

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN, León.

Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias

Departamento de Acuícola

Carrera de Ingeniería Acuícola



Monografía de tesis para optar al grado de Ingeniero Acuícola.

Comparación del ritmo de crecimiento y sobrevivencia de *Litopenaeus vannamei* en sistema semi intensivo aplicando probióticos EPICIN 2G vs probiótico natural fermentado en la Granja Camaronera La Viejana (Febrero-Mayo 2021).

Autores:

- Br. Gabriela Nohemí Amaya Malta.
- Br. Eva Magdalena Salinas Terán.

León, Mayo del 2021.

“A La Libertad por la Universidad.”

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN, León

Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias

Departamento de Acuícola

Carrera de Ingeniería Acuícola



Monografía de tesis para optar al grado de Ingeniero Acuícola.

Comparación del ritmo de crecimiento y sobrevivencia de *Litopenaeus Vannamei* en sistema semi intensivo aplicando probióticos EPICIN 2G vs probiótico natural fermentado en la Granja Camaronera La Viejana (Febrero-Mayo 2021).

Autores:

- Br. Gabriela Nohemí Amaya Malta.
- Br. Eva Magdalena Salinas Terán.

Tutor:

- Lic. Brenda Yaneth Quintana Martinez.

Asesor:

- Ing. Cristhian Cruz Rosas.
- Msc. Grethel Hernández.

León, Mayo del 2021.

“A La Libertad por la Universidad.”

RESUMEN.

El presente estudio se realizó en la Granja camaronera Semi-intensiva La Viejana ubicada en el Estero Real sector de dos aguas grandes. El objetivo de esta investigación consistió en comparar ritmo de crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus vannamei*, aplicando dos tipos de probióticos EPICIN G2 y probiótico natural a base de fermento. El experimento se realizó en 2 dispositivos experimentales (estanque 1 con 2, 200,000 pl; estanque 2 con 1, 670,000 pl) y frecuencia de alimentación 2 veces al día (mañana y tarde) sin alimentar los domingos (ayunos); se utilizó tabla de campo a los 30 días de cultivo cuando los organismos pesaban 1.5gr para el estanque 1 y 1.3gr para el estanque 2. Durante 11 semanas se tomó una N=100 para el pesaje de los organismos que eran capturados de distintos puntos del estanque, para luego realizar el pesaje individual en una balanza gramera. Semana de por medio se realizaron exámenes macroscópicos a las 6:00am con el propósito de observar la coloración que los organismos estaban tomando al aplicar el probiótico natural, su crecimiento, si su intestino estaba lleno o no, o si presentaban indicios de alguna enfermedad. Al finalizar las 11 semanas de estudio se obtuvo un peso final de 15.8gr para el estanque 1 y 16 gr para el estanque 2: todos los pesos obtenidos durante las 11 semanas se evaluaron en el programa T-STUDENT tras la prueba de muestras independientes la cual comprobó que no hubo diferencias significativas de peso en ambos estanques ($0.940 > 0.05$). El crecimiento acumulado se obtuvo en orden ascendente E1: 1.07gr, E2: 1.08gr. Los valores de FCA culminaron E1: 1.6, E2:1.5. El porcentaje de sobrevivencia estuvo pareado en ambos estanques culminando ambos con un porcentaje de 40% de sobrevivencia.

DEDICATORIA.

Primeramente a Dios por haberme brindado vida, salud, inteligencia, sabiduría y sobretodo Perseverancia en todo el recorrido que he tenido como estudiante para así poder realizar con éxito mi tesis desde su inicio hasta el final.

A mi hija Camila Miranda Amaya por demostrarme otra perspectiva de la vida.

A mi madre Marcela Malta, a mis abuelos Carmen Pérez y Adolfo Malta porque gracias a su amor y dedicación me dieron valores, consejos y sobretodo fuerza para lograr la finalización de mis estudios universitarios, gracias por su apoyo incondicional tanto moral como económico para alentarme a culminar una carrera universitaria y así ser un profesional de bien y poder cumplir uno de mis sueños.

Al Ing. Cristhian Cruz Rosas por apoyarnos con conocimientos y financiamiento económico que nos brindó para que esta investigación de tesis se hiciese posible y a mis maestros que a lo largo de estos años de estudios han aportado importantes conocimientos que nos ayudaron a crecer en el campo de nuestra carrera.

Por ultimo a mis amigos, a Eva Salinas por ser buena compañera y amiga a lo largo de la carrera, gracias por formar parte de este equipo de investigación.

Gabriela Nohemí Amaya Malta.

DEDICATORIA.

Este trabajo investigativo lo dedico primeramente, a Dios por ser el dador de la vida, por haberme dado salud, inteligencia, sabiduría y mucha constancia en todo este recorrido que he emprendido como estudiante y sobre todo poder realizar con éxito mi tesis desde su inicio hasta el final.

A mis padres Néstor Salinas y Eva Terán y a mi hermano. Que gracias a sus sacrificios, amor y valores. Así mismo por siempre darme fuerzas, ánimo y consejos para poder llegar a cumplir con cada uno de mis propósitos y por estar ahí cuando he tenido un problema. Gracias a ellos logré la finalización de mis estudios universitarios, por su apoyo incondicional en todo momento tanto de manera moral como económica al alentarme para perseverar y culminar una carrera universitaria y poder ser un profesional de bien.

A Cristhiam Cadenas (Q.D.E.P), que fue un gran apoyo incondicional y emocionalmente, ayudándome en momentos difíciles que pase a lo largo de la carrera.

A mis abuelas materna, paterna y tías por su cariño, consejos, apoyo incondicional y económico.

Al Ing. Cristhian Cruz Rosas por apoyarnos con conocimientos y financiamiento económico que nos brindó para que esta investigación de tesis se hiciese posible y a mis maestros que a lo largo de estos años de estudios han aportado importantes conocimientos que nos ayudaron a crecer en el campo de nuestra carrera.

Por ultimo a mis amigos y a Gabriela Amaya por ser una buena amiga y compañera a lo largo de la carrera, gracias por ser parte de este equipo de investigación.

Eva Magdalena Salinas Terán.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios nuestro señor por ser una inagotable fuente de inspiración y consuelo cuando estábamos pasando por momentos difíciles y por permitirnos finalizar este trabajo investigativo.

A nuestros padres que incondicionalmente están con nosotros apoyándonos moral, emocional y económicamente a lo largo de toda nuestra vida y dándonos los mejores consejos que nos son útiles para mejorar como hijos y profesionales.

A nuestra tutora de tesis, Lic. Brenda Yaneth Quintana Martínez, por habernos guiado y ayudado durante toda la realización de nuestra tesis. También agradecemos por todas sus enseñanzas y consejos que aportaron de forma positiva en nuestra formación profesional y personal.

Al nuestros asesores Ing. Cristhian Cruz Rosas y Msc. Grethel Hernández por su excelente desempeño su valiosa colaboración, aportes de su conocimiento, compromiso y paciencia que hicieron posible la realización de este trabajo.

A los demás maestros por ser las personas que nos prepararon en estos 5 años de nuestros estudios universitarios y por darnos los conocimientos y las herramientas adecuadas para enfrentarnos a un mundo laboral.

Y a todas aquellas personas que de alguna forma brindaron su ayuda y han contribuido con la ejecución de esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos:.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Importancia de la camaronicultura en Nicaragua.....	4
3.2 Características del camarón <i>Litopenaeus Vannamei</i> :.....	4
3.3 Habilidad y ciclo natural del <i>Litopenaeus Vannamei</i>	5
3.4 Morfología Externa.....	6
3.5 Morfología Interna.....	7
3.6 Sistemas de producción.....	9
3.6.1 Sistema extensivo.....	10
3.6.2 Sistema semi-intensivo.....	10
3.6.3 Sistema intensivo.....	10
3.7 Requerimientos nutricionales del <i>Litopenaeus vannamei</i>	11
3.7.1 Esencia nutricional.....	11
3.7.2 Proteínas y aminoácidos.....	11
3.7.3 Lípidos y carbohidratos.....	12
3.7.4 Minerales y Vitaminas.....	13
3.7.5 Ingredientes no-nutricionales del alimento.....	14
3.8 Parámetros Físicos y Químicos.....	15
3.9 Probióticos.....	16
3.9.1 Mecanismo de acción de los probiótico.....	16
3.9.2 Uso de probióticos en camarón y otros cultivos.....	17
3.9.3 Características o ventajas del probiótico.....	17
3.9.4 Entre las ventajas del uso de probióticos en la acuicultura se consideran.....	18
3.10 Aquamimicry.....	18
3.10.1 Uso de Aquamimicry en un cultivo de camarón.....	19

IV. DISEÑO METODOLÓGICO:	21
4.1 Tipo de estudio; estudio experimental.....	21
4.2 Diseño general del estudio.....	21
4.3 Definiciones Operacionales.	21
4.4 Unidad de análisis.	22
4.5 Tratamientos.....	22
4.6 Materiales y preparación del probiótico natural a través de fermento.	22
4.7 Análisis y duración del experimento.	22
4.8 Otras variables a evaluar.....	23
4.9 Cálculo de ritmo de crecimiento.	23
4.10 Supervivencia (%).	23
4.10.1 Supervivencia.	23
4.11 Manejo de los datos.	24
V. RESULTADOS.....	25
VI. DISCUSIÓN.	29
6.1 Caracterización preliminar del estudio.	29
6.2 Comportamiento del ritmo de crecimiento y supervivencia del <i>Litopenaeus vannamei</i> en los estanques 1 y 2.	29
6.3 Factor de conversión alimenticia.....	30
VII. CONCLUSIÓN.....	31
VIII. RECOMENDACIONES.	32
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	33
X. ANEXOS.....	38

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Taxonomía del <i>Litopenaeus vannamei</i>	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Anatomía del camarón.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Rangos óptimos de parámetros físicos-químicos para el cultivo de camarón.....	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Ciclo vital de un camarón <i>Litopenaeus vannamei</i> típico: 1: maduración y reproducción, 2: nauplio, 3: protozeas, 4: mysis, 5: postlarvas, 6: juveniles, 7: adulto. (Boschi, 2014).....	6
Figura 2. Morfología externa del camarón <i>Litopenaeus vannamei</i> .(GRANMAR, 2007)	6
Figura 3. Crecimiento semanal de <i>Litopenaeus vannamei</i> en estanques 1 y estanque 2.....	25
Figura 4. Crecimiento acumulado de camarón blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> en estanque 1 y estanque 2.	26
Figura 5. Valores de Conversión alimenticia en cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> estanques 1 y estanque 2.....	27
Figura 6. Valores de porcentajes de sobrevivencia en cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> estanques 1 y estanque 2.	28

I. INTRODUCCION.

La camaronicultura en Nicaragua se ha caracterizado por tener un acelerado crecimiento y una rápida expansión económica, circunstancia que ha incidido en la intensificación de los sistemas de producción; Sin embargo, durante los últimos 20 años los productores de camarón han sufrido enormes pérdidas económicas, debido al incremento de enfermedades que afectan su producción y exportación, lo que ha llevado a los productores a la búsqueda de nuevas alternativas que solucionen estos problemas, incluyendo la reducción del impacto que estos cultivos puedan tener sobre el ambiente.

A lo largo del tiempo los productores pensaron que el uso de agentes químicos (antibióticos, terapéuticos) era la mejor alternativa para prevenir y controlar las enfermedades en el cultivo de camarón aun sin tener en cuenta los efectos adversos de los mismos, tanto para el cultivo con la resistencia de bacterias e incluso afectaciones en la salud humana. (Gutierrez, 2013)

Algunos estudios en diferentes partes del mundo demostraron la existencia de tecnologías limpias que permitieran disminuir la pérdida potencial de los productores, el riesgo en el consumo, y su impacto en el ambiente.

Diversos autores han implementado tecnologías limpias como el uso de probióticos en la acuicultura, ya que estos son definidos como “microorganismos con efectos benéficos sobre el hospedero, ayudando al cultivo del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a incrementar el índice de valor nutricional, aumentar la supervivencia y disminuir enfermedades mediante la inhibición del crecimiento de bacterias, mantener y mejorar la calidad del agua con la reducción de concentraciones de amonio, nitrito y nitrato en el agua y disminuir la carga elevada de materia orgánica. (Gutierrez, 2013)

El Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. en La Paz Baja California, Sur durante el año 2012 realizaron un estudio el cual consistió en el aislamiento de diferentes cepas de bacillus del intestino de camarones sanos provenientes de etapas larvarias y de engorde realizando diferentes ensayos de

hemolítica, pruebas de antagonismo a *vibrios* patógenos y su adhesión al moco intestinal. Como resultado de este estudio se obtuvo actividad antagónica contra *Vibrio campbelli*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*; así como un aumento de sobrevivencia en etapa larval y en etapa juvenil se demostró que tras la aplicación de dos tipos de probióticos se multiplica la microbiota intestinal de camarones aumentando la resistencia a enfermedades o patógenos que puedan afectarlos. (CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C., 2012)

Otro estudio realizado por el Laboratorio de Bioquímica, Universidad de Camagüey, Cuba, 2018 que obtuvo por nombre Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones, nos explica que la camaronicultura es uno de los sectores más lucrativos y de mayor crecimiento a nivel mundial y que la prevención y control de los brotes se basa fundamentalmente en antimicrobianos que ayudan al desarrollo de resistencia. Es por ello que se recomienda la aplicación de probióticos que es un procedimiento versátil de amplios beneficios en la producción de camarón a nivel mundial. Obteniendo como resultado que los probióticos intervienen en los parámetros productivos del camarón relacionados con un mayor aprovechamiento de nutrientes, un sistema inmune potenciado y mayor supervivencia de los animales, pues mejora las condiciones del medio de cultivo y ofrecen ventajas para la expansión y perfeccionamiento de una camaronicultura sostenible. (Toledo A. , 2018)

Este experimento tuvo lugar en la granja semi intensiva La Viejana con el propósito de demostrar la actuación del cultivo de *Litopenaeus vannamei* en la comparación de dos tipos de probióticos, el EPICIN 2G y el probiótico natural a base de fermentos bajo la técnica de Aquamimicry o acuamimetismo.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General.

- Comparar el ritmo de crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus vannamei* en los estanques 1 y 2 con la aplicación de dos tipos de probióticos, EPICIN 2G vs probiótico Natural a través de fermentos en la Granja Camaronera Semi-intensiva La Viejana (Febrero-Mayo 2021).

2.2 Objetivos Específicos:

- Elaborar el probiótico natural a través de fermentos en la granja camaronera semi-intensiva La Viejana.
- Analizar el ritmo de crecimiento del *Litopenaeus vannamei* cultivados en los estanques 1 y 2 de la granja camaronera Semi-intensiva La Viejana.
- Verificar la sobrevivencia del *Litopenaeus vannamei* durante su ciclo productivo de los estanques 1 y 2 de la granja camaronera semi-intensiva La Viejana.

III. MARCO TEÓRICO.

3.1 Importancia de la camaronicultura en Nicaragua.

Nicaragua inicio la acuicultura en la década de los 80, con acuicultura rural integrada. En la década de los 90, en un nuevo marco de economía del mercado y frente al auge de la actividad, registrado a nivel mundial, inversionistas nacionales y extranjeros iniciaron el cultivo de camarón en la zona Nor-occidental de Nicaragua, lugar donde previamente se habían identificado 38,000 hectáreas de potencial para dicho cultivo. (FAO, 2020)

Desde los años 90, el cultivo de camarón ha ido creciendo constantemente hasta tener en el 2004 aproximadamente 10,330 ha en producción, de las cuales el 60% son producidas por empresarios de forma semi-intensiva y un 40% por cooperativas, las que producen mayormente de forma extensiva. Esta área ha generado 5,657 millones de kilos de camarón para la exportación con un valor de 28633000 dólares (EE.UU.), el destino de la exportación es dirigido en un 53% hacia Estados Unidos y 45% hacia la Unión Europea.

Existe una tendencia de crecimiento continuo del cultivo del camarón, una intensificación y expansión de la piscicultura y existen investigaciones para diversificar hacia otras especies. El Gobierno de Nicaragua consideró la acuicultura como una de las prioridades de desarrollo para mitigar la pobreza y generar crecimiento económico. (FAO, 2020)

3.2 Características del camarón *Litopenaeus Vannamei*:

Los camarones son artrópodos pertenecientes a la clase crustácea, son organismos mandibulados con apéndices birrameos articulados, con dos pares de antenas, branquias, caparazón, presentan larva nauplios y son de hábitos acuáticos, poseen un gran potencial reproductivo, ya que las hembras pueden desovar hasta un millón de huevecillos. (ANIMAPEDIA, 2018)

Tabla 1. Taxonomía del Litopenaeus vannamei (Yackelin, 2014).

Phylum	<i>Arthropoda</i>
Clase	<i>Crustacea</i>
Orden	<i>Decapoda</i>
Suborden	<i>Dendrobranchiata</i>
Familia	<i>Penaeoidea</i>
Genero	<i>Penaeus</i>
Especie	<i>Vannamei</i>

3.3 Habitad y ciclo natural del Litopenaeus Vannamei.

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. El Litopenaeus Vannamei se encuentra en habitas marinos tropicales, los adultos viven y se reproducen en mar abierto, mientras que la postlarva migra a las costas a pasar la etapa juvenil, la etapa adolescente y pre adulta en estuarios, lagunas costeras y manglares, los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g en una edad de entre 6 y 7 meses, cuando el Litopenaeus Vannamei pesa entre 30 y 45 g, libera entre 100,000 y 250,000 huevos de aproximadamente 0,22 mm de diámetro. (FAO, 2020)

La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización, en la primera etapa, la larva, denominada nauplio, nada intermitentemente y es fototáctica positiva. Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria, las siguientes etapas larvianas (protozoa, mysis y postlarva temprana respectivamente) continúan siendo planctónicas por algún tiempo, se alimentan del fitoplancton y del zooplancton y son transportados a la costa por las corrientes mareales. Las postlarvas (PL) cambian sus hábitos planctónicos unos 5 días después de su metamorfosis a PL, se trasladan a la costa y empiezan a alimentarse de detritos bénticos, gusanos, bivalvos y crustáceos. (FAO, 2020)

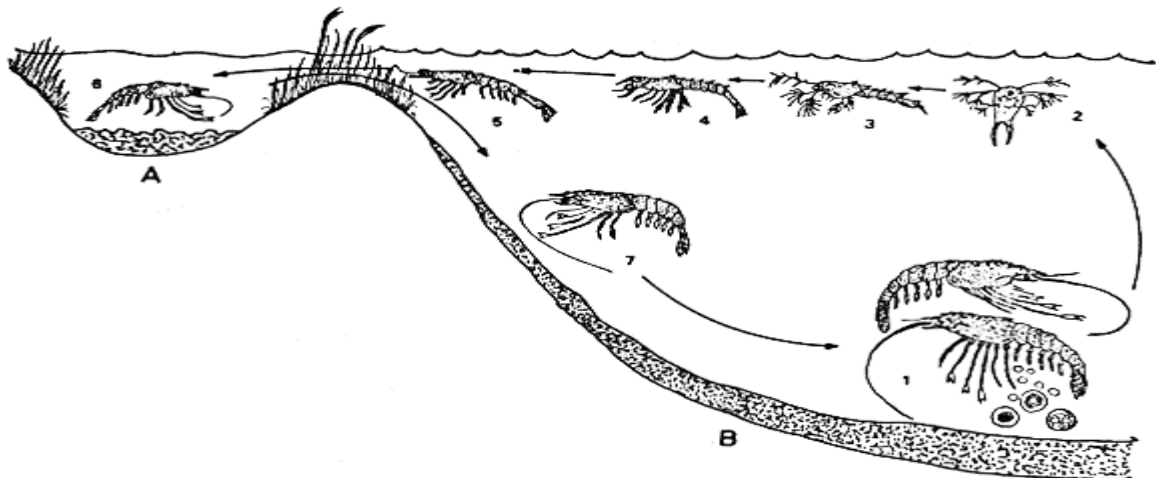


Figura 1. Ciclo vital de un camarón *Litopenaeus vannamei* típico: 1: maduración y reproducción, 2: nauplio, 3: protozoas, 4: mysis, 5: postlarvas, 6: juveniles, 7: adulto. (Boschi, 2014)

3.4 Morfología Externa.

La familia *penaeidae* está integrada por crustáceos menores que poseen un cuerpo alargado y sub-cilindrico (ligeramente) comprimido lateralmente), abdomen grande y una nadadera caudal constituida por el telson y el último par de apéndices del abdomen, llamados urópodos, la parte anterior del cuerpo se llama cefalotórax y está cubierta por un caparazón muy desarrollado que presenta en su parte antero inferior una prominencia plana, alargada y aserrada terminada en punta, denominada rostro. (GRANMAR, 2007)

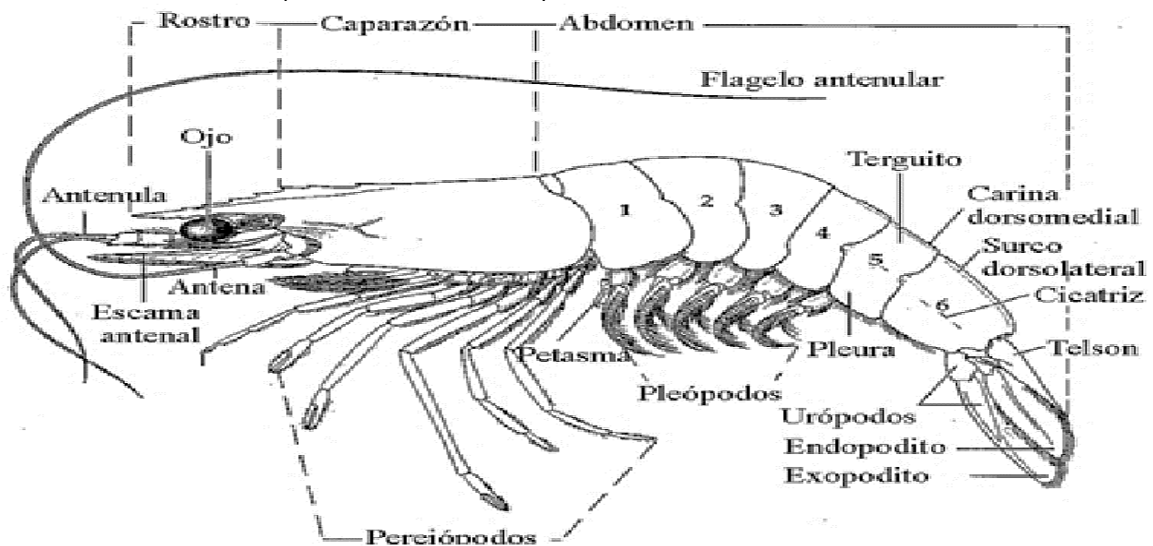


Figura 2. Morfología externa del camarón *Litopenaeus vannamei*.(GRANMAR, 2007)

Empezando por el extremo anterior, presenta las siguientes estructuras y apéndices: pedúnculo ocular en el extremo del cual están los ojos, las anténulas que son cortas, la escama antenal y la antena, las cuales son el exopodio y el endopodio de un mismo apéndice respectivamente. Los tres pares de maxilípedos y los cinco pares de periópodos de los cuales solo tres de los primeros son quelados, la parte posterior del cuerpo se llama abdomen o pleon, constituida por seis segmentos, en cada uno de los cuales lleva apéndices nadadores llamados pleopodos y terminan con una estructura ya antes citada que es el telson. (GRANMAR, 2007)

3.5 Morfología Interna.

Los principales órganos son: 1) Órganos de la visión, 2) Aparato digestivo, 3) Aparato excretor, 4) Aparato reproductor, 5) Sistema neuro-endocrino.

Órganos de la visión: Muy relacionados a la función neuro-hormonal (glándulas X e Y). Aparato digestivo: Consta de una parte mecánica (labro, mandíbulas, maxilas, patas transformadas en apéndices masticadores), y otra digestiva (tubo digestivo y glándulas anexas [hepatopáncreas]). Boca: En la parte ventral y anterior entre las mandíbulas. Estómago: Estómago o molino gástrico con dos cavidades, el cardias y el píloro, en la primera se continúa la trituración de los alimentos y en la segunda ocurre la filtración de los mismos. Hepatopáncreas: órgano encargado de la Digestión, absorción y almacenamiento de Nutrientes (Gonzalez, 2012) Aparato excretor: Del tipo glandular (en la base de las escamas antenales), teniendo la salida al exterior mediante poros excretores, y una porción ventral encima del ganglio esofágico. (Gonzalez, 2012)

Aparato reproductor: Compuesto por glándulas pares y siempre los sexos son separados y sin inversión, en las hembras los ovarios están a lo largo del cuerpo y dorsalmente, mientras que en los machos los testículos se localizan también dorsalmente pero en el primer segmento abdominal, los cuales a través del canal deferente desembocan a la ampolla terminal, estructura en forma de esfera y colocada ventralmente también en el primer segmento abdominal, en cuyo interior se forma el espermatóforo.

Sistema neuro-endocrino: Del tipo anular (ganglios), con una cadena periesofágica y otra dorsal, conectadas a un cordón nervioso ventral, que inerva a todas las estructuras musculares y apendiculares, ahí descansan las glándulas X e Y, relacionadas con la muda, crecimiento, reproducción, desove, entre otras funciones. (Gonzalez, 2012)

Tabla 2. Anatomía del camarón. (BALNOVA, 2014).

Órgano/ Estructura	Función principal
<ul style="list-style-type: none"> • Músculo abdominal estriado • Antena • Complejo glandular antenal. • Anténulas • Exoesqueleto • Intestino anterior (boca, esófago y estomago) • Branquias • Hepatopáncreas 	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento de retroceso rápido para escape de depredadores. • Sensor táctil (detección de depredadora). • Excreción y balance osmótico. • Quimiorrecepción. • Soporte externo y barrera protectora. • Ingesta, masticación y almacenamiento temporal del alimento. • Respiración, excreción, osmorregulación, fagocitosis. • Digestión, absorción y almacenamiento de nutrientes.

<ul style="list-style-type: none"> • Órgano linfoide • Mandíbulas, palpos mandibulares y palpos • Branquiales • Intestino medio • Periópodos y pleopodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible entrapamiento de antígenos, fagocitosis • Sensores táctiles, escojo de partículas alimenticias • Movimiento del agua sobre las branquias. • Absorción y excreción. • Locomoción, Quimiorrecepción
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.6 Sistemas de producción.

Los sistemas de cultivo pueden ser de diferentes tipos: Extensivo, semi-intensivo, intensivo e hiper-intensivo. Dicha clasificación está acorde a la densidad y tecnificación (aireación, porcentaje de recambio de agua) entre otras, utilizada en la producción, el cultivo se desarrolla generalmente cerca de la línea de la costa donde se encuentra esteros, lagunas costeras y bahías, en zonas con una buena fuente de abastecimiento de agua, se usan estanques rústicos de tierra o forrados con geo-membrana de alta densidad, conocida como Lynner, cuyas dimensiones pueden variar entre 0,2 hasta 10 ha. Para el cultivo, la tasa de recambio de agua (TRA, en porcentaje) depende del sistema utilizado: extensivo 5 – 10%, semi-intensivo 10 – 20%, intensivo >20%.

La densidad de siembra también va de acuerdo al sistema de cultivo, Extensivo (4-10 PL/m²), semi-intensivo (10 - 30 PL/m²), intensivo (60 - 300 PL/m²) y el hiper-intensivo (300 - 450 PL/m²). Para la siembra se usan organismos con el tamaño, PL12 - PL15 el origen de la Postlarvas es nacional y generalmente producida en laboratorios. (Coto, 2009)

3.6.1 Sistema extensivo.

Se caracteriza por un bajo costo operacional y el empleo de bajas densidades de siembra, la alimentación que utilizan los animales es natural, es decir, la existente en el cuerpo de agua que generalmente es abundante, son organismos vivos de origen animal o vegetal (plancton en la columna de agua y bentos en el fondo). Sus rendimientos son bajos y su manejo técnico sencillo, es un cultivo no controlado es decir que está sujeto a las variaciones climáticas, al tipo suelo y calidad del agua, también interviene la explotación que se realiza del agua, se práctica en grandes cuerpos de agua. (Coto, 2009)

3.6.2 Sistema semi-intensivo.

Con este tipo de cultivo se incrementa la densidad de siembra, se utiliza fertilizantes, el manejo es sistemático y se pueden emplear alimentos de forma complementaria, generalmente se garantiza un uso adecuado de la cadena alimentaria presente en el agua, incrementada por la acción de los fertilizantes. (Coto, 2009)

3.6.3 Sistema intensivo.

Tiene como objetivo desarrollar una alta productividad y eficiencia económica, con especies de alto valor mercantil para la venta en frontera, para la exportación y evaluar la alternativa de cultivos en jaulas flotantes y raceways (canales de corriente rápida). Se utilizan altas densidades, fuerte circulación de agua, alimento artificial de calidad y equipos de aireación cuando las condiciones del cultivo lo requieren.

Cada sistema empleado, va en dependencia del lugar y la especie, tiene sus particularidades y manera de realizar el manejo y puede ser en mayor o medida intensificado, es decir introducir características de un sistema más sencillo a uno superior, de esta manera aplicando sistemas y técnicas acuícolas, la producción se convierte en renglón importante para la producción final de alimento proteico para la población, satisfaciendo sus necesidades actuales en constante crecimiento. Su intensidad y por ende sus resultados, depende de la especie, las

condiciones que tenemos socio ambientales y los recursos disponibles para el cultivo. (Coto, 2009)

3.7 Requerimientos nutricionales del Litopenaeus vannamei.

3.7.1 Esencia nutricional.

(Fox J, 2001) Aseguran que la nutrición del camarón es un asunto complejo porque sus requerimientos cambian a lo largo de sus ciclos de vida, por lo que las fórmulas deben ser específicas para cada ciclo, más aún los alimentos naturales suplementan a los manufacturados y los granjeros deben manejar los estanques como un ecosistema, y poner inputs que maximicen los beneficios de los alimentos naturales y manufacturados.

Las fuentes de nutrientes pueden variar, pero ciertos nutrientes son requeridos por todos los animales en crecimiento, y son conocidos como nutrientes esenciales o indispensables, un nutriente esencial es aquel que no puede ser sintetizado a un nivel requerido, para un normal crecimiento y mantenimiento. A pesar que la proteína es requerida para el crecimiento, no hay proteínas esenciales, sino aminoácidos esenciales (las proteínas están compuestas por aminoácidos), a pesar de que los carbohidratos (ej. harina de trigo) son fuentes de energía, no son carbohidratos esenciales, porque pueden ser derivados de varios ingredientes, almacenados y liberados a través de varios procesos metabólicos, además los lípidos de la dieta son otra fuente de energía y finalmente, están los ácidos grasos esenciales (componentes de lípidos), vitaminas y minerales. (Fox J, 2001)

3.7.2 Proteínas y aminoácidos.

Es común oír el término carnívoro y herbívoro usado para referirse a especies de camarón, estos términos son frecuentemente mal aplicados, un carnívoro es aquel cuya dieta proteica consiste primariamente en proteína animal sin embargo un herbívoro, en cambio, típicamente consume proteína de las plantas (ej. productores primarios tales como diatomeas bénticas), sin embargo, para algunos granjeros, un camarón es carnívoro porque requiere de un nivel relativamente alto de proteína en su alimentación. La proteína puede y es provista a través de una

amplia gama de fuentes dietéticas de la planta (ej. soya) y de animales ej. Harina de pescado.

La proteína es usualmente el nutriente más costoso y el rango de contenido proteico (referido como proteína cruda) en los alimentos va desde 18% hasta 45%, algunos de los requerimientos de proteína reportados en la literatura para varias especies de camarón son: *Farfantepenaeus aztecus*, 23-31%, *Farfantepenaeus californiensis*, 35%, *Farfantepenaeus duorarum*, 28-32%, *Farfantepenaeus indicus*, 43%, *Marsupenaeus japonicus*, > 60%, *F. merguensi*, 34-42%, *Penaeus monodon*, 35-50%, *Farfantepenaeus chinensis*, 40%, *Farfantepenaeus penicillatus*, 22-27% y *Litopenaeus setiferus*, 28-25%. La diferencia de contenido proteico es usualmente atribuida a las diferencias de requerimiento mostrada por las especies (se sabe que *Marsupenaeus japonicus* crece bien con dietas con altas concentraciones de proteína, mientras al *Litopenaeus vannamei* se le ofrece alimentos con bajos niveles de proteína aproximadamente 30-35%).

El requerimiento de proteína es frecuentemente mal empleado para denotar el contenido o nivel de proteína en el alimento, los nutricionistas reconocen que proveer la proteína adecuada implica tres factores: 1) requerimiento de aminoácidos esenciales, 2) digestibilidad general de proteínas dietéticas, 3) nivel de consumo del alimento. Hay poca información disponible sobre los requerimientos de aminoácidos esenciales para el camarón, las guías para incluir estos aminoácidos esenciales en los alimentos se han desarrollado por muchos años a través de ensayos y error. (Fox J, 2001)

3.7.3 Lípidos y carbohidratos.

La fuente de energía más adecuada para el alimento de camarón son los ingredientes con alta cantidad de carbohidratos, típicamente granos. Los azúcares altamente digeribles (ej. monosacáridos tales como glucosa) no son tan idóneos como fuentes de energía/carbohidratos, debido a los costos (ej. almidón de trigo) o asimilación reducida. La fuente de carbohidrato más adecuada para el camarón son los derivados de bajo costo, ingredientes prácticos ej. Harina de trigo, harina de calidad media y salvado de arroz.

La digestibilidad de los carbohidratos puede ser incrementada durante el proceso de elaboración del alimento, el contenido de energía digerible de alimentos extruidos (alta temperatura) puede ser mayor que el peletizado (temperatura menor), además ciertas fuentes de carbohidratos como harina de trigo pueden promover la hidroestabilidad del pellet y como tal servir como aglutinantes naturales. La extrusión de carbohidratos a temperaturas altas típicamente reduce la dependencia de aglutinantes costosos y como resultado, permite la reducción general del costo de los ingredientes en el alimento.

Los lípidos (aceites y grasas) son considerados fuentes de energía dietaria, pero su uso en la forma purificada es generalmente prohibitivo en costo, los lípidos generalmente sirven como fuente de energía y como attractante, fuentes de lípidos purificados (ej. aceites de pescado) son incluidos en dietas comerciales para el camarón y así asegurar el contenido mínimo de lípidos y satisfacer los requerimientos de ácidos grasos marinos esenciales. La cantidad de lípidos purificados incluidos en una dieta está determinada por la cantidad de lípidos/ácidos grasos de otros ingredientes dietarios, la concentración de lípidos en la mayoría de alimentos comerciales es menos del 8% de la dieta como base alimenticia. (Gaxiola, 2017)

3.7.4 Minerales y Vitaminas.

El fósforo y calcio son los minerales más limitantes en la formulación de alimentos comerciales para la producción de camarones, el fósforo es único ya que se encuentra únicamente como un sólido y no se solubiliza en agua también, puede encontrarse en muchas plantas verdes o granos en forma indigerible conocido como ácido fítico por esta razón, al analizar su digestibilidad solo un tercio del fósforo en alimentos a base de soja es considerado disponible para el camarón. Para proveer una adecuada dieta en fósforo, se debe incluir en una forma purificada (ej. fósforo monobásico, dibásico, tribásico), el contenido de fósforo total de alimentos para camarón usualmente es de 1,5-2,5% como base alimenticia, pero solo alrededor del 50% de ello está disponible para el crecimiento del camarón.

Los paquetes vitamínicos con suplementos minerales, son componentes necesarios de los alimentos comerciales para camarón solo cuando la productividad natural del estanque no es adecuada (altas densidades de siembra). Muchos alimentos para camarón son frecuentemente suplementados con paquetes premix de vitaminas o precursores de vitaminas, estos son generalmente incluidos de una forma preventiva contra infecciones de virus y bacterias patógenas, (ej. *los carotenoides*), son a veces recomendados para prevenir *epizootias*, a bajas densidades de siembra 15/m² , los premix de vitaminas y minerales generalmente no se incluyen en alimentos comerciales, probablemente el mejor criterio para decidir sobre el uso de premix requerirá la evaluación de: los niveles de productividad, prevalencia de enfermedades, densidades de siembra y factores ambientales individuales para cada granja.

El paquete de vitaminas/minerales será más necesario para lograr buenas producciones cuando se encuentre baja productividad natural, alta densidad de siembra, mayor incidencia de enfermedades y más estrés al camarón por condiciones de ambiente adversas también, ayuda a tomar una buena decisión. (Gaxiola, 2017)

3.7.5 Ingredientes no-nutricionales del alimento.

El término ingrediente no-nutricional del alimento típicamente se refiere a los aglutinantes, antibióticos, preservantes y pigmentos. Los aglutinantes son incluidos en el alimento para asegurar que los nutrientes en el pellet no se lixivien antes de su consumo, por eso es importante notar que la aglutinación adecuada no solamente depende del aglutinante sino también del proceso de elaboración, del tamaño de la partícula, del tiempo de acondicionamiento, temperatura, característica, temperaturas de cocido y secado. Además, los aglutinantes usados en la preparación de alimentos para operaciones de producción terrestres (ej. ganado de carne, aves, cerdos, etc.) no son adecuados para alimentos aplicados en el agua.

Los alimentos comerciales suplementados con antibióticos son referidos como "alimentos medicados" y generalmente contienen 2,000-4,000 ml/kg de uno de los

siguientes antibióticos: oxitetraciclina, ácido oxalínico, sulfamerazina y sulfonamidas. A pesar que la adición de antibióticos al alimento resulta en un incremento de gastos de alrededor de \$50, típicamente son fortificados en exceso para asegurar la dosis correcta después del proceso de manufactura. (Gaxiola, 2017)

3.8 Parámetros Físicos y Químicos.

El manejo apropiado de la calidad de agua de un estanque juega un papel significativo para el éxito de las operaciones acuícolas, cada parámetro de calidad de agua por sí solo puede afectar de manera directa la salud del animal. La exposición de camarones a niveles fuera de los rangos de oxígeno disuelto, amoníaco, nitritos o sulfuro de hidrógeno conlleva estrés y consecuentemente enfermedades, sin embargo en el ambiente complejo y dinámico de los estanques de acuicultura, los parámetros de calidad de agua también se influyen entre ellos. (Mayer, 2012)

Las variaciones de temperatura y pH en un cuerpo de agua pueden provocar variaciones de los niveles de amoníaco y sulfuro de hidrógeno que pueden resultar tóxicos para los organismos de cultivo. Por tanto, mantener niveles óptimos de los parámetros de calidad de agua es fundamental tanto para la salud como para el crecimiento de los organismos. (Mayer, 2012)

Tabla 3. Rangos óptimos de parámetros físicos-químicos para el cultivo de camarón. (Mayer, 2012)

Parámetros	Rangos óptimos
Temperatura	28-32 °C
Oxígeno	4-8 mg/l
Ph	7.5-8.5
Salinidad	15-30 ppm
Turbidez	35-45 M

3.9 Probióticos.

La palabra se origina de dos vocablos griegos “pro” y “bios” que significan “para la vida”. El término probiótico fue definido originalmente como “organismos y sustancias que contribuyen al balance intestinal microbiano”. (Fuller, 1989), lo define como microorganismos vivos que adicionados en el alimento mejoran el balance microbiano del organismo huésped. Por otro lado los probióticos también pueden definirse como células microbianas que una vez suministradas entran en el tracto gastrointestinal y se mantienen vivas contribuyendo a mejorar la salud de los animales. (Rentería, 2015)

En términos generales podemos definir los probióticos como suplementos alimenticios con microorganismos vivos que ingeridos periódicamente en las cantidades adecuadas, contribuyen al balance microbiano intestinal, permitiendo controlar el crecimiento de otros microorganismos perjudiciales mediante la estimulación del sistema inmune, acidificando el contenido intestinal y aportando bacterias benéficas, además de levaduras que aportan vitaminas y enzimas bacterianas que contribuyen con la mejor degradación del alimento consumido.

La aplicación de los probióticos en la acuicultura, se relaciona con el control biológico frente a enfermedades infecciosas, la sobrevivencia, el aumento del crecimiento y la actividad enzimática, la mejora de la respuesta inmunitaria frente al estrés y la mejora de la calidad del agua. (Rentería, 2015).

3.9.1 Mecanismo de acción de los probiótico.

Los probióticos administrados con el alimento o en el agua de cultivo tienen un efecto beneficioso en el huésped al modificar la comunidad microbiana asociada al mismo o su ambiente, garantizando una mejora en el uso del alimento o un aumento en el valor nutricional del mismo, además de incrementar la respuesta inmune del hospedero a enfermedades, mejora el crecimiento, reduce las malformaciones, mejora la morfología del intestino y el equilibrio microbiano. Al colonizar de manera adecuada estos microorganismos al huésped, contrarrestan la proliferación de microorganismos patógenos en el intestino,

contribuyendo a estimular el sistema inmune y mantener el ambiente de cultivo adecuado mejorando la calidad del agua.

El efecto beneficioso de las bacterias dependerá de la exactitud con la que lleguen al lugar donde deben actuar y en el que ejercerán su poder inhibitorio, ejerciendo su acción protectora en el huésped a través del empleo de diferentes mecanismos. Estos mecanismos pueden presentarse de manera individual o en conjunto, pero las consecuencias para el organismo será normalmente la supresión de microorganismos patógenos, alteración del metabolismo bacteriano y estimulación del sistema inmunológico. (Rentería, 2015)

3.9.2 Uso de probióticos en camarón y otros cultivos.

La mayoría de los microorganismos probióticos propuestos para acuicultura pertenecen a las bacterias ácido-lácticas (LAB). Estos son considerados como GRAS ("Generally recognized as safe"), reduciendo de este modo la necesidad de ensayos de seguridad biológica, inevitables para garantizar que la implementación de aislados probióticos no va a causar daños colaterales a los organismos cultivados ni al consumidor final. El uso de probióticos como LAB está relativamente bien establecido en otras especies animales, de ellos se destaca el aumento de tamaño y peso, el establecimiento de un equilibrio microbiano intestinal, así como la mejora de algunas respuestas inmunes.

En general, el uso de probióticos en el cultivo de camarón ha tenido buenas perspectivas; diversas publicaciones científicas han demostrado efectos positivos de la aplicación de probióticos. Sin embargo, los resultados obtenidos en algunas granjas pueden ser variables debido a diferentes factores, que pueden afectar el resultado de las operaciones a largo plazo, como la calidad del probiótico, el modo de administración, la talla y las especies de camarón. (Martínez-Silva, 2009)

3.9.3 Características o ventajas del probiótico.

Según diversos autores, el probiótico destinado al consumo por el hombre o los animales debería ser en primer lugar de origen humano o animal respectivamente, ya que algunas acciones de estos cultivos vivos son específicas para el huésped

del que han sido aislados. Debe ser capaz de sobrevivir en el tracto gastrointestinal y resistir las secreciones digestivas (gástricas, bilis, etc.) ya que en caso contrario, no podrían ejercer su función a nivel del intestino. Debe ser capaz de adherirse al epitelio intestinal para lograr una colonización eficaz y debe inhibir el desarrollo de otras bacterias patógenas y colaborar al control de la simbiosis ya que el balance ecológico en el organismo puede verse alterado por diversas causas, entre las que podemos citar:

- La dieta, particularmente si es muy rica en grasas, azúcares o en proteínas.
- La administración de fármacos, como antibióticos, hormonas o esteroides.
- La contaminación medio-ambiental.

Asimismo debe ser capaz de desarrollarse en presencia de oxígeno o en su ausencia, es decir tener un metabolismo anaeróbico o facultativo. El efecto beneficioso de los probióticos y el tiempo de permanencia de los mismos en el organismo, depende sin duda de dos factores: La cepa bacteriana y las condiciones del hospedador (Toledo A. , 2018).

3.9.4 Entre las ventajas del uso de probióticos en la acuicultura se consideran.

- Modificar y manipular la población de microbiana en el ambiente de los estanques.
- Reducir o eliminar los microorganismos patogénicos para mejorar el crecimiento y la supervivencia de las especies en cultivo. (AQUAHOY, 2014)

3.10 Aquamimicry.

La tecnología Aquamimicry (AQM), se basa en la generación de microorganismos y que sirven de alimento a nuestra especie de cultivo a la vez que degradan los contaminantes del agua.

Es un concepto que se esfuerza por simular las condiciones naturales del estuario mediante la creación de floraciones de zooplancton (principalmente copépodos) como nutrición complementaria para el camarón cultivado (principalmente) y para la floración de bacterias beneficiosas, que ayudan a mantener la calidad del agua

en sus mejores condiciones para los animales de cultivo. Esto se hace mediante la fermentación de una fuente de carbono, como arroz o salvado de trigo, con probióticos y como resultado liberan sus nutrientes. (Romano, 2017)

3.10.1 Uso de Aquamimicry en un cultivo de camarón.

Su combinación de condiciones naturales y tecnología conduce a prácticas de cultivo de camarón más sostenibles al imitar el medio ambiente acuático natural.

El uso de productos químicos se evita mediante el uso de un sistema simbiótico creado a través de prebióticos (compuestos en el alimento que inducen el crecimiento o la actividad de microorganismos beneficiosos) y probióticos (microorganismos vivos que tienen un efecto positivo en el huésped). Y la producción de alimento natural para los camarones da como resultado una disminución en el uso de alimento, una calidad óptima del agua y los sedimentos y la eliminación de enfermedades.

La implementación de un sistema Aquamimicry implica el estudio de las comunidades microbianas del intestino del camarón y el entorno circundante. La identificación de la comunidad microbiana presente en el camarón y su entorno circundante en diferentes etapas de cultivo podría ayudar a comprender los principales grupos microbianos importantes, lo que ayudaría a prevenir brotes de enfermedades y mantener una buena calidad del agua durante el período de cultivo. (Satapornvanit, 2020)

3.10.2 Características o ventajas del Aquamimicry.

Este método es de alguna manera similar la tecnología biofloc, pero hay algunas diferencias claves.

Este fermento libera una cantidad de nutrientes como el carbono añadido que se reduce y no depende estrictamente de las proporciones de entrada de nitrógeno. En lugar de alentar y suspender grandes cantidades de biofloc, los sedimentos se eliminan en sistemas más intensivos para ser reutilizados por otros animales.

Idealmente, el agua imita la apariencia y composición de agua estuarinas natural que incluye microalgas y zooplancton. Cuando se alcanza dicho equilibrio, el pH y las fluctuaciones del oxígeno disuelto se minimizan y no hay necesidad de antibióticos o productos químicos porque el salvado de arroz proporciona nutrición para el zooplancton y bacterias (como prebiótico) para crear “simbióticos”, que son suplementos dietéticos o ingredientes que combinan sinérgicamente pre- y probióticos. (García, 2017).

IV. DISEÑO METODOLÓGICO:

4.1 Tipo de estudio; estudio experimental.

4.2 Diseño general del estudio.

La investigación se llevó a cabo en la Granja camaronera semi-intensiva La Viejana, ubicada en el Estero Real sector de dos aguas grandes Con coordenadas 12.948762°N,-87.260329°W

La Viejana cuenta con un total de 110 Hectáreas para el transcurso de sus ciclos productivos, de las cuales la mayor parte del terreno lo abarcan sus 6 estanques de tierra con formas y tamaños variables que van desde 13 a 21 hectáreas.

Se estudiaron los organismos de los estanques 1 y 2 de la Granja La Viejana, dando comienzo al estudio a partir de los 10 días de cultivo adicionado en el alimento de su dieta diaria, donde el estanque 1 consta de 20.40 hectáreas y el estanque 2 con 13.84 hectáreas, ambos estanques conectados a la misma fuente de agua (reservorio). El tiempo de estudio fue de tres meses o lo equivalente a 110 días de cultivo hasta la cosecha.

4.3 Definiciones Operacionales.

El reservorio tiene una dimensión aproximada de 3 hectáreas, la cual se abastece de un brazo del Estero Real dos aguas, mediante el uso de una estación de bombeo compuesta por 1 bomba axial de 32 pulgadas, se lleno de 4 a 6 horas por marea, para no incurrir en gastos mayores.

La densidad de siembra en la granja, para el estanque 1 fue de 10 org/m² y para el estanque 2 fue de 13 org/m², dando una población sembrada de 2, 200,000 organismos de camarones para el estanque 1 y 1, 670,000 organismos de camarones para el estanque 2.



La alimentación que se proporciono fue con un 35% de proteína el primer mes y después se le bajo al 30% de proteína y el último mes al 25% de proteína, divididas en dietas y 2 raciones al día (mañana y tarde), cada ración se dará al boleo y en charolas testigos.

4.4 Unidad de análisis.

En este trabajo se definió dos fases, F1: Elaboración del probiótico natural a través de fermentos F2: Comparación y utilización de ambos probióticos, EPICIN 2G vs probiótico natural en un sistema semi-intensivo de cultivo de camarones.

4.5 Tratamientos.

Se aplicó dos tratamientos conformados cada uno por 1 estanque camaronero de *Litopenaeus vannamei*.

T1: Estanque 1 de organismos de *Litopenaeus vannamei* adicionándole probiótico EPICIN 2G

T2: Estanque 2 de organismos de *Litopenaeus vannamei* adicionándole probiótico natural a través de fermentos.

4.6 Materiales y preparación del probiótico natural a través de fermento.

1. Un tanque o bin de 1000 lt de agua del estanque filtrada.
2. Levadura 20 g o adición de *Saccharomyces Cerevisiae*.
3. 25 lb de soya molida.
4. 20 L de melaza. (Fuente de Carbono)
5. 1 kilo de ácido orgánico (Megacid).
6. Dejar fermentar por 12 días adicionando todos los materiales y mediándose todos los días por la tarde.

4.7 Análisis y duración del experimento.

Se realizó análisis macroscópicos en ambos estanques a los 20 días después de la siembra con el fin de analizar cómo está la sobrevivencia y crecimiento de cada estanque.

Se realizó análisis de sanidad de los organismos de forma externa; además en branquias e intestino con el fin de destacar que la aplicación de los probióticos mejoro la salud del camarón y acelero el crecimiento de los mismos. El experimento se realizó en un tiempo de 110 días de cultivo de los organismos y se recolectó la información simultáneamente.

4.8 Otras variables a evaluar.

El pesado de los organismos se efectuó mediante la captura de 100 organismos, los cuales se recolectaron de diferentes puntos del estanque en muestreo poblacional semanal, este método de captura de organismos se hace en distintos puntos del estanque hasta lograr una población N=100, la técnica de captura que normalmente se usa es, recorrer todo el estanque en forma de “S” para así lograr un dato más exacto.

Estos 100 organismos capturados en cada uno de los estanques fueron pesados 1 a 1 en una balanza gramera digital, anotando el peso individual de cada organismo para posteriormente regresarlos al estanque, todo esto con el fin de manejar datos específicos del crecimiento que se va dando a través de las semanas en los organismos

4.9 Cálculo de ritmo de crecimiento.

Para calcular el Ritmo de Crecimiento semanal, se utilizó la siguiente fórmula:

RC: $\text{Peso actual} - \text{Peso anterior}$. (Ortiz, 2020)

4.10 Sobrevivencia (%).

Esta variable indica el porcentaje de animales que sobrevivió del total de animales sembrados. Para medir esta variable se dividió: los animales cosechados entre los animales sembrados y se multiplicará por 100, mediante la ecuación.

4.10.1 Sobrevivencia.

Esto es igual a $(\text{animales cosechados} / \text{animales sembrados}) \times 100$ (Ortiz, 2020)

4.11 Manejo de los datos.

Todos los datos obtenidos y anotaciones de relevancia durante el experimento se registraron en una bitácora de campo y una hoja de datos de Excel del paquete ofimático Microsoft office 2013. El análisis se efectuó a través de la T- student, así como con la realización de gráficos para la comparación del porcentaje de ritmo de crecimiento y sobrevivencia durante el cultivo.

V. RESULTADOS.

Figura N°3 refleja los valores de crecimiento semanal del camarón *Litopenaeus vannamei* durante cada una de las semanas de muestreo, en los estanques 1 y 2; Como podemos observar el estanque 2 al cual se le aplicó el probiótico natural presentó una mejor constancia durante el crecimiento de los organismos en comparación al estanque 1 que fue al que se le suministro EPICIN G2. Observando una tendencia creciente en el tiempo de estudio en ambos estanque ($0.940 > 0.05$) haciendo entre ver que tras resultados arrojados en la prueba de T- student y la prueba de muestras independientes nos demuestran que en las últimas semanas de cultivo no hubo variación significativa en el crecimiento de los camarones.

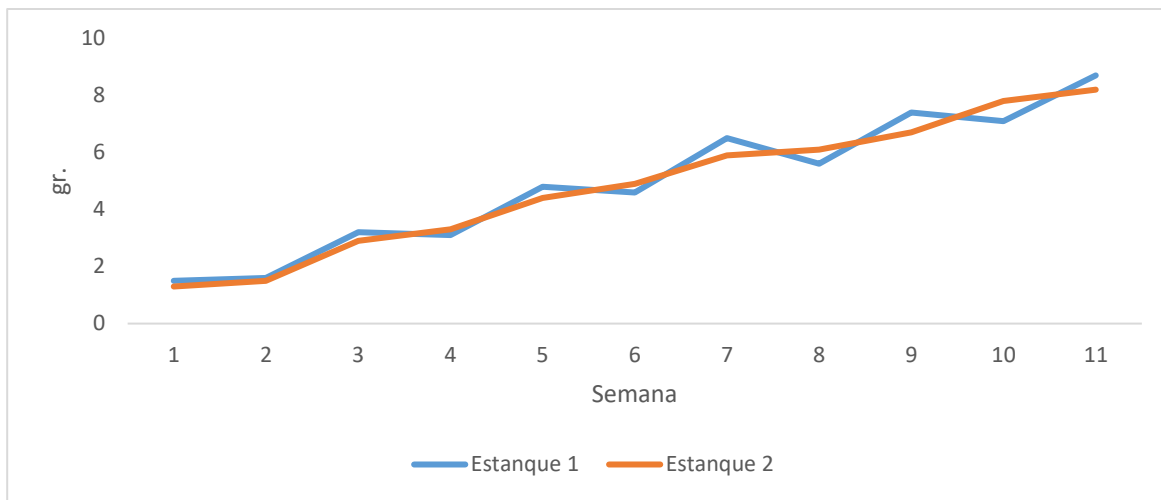


Figura 3. Crecimiento semanal de *Litopenaeus vannamei* en estanques 1 y estanque 2.

Prueba de muestras independientes										
		igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	para la diferencia	
									Inferior	Superior
Peso	Se han asumido varianzas iguales	.006	.939	.076	20	.940	.1545	2.0408	-4.1026	4.4117
	No se han asumido varianzas iguales			.076	19.990	.940	.1545	2.0408	-4.1027	4.4118

Figura N°4 corresponde al crecimiento acumulado del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* durante el tiempo, en los estanques 1 y 2. Observando un mejor índice en el estanque 2 de 1.087 gr en comparación al estanque 1 que cerró con un índice de acumulamiento en cuanto al peso de 1.073 gr. de igual forma el comportamiento en ambos estanque fue de orden creciente durante cada semana de estudio.

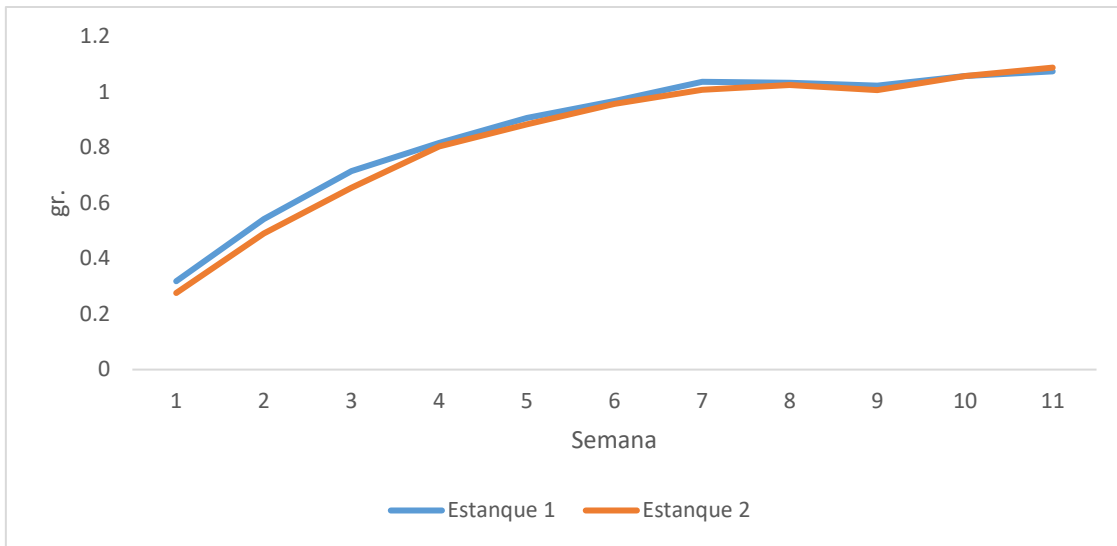


Figura 4. Crecimiento acumulado de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en estanque 1 y estanque 2.

Figura N°5. Refleja valores de factor de conversión alimenticia en ambos estanque durante las diferentes semanas de estudio; en ambos casos de comparación observamos que la gráfica lineal va de forma creciente obteniendo un mejor factor la estanque 1 ya que comenzó con un índice de 0.32 y finalizo con 1.61, y la estanqu 2 que inicio con un índice de 0.33 y culmino con 1.54.

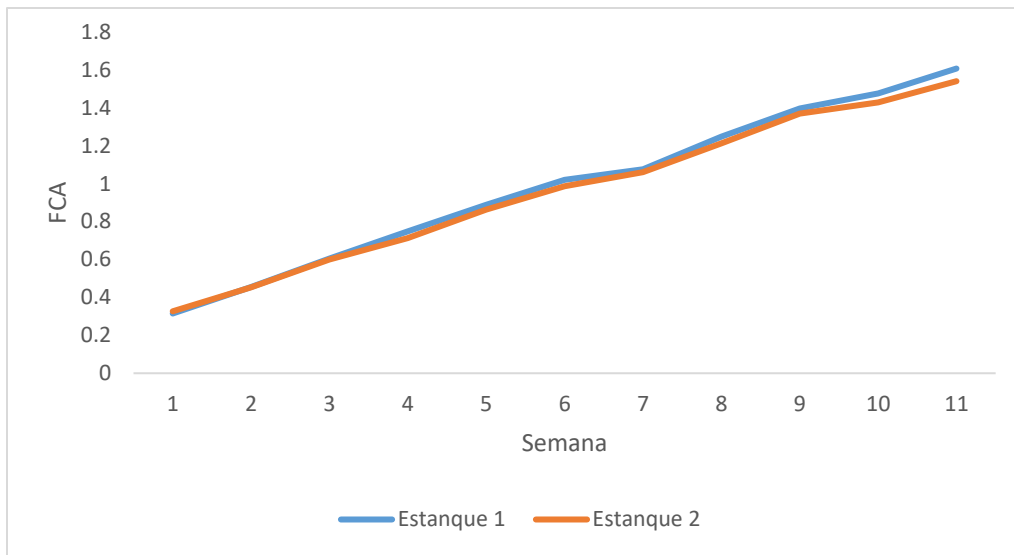


Figura 5. Valores de Conversión alimenticia en cultivo de *Litopenaeus vannamei*, estanques 1 y estanque 2.

Figura N°6 muestra el porcentaje de sobrevivencia de ambos estanques de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* en cuanto al tiempo. Haciendo entre ver que al momento de la siembra se inició con un promedio de sobrevivencia del 100% pero al momento de hacer el primer muestreo un mes después de sembrado los organismos, observamos que el nivel de sobrevivencia estaba en un 80%; culminando con un índice de 40% de sobrevivencia al final del ciclo y tras finalizada la aplicación de probióticos.

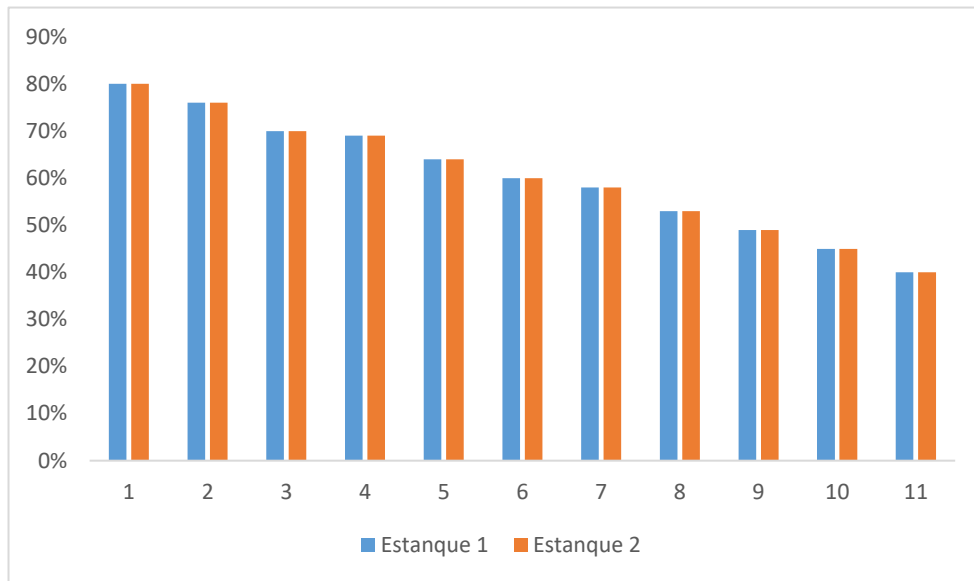


Figura 6. Valores de porcentajes de sobrevivencia en cultivo de *Litopenaeus vannamei* estanques 1 y estanque 2.

VI. DISCUSIÓN.

6.1 Caracterización preliminar del estudio.

El camarón *Litopenaeus vannamei* es considerado uno de los más importantes organismos usados en la acuicultura de América. El objetivo de esta investigación consistió primeramente en elaborar el probiótico natural a través de fermentos bajo la técnica Aquamimicry; analizar el ritmo de crecimiento del *Litopenaeus Vannamei* así como verificar la sobrevivencia de los organismos durante su ciclo productivo de los estanques 1 y 2 de la granja camaronera semi-intensiva La Viejana.

La búsqueda de nuevas alternativas limpias como la fabricación de probióticos de forma artesanal surge a raíz de enormes pérdidas a los productores, tal es el caso de enfermedades bacterianas en los cultivos, perdidas económicas tras el uso de fármacos en los estanques, así como la reducción del impacto ambiental.

6.2 Comportamiento del ritmo de crecimiento y sobrevivencia del *Litopenaeus vannamei* en los estanques 1 y 2.

El comportamiento de crecimiento en ambos estanques se dividió en 2 partes, crecimiento semanal y crecimiento acumulado. Nuestros resultados muestran que durante el análisis de crecimiento semanal, el estanque 1 al que se le aplicó probiótico EPICIN G2 obtuvo un mejor crecimiento (8.7 gr) en comparación al estanque 2 (8.2 gr); en las últimas semanas no hubo diferencias significativas en el peso de los organismos. (Martinez, 2014) Asegura que los camarones crecen de acuerdo a la edad que tengan, en las primeras edades a pesar de crecer más del 100% en un día, el crecimiento no se observa escandalosamente porque son valores muy pequeños, sin embargo, en postlarvas y juveniles tempranos se espera que los camarones crezcan de 0.5 a 0.7 gramos de peso cada 7 días, en camarones pre adultos el crecimiento puede ser igual o mayor.

Aunque fue notorio que en el estanque 2 resultó ser más constante en cuanto al crecimiento de los organismos sin tener mucha varianza de pesos en cada

semana; algunos investigadores reportan que densidades poblacionales bajas propician mejor ritmo de crecimiento (Delgado H. , 2000).

En este sentido resulta interesante verificar que la sobrevivencia en ambos estanques estuvo totalmente relacionada durante todo el ciclo (estanque 1: 40%; estanque 2: 40%), en donde se pudiera deducir que la menor sobrevivencia pudiese ser el factor que permitiera un buen crecimiento de biomasa (Delgado H. , 2000).

Se sabe, que la sobrevivencia en un cultivo de camarón está íntimamente relacionada con el desarrollo del mismo, por el motivo que en un estanque con sobrevivencia alta es menor el ritmo de crecimiento en comparación a la de un estanque con sobrevivencia baja, debido a que el organismo tendrá más espacio y menos competencia para su óptimo desarrollo, en comparación a un estanque con mayor sobrevivencia donde la competencia es más rígida por el espacio y, por ende, la concentración de oxígeno disuelto tiende a ser mínima. Por consiguiente, nuestros resultados coinciden con lo reportado por (Delgado H. , 2000), en lo referido a la relación de sobrevivencia e índice de crecimiento.

6.3 Factor de conversión alimenticia.

La incidencia del FCA (factor de conversión alimenticia), nos muestra que durante las semanas de estudio estuvo bastante pareada en ambos estanques. Hablando del FCA sabemos que se refiere a la cantidad de sólidos suspendidos en el estanque, o bien a los residuos de alimentos presente en el fondo de los estanques, consumo balanceado diario y peso del camarón con frecuencia semanal (Molina Maldonado, 2015).

Según (FAO, 2006-2012) en cultivos semi-intensivos el factor de conversión alimenticia fluctúa entre los 1.4 y 1.8, con lo cual podemos concluir que al finalizar el ciclo de producción en ambos estanques no hubo sobrealimentación.

VII. CONCLUSIÓN.

1. El estanque 1 presentó mayor ritmo de crecimiento semanal de los camarones que el estanque 2 en todas las semanas de estudio. Asimismo, se denota que no hubo diferencias significativas al final del ciclo. Culminando con un peso de 8.7 gr para el estanque 1 y 8.2 gr para el estanque 2.
2. Se observó que durante la relación de ganancia de peso en relación al tiempo el estanque 2 tuvo una mejor constancia de crecimiento de biomasa de los camarones a través de todas las semanas de estudio.
3. En cuanto al ritmo de crecimiento acumulado tuvo mejores resultados el estanque 2 cerrando con 1.08, que el estanque 1 que cerró con 1.07; de igual forma no hubo diferencia significativa.
4. El Factor de Conversión Alimenticia no tuvo una diferencia significativa; ya que el estanque 1 comenzó con un valor de 0.3 y culminó en 1.6, en cuanto al estanque 2 este dio inicio con valor de 0.4 y terminó con 1.5 al final del ciclo.
5. En el estanque 1 y 2 hubo correlación en el porcentaje de sobrevivencia desde el inicio hasta el fin del ciclo de producción con valores iniciales del 100% al momento de siembra, un mes después la sobrevivencia estaba en un 80% y al culminar el ciclo cerró con un 40% de sobrevivencia.

VIII. RECOMENDACIONES.

1. Realizar este estudio, preferiblemente ciclos completos, para obtener más información de la influencia que tienen los probióticos artesanales sobre el cultivo de *Litopenaeus vannamei*.
2. Plantear un estudio de mayor profundidad agregando análisis bacteriológicos basados en el estudio de la técnica del Aquamimicry o del acuamimetismo y la acción que este realiza al aplicarlo en los estanques de cultivo de camarón blanco.
3. Promover la importancia que tienen los estudios relacionados a nuestro tema a los productores de granjas acuícolas, para conocer más a fondo la dinámica de sus estanques y las afectaciones que sufren a lo largo de sus ciclos (enfermedades).
4. Implementar el uso de tecnologías limpias y económicas como el uso y fabricación de probióticos artesanales, que ayuden a la salud de los organismos en cultivo, a su rápido crecimiento, y su menor impacto de contaminación en los efluentes de agua más cercanos.
5. Efectuar estudios de probióticos artesanales, tomando en cuenta la toma de parámetros físico-químicos y muestras microbiológicas para obtener mejor validez del estudio.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

Acuicultura. (2013). Parámetros físicos químicos. Acuicultura Hoy. Recuperado el 18 de 10 de 2020, de <https://consideraciones-acuicolas2.webnode.com.co/news/parametros-fisico-quimicos/>

ANIMAPEDIA. (2018). Características del camarón blanco. ANIMAPEDIA. Recuperado el 15 de 10 de 2020, de <https://animapedia.org/animales-acuaticos/camaron/#caracteristicas>

AQUAHOY. (2014). Uso de probióticos en la acuicultura tienen el potencial de permitir el desarrollo sustentable. AQUAHOY. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <https://www.aquahoy.com/i-d-i/nutricion/21926-uso-de-probioticos-en-la-acuicultura-tienen-el-potencial-de-permitir-el-desarrollo-sustentable#:~:text=Entre%20las%20ventajas%20del%20uso,de%20las%20especies%20en%20cultivo.>

BALNOVA. (2014). Anatomía del camarón. Recuperado el 16 de 10 de 2020, de <https://balnova.com/anatomia-de-un-camaron-glosario-e-ilustraciones/>

Boschi. (2014). Ciclo vital de un camarón peneido. Recuperado el 16 de 10 de 2020, de <http://www.fao.org/3/AB466S/AB466S02.htm>

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C. (2012). Efecto de Probióticos en la Modulación de la Microbiota Intestinal y Respuesta Inmune del Camarón Blanco *Litopenaeus vannamei*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2020, de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/199/1/luis_i.pdf

CICESE. (2005). Cultivo de camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, Boone (1931). En sistema cerrado a alta densidad. Baja California. Recuperado el 18 de Octubre de 2020, de

<https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1144/1/167251.pdf>

Coto, M. (2009). Acuicultura sistemas y modos de produccion. Recuperado el 18 de 10 de 2020, de <http://www.mailxmail.com/curso-acuicultura-sistemas-modos-produccion/sistemas-acuicultura>

Delgado, H. (2000). Efecto de cuatro densidades de siembra sobre el crecimiento del camaron blanco *Litopenaeus vannamei*, cultivado en estanques rusticos. Mexico. Recuperado el 13 de 10 de 2021, de http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Humberto%20Manzo%20Delgado.pdf.

Delgado, L. (2017). Incorporación de bacterias ácido lácticas nativas como probióticos en el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) en la camaronera Las Animas, El Salvador. El Salvador. Recuperado el 01 de Noviembre de 2020, de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20079/2/Art%C3%ADculo%20cient%C3%ADfico.pdf>

FAO. (2006-2012). Programa de informacion de especies acuaticas. *Penaeus vannamei*. Recuperado el 19 de 10 de 2021, de https://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es

FAO. (2020). *Penaeus Vannamei*. Recuperado el 16 de 10 de 2020, de http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es

FAO. (2020). Visión general del sector acuícola nacional - Nicaragua. Recuperado el 16 de 10 de 2020, de http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_nicaragua/es

Fox J, T. G. (2001). Nutricion y manejo del alimento. Recuperado el 17 de 10 de 2020, de <http://cesasin.com.mx/CentroAmerica/4%20Nutrici%C3%B3n.pdf>

Fuller. (1989). Probióticos en animales. Reino unido. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de

<http://performanceprobiotics.com/Downloads/Articles/Fuller%201989%20Probiotics%20in%20man%20and%20animals.pdf>

García, D. (2017). ACUAMIMETISMO: UN CONCEPTO REVOLUCIONARIO PARA LA CRÍA DE CAMARONES. Ciencia & Acuicultura. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <https://dgacuicultura.com/2017/10/08/acuamimetismo-un-concepto-revolucionario-para-la-cria-de-camarones/#more-86>

Gonzalez. (2012). Morfología interna del camarón *Litopenaeus vannamei*. Recuperado el 16 de 10 de 2020, de <https://www.ecured.cu/index.php?title=Camar%C3%B3n&oldid=1757095&printable=yes>

GRANMAR. (2007). Laboratorio de producción larvaria y postlarvaria de camarón. Recuperado el 16 de 10 de 2020, de <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/bcs/estudios/2007/03BS2007PD003.pdf>

Gutierrez, R. L. (2013). Probiótico una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Recuperado el 18 de Octubre de 2020, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552013000100010&script=sci_abstract&tlng=es

Martinez, E. M. (2014). Crecimiento de camarones blancos *Litopenaeus vannamei* en juveniles con dos tipos de alimentos: uno comercial con 25% de proteína vs experimental con 18% de proteína a densidad de siembra de 12 ind/m² (Sistema semi-intensivo). Recuperado el 13 de 10 de 2021, de http://revista.unanleon.edu.ni/index.php/universitas/article/download/72/pdf_7.

Martínez-Silva, L. V. (2009). Probióticos como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón: Reseña. Santa María, Colombia. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v38n2/v38n2a09.pdf>

- Mayer. (2012). Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. Recuperado el 17 de 10 de 2020, de <https://lapampaahora.blogspot.com/2012/06/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del.html>
- Molina Maldonado, S. E. (2015). Análisis del factor de conversión alimenticia-fca- en piensos de dos marcas comerciales, considerando su hidroestabilidad y los efectos sobre los costos de producción en el cultivo de camarón *litopenaeus Vannamei*. Master's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas. Recuperado el 18 de 10 de 2021, de https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=factor+de+conversion+alimenticia+para+camarones&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AA4IVF1ZN5iMJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des
- Ortiz, S. E. (2020). Efecto del acuamimetismo en la pre-cría de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Honduras. Recuperado el 15 de Marzo de 2021, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6860/3/CPA-2020-T035.pdf>
- Rentería, L. M. (2015). Probióticos y prebióticos en acuicultura. SENNOVA, 57. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/Encuentro/article/view/2198/2503>
- Romano, N. (2017). Acuamimetismo: Un concepto revolucionario para el cultivo de camarón. *Global Aquaculture*, 8. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/acuamimetismo/>
- Satapornvanit, K. (2020). Evaluación de la diversidad de la microbiota del camarón en un sistema Aquamimicry. *Global Aquaculture*. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/evaluacion-de-la-diversidad-de-la-microbiota-del-camaron-en-un-sistema-aquamimicry/>

Toledo, A. (2018). Características del probiótico en el cultivo de camarón. Cuba. Recuperado el 10 de 03 de 2021, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa09218.pdf>

Toledo, A. C. (2018). Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones. La Habana, Cuba. Recuperado el 01 de Noviembre de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa09218.pdf>

Yackelin. (2014). Taxonomía del *Litopenaeus Vannamei*. Recuperado el 16 de 10 de 2020, de <http://gloriyackelin.blogspot.com/2014/05/taxonomia-del-litopenaeus-vannamei.html>

X. ANEXOS.



Probiótico EPICIN – G2 utilizado en la granja La Viejana para el alimento de camarones.



Alimento Comercial y Cal Hidratada.



Examen Macroscópico.

Pesaje de camarones.





Pre-cosecha/ prueba de sabor.



Cosecha.