en la primera semana los valores fueron más altos (media = 32.5) y con una mayor dispersión (desviación estándar = 10.9), lo que indica que hubo más variabilidad entre las piscinas en cuanto a la cantidad de EHP.

Semana 2: La media disminuyó a 28.3, lo que sugiere que en esta semana hubo una reducción en los niveles de EHP, posiblemente debido a la aplicación de Formicin.

Semana 3: La media sube ligeramente a 30.3, pero la variabilidad sigue siendo considerable (desviación estándar = 8.9), indicando que no todos los tratamientos tuvieron el mismo impacto en las piscinas.

Semana 4: La media baja a 25.2, lo que podría indicar una mejora continuada en el control de los EHP, pero la variabilidad es menor (desviación estándar = 6.7), lo que podría sugerir que las piscinas están alcanzando un nivel más homogéneo en los resultados.

Las **desviaciones estándar** y las **varianzas** más altas en la **Semana 1** indican que hubo una gran dispersión en los resultados, posiblemente porque las piscinas presentaban diferentes niveles de infección de EHP antes del tratamiento. A medida que avanzan las semanas, la **desviación estándar** y la **varianza** disminuyen, lo que indica una mayor consistencia en los resultados, lo que es un buen signo de que el tratamiento está teniendo un efecto más uniforme.

Los resultados de la estadística descriptiva muestran que el tratamiento con Formicin ha tenido un impacto positivo en la reducción de los niveles de EHP en las piscinas a lo largo de las semanas. Aunque hubo variabilidad en los efectos en las primeras semanas, la tendencia general es una disminución en la cantidad de EHP, lo que indica que el tratamiento está siendo efectivo. La reducción en la dispersión de los datos sugiere que las piscinas están respondiendo de manera más uniforme al tratamiento a medida que pasa el tiempo.

Tabla 9. Semanas, piscinas tratadas con Formicin

SEMANA	PISCINAS	C con (EHP) tratados CON AOF
SEMANA 1	1	54,00
SEMANA 2	1	52,00
SEMANA 3	1	44,00
SEMANA 4	1	28,00
SEMANA 1	2	40,00
SEMANA 2	2	35,00
SEMANA 3	2	31,00
SEMANA 4	2	30,00

SEMANA 1	3	35,00
SEMANA 2	3	24,00
SEMANA 3	3	32,00
SEMANA 4	3	22,00
SEMANA 1	4	33,00
SEMANA 2	4	24,00
SEMANA 3	4	19,00
SEMANA 4	4	22,00
SEMANA 1	5	31,00
SEMANA 2	5	23,00
SEMANA 3	5	29,00
SEMANA 4	5	20,00
SEMANA 1	6	32,00
SEMANA 2	6	26,00
SEMANA 3	6	23,00
SEMANA 4	6	21,00
SEMANA 1	7	25,00
SEMANA 2	7	25,00
SEMANA 3	7	34,00
SEMANA 4	7	33,00
SEMANA 1	8	21,00
SEMANA 2	8	20,00

SEMANA 3	8	18,00
SEMANA 4	8	19,00
SEMANA 1	9	33,00
SEMANA 2	9	24,00
SEMANA 3	9	21,00
SEMANA 4	9	35,00
SEMANA 1	10	22,00
SEMANA 2	10	34,00
SEMANA 3	10	45,00
SEMANA 4	10	18,00

Autor: Jasson Vera

1.8.6 Modelo lineal general: con (EHP) tratados CON AOF vs. SEMANA;

PISCINAS

Tabla 10. Método

Codificación de factores	(-1; 0; +1)
--------------------------	-------------

Autor: Jasson Vera

Tabla 11. Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
SEMANA	Fijo	4	SEMANA 1; SEMANA 2; SEMANA 3; SEMANA 4
PISCINAS	Fijo	10	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

Autor: Jasson Vera

Tabla 12. Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SEMANA	3	310,3	103,43	2,31	0,099
PISCINAS	9	1601,0	177,89	3,97	0,003
Error	27	1209,5	44,80		
Total	39	3120,8			

Autor: Jasson Vera

El valor p de la semana (0,099) es ligeramente mayor que el umbral comúnmente usado de 0,05. Esto indica que **no hay evidencia suficiente** para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que **no hay diferencias significativas** en los niveles de EHP entre las semanas. Aunque el valor F (2,31) es relativamente alto, no alcanza un nivel de significancia estadística convencional ($p < 0,05$). Esto significa que las variaciones en los niveles de EHP entre las semanas pueden deberse a variabilidad aleatoria más que a un efecto real de las semanas en los niveles de EHP.

El valor p de las piscinas (0,003) es **menor que 0,05**, lo que indica que **existe una diferencia significativa** en los niveles de EHP entre las diferentes piscinas. Un valor F de

3,97 también sugiere que la variabilidad entre las piscinas es considerablemente mayor que la variabilidad dentro de las piscinas. Por lo tanto, se puede concluir que el factor "piscinas" tiene un efecto significativo en la variación de los niveles de EHP.

Semana: No se observa una diferencia significativa entre las semanas en cuanto al nivel de EHP. Es decir, no parece haber un cambio importante en los niveles de EHP a lo largo del tiempo. **Piscinas:** Hay diferencias significativas entre las piscinas, lo que sugiere que el efecto de **Formicin** para el control de *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) varía dependiendo de la piscina. Es posible que factores adicionales, como el entorno de cada piscina, influyan en la eficacia del tratamiento. Por lo tanto, es recomendable centrarse en las **diferencias entre las piscinas** para futuras intervenciones y estudios, mientras que el factor **semana** podría no ser tan relevante en este contexto.

Tabla 13. Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
6,69293	61,24%	44,02%	14,94%

Autor: Jasson Vera

Tabla 14. Comparaciones por parejas de Fisher: SEMANA Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

SEMANA	N	Media	Agrupación
SEMANA 10	1	32,6	A
SEMANA 10	3	29,6	A B
SEMANA 10	2	28,7	A B
SEMANA 10	4	24,8	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Autor: Jasson Vera

Tabla 15. Comparaciones por parejas de Fisher: PISCINAS Agrupar información utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%

PISCINAS	N	Media	Agrupación
1	4	44,50	A
2	4	34,00	B
10	4	29,75	B
7	4	29,25	B
3	4	28,25	B C
9	4	28,25	B C
5	4	25,75	B C
6	4	25,50	B C
4	4	24,50	B C
8	4	19,50	B C

Autor: Jasson Vera

El análisis de las comparaciones por pares de Fisher con el método LSD (Least Significant Difference) a una confianza del 95% tiene como objetivo identificar cuáles de las medias de las semanas y de las piscinas son significativamente diferentes entre sí. A continuación, te explico los resultados y su interpretación:

Tabla 16. Comparaciones por parejas de Fisher: SEMANA

SEMANA	N	Media	Agrupación
SEMANA 1	10	32,6	A
SEMANA 3	10	29,6	A B
SEMANA 2	10	28,7	A B
SEMANA 4	10	24,8	B

Autor: Jasson Vera

Interpretación:

- **SEMANA 1** tiene la media más alta (32,6) y está en un grupo (A) separado de las otras semanas. Esto significa que **SEMANA 1** tiene una diferencia significativa respecto a las demás semanas.
- **SEMANA 3** (media de 29,6) y **SEMANA 2** (media de 28,7) están en el grupo **A B**, lo que significa que no hay diferencia significativa entre estas dos semanas ni entre ellas y SEMANA 1, pero sí con respecto a SEMANA 4.
- **SEMANA 4** tiene la media más baja (24,8) y pertenece al grupo **B**. Esto significa que **SEMANA 4** es significativamente diferente de las otras semanas (1, 2 y 3) en términos de los niveles de EHP.
- **Conclusión:** Las semanas 1, 3, y 2 muestran resultados similares, pero todas tienen medias significativamente mayores que SEMANA 4

Tabla 17. 2. Comparaciones por parejas de Fisher: PISCINAS

PISCINAS	N	Media	Agrupación
1	4	44,50	A
2	4	34,00	B
10	4	29,75	B
7	4	29,25	B
3	4	28,25	B C
9	4	28,25	B C
5	4	25,75	B C
6	4	25,50	B C
4	4	24,50	B C
8	4	19,50	C

Autor: Jasson Vera

Interpretación:

- **Piscina 1** tiene la media más alta (44,5) y está en el grupo **A**, lo que indica que es significativamente diferente de las demás piscinas, que tienen medias más bajas.
- **Piscinas 2, 10, 7** (con medias de 34,00; 29,75; y 29,25 respectivamente) se agrupan en el grupo **B**. No hay diferencias significativas entre estas piscinas, pero sí con respecto a Piscina 1 (que está en el grupo A) y las siguientes piscinas con medias más bajas.
- **Piscinas 3, 9, 5, 6, 4** (con medias de 28,25; 28,25; 25,75; 25,50; y 24,50) se agrupan en el grupo **B C**, lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellas, pero sí con respecto a Piscina 1 y las piscinas en el grupo B.
- **Piscina 8** tiene la media más baja (19,50) y pertenece al grupo **C**, lo que significa que es significativamente diferente de todas las demás piscinas.

Conclusión:

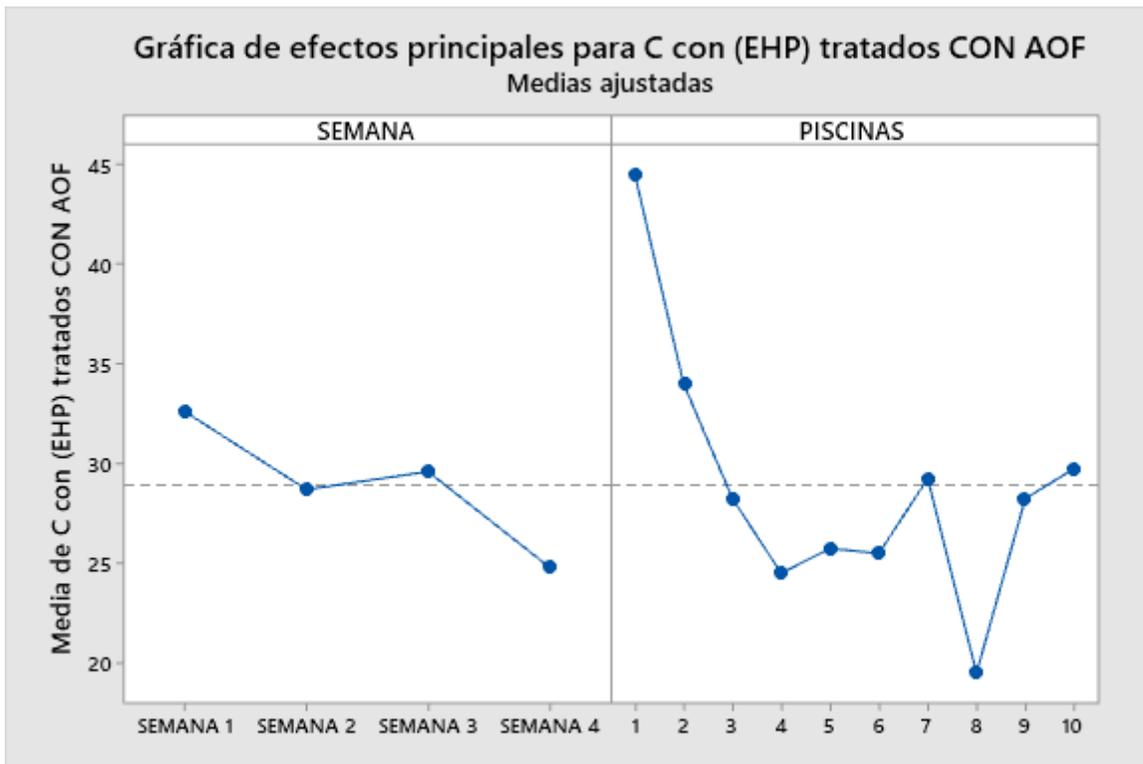
- **Piscina 1** es la única piscina que muestra niveles significativamente más altos de EHP, mientras que las piscinas en los grupos **B** y **C** tienen niveles más bajos.
- **Piscinas 2, 10, 7** son significativamente diferentes de Piscina 1, pero no se diferencian entre sí.
- Las piscinas **3, 9, 5, 6, 4** muestran niveles de EHP similares, pero significativamente más bajos que Piscina 1.
- **Piscina 8**, con el nivel más bajo de EHP, es significativamente diferente de todas las demás piscinas.

Resumen:

- **Semana:** SEMANA 1 muestra niveles significativamente más altos de EHP en comparación con SEMANA 4, mientras que SEMANA 3 y SEMANA 2 tienen medias intermedias y no se diferencian significativamente entre sí.
- **Piscinas:** Piscina 1 es la que tiene el mayor nivel de EHP, mientras que Piscina 8 tiene el nivel más bajo. Las piscinas 2, 10, y 7 tienen niveles intermedios, pero no se diferencian significativamente entre ellas.

Estos resultados sugieren que el tratamiento de **Formicin** para el control de *Enterocytozoon hepatopenaei* (EHP) tiene un efecto variable dependiendo de la **piscina**, pero no muestra una variabilidad importante entre las **semanas**. Es relevante analizar qué factores podrían estar influyendo en las diferencias entre piscinas, ya que este aspecto tiene un impacto más significativo que el tiempo.

Gráficas factoriales para C con (EHP) tratados CON AOF



Autor: Jasson Vera

Formicin es un producto inocuo, germicida, fungicida y su dosificación, puede ser aplicado de forma consecutiva por lo que no requiere tiempos de suspensión, sus componentes son (Ácido Propionico + Formaldehido), estabilizado por reacción alcalina con concentración de 20%. Es utilizado para la eliminación de bacterias de origen patógeno sean gram positivas o gram negativas, partículas virales y protozoos por medio de la suministración en el alimento balanceado del animal, actúa mediante el atravesamiento de la pared celular de las bacterias y dentro del citoplasma suelta iones de iones hidrogeno que reducen el pH. Favorece la multiplicación de la flora benéfica del intestino del camarón y reduce la multiplicación de bacterias patógenas (AgroAndres , 2024).

Objetivo #3

1.8.7 Analizar el impacto del uso de probióticos y ácidos orgánicos en el rendimiento productivo del camarón.

Tabla 18. Datos de tratamientos HGS-7 y Formicin

Bloque	Tratamiento	Producción en libras
1	HGS-7	10493
1	FORMISIN	4241.69
2	HGS-7	3247.2
2	FORMISIN	7267.32
3	HGS-7	31402.8
3	FORMISIN	1346.4
4	HGS-7	6138
4	FORMISIN	6758.4
5	HGS-7	6019.2
5	FORMISIN	2025.16
6	HGS-7	4039.2
6	FORMISIN	2333.42
7	HGS-7	7785.6
7	FORMISIN	3825.36
8	HGS-7	1425.6
8	FORMISIN	8061.24
9	HGS-7	5412
9	FORMISIN	4235.4
10	HGS-7	34650
10	FORMISIN	9966.64

Autor: Jasson Vera

Interpretación y análisis:

1. Comparación de medias:

- La **media de producción** es considerablemente más alta para **HGS-7** (12,411.84 libras) que para **FORMISIN** (5,639.73 libras), lo que sugiere

que, en promedio, **HGS-7** genera más producción en libras que **FORMISIN**.

2. **Desviación estándar:**

- La **desviación estándar** de **HGS-7** (11,194.25) es más alta que la de **FORMISIN** (2,511.71), lo que indica que la producción bajo **HGS-7** es más variable. Esto podría deberse a que algunas piscinas bajo **HGS-7** tienen producciones extremadamente altas, como el valor de 34,650 libras.

3. **Mediana:**

- La **mediana** de **HGS-7** (6,078.6 libras) también es mayor que la de **FORMISIN** (4,238.55 libras), lo que refuerza la idea de que, en general, **HGS-7** tiende a tener una mayor producción.

4. **Rango:**

- El **rango** para **HGS-7** (33,224.4 libras) es considerablemente mayor que el de **FORMISIN** (8,620.24 libras). Esto confirma que en **HGS-7** existe una mayor diferencia entre la producción más baja y más alta.

5. **Máximos y Mínimos:**

- Aunque los valores máximos son elevados en ambos tratamientos (34,650 libras en **HGS-7** y 9,966.64 libras en **FORMISIN**), el valor más bajo de **HGS-7** (1,425.6 libras) es similar al mínimo de **FORMISIN** (1,346.4 libras).

Discusión

Los camarones infectados no presentan síntomas extremos en poco tiempo, estos se presentan en unos meses lo que al momento estos crustáceos se ven de manera normal, es por tal motivo que la vigilancia periódica es esencial para garantizar que los animales que parecen normales estén libres de EHP.

El descubrimiento temprano de EHP en camarones asintomáticos pueden impulsar una intervención oportuna, el realizar cambio de agua para eliminar las heces y liberar las esporas de EHP, nos ayudará a que el camarón vaya creciendo con normalidad sin síntomas hasta que sea el momento de la cosecha.

Según (Tang et al. en 2016) se analizan muestras de camarón blanco del Pacífico *Penaeus vannamei* procedentes de granjas en Venezuela. La recolección se hace de poblaciones de camarones que muestran signos de enfermedad, específicamente grandes variaciones en tamaños y crecimiento reducido, aplicándose procedimientos de diagnóstico de rutina, incluidos análisis de PCR y exámenes histológicos.

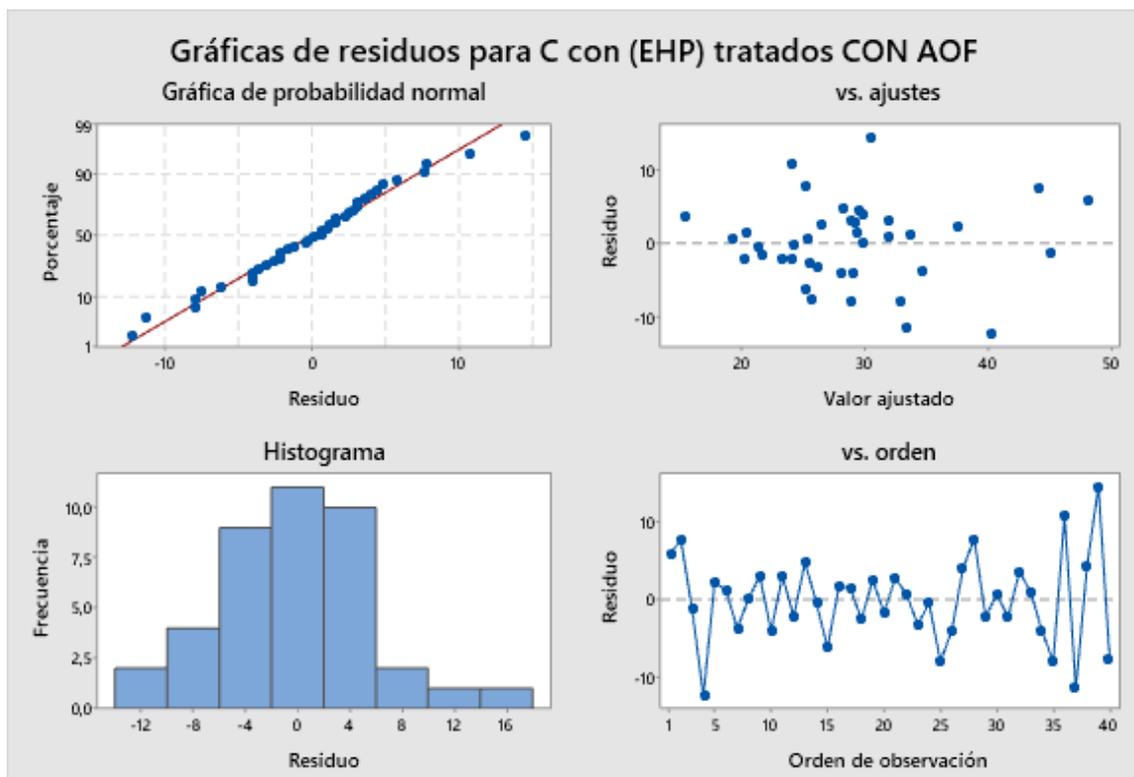
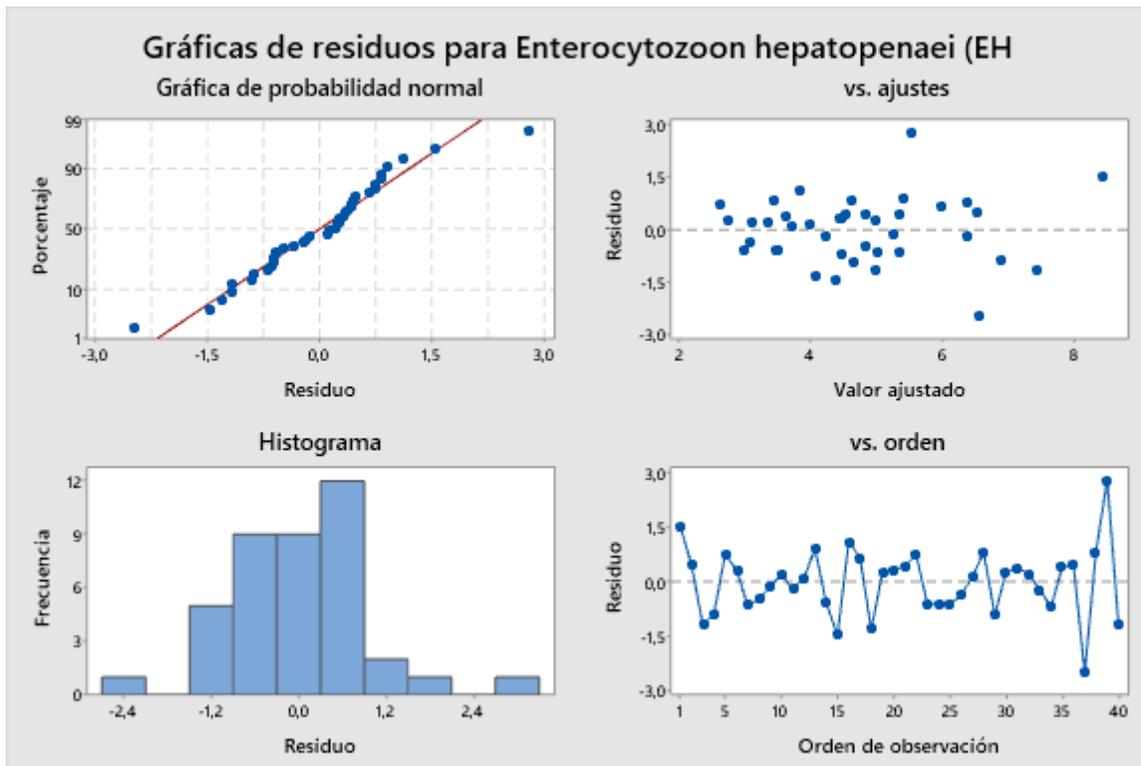
La necesidad de abordar la microsporidiosis hepatopancreática en *Penaeus vannamei* con herramientas analíticas innovadoras se hace evidente ante la complejidad y el impacto de la enfermedad en la acuicultura.

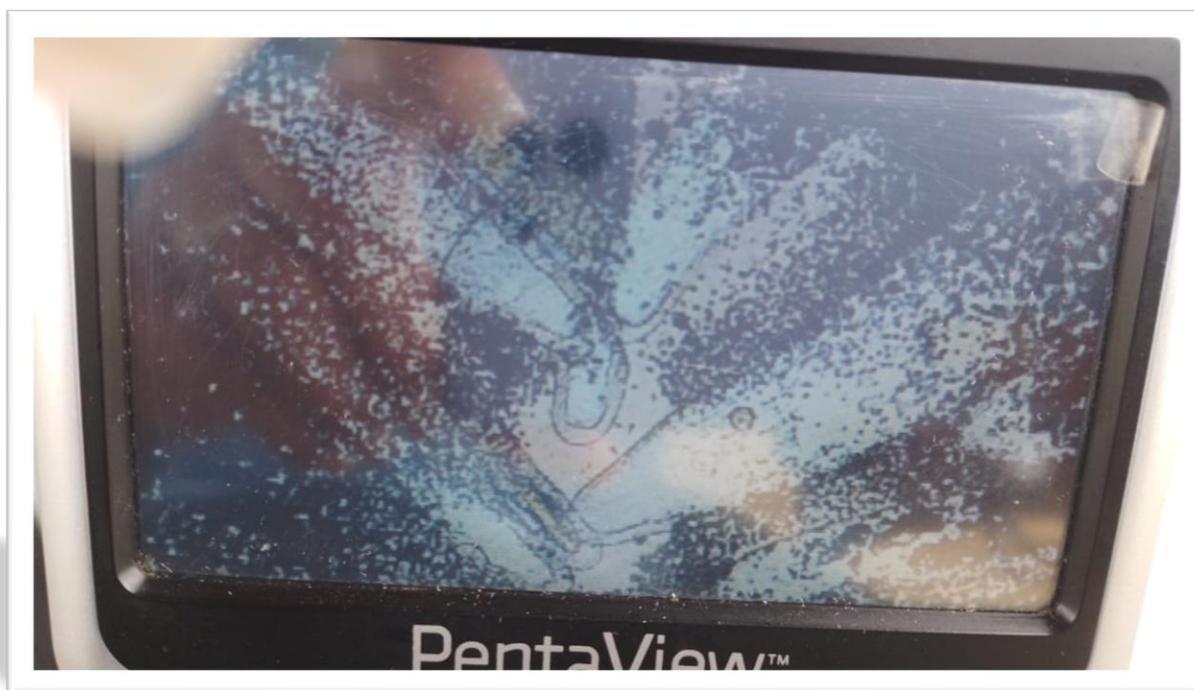
Conclusión:

Enterocytozoon hepatopenaei (EHP) es el agente de la microsporidiosis hepatopancreática en camarones cultivados, constituyendo un microsporidio intracelular obligado formador de esporas que se replica dentro del citoplasma de las células epiteliales de los túbulos en el hepatopaneas. EHP se asocia con un retraso significativo en el crecimiento del camarón que puede no ser claramente evidente hasta el segundo mes de cultivo.

El tratamiento **HGS-7** parece ser más efectivo en términos de producción, con un mayor promedio y mayor dispersión, lo que sugiere que podría haber un mayor potencial de rendimiento, pero también una mayor variabilidad en los resultados. En comparación, FORMISIN muestra un comportamiento más consistente, aunque con una producción promedio más baja. Esta información puede ser útil para la toma de decisiones sobre qué tratamiento utilizar dependiendo de los objetivos específicos del proyecto (por ejemplo, mayor consistencia versus mayor potencial de producción).

Anexos





3. Bibliografía

- AgroAndres . (2024). *Formicyne Gold*. Recuperado el 24 de 03 de 2024, de agroandres:
<https://agroandres.com.ec/producto-agropecuario/acidos-organicos/formicyne-gold/>
- AQUAFARMS. (05 de Junio de 2023). *RBK AQUAFARMS*. Obtenido de
<https://rbkaquafarms.com/articulo-camaronicultura/>
- Aquaprime. (2023). *Aquaprime S.A* . Obtenido de <https://aquaprimesa.com/producto/aquablend-c-2kg/>
- Aquaxcel. (25 de Octubre de 2023). La importancia de una correcta alimentación en las etapas juveniles del cultivo de camarón. *Panorama acuicola* . Obtenido de
<https://panoramaacuicola.com/2023/10/25/la-importancia-de-una-correcta-alimentacion-en-las-etapas-juveniles-del-cultivo-de-camaron/>
- bioaquafloc. (19 de junio de 2018). Obtenido de <https://www.bioaquafloc.com/que-es-el-langostino-o-camaron-vannamei/>
- Boyd, C. E. (08 de Abril de 2019). *Global Seafood*. Obtenido de
<https://www.globalseafood.org/advocate/la-preparacion-del-estanque-de-camarones-es-crucial-para-la-produccion-y-prevencion-de-enfermedades/>
- BRF. (19 de Julio de 2024). *Brfingredients*. Obtenido de
<https://www.brfindredients.com/es/blog/posts/enfermedades-comunes-en-camarones-causas-y-tratamientos/>
- Carreño, A. (Enero de 2019). *DSpace*. Obtenido de
<https://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/261>
- CONAPESCA. (16 de Marzo de 2018). *Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable* . Obtenido de
https://www.gob.mx/cms/uploads/action_program/main_image/19194/post_Camar_n_d_el_Pac_fico.jpg
- Domínguez, N. (30 de ENERO de 2021). *CONABIO*. Obtenido de Inaturalist:
<https://mexico.inaturalist.org/taxa/209119-Litopenaeus-vannamei>
- Dubaska. (17 de Febrero de 2023). Obtenido de <https://molinoschampion.com/preparacion-de-los-estanques-para-la-cria-de-camarones/>
- Eun Han, J., Chan Lee, S., Seul Chan, P., & Le Groumellec, M. (23 de septiembre de 2019). *globalseafood*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/el-microsporidio-perezia-sp-y-la-enfermedad-de-algodon-del-camaron/>

- FAO. (2009). Recuperado el 16 de 02 de 2024, de https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/l1129m/file/es/es_whitelegshrimp.htm
- FAO. (2010). *Estudio mundial sobre las pesquerías del camarón*. Documento Técnico de Pesca. No. 475., Roma. Recuperado el 15 de 02 de 2024, de <https://www.fao.org/4/i0300s/i0300s00.htm>
- Figueredo, A., Fuentes, J., Cabrera, T., León, J., Patti, J., Silva, J., . . . Marcano, N. (22 de Enero de 2020). Bioseguridad en el cultivo de camarones penaeidos : una revisión Biosecurity on penaeid shrimp farming: A review. *AquaTechnica*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8274477>
- Gonzabay , N., & Harold, F. (13 de Julio de 2022). *repositorio*. Obtenido de repositorio: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8126>
- Gonzabay, F. H. (2022). *repositorio*. Obtenido de repositorio: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8126/1/UPSE-TBM-2022-0014.pdf>
- Gonzaga, A. J. (2020). *Plan de exportación de camarón blanco (Litopenaeus vannamei) desde Ecuador hacia el mercado japonés*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano , Honduras. Recuperado el 13 de 02 de 2024, de <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2800407d-ac8d-4a8b-a4ed-aa4d12ab3014/content&ved=2ahUKewiAhYDe2qCHAxXPtYQIHW4FCRoQFnoECB0QAQ&usg=AOvVaw3XvXvXLtno-Zs7NRIzxN6U>
- Gonzales , R. (07 de Agosto de 2023). *Ecimed*. Obtenido de <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/download/3344/1532>
- González Salas, R., Vidal del Río, M., Medina Valencia, M., & Jaramillo López, M. (2023). Revisión bibliográfica sobre microsporidiosis hepatopancreática en camarón blanco penaeus vannamei: una enfermedad emergente actual. *Salud, Ciencia y Tecnología*. Obtenido de <https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct/article/view/601/1481>
- Gonzalez Calero, A. A. (2019). *Importancia del reconocimiento de las enfermedades producidas por hongos durante el cultivo del camarón blanco litopenaeus vannamei*. Machala: Machala : Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14667>
- González Salas R, V. d. (20 de Diciembre de 2023). *alud, Ciencia y Tecnología* . Obtenido de Revisión bibliográfica sobre microsporidiosis hepatopancreática en camarón blanco penaeus vannamei: una enfermedad emergente actual.: <https://sct.ageditor.ar/index.php/sct/article/view/319>
- Higuera Zúñiga, J. I. (julio de 2020). *researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Etapas-de-crecimiento-en-el-ciclo-de-vida-del-camaron-A-huevo-B-estadios_fig1_349255964

- Jory, D. (08 de abril de 2019). *Global Seafood*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/wp-content/uploads/2019/03/BOYD-shrimp-pond-Pic-0-960x720.jpg>
- Jory, D. (23 de septiembre de 2019). *globalseafood*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/el-microsporidio-perezia-sp-y-la-enfermedad-de-algodon-del-camaron/>
- Jory, D. E. (16 de 07 de 2018). *La producción actual, desafíos y el futuro del cultivo del camarón*. Recuperado el 16 de 02 de 2024, de globalseafood: <https://www.globalseafood.org/advocate/la-produccion-actual-desafios-y-el-futuro-del-cultivo-del-camaron/>
- Lavilla, C. (2021). *Genics*. Obtenido de <https://genics.com.au/wp-content/uploads/2023/04/EHP-Education-Flyer-Espanol.pdf>
- maps, g. (2024).
- Martínez. (27 de Junio de 2022). *acuicultura*. Obtenido de <http://cedconsultoria.net/2022/06/27/morfologia-y-anatomia-del-litopenaeus-vannamei/>
- Megasupply. (2023). *megasupplyargentina*. Obtenido de <https://www.megasupplyargentina.com/laboratorio-peces/epicin-pills/>
- Molinos Champion. (15 de 05 de 2019). *Las enfermedades en la camaronicultura*. Recuperado el 15 de 02 de 2024, de molinoschampion: <https://www.molinoschampion.com/las-enfermedades-en-la-camaronicultura/>
- Moreira Zambrano, G. G., & Bastidas Sánchez, C. J. (2021). *Análisis de ciclo de vida del camarón cultivado de la especie litopenaeus vannamei en la provincia del Guayas*. Guayas: ESPOL. FIMCP. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52611>
- Neira Gonzabay, F. (13 de Julio de 2022). Análisis comparativo entre un monocultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*, y un policultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* y tilapia roja *Oreochromis sp.* *Repositorio UPSE*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8126>
- Nepropac. (2020). *División Acuícola*. Obtenido de <https://nepropac.com/producto/citropac-aqa/>
- Nlproinsu. (2021). *Nlproinsu soluciones para la acuicultura*. Obtenido de Labsolutions S.A: <https://nlproinsu.com/productos/protec/#:~:text=PROTEC%20es%20un%20producto%20de%20controlar%20pat%C3%B3genos%20bacterianos%20y%20virus.>
- Osorto, B. (02 de Febrero de 2021). *Genially*. Obtenido de <https://view.genially.com/6019b4065cc6580da7b0c050/interactive-image-anatomia-interna-y-externa-del-camaron>
- Piedrahita, Y. (23 de Julio de 2018). *Global Seafood Alliance*. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/la-industria-de-cultivo-de-camaron-en-ecuador-parte-1/>

- Reyes Mero, A. Y. (2021). *Principales agentes infecciosos asociados al cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei* reportados en Ecuador durante el periodo 2010-2021*. Santa Elena: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6640/1/UPSE-TBI-2021-0016.pdf>
- Rivera, G. (04 de Noviembre de 2016). *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312056484_Uso_de_acidos_organicos_en_cultivo_de_camaron_en_Ecuador
- Sanzime, B. (16 de octubre de 2024). *Biológicos Sanzime*. Obtenido de <https://www.sanzymebiologics.com/es/aquaculture/probiotics-in-shrimp-farming/>
- Saúl. (13 de Julio de 2021). *MolinosChapion*. Obtenido de <https://molinoschampion.com/como-es-el-ciclo-de-vida-de-los-camarones/>
- Varela Mejias , A., & Peña, N. (Enero de 2019). *ResearchGate*. Obtenido de *Microsporidiosis hepatopancreática causada por EHP en camarones de cultivo*: https://www.researchgate.net/publication/343639585_Microsporidiosis_hepatopancreatica_causada_por_EHP_en_camarones_de_cultivo