



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Agropecuario

Proyecto de Investigación:

**“RESPUESTA BIOLÓGICA EN JUVENILES DE LANGOSTA DE AGUA DULCE
(*Cherax quadricarinatus*) ALIMENTADOS CON SELENIO EN DIETA ”**

Autor:

MARLON MOISES MENÉNDEZ CASTRO

Director de Proyecto de Investigación:

Dr. YUNIEL MÉNDEZ MARTINEZ PhD.

Mocache – Los Ríos – Ecuador.

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **MARLON MOISES MENÉNDEZ**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

MARLON MOISES MENÉNDEZ CASTRO

C.I: 1207640242



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Yuniel Méndez Martínez PhD**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Marlon Moisés Menéndez Castro**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Yuniel Méndez Martínez PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Dr. Yuniel Méndez Martínez PhD**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado **“Respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta”** Presentado por el estudiante **Marlon Moisés Menéndez Castro**, egresado de la Carrera Agropecuaria, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 95% y similitud 5%, del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

URKUND

Documento	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - FCPB (1).pdf (D178725708)
Presentado	2023-11-13 23:12 (-05:00)
Presentado por	marlon.menendez2017@uteq.edu.ec
Recibido	ymendezm.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	tesis final Mostrar el mensaje completo

5% de estas 34 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.

Dr. Yuniel Méndez Martínez PhD
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“Respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*)
alimentados con selenio en dieta”**

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Ana Ruth Álvarez Sánchez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Biól. Mariela Carolina Loján Avellan

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

CÓDIGO DUBLIN

Respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce (<i>Cherax quadricarinatus</i>) alimentados con selenio en dieta					
Menéndez Castro Marlon Moisés					
Alimento Paletizado	Gancia de peso	Conversión alimenticia	Supervivencia	Nutrición	
Mocache - UTEQ “La María”, 2023					
<p>Los resultados de los parámetros zootécnico mostraron diferencia significativa ($p > 0.05$) en el T4 (0.75 mg de Selenio) el que presentó mayor peso final de 3.79 g seguido por el T2 (0.15 mg de selenio) con un peso de 3.09 g, en la ganancia de peso se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos con un aumento de ganancia de peso de 3.39 g con dosis de (0.75 mg de Selenio) en dieta, seguido por el T2 con una ganancia de peso de 2.69g se puede apreciar que en la conversión alimenticia no existe diferencia significativas ($p > 0.05$) siendo el T4 0.75mg de selenio el que presento mayor promedio mayor de 1.92 para el tratamiento testigo y con promedio menor de 1.31 para el T4 (0.375 mg de selenio) En cuanto a la Eficiencia Alimentaria no se reportaron diferencias significativas ($p > 0.05$) siendo el T4 (0.75 mg de Selenio) el que presentó mayor promedio de 0.77 seguido por el T1 (0 mg de selenio) con una Eficiencia Alimentaria de 0.63g Para la Tasa de Ingestión se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos teniendo en cuenta un rápido consumo de alimento por parte de los juveniles con respecto a la supervivencia el T1(0 mg de selenio) mostro mejor respuesta con valores de 97.78% supervivencia de juveniles de langosta de agua dulce el T4 presentó una supervivencia del 68.89% con una mortalidad del 31.11%, el T5 y T3 presentaron la misma supervivencia del 64.44% con una mortalidad del 35.56% con dosis de Selenio de (0.15 mg y 0.375mg de selenio el T2 desciende a una menor supervivencia del 55.56%.</p> <p>The results of the zootechnical parameters showed a significant difference ($p > 0.05$) in T4 (0.75 mg of Selenium) which presented the highest final weight of 3.79 g followed by T2 (0.15 mg of selenium) with a weight of 3.09 g, in weight gain, significant differences were obtained between treatments with an increase in weight gain of 3.39 g with a dose of (0.75 mg of Selenium) in the diet, followed by T2 with a weight gain of 2.69 g, it can be seen that in the feed conversion there is no significant difference ($p > 0.05$) with T4 (0.75mg of selenium) being the one that presented the highest average greater than 1.92 for the control treatment and with an average less than 1.31 for T4 (0.375 mg of selenium) Regarding Efficiency Food, no significant differences were reported ($p > 0.05$) with T4 (0.75 mg of Selenium) having the highest average of 0.77 followed by T1 (0 mg of selenium) with a Food Efficiency of 0.63g. For the Ingestion Rate, significant differences were obtained between treatments taking into account a rapid consumption of food by the juveniles with respect to survival. T1 (0 mg of selenium) showed the best response with values of 97.78% survival of freshwater lobster juveniles. T4 presented a survival of 68.89% with a mortality of 31.11%, T5 and T3 presented the same survival of 64.44% with a mortality of 35.56% with selenium doses of (0.15 mg and 0.375 mg of selenium, T2 drops to a lower survival of 55.56 %.</p>					

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a Dios por verme dado la oportunidad de seguir estudiando y finalizar mis estudios por haberme brindado la salud que es el motor del ser humano por permitirme que cada cosa se de en su momento que en momento de angustia y desespero me diste la guía para ser una mejor persona.

Quiero darle las gracias en primer lugar al Dr. Yuniel Méndez Martínez, director del proyecto de investigación quien gracias a su experiencia conocimiento guía y dedicación este proyecto no habría sido posible agradezco su compromiso y esfuerzo en la supervisión dirección de esta investigación. Ha sido una fuente de inspiración tu habilidad para simplificar conceptos complejos, tus sugerencias perspicaces y tus comentarios constructivos han sido invaluable para mi desarrollo como investigador/a. Cada vez que me enfrentaba a desafíos, tus palabras me recordaban el propósito de este trabajo y me motivaban a superar obstáculos con confianza renovada.

También quiero agradecer a todos los demás miembros del equipo de investigación como son las compañeras Junay Jurado y Nataly Remache por su colaboración y contribuciones su apoyo y trabajo en equipo han sido fundamentales para el éxito de esta investigación Desde el primer día que nos unimos como equipo, supe que estábamos destinados a hacer cosas asombrosas juntos. A lo largo de todos los desafíos y las horas de trabajo incansable, cada uno de ustedes ha demostrado una dedicación y un espíritu inquebrantables que han dejado una profunda huella en mí.

Agradezco a mi familia y amigos por su constante apoyo y aliento a lo largo de este proceso su motivación y palabras de aliento han sido una fuente constante de inspiración para mí Su confianza en mí es la principal fuerza impulsora detrás de este logro. Agradezco a mis hermanas por su constante aliento y ser una red de apoyo en cada etapa de mi vida.

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a mis padres, ellos son la mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional en mi vida. Su amor, paciencia y sacrificio han sido esenciales para mi desarrollo académico y personal.

"Dedicamos este trabajo a todos aquellos que nos inspiran a buscar el conocimiento sin descanso y a superar los desafíos con determinación.

A nuestras familias, cuyo amor incondicional y apoyo constante nos han dado las alas para volar hacia nuestros sueños más audaces.

A nuestros amigos, por compartir risas y aliento en los momentos de descanso, y por brindar palabras de aliento y ánimo en los momentos de duda.

A nuestros profesores y mentores, cuya guía y sabiduría nos han enriquecido y guiado a lo largo de este camino de aprendizaje.

A todos aquellos cuyas contribuciones, ya sean grandes o pequeñas, han dejado una huella imborrable en nuestro camino hacia el logro académico.

Y finalmente, a nosotros mismos, por la dedicación incansable, la perseverancia y el compromiso con la excelencia que nos han llevado a este logro. Que esta tesis sea un testimonio de nuestro esfuerzo y pasión por el conocimiento.

Que esta dedicación refleje el agradecimiento y el reconocimiento a todos aquellos que han sido parte de nuestro viaje.

Con gratitud y respeto,

RESUMEN

La alimentación y nutrición de las langostas jóvenes son factores clave para aumentar el crecimiento y la supervivencia de estas especies lo cual el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del crecimiento en juveniles con selenio en dieta sobre la langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) factores sobre parámetros biológicos, desarrollo, nutricionales y la supervivencia en los juveniles de langosta de agua dulce *c. quadricarinatus*. La investigación tuvo una duración de 60 días donde se emplearon 4 niveles de selenio con una dosificación 0 – 0.15 – 0.375 – 0.75 – 1.5 mg se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), para cinco tratamientos con tres repeticiones (acuarios plásticos) con una densidad de 15 juveniles/acuarios. Los resultados de los parámetros zootécnico mostraron diferencia significativa ($p>0.05$) el T4 (0.75 mg de Selenio) el que presentó mayor peso final de 3.79 g seguido por el T2 (0.15 mg) con un peso de 3.09 g, en la ganancia de peso se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos con un aumento de ganancia de peso de 3.39 g con dosis de 0.75 mg de Selenio en dieta, seguido por el T2 con una ganancia de peso de 2.69 g comprobando que la inclusión de Selenio en dieta para langostinos si influyó en el peso hay un 97.78 supervivencia de juveniles de langosta de agua dulce esto se debe al tratamiento sin dosificación de Selenio en dieta, el T4 presentó una supervivencia del 68.89% con una mortalidad del 31.11%, el T5 y T3 presentaron la misma supervivencia del 64.44% con una mortalidad del 35.56% con dosis de Selenio de T2 0.15 mg y 0.375 mg, Y el T3 desciende a una menor supervivencia del 55.56%.

Palabra clave: selenio, alimento peletizado, ganancia de peso, conversión alimenticia, supervivencia, nutrición.

ABSTRACT

The feeding and nutrition of young lobsters are key factors to increase the growth and survival of these species, which the objective of this study was to evaluate the effect of growth in juveniles with selenium in the diet on the freshwater lobster (*Cherax quadricarinatus*). factors on biological parameters, development, nutrition and survival in freshwater lobster juveniles (*c. quadricarinatus*). The investigation lasted 60 days where 4 levels of selenium were used with a dosage of 0 - 0.15 - 0.375 - 0.75 – 1.5mg, a completely randomized design (DCA) was applied, for five treatments with three repetitions (experimental drawers) with a density of 15 juveniles/boxes. The results of the zootechnical parameters showed a significant difference ($p>0.05$) in T4 (0.75 mg of Selenium) which presented the highest final weight of 3.79 g followed by T2 (0.15 mg) with a weight of 3.09 g, in the gain of weight, significant differences were obtained between treatments with an increase in weight gain of 3.39 g with a dose of 0.75 mg of Selenium in the diet, followed by T2 with a weight gain of 2.69 g, proving that the inclusion of Selenium in the diet for shrimps does influenced the weight there is a 97.78 survival of freshwater lobster juveniles this is due to the treatment without dosage of Selenium in the diet, T4 presented a survival of 68.89% with a mortality of 31.11%, T5 and T3 presented the same survival of 64.44% with a mortality of 35.56% with doses of Selenium of 0.15 mg and 0.375 mg, the T2 descends to a lower survival of 55.56%.

Key word: selenium, pelleted feed, weight gain, feed conversion, survival, nutriti

Tabla de contenido

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
CÓDIGO DUBLIN	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	4
Diagnóstico.....	5
Pronóstico	5
1.1.2. Formulación del Problema	6
1.1.3. Sistematización del Problema	6
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivos General	7
1.2.2. Objetivos Específicos.....	7

1.3. Justificación.....	8
CAPÍTULO II.....	9
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	9
2.1. Marco conceptual	10
2.2. Marco referencial	10
2.2.1. Antecedentes	10
2.2.2. La acuicultura en Ecuador.....	10
2.2.4. <i>Cherax quadricarinatus</i>	12
2.2.4.1. Distribución.....	12
2.2.5. Clasificación Taxonómica	13
2.2.6. Ventajas biológicas de la <i>C. quadricarinatus</i> para la acuicultura.	13
2.2.7. Enfermedades.	14
2.2.8 Morfología	15
2.2.9. Fisiología y Metabolismo.	15
2.2.11. Nutrición.	17
Engorde	17
2.2.2. Selenio	18
2.2.12. Importancia del selenio en crustáceos.	18
2.2.14. <i>Selenio en la acuicultura</i>	18
CAPÍTULO III	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
3.1. Localización.....	21
3.1.2. Condiciones meteorológicas.	21
3.2. Tipo de investigación.	21
3.3. Método de investigación.....	22
3.3.1. Método comparativo.....	22

3.3.2. <i>Método explicativo.</i>	22
3.3.3. <i>Método experimental.</i>	22
3.4. Fuentes de recopilación de información.	22
Los datos experimentales serán obtenidos de fuentes:.....	22
3.5. Diseño de la investigación.	22
3.5.1. Modelo Matemático.....	23
3.5.2. Esquema del análisis de varianza.	23
3.6. Instrumentos de investigación.....	23
3.6.1. <i>Formulación, preparación y bromatología de las dietas experimentales.</i>	23
3.6.2. Parámetros zootécnicos y nutricionales.	25
3.6.2.1. Peso inicial.	25
3.6.2.2. Talla inicial.....	25
3.6.2.3. Peso final.....	25
3.6.2.4. Talla final.	26
3.6.2.5. Factor de condición.	26
3.6.2.6. Ganancia de peso.	26
3.6.2.7. Incremento de peso.....	26
3.6.2.8. Tasa de crecimiento específico.	26
3.6.2.9. Ganancia de talla.	27
3.6.2.10. Incremento de Talla.	27
3.6.2.11. Supervivencia	27
3.6.2.12. Conversión alimenticia.	28
3.6.2.13. Eficiencia alimentaria.	28
3.6.2.14. Tasa de eficiencia proteica.	28
3.7. Tratamientos de los datos.	29
3.8. Recursos humanos y materiales.....	29

3.8.1. Equipos y materiales.....	30
3.8.2. Materiales utilizados en el campo.....	30
3.8.3. Otros materiales.....	30
3.8.4. Reactivos.....	31
CAPÍTULO IV.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
24.1. Efecto del selenio en dieta sobre el crecimiento en juveniles de langosta de agua dulce.....	33
4.1.1. Parámetros zootécnicos de peso.....	33
4.1.2. Parámetros zootécnicos de talla.....	35
4.1.3. Tasa de crecimiento específico.....	37
4.1.4. Supervivencia en juveniles de langosta de agua dulce por efecto del selenio en dieta.....	39
4.1.5. Supervivencia.....	39
4.1.6. Evaluar los parámetros nutricionales en juveniles de langosta de agua dulce por efecto del selenio.....	41
4.1.7. Parámetros nutricionales.....	41
CAPÍTULO V.....	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1. Conclusiones.....	46
5.2. Recomendaciones.....	46
CAPÍTULO VI.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	47
Bibliografía.....	48
CAPÍTULO VII.....	56
ANEXOS.....	56

27.1. Anexos.....	57
Ganancia de Peso (g).....	58
Tasa de ingestión alimentarias.....	59
Anexo.2	60
Anexo 3. <i>Lugar del experimento y etiquetado de los acuarios.</i>	61
Anexo 4. <i>Proceso del alimento balanceado con la dieta de selenio.</i>	62
Anexo 4. <i>Proceso de la biometría</i>	63
Anexo 5. <i>Análisis de calidad de agua.</i>	64

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica del <i>C. quadricarinatus</i>	14
Tabla 2. Condiciones meteorológicas en el campus “La María” UTEQ.	22
Tabla 3. Esquema del análisis de varianza.	25
Tabla 4. Composición química de las dietas.....	26
Tabla 5. Descripción de los tratamientos	30
Tabla 6. Parametros productivos de los juveniles de langosta de agua dulce <i>cherax</i>	37
Tabla 7. Parametros productivos en juveniles de langosta de agua dulce <i>cherax</i> <i>quadricarinatus</i> alimentado con selenio en dieta	43

Índice de figuras

Figura 1. Morfología de langosta de agua dulce.	16
Figura 2. Tasa de crecimiento específico (mm/semana) en respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce.....	37
Figura 3. Índice de supervivencia (%) en respuesta biológica en juveniles de langosta de agua	40

Introducción

La langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) es un crustáceo que se ha convertido en una importante fuente de alimento y especie de cultivo a nivel mundial. La alimentación y nutrición de las langostas jóvenes son factores clave para aumentar el crecimiento y la supervivencia de estas especies. En este contexto, se investigó la inclusión de selenio de diferentes dietas de langostas juveniles. Sin embargo, se necesita más investigación para comprender mejor la respuesta biológica de las langostas juveniles (1). A partir de los años 90 era una potencial comercial la langosta de agua dulce pero hoy en día se está perdiendo su popularidad, ya que en esos años los precios eran muy buenos en el mercado y rentables, pero hoy sus precios no son tan rentables para el criadero (2).

Al nivel del Ecuador en 1994, durante el período más peligroso del Síndrome de Taura en Ecuador, se introdujo en el país langosta de río australiano (*Cherax quadricarinatus*). En ese momento se creía que la producción de *Cherax* podría ser posible, por lo que se invirtió una gran cantidad de dinero en la construcción de criaderos de langosta, en un momento se construyeron al menos 30 criaderos de langosta en el país. A partir de junio de 2001, todas menos una de estas granjas fue abandonadas o reservadas para otras actividades (3). En Ecuador, y especialmente en la provincia del Guayas, el desarrollo de la camaronicultura en aguas continentales se ve favorecido por la infraestructura en gran parte abandonada de las granjas de cangrejos en la costa ecuatoriana (4).

En la nutrición en el medio natural la langosta de agua dulce se nutre de (fitoplacton, zooplacton y animales bentónicos) en dietas comerciales existen variedades de dietas la que mayor demanda tiene son alimento suplementario de baja calidad con < 15% de proteína cruda de acuerdo al desarrollo las técnicas del cultivo y las la necesidad de siembra para ello es necesario plantear la formulaciones peletizada completas buscando cubrir los requerimientos nutricionales de la especie (5). En la reproducción de la langosta de agua dulce se puede hacer en estanques abierto bajo sombra que no sobrepase los 28°C, cuando se emplean los reproductores, se debe fertilizar y alimentar el estanque, así incrementando la nutrición natural, que es una fuente importante para el desarrollo, de su nutrición alcanzando el máximo rendimiento más que su nutrición natural, alcanzando peso favorables de 3g en los juveniles la creación de un estanque de

2500 m² da un promedio de 18000 juveniles/metro donde se alcanza el propósito productivo alrededor de 90 días después de una buena siembra de reproductores (6).

Las principales ventajas biológicas de cultivar esta especie son: rápido crecimiento, ciclo de vida simple, fácil reproducción, sin mayores problemas de enfermedades, la especie es fisiológicamente resistente puede vivir en el área, en el que agua tiene baja saturación de oxígeno a temperaturas extremas, por períodos cortos temporales, sus necesidades nutricionales son simples y no cavan hoyos para protegerlos (7). Por otro lado, sus propiedades biológicas lo hacen tolerante a la sequía, lo que se traduce en un mayor tiempo después de la cosecha, por lo que puede ser transportado por períodos cortos en estado vivo, conservando sus cualidades organolépticas y culinarias. Además, se adapta a temperatura altas, no es demasiado agresivo y acepta una dieta equilibrada, lo que le confiere un gran potencial productivo (8).

El selenio junto a las vitaminas E son factores de la glutatión- peroxidasa por lo que ejerce una gran eliminación de peróxidos y radicales libres toxicas para las membranas celulares el selenio es aquel que absorbe en el enterocito y disminuyen ampliamente por el organismo en la naturaleza es un microelemento ampliamente distribuido las fuentes más ricas en selenio son las nueces, los marisco, el hígado y la carne fundamentalmente.

La suplementación dieta con selenio puede afectar al crecimiento y la supervivencia de juveniles de *Cherax quadricarinatus*, sin embargo, se han revelado estudios sobre las necesidades nutricionales y la composición de la dieta de los cangrejos rojos jóvenes. Estos estudios sugieren que los niveles de proteínas y lípidos en la dieta pueden influir en el desarrollo y la respuesta reproductiva de las langostas australianas juveniles, sin embargo, el efecto de la suplementación con selenio no se mencionó específicamente (9).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del Problema

El objetivo del estudio fue investigar las respuestas biológicas de langostas jóvenes de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) alimentadas con selenio en sus dietas de selenio es un micronutriente esencial que desempeña un papel importante en una serie de procesos biológicos, como la actividad antioxidante y la regulación del sistema inmunitario. Sin embargo, es necesario comprender mejor cómo la suplementación con selenio en la dieta puede afectar las respuestas biológicas de las crías de langosta.

Agregar selenio a la dieta de langostas de agua dulce juveniles tiene varios efectos positivos y negativos el selenio es un mineral esencial que juega un papel importante en el metabolismo de los animales, incluidas en las langostas el excesivo de selenio puede dañar a las langostas de agua dulce juveniles por lo tanto, es importante considerar agregar niveles adecuados de selenio a las dietas de langostas de agua dulce juveniles para garantizar que no se excedan los niveles seguros y evitar deficiencias en este importante mineral. El selenio es un componente esencial de la enzima glutatión peroxidasa, que actúa como un poderoso antioxidante en el cuerpo de las langostas.

Es una especie de gran importancia en la acuicultura debido a su valor comercial y demanda en el mercado y que el éxito de su cultivo depende de factores como la alimentación adecuada, y allí hablamos sobre el selenio y su importancia que sea necesario generar más información sobre los efectos del selenio en la respuesta biológica de este organismo que pueden surgir en el proceso de producción están las enfermedades, los factores climáticos y la falta de financiamiento.

Sin duda, los problemas que más afectan el rendimiento de las langostas son las enfermedades, ya que estas enfermedades pueden ocurrir y causar más daños a medida que aumenta la intensidad de la camaronicultura y más langostas acuáticas producen.

Los crustáceos están expuestos a mayores cantidades de contaminantes potenciales en ambientes más estresantes, lo que reduce su capacidad para combatir enfermedades. Otro problema que notamos fue que la temperatura más baja del agua que obstaculizó el crecimiento de los juveniles. Las crisis financieras que ha sufrido la economía mundial desde fines de la década de los 80 y los problemas de liquidez provocados por las pérdidas en los mercados asiáticos y sudamericanos han convertido la falta de financiamiento en un problema crítico para la actividad, en países como Ecuador enfrentan altas tasas de interés para obtener créditos donde los niveles de producción han caído. Otro problema potencialmente más grave para la cría de langostas de agua dulce es la baja saturación de oxígeno, que es una de las principales causas de mortalidad masiva (10).

Diagnóstico

La mayor parte de la producción de langosta de agua dulce producida a nivel local y mundial se ve afectada por enfermedades, factores climáticos, requisitos de calidad del agua y falta de recursos económicos. Por estas razones, la producción de esta especie es baja, pero el factor que más influye en la producción de *C. quadricarinatus* es la incidencia de enfermedades, ya que puede causar mayor daño disminuyendo las densidades de población. Es muy importante tener más certeza sobre los aspectos técnicos relacionados con el cultivo.

Pronóstico

Una forma de contribuir a la rentabilidad del cultivo de langosta de agua dulce es analizar diferentes fuentes de energía y selenio para la alimentación. Una alternativa en la adición de selenio en la dieta el selenio es un nutriente esencial que participa en importantes procesos metabólicos del animal su deficiencia puede generar retraso en el crecimiento.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el efecto de dieta con selenio en la respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce (*Cheras quadricarinatus*) alimentados con selenio en dietas?

1.1.3. Sistematización del Problema

En base a la problemática abordada anteriormente se plantean las siguientes directrices:

- ¿Cuál es el efecto en selenio sobre la ganancia de peso y talla, incremento de peso, factor de condición, tasa de crecimiento específico, incremento de talla y la ganancia de talla en juveniles de langosta de agua dulce *C. quadricarinatus*?
- ¿Cuál es el efecto en dieta con selenio sobre la supervivencia en juveniles de langosta de agua dulce *C. quadricarinatus*?
- ¿Cómo se comportarán los parámetros nutricionales: conversión alimenticia y eficiencia alimentaria y proteica en los juveniles de langosta de agua dulce *C. quadricarinatus* alimentados con selenio?

1.2. Objetivos

1.2.1. *Objetivos General*

- Evaluar la respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar el efecto del selenio en dieta sobre el crecimiento en juveniles de langosta de agua dulce.
- Evaluar los parámetros nutricionales en juveniles de langosta de agua dulce por efecto del selenio.
- Analizar la supervivencia en juveniles de langosta de agua dulce por efecto del selenio en dieta.

1.3. Justificación

El mercado de la langosta es una industria con un alto y rápido crecimiento en las últimas décadas, y es una importante fuente de divisas y empleos para el país (11). En Ecuador, la industria ha experimentado importantes innovaciones tecnológicas, culturales y de mercadeo, las cuales han tenido un impacto positivo en esta área (10).

El selenio es un micronutriente esencial que desempeña un papel importante en varios procesos biológicos, como la función antioxidante y la regulación del sistema inmunológico. Aunque se ha investigado la inclusión de diferentes nutrientes en la dieta de las langostas juveniles, se requiere más investigación para comprender mejor la respuesta biológica de estas especies a diferentes nutrientes, incluyendo el selenio. En este estudio, se investiga la respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce alimentados con selenio en su dieta. (12).

En este estudio radica en la importancia de comprender cómo la inclusión de selenio en la dieta puede afectar la respuesta biológica de las langostas juveniles de agua dulce la información obtenida en este estudio puede ser útil para mejorar la alimentación y nutrición de las langostas juveniles de agua dulce y, por lo tanto, maximizar el crecimiento y la supervivencia de estas especies. Además, la comprensión de la respuesta biológica de las langostas juveniles a diferente dieta puede tener implicaciones importantes para la acuicultura y la producción de alimentos en todo el mundo (13).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

Langosta

Son crustáceos, conocidos colectivamente como "langosta roja", "langosta de agua dulce o langosta australiana", y también "langosta de agua dulce". Es originaria de Australia y se considera una especie muy promisoría para el cultivo en el país (14).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Antecedentes

En la acuicultura ha sido considerada una opción fundamental para cubrir la proteína animal, donde se realiza la producción son tierras que no son aptas para la producción, agrícola para los acuicultores llama la atención para su uso y así es generadora, de empleos (15).

Al nivel mundial la acuicultura ha mantenido un crecimiento constante sostenido alrededor del 12% anual entre el año 2000 y el 2008, se ha estimado que en el 2012 es más del 50% del consumo global en la acuicultura, aunque no se sabe exacta mente los datos exactos se ha considerado que la producción a aumentado en la última década donde ha sido una de las fuentes económicas para una reducción de pobreza. Y establecer una seguridad alimentaria regional y global. (16).

2.2.2. La acuicultura en Ecuador

En el año 68 fueron fundados en el Ecuador las primeras camaroneras esto sucedió en la provincia del Oro y en el año 74. El país ya tenía alrededor de unas. 600 hectáreas de terreno. Donde se comenzó a trabajar con dicha producción. De aquella especie en los años 80 ya esta actividad creció progresivamente. A partir del año 87, el país fue el primer exportador de camarón del mundo, esto se dio a que éste se convierte en un negocio muy beneficioso (17).

En el año 1992. Surgió una idea de introducir la langosta de agua dulce en el Ecuador, ya que nuestro país se encontraba las condiciones necesarias para el cultivo y la reproducción ya que en el año 1994 por la empresa Inacua, logro la introducción al

Ecuador por primera vez. Donde los acuicultores productores de camarones pasaban, por duros momentos con el síndrome de Tauro lo que le estaba causando pérdidas con las camaronas. es una gran alternativa por cultivo que están sufriendo grandes mortalidades.

La empresa Inagua.sa Inicia el cultivo en 1994, donde aquella otra empresa como Navimas s.a. 1995 y 1996 la empresa Lobstar desarrollaron un sistema de producción más sofisticada Incluyendo estudios genéticos, tanto como una nutrición y reproducción.

Para los acuicultores el cultivo de langosta de agua dulce era nuevo para ellos, ya que no tenían conocimientos técnicos ni experiencia en el cultivo en medio comercial en el Ecuador no tuvieron resultados positivos, más bien tuvieron resultados negativos. Donde la mortalidad tuvo un 80% de promedio. Y además esto presentó mortalidades inicialmente atribuidas a la alta densidad, adicionalmente luego también se detectaron problemas patología Otro de los problemas fue donde los asesores decían que iban a tener una producción de 2500 a 3000 libras por hectárea, pero en realidad tuvieron una producción de 1500 y 2000 libras por hectárea. es decir, que la supervivencia era entre 50 y 70%. Entre los costos de producción eran muy altos, por lo que había que tener piscinas con grava o piedra de río también había que tener lechuguine tanto para que cuidara la calidad del agua, y también para que lo utilicen como refugio para los animales La expectativa de precios. Se esperaba entre los USD 5 y 7, la libra, pero se demostró que las experiencias iniciales del mercado no eran rentables (18).

Por lo que los precios ni la demanda original esperaba una parte de la producción que se logró vender, pero el precio era alrededor de USD 1.60 la libra por lo que algunos. Acuicultores. La mayoría de ellos dedicado a los langosteros cerraron Por la inversión y costo alto y la ganancia poco. Que algunos también fueron cerrados y fueron embargados por los bancos que habían financiado. En aquel momento llegaron a existir 500 hectáreas y al menos 30 langostero Construida y registrada en el país para en junio del 2001, la mayoría de estas granjas se encontraban abandonadas o dedicadas a otra

actividad Para el 2002 todas las granjas, ya vían cerrado excepto una que se cerró en la actividad. la última langostera, propiedad de Arturo Kronfle y cerró en el año 2003 (19).

2.2.4. *Cherax quadricarinatus*.

2.2.4.1. *Distribución*.

La langosta *Cherax quadricarinatus* se encuentra en el noreste tropical de Australia (20) (21) se encuentra en Queensland, cerca del golfo de Carpintería y del cabo York, en la costa occidental de la bahía de Darwin y en el sureste de Nueva Guinea (22).

Como se ha mencionado anteriormente, el cultivo de langosta de agua dulce comenzó en Australia en 1984, donde ya existía una industria para especies similares. Al principio, el rendimiento el rendimiento era de alrededor de 1 tonelada/ha/año. Durante 20 años de investigación y mejoramiento comercial, se logró un progreso considerable en las técnicas de mejoramiento.

Las langostas de agua dulce tienen características de producción deseables, son resistentes y tienen un ciclo de vida corto, reproduciéndose de 3 a 5 veces al año. No tiene un estado larvario libre, ya que el proceso embrionario tiene lugar en el interior del huevo para formar larvas completamente independientes. Su ritmo de desarrollo permite alcanzar especificaciones comerciales (40-60g y 60-90g) en 7 meses. Es fisiológicamente muy resistente a bajas concentraciones de oxígeno (> 1 mg/l) y una amplia gama de condiciones del agua, incluyendo dureza y alcalinidad (20 a 300 ppm) y pH (6,5 a 9). Es una especie bisexual que tiene un patrón de crecimiento bisexual. En condiciones óptimas de crecimiento, machos y hembras alcanzan la madurez sexual después de 7 a 9 meses. Son reproductores múltiples con una fecundidad moderada que oscila entre 100 y 1000 huevos por desove. colocación dependiendo del tamaño individual (24). CIBNOR tiene una participación significativa en el proceso de optimización de tecnologías cultivo con base en los avances en biología de especies, formación de recursos humanos y transferencia de tecnología (10).

2.2.5. Clasificación Taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del *C. quadricarinatus*.

Reino	Animal
Phyllum	Arthropoda
Subfilo	Crustacea
Clase	Malacostraca
Superclase	Eumalacostraca
Superorden	<i>Eucarida</i>
Orden	Decapoda
Suborden	Pleocyemata
Infraorden	Astacidea
Superfamilia	Parastacoidea
Familia	Parastacidae
Género	<i>Cherax</i>
Especie	<i>Cherax quadricarinatus</i>

Obtenido de: (23).

La mayor diversidad de familias de Parastacidae se encuentra en Australia, con 14 géneros, 9 de los cuales son exclusivos de restringidos e islas Adyacentes (24).

2.2.6. Ventajas biológicas de la *C. quadricarinatus* para la acuicultura.

En la langosta de agua dulce ha sido una especie que se ha evolucionado para sobrevivir en las circunstancias adversas que hacen de ella una especie adecuada para la producción a continuación se presentan las siguientes ventajas biológicas.

- Rápido desarrollo.
- Poseen un siglo de vida simple, sin estadios larvario, libre de alcanzando la madurez sexual entre los 6 y 9 meses.
- Fisiológicamente robusta (puede sobrevivir en el agua de baja, saturación de oxígeno o temperaturas extremas por periodos cortos de tiempo).
- Muestra una fácil reproducción reproduciéndose de 3 a 5 veces por año.
- Eleva factores de conversiones alimenticias FCA.
- Requerimiento nutricional. Simple, es omnívoros.
- No tiene problema significativo de enfermedades.

- Tiene adaptabilidad al manejo del sistema artificial, además, que el sabor de su carne es agradable y sus texturas cumple con los más altos estándares de calidad (25).

2.2.7. Enfermedades.

Langosta de agua dulce o red claw no sufren enfermedades como medida de precaución y obtener individuos reproductivos o destinados a esta etapa de la vida, al no existir en el país certificados de sanidad en este sentido, debe ser cuidadosamente estudiado (sin daños, caparazón entero, antenas y anténulas completas y buen peso, así como pedúnculos oculares en excelente estado). Pero existen enfermedades más comunes que afectan a la familia del crustáceo las enfermedades más comunes son:

Bacterias: Son microorganismos que provocan infección de la sangre (hemolinfa de los crustáceos) o los órganos internos del animal, pudiendo ocasionar cuadros como septicemias agudas bacterianas, que matan a los animales.

Hongos: Las enfermedades causadas por hongos (saprolegnia, y otros hongos de tipo acuático) es común en cultivos acuáticos cuando está presente se encuentran a menudo en el agua porque son descomponedores de materia orgánica.

Protozoarios: Los protozoos son animales microscópicos que se pueden encontrar estanques en el verano, en su mayoría con una temperatura de 24 a 30°C.

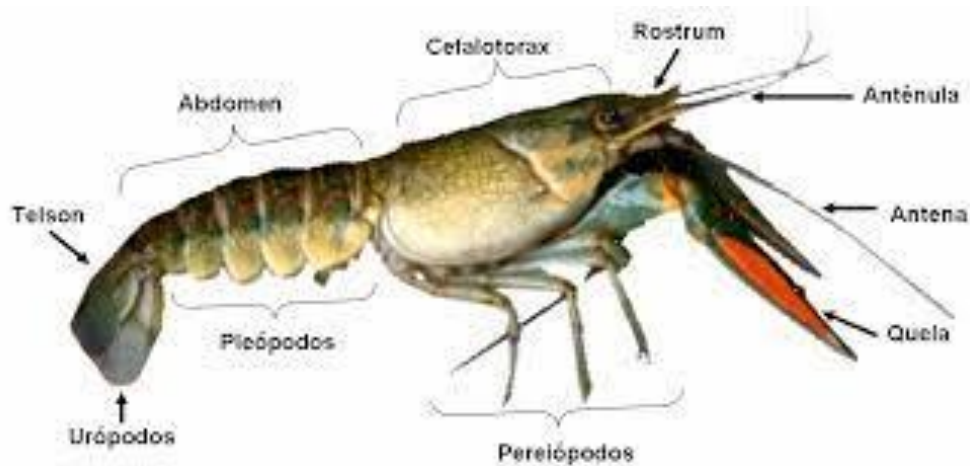
Vermes (gusanos): Son intrusos o parásitos internos animales o parásitos externos entre estos últimos se encuentran algunos, más comúnmente, se llaman temnocefalidos.

Virus: Se detectaron dos virus en Australia y luego en los Estados Unidos condiciones en esta langosta, y todavía se debate si solo causa infecciones leves (de baja patogenicidad), pero puede causar atrofia del hígado y del conducto pancreático; visto especialmente en langostas severamente infectadas, especialmente cuando trabajan junto con bacterias y pueden ser mortales, especialmente en animales adultos (26).

2.2.8 Morfología

Figura 1.

Morfología de langosta de agua dulce.



Obtenido de: (26)

2.2.9. Fisiología y Metabolismo.

Como la mayoría de los organismos vivos, los crustáceos usan esencialmente las mismas relaciones para generar energías necesarias para sustentar los procesos vitales, usan los mismos tipos de compuesto y mecanismo para contribuir su macromolécula y usan los mismos conjuntos de relaciones para sintetizar el compuesto que necesitan varias relaciones bioquímicas. Las células naturales de los mariscos y camarones requieren gran cantidad de compuesto perforamos que deben estar presentes en la dieta porque los organismos no son sintéticos esenciales o porque son esenciales para el significado satisfacer las necesidades energéticas necesarias para sustentarlas, vive, crece y multiplicarse (27).

La principal fuente de energía de este crustáceo es la proteína, seguida de los carbohidratos para la energía metabólica además necesita grasa como elementos esenciales de la función y estructura celular (28).

La ingesta de alimento, el consumo de oxígeno y el metabolismo energético son procesos estrechamente relacionados que ocurre con todos los animales en particular, la tasa de consumo de oxígeno en animales acuícolas desde gran importancia. En cultivos

intensivos y semi intensivos, por lo que es una herramienta de tasa metabólica comúnmente utilizada para analizar distribución de energía en el estrés del animal, acuícolas animales, acuáticos (29). La tasa de consumo de oxígeno y la actividad de las enzimas digestivas indica la capacidad de los organismos acuáticos para utilizar los nutrientes de una dieta equilibrada (30).

La tasa metabólica del crustáceo depende de muchos factores internos y externos factores internos incluyen la edad, sexo, peso corporal, nivel de actividad física y trabajo internos de los factores externos incluyen, temperatura, ambiente, exposición a factores estresante y disposiciones de alimentos claramente la temperatura. Tiene un efecto significativo en la tasa metabólica de las especies, sin embargo, la mayoría de los animales termina coinciden mecanismo que compensan los cambios de las temperaturas. Algunos esenciales incluyen, pueden comenzar complementar y mantener su tasa metabólica al mismo ritmo que a una temperatura más alta después de un periodo de aclimatación a la nueva temperatura más baja (31).

De acuerdo con la actividad de las enzimas digestivas, se ha estudiado en varios decápodos y se ha demostrado que el estado directo involucrados en la digestión. La absorción de nutrientes, la reproducción, la fase del ciclo de muda, la composición de la dieta, el ritmo sicario y el ciclo de luz y la cantidad de la luz, temperatura del agua, habita alimentarios e incluso adaptación al entorno. En particular con respecto de las funciones fisiológicas, los crustáceos tienen mecanismos de defensa que incluyen procesos antioxidantes, enzimáticos y no enzimático cuya función depende de los niveles de proteínas y lípidos y pueden requerir una cantidad óptima para exigir darles respuesta a condiciones estresantes (32).

SOD es una enzima capaz de reducir el daño superior, óxido para formar agua y peróxidos de hidrógeno. Los SOD se dividen en 3 grupos principales, según los iones metálicos que contiene Mn -SOD se encuentra en las mitocondrias Fe-SOD en bacterias y Cu/Zn SOD en ecuatorial La SOD extracelular (EC-SOD se ha implicado que las destrucciones de parásitos ingerido o encapsulados durante los brotes respiratorios que ocurren durante la fagocitosis (33,34).

2.2.11. Nutrición.

La langosta de agua dulce es omnívoro y usan los alimentos de manera muy eficiente, con una dieta comercial de buena calidad con el 30% de proteína cruda y el 8% de lípidos aproximadamente el 70% de energía ingerida se puede utilizar para el crecimiento (35,36). Esta habilidad Da a esta especie una ventaja de reproducción bioenergética sobre otras especies *Cherax* (37) En los estanques el alimento natural de la langosta representa hasta el 70% de las necesidades nutricionales de la langosta e incluye microalgas zooplancton, bacterias oligoquetas, insectos, plantas acuáticas y terrestres Se han realizado varios estudios sobre el requerimiento nutricional de *C. quadricarinatus* cultivado en juveniles de peso mayor a 1g pre adultos y adultos (35,36,38).

Engorde

En el cultivo se debe desarrollar muy similar a la etapa de precia de 100 a 130 días se debe utilizar un alimento de 28-30% de proteína hasta que la cosecha en los machos crece mucho más rápidos que las hembras por lo que tiene mucho más peso que las hembras por lo que las expectativas de peso son mucho más comerciales por el peso (39).

En la siembra de los juveniles de tener los juveniles 3-4 cm a una densidad de 15 juv/m² en cada estanque la alimentación es diariamente con balanceado pelletizado de 32-35% de proteína el nivel de oxígeno y de la temperatura se debe medir diariamente o semanalmente después de unos 90 días se cosechan las unidades de cultivo con langostas es de 25g con el fin de separar los sexos y también separar el cultivo monosexual.

2.2.2. Selenio

2.2.12. Importancia del selenio en crustáceos.

El selenio es un micronutriente esencial en la dieta de las de los animales para mejorar el crecimiento y mantener la salud en acuicultura intensiva los animales probablemente no obtengan el suficiente crecimiento del ambiente por consiguiente el selenio de la dieta se ha convertido en un importante aspectos en las prácticas acuícolas sin embargo las fuentes de proteínas animales como es la harina del pescado y harina de krin puede contener altos niveles de selenio en este sentido se debe tomar con precaución la suplementación de selenio en dietas de animales acuáticos la deficiencia de selenio puede conseguir con conducir al deterioro de la capacidad antioxidante del daño oxidativo en los animales por otro lado el uso excesivo de selenio puede tener efectos tóxicos y reducir el rendimiento de un crecimiento disminuir los la respuesta inmune y reducir la eficiencia de la conversión de la dieta en el sentido excursión identificar el nivel óptimo del selenio en la dieta para los animales acuáticos (40).

2.2.14. Selenio en la acuicultura.

Se han reportado dietas con deficiencia en selenio de 0mg/kg en la producción se muestra una disminución en la ganancia de peso el conteo de hemocitos y la capacidad anti estrés del camarón las dietas con altos niveles de selenio 1mg/kg ha mostrado que inhibe la biosíntesis de las proteínas a nivel celular, induce el daño celular y reduce la resistencia al estrés ambiental.

El nivel más favorable del selenio en dieta para el crecimiento del camarón se ha reportado de 0.2 a 0.4mg/kg no obstante el nivel de selenio que se encuentra en los alimentos comerciales para el camarón es de 0.58mg/kg (41).

Los nutrientes que contiene el pienso son necesarios para los procesos biológicos que tienen lugar en el organismo del animal, por lo que la selección de los ingredientes a incluir en la dieta es muy importante para determinar la cantidad adecuada. Estos nutrientes se dividen en dos grupos: macronutrientes, que se necesitan en grandes cantidades y brindan la mayor parte de la energía que el cuerpo necesita, incluidas las

proteínas, los lípidos y los carbohidratos, y los micronutrientes, que el cuerpo necesita. regeneración de tejidos. regula procesos en el cuerpo, como vitaminas y minerales. Este último asegura el buen desarrollo de las funciones fisiológicas del organismo y es necesario para el metabolismo, fortaleciendo el sistema inmunológico y previniendo enfermedades. Entre los minerales de gran importancia para la acuicultura se encuentra el selenio (Se), un oligoelemento que se encuentra en forma de compuestos inorgánicos como el selenito y el selenato, o compuestos orgánicos como los seleno aminoácidos como la selenocisteína. y selenio metionina (42). El selenio es un nutriente esencial para los animales y participa en importantes procesos metabólicos de los animales; para en la deficiencia puede resultar en un retraso crecimiento distrofia muscular anorexia mortalidad (43).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Acuicultura del campus “La María” perteneciente a la Universidad Técnica de Quevedo (UTEQ) situado en el km 7/5 de la vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Se encuentra entre las coordenadas geográficas 1 0 6’ 28” de latitud sur y 70 0 27’ 13” de longitud oeste, a una altura de 72 metros sobre el nivel del mar con una temperatura media de 26°C

3.1.2. Condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas donde se realizó la investigación se detallan a continuación.

Tabla 2. Condiciones meteorológicas en el campus “La María” UTEQ.

Datos meteorológicos	Valores promedio
Temperatura media °C	26
Humedad relativa (%)	87.71
Evaporación media anual mm	89.46
Precipitación (mm anual)	274.29
Heliofanía (horas luz año)	915.56
Zona ecológica	Bosque húmedo-tropical

Elaborado: Menéndez 2023

3.2. Tipo de investigación.

La presente investigación es una forma efectiva de obtener información sobre la respuesta biológica de las langostas de agua dulce juveniles se analiza los nutrientes, incluido el selenio. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los estándares para el manejo de animales y nutrientes en el laboratorio deben seguirse y ajustarse adecuadamente.

3.3. Método de investigación.

3.3.1. Método comparativo.

Se analizaron cada una de las variables como la evaluación de respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce *C. quadricarinatus* alimentados con selenio en dieta en un sistema intensivo.

3.3.2. Método explicativo.

Se realizó un ensayo (trabajo de campo) de acuerdo con los objetivos planteados en el trabajo de investigación, mediante el cual obtendremos los respectivos resultados y conclusiones.

3.3.3. Método experimental.

Se evaluaron las dosis de suplementación de selenio, basándonos en estudios preliminares en diferentes especies acuícolas con la influencia de selenio en los factores nutricionales metabólicos y zootécnicos.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Los datos experimentales serán obtenidos de fuentes:

Primarias: La información primaria se obtuvo a través de la observación directa al tratamiento, que evidenciarán la respuesta zootecnia y nutricional.

Secundarias: La información presentada en el marco conceptual y referencial se tomó de diversas fuentes secundarias como:

Revistas científicas.

Artículos.

Libros.

Tesis

3.5. Diseño de la investigación.

En el presente estudio se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con (5) tratamientos (0, 0.15, 0.375, 0.75, 1.50 mg/kg de selenio en dieta) y (3) repeticiones (acuarios plásticos), con 15 especímenes por cada repetición en un proceso de crianza de 60 días. Las dosis de selenio se establecieron en base a estudios (44). para la

comparación de medias se utilizará la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$), y el modelo de investigación es el siguiente:

3.5.1. Modelo Matemático.

$$Y_{(ij)} = \mu + t_i + \epsilon_{j(i)}$$

Donde:

Y = es la variable de respuesta de interés.

μ = promedio general de la población sobre la cual se está trabajando

t = es la variación que se atribuye a los niveles del factor que se está evaluando (efecto de los tratamientos).

ϵ = es la variación de los factores no controlados (el error experimental)

i = i -ésimo tratamiento

j = j -ésima repetición de cada tratamiento

$j(i)$ = es la variación de las unidades experimentales anidado en los tratamientos.

3.5.2. Esquema del análisis de varianza.

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$t - 1$	4
Error experimental	$t \times (r-1)$	10
Total	$(t \times r) - 1$	14

Elaborado: Menéndez 2023.

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Formulación, preparación y bromatología de las dietas experimentales.

Las dietas fueron formuladas mediante el uso del software de libre acceso "LINDO Systems, Inc. IL, USA". Para la posterior confección de estas dietas, se siguieron los procedimientos comunes empleados en la preparación de alimentos para otras especies. Cada componente se sometió a un proceso de tamizado utilizando un tamiz de 250 μm ,

y luego se pesó con una balanza digital. Este proceso permitió obtener tanto macronutrientes como micronutrientes. Para la creación de cada dieta, se utilizó una licuadora industrial para combinar los ingredientes macro, con el propósito de lograr una homogeneización adecuada. Los micronutrientes se mezclaron por igual antes de añadirlos a la mezcla de los ingredientes macro. Finalmente, después de la mezcla completa de todos los ingredientes, se agregó un 30% de su peso en agua para obtener la consistencia deseada de la mezcla.

La mezcla resultante se sometió a un proceso de molienda a través de un molino de carne con el fin de obtener pellets de 2 mm de tamaño. Posteriormente, los gránulos de las dietas se secaron en una estufa a una temperatura de 55°C durante un período de 8 horas. Una vez completado el proceso de secado, se envasaron en bolsas plásticas herméticas y se almacenaron en condiciones de refrigeración a 4°C hasta su análisis bromatológicos y utilización.

Para el análisis bromatológico, se determinó el contenido de humedad a través de la utilización de estufa, secando a 105°C cada dieta. Para la obtención de ceniza cada muestra fue incinerado a 550°C colocada en Mufla. La grasa se evaluó mediante la técnica de extracción Soxhlet, las grasas de la muestra fueron extraídas con éter de petróleo y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente. Para determinar el contenido de proteína fue por el método de Kjeldahl mismo que evaluó el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio. La fibra se obtuvo por el método de Weende, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio y calcinado el residuo, la diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra presente.

El extracto libre de nitrógeno al ser una categoría del sistema Weende se obtuvo por diferencia; $ELN = 100 - (\text{ceniza} + \text{extracto etéreo} + \text{proteína} + \text{fibra})$. La determinación de energía se obtuvo al comprimir una muestra para formar una pastilla fue colocada en una cápsula pequeña de cuarzo, la cápsula con la muestra se coloca en la bomba calorimétrica automática donde se produce la combustión, en este proceso se produce un cambio de temperatura convirtiendo la señal en Kcal/Kg, el calorímetro mide las cantidades de calor liberadas por el alimento. Ver en tabla 4 la composición bromatología de las dietas.

Tabla 4.*Composición química de las dietas experimentales*

Selenio Orgánico	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	ELN	Kcal.kg ⁻¹
0 mg	93.40	32.43	4.86	6.32	11.90	37.89	4.50
0.15 mg	93.60	32.35	4.64	6.35	12.00	38.26	4.35
0.375 mg	93.20	32.3	4.57	6.42	12.40	37.51	4.42
0.75 mg	93.40	32.31	4.50	6.53	12.30	37.76	4.45
1.50 mg	92.94	32.15	4.61	6.50	12.40	37.29	4.42

Elaborado: Menéndez, 2023.

3.6.2. Parámetros zootécnicos y nutricionales.**3.6.2.1. Peso inicial.**

El peso inicial se lo determino mediante una balanza analítica donde se pesaron individualmente los juveniles de langosta de agua dulce.

3.6.2.2. Talla inicial.

En la langosta al igual que en los camarones se mide la longitud de la cola desde el primer segmento del abdomen hasta el extremo posterior del telson. Para que esta medición sea lo más exacta.

3.6.2.3. Peso final.

El peso y la talla final se la determinó mediante la suma de todos los juveniles de cada tratamiento dividida para la cantidad de individuos restantes posible es recomendable hacer con un calibrador o pie de rey.

$$PF (g) = \frac{\text{Suma de todos los juveniles}}{\text{dividido para todos los juveniles}} \quad \text{Ecuación 1.}$$

3.6.2.4. Talla final.

Esta al igual que el peso final esta variable se la determinó mediante la suma de todos los juveniles de cada tratamiento dividida para la cantidad de individuos restantes.

Ecuación 2.

$$TF (mm) = \frac{\text{Suma de todos los juveniles}}{\text{dividido para todos los juveniles}}$$

3.6.2.5. Factor de condición.

Ecuación 3.

$$FC (\%) = \frac{\text{Peso final}}{\text{talla final}^3} \times 100$$

3.6.2.6. Ganancia de peso.

La ganancia en peso se la estableció mediante la diferencia entre el peso final menos el peso inicial.

Ecuación 4.

$$GP (g) = Pf - Pi$$

Donde:

GP = Ganancia de peso, **Pf** = peso final, **Pi** = peso inicial

3.6.2.7. Incremento de peso.

Ecuación 5.

$$IP (\%) = (Pf - Pi) \times 100$$

Donde:

IP (%) = Incremento de peso, **Pf** = peso final, **Pi** = peso inicial

3.6.2.8. Tasa de crecimiento específico.

El efecto de los diferentes tratamientos experimentales en el desarrollo de los juveniles se valoró en función del aumento en peso.

$$(TCE) = \frac{\log Pf - \log Pi}{t} \times 100 \quad \text{Ecuación 6.}$$

Donde:

TC = Tasa de crecimiento específico, **Log Pf** = Logaritmo de peso final, **Log Pi** = Logaritmo de peso inicial, **T**= número de días.

3.6.2.9. Ganancia de talla.

La ganancia en talla se la estableció de la siguiente manera la diferencia entre la talla inicial menos la talla final.

$$GT (mm) = Tf - Ti \quad \text{Ecuación 7.}$$

Donde:

GT= Ganancia de talla, **Tf** = talla final, **Ti** = talla inicial

3.6.2.10. Incremento de Talla.

$$IT (\%) = (Tf - Ti) \times 100 \quad \text{Ecuación 8.}$$

Donde:

IT (%) = Incremento de talla, **Tf** = talla final, **Ti** = talla inicial

3.6.2.11. Supervivencia

Con la siguiente ecuación se calculó tomando el total número final de organismos entre el número inicial de organismos por 100. esto es para tener un control para saber cuánto fue el porcentaje de supervivencia.

Ecuación 9.

$$S = \frac{\text{Número final de organismos}}{\text{Número inicial de organismos}} \times 100$$

3.6.2.12. Conversión alimenticia.

Con la siguiente ecuación se calculó sumando el total de consumo de alimento dividido para la ganancia de peso, esto es para tener un control de alimento consumido se convertirá en biomasa de langostas.

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}} \quad \text{Ecuación 10.}$$

3.6.2.13. Eficiencia alimentaria.

Con esta ecuación se calculó sumando el total de peso ganado entre el consumo de alimento por 100.

$$EA = \frac{\text{Ganancia de peso}}{\text{Consumo de alimento}} \times 100 \quad \text{Ecuación 11.}$$

3.6.2.14. Tasa de eficiencia proteica.

La tasa de eficiencia proteica se determina en el aumento de peso lo juveniles dividido por el consumo de una proteína alimentaria durante el período del experimento.

$$TEP = \frac{\text{Ganancia de peso (g)}}{\text{Consumo de proteina (g)}} \quad \text{Ecuación 12.}$$

3.7. Tratamientos de los datos.

Tabla 5.

Descripción de los tratamientos

N ^a	Tratamientos Selenio (mg Kg ⁻¹)	Repeticiones (Acuarios Experimentales)	Juveniles de langosta / Tanque	Total, de Juveniles de langosta /Tratamiento
1	0g	3	15	45
2	0.15mg	3	15	45
3	0.375mg	3	15	45
4	0.75mg	3	15	45
5	1.5mg	3	15	45
Total				225

Elaborado: Menéndez, 2023.

Se estudiaron 4 niveles de selenio en diferentes dosis de aplicación y un tratamiento control en la alimentación de juveniles de langosta de agua dulce con 3 repeticiones cada una (Tabla 5), esta investigación se emplea para conocer el nivel más conveniente y cual obtiene mayores beneficios.

El análisis de datos se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y las medias se compararán utilizando la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), con la utilización del software estadístico InfoStat se utilizará gráficos de barras para presentar las proporciones de los componentes del selenio.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Talento humano que contribuyó en la realización del presente proyecto de investigación:

- Director del proyecto de investigación Yuniel Méndez Martínez PhD.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Marlon Moisés Menéndez Castro.

3.8.1. Equipos y materiales.

- Mandil.
- Guantes.
- Alcohol.
- Balanza analítica.
- Calibrador
- Termómetro
- Estufa

3.8.2. Materiales utilizados en el campo.

- Juveniles de langosta de agua dulce
- Cajonera de almacenamiento de agua.
- Mangueras.
- Bombas de oxigenar.
- Termostatos.
- Tubos de PVC.
- Piedra difusora
- Coladores.
- Bandejas de aluminio.
- Bandejas de plásticos.
- Valde.
- Mallas plásticas

3.8.3. Otros materiales.

- Lápices
- Tijera.
- Marcadores.
- Bandeja de aluminio.
- Computadora.
- Estilete

3.8.4. Reactivos.

- Eugenol.
- Gelatina sin sabor
- Selenio

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

24.1. Efecto del selenio en dieta sobre el crecimiento en juveniles de langosta de agua dulce.

4.1.1. Parámetros zootécnicos de peso

Los promedios de peso inicial, final y ganancia de peso se reportan en la Tabla 1, en la cual se aprecia a los primeros días los parámetros zootécnicos en juveniles de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus*, donde se puede apreciar que en el peso inicial no existe diferencias significativas ($p>0.05$) dado a que los juveniles fueron lo más homogéneos posible con un promedio por tratamiento de 0.41 y 0.39 g. En el peso final se reportaron diferencias significativas ($p<0.05$) siendo el T₄ (0.75 mg de Selenio) el que presentó mayor peso final de 3.79 g seguido por el T₂ (0.15 mg) con un peso de 3.09 g, en la ganancia de peso se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos con un aumento de ganancia de peso de 3.39 g con dosis de 0.75 mg de Selenio en dieta, seguido por el T₂ con una ganancia de peso de 2.69 g comprobando que la inclusión de Selenio en dieta para langostinos si influyó en el peso.

Estos resultados difieren a los obtenidos por Qiang *et al.* (50) en *Litopenaeus vannamei*, donde al usar 0.05 mg/L de Se en dieta, registraron un peso inicial y final de 2.36 y 8.21g, respectivamente; comparado a lo presentado por Yu *et al.*, (52). quienes reportaron que las concentraciones de 0.45 y 0.81 mg/kg de selenio en la dieta mejoraron la ganancia en peso del camarón *L. vannamei*. Por otra parte, Membreño *et al.* (45), lograron obtener un rendimiento de hasta 12 gramos al trabajar con camarones blancos. En relación a la ganancia de peso, los resultados de este estudio muestran valores inferiores en comparación con el estudio de Foysal *et al.* (46) quienes lograron una ganancia de peso entre 6.55 a 7.35 g, en *Cherax cainii*.

El efecto promotor del crecimiento del selenio dietético podría derivar de su capacidad para mejorar la biosíntesis y el metabolismo de la tiroxina. Esto, a su vez, influye en la producción y liberación de hormonas de crecimiento, mejorando potencialmente los niveles de crecimiento cuando el selenio está presente en una concentración óptima; sin

embargo, un exceso de selenio puede generar radicales libres, provocando daño oxidativo que obstaculiza el crecimiento de los organismos, como se evidenció en *Macrobrachium nipponense* sin embargo existe una limitada cantidad de investigaciones sobre los minerales en relación con aspectos fisiológicos y moleculares, se ha progresado en el conocimiento del papel del Selenio en procesos antioxidantes, la formación de selenoproteínas y el aumento de peso en especies acuícolas (47,48).

Por otro lado, Wang *et al.* (49) examinaron los requisitos de selenio en jóvenes de *Acanthopagrus schlegelii*, y se descubrió que a medida que se incrementaba su inclusión en la dieta, se observaba un aumento proporcional en el aumento de peso de los animales tratados, los hallazgos revelaron una relación entre las concentraciones de selenio presentes en el hígado y el músculo, las cuales aumentaron gradualmente con la incorporación del mineral como resultado, se concluyó que el nivel óptimo para la especie era de 0.86 mg/kg.

En estudios sobre diversas especies acuícolas, se ha investigado el impacto de la adaptación al selenio en factores como la morfología, expresión génica relacionada con antioxidantes y la microflora intestinal. En el caso de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), se encontró que los grupos de control y aquellos expuestos a 200 ug/l de Se mostraron un peso corporal final significativamente mayor en comparación con el grupo expuesto a 300 ug/l de Se (50).

Así mismo, en el estudio de Zheng *et al.* (51) sobre el bagre amarillo (*Pelteobagrus fulvidraco*), se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso final entre diferentes fuentes de selenio en la dieta. La levadura con selenio resultó en un peso menor en comparación con otras fuentes. De igual forma, dosis de 1.05 mg/kg de Se resultó en el mayor peso final, seguida por la dosis de 0.57 mg/kg de Se. La dosis más baja, de 0.05 mg/kg de Se, resultó en el menor peso final (52).

4.1.2. Parámetros zootécnicos de talla

Los promedios de talla inicial, final y ganancia de talla se reportan en la Tabla , donde se puede apreciar que en la talla inicial no existe diferencias significativas ($p < 0.05$) esto se debe a que los juveniles de langosta de agua dulce fueron introducidos a los tratamientos los más homogéneamente posible con un promedio por tratamiento de 24.49 y 23.02 mm; para talla final se reportaron diferencias significativas ($p < 0.05$), siendo el T₄ (0.75 mg de Selenio) el que presentó mayor talla final de 64.15 mm seguido por el T₂ (0.15 mg) con una talla de 58.60 mm, en la ganancia de talla no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos con una ganancia de talla de 39.66 mm con dosis de 0.75 mg de Selenio en dieta, seguido por el T₂ con una ganancia de talla de 34.47 mm demostrando que la inclusión del Selenio si aumentó la talla de los langostinos.

En investigaciones recientes en diversas especies animales, incluyendo aquellos que habitan en el agua, sugieren su relevante contribución en los procesos reproductivos (53,54). Liu *et al.*(55) en un estudio reciente, se descubrió que la biodisponibilidad del selenio orgánico, en forma de levadura a una concentración de 0.43 mg/kg, es más alta que las fuentes inorgánicas esto se tradujo en un mejor crecimiento en la especie *Megalobroma amblycephala* (dorada roma), así como una mayor concentración de selenio en el músculo, una respuesta antioxidante mejorada y una mejora en la calidad de la carne.

Por otro lado, Chen et al. (52) mencionan que con dosis de 1.05 Se (mg/kg) se obtuvo un crecimiento final de 22.76mm, seguido del tratamiento con dosis de 0.57 Se (mg/kg) con una media de 21.74mm, se puede evidenciar que con menos dosis de Selenio no hay un buen desarrollo del pez como se muestra en los resultados de los investigadores con dosis de 0.05 Se (mg/kg) fue la que tuvo un menor desarrollo 19.38mm. De la Torre

observaron aumentos de peso en los camarones, siendo más pronunciados en los tratamientos con MINA JR diluido (promedio = 1.65 g ± 0.18 g) y MINA JR en polvo (promedio = 1.37 g ± 0.07 g), en contraste con SILICAM PLUS (promedio = 0.59 g ± 0.12 g), Great Planet (promedio = 0.68 g ± 0.13 g) y el grupo de control (promedio = 0.37 g ± 0.11 g), mostrando diferencias estadísticamente significativas.

Esto evidencia la dualidad del papel del selenio en la promoción del crecimiento de los organismos. Mientras que niveles adecuados favorecen la mejora de la biosíntesis hormonal y, por ende, el crecimiento, el exceso puede desencadenar efectos perjudiciales, como la generación de radicales libres y daño oxidativo. Esta dualidad resalta la importancia de mantener un equilibrio preciso en la ingesta de selenio para optimizar los beneficios sin comprometer la salud. Estas observaciones no solo son cruciales para comprender los mecanismos subyacentes en el crecimiento de los organismos, sino también para orientar prácticas dietéticas y ambientales que favorecen un desarrollo saludable y sostenible.

Tabla 6.

Parámetros productivos en juveniles de langosta de agua dulce, Cherax quadricarinatus alimentados con Selenio en Dieta

Selenio en dieta					
Parámetros zootécnicos	T ₁ : 0mg	T ₂ : 0.15mg	T ₃ : 0.375 mg	T ₄ : 0.75mg	T ₅ : 1.5mg
Peso inicial(g)	0.39 a	0.40 a g	0.39 a	0.39 a	0.41 a
Peso final(g)	2.53 b	3.09 ab	2.46 b	3.79 a	2.73 ab
Ganancia de peso(g)	2.14 b	2.69 ab	2.06 b	3.39 a	2.32 ab
Talla inicial(mm)	23.02 a	24.13 a	23.13 a	24.49 a	24.38 a
Talla final(mm)	56.40 ab	58.60 ab	53.06 b	64.15 a	56.80 ab
Ganancia de talla(mm)	33.38 a	34.47 a	29.93 a	39.66 a	32.42 a

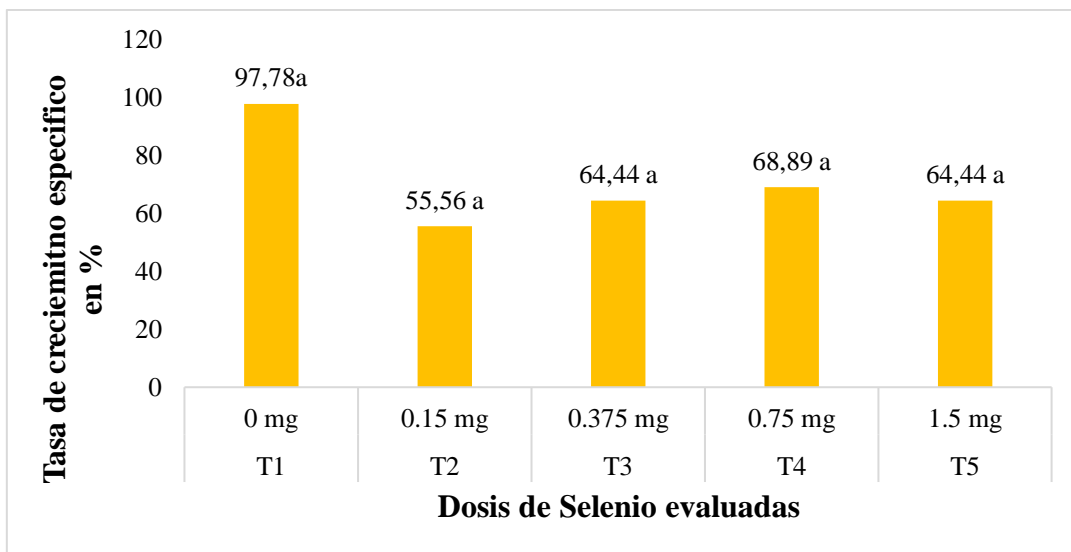
Elaborado por: Menéndez, 2023

4.1.3. Tasa de crecimiento específico

En la figura 1 se muestra la tasa de crecimiento específico con las diferentes dosis de Selenio en dieta para juveniles de langostinos siendo el T₄ (0.75 mg de Selenio) que presentó el mayor promedio con una tasa de crecimiento de 3.78 (mm/semana) seguido del T₂ (0.15 mg) con 3.44 mm/semana, el T₃ (0.375 mg) presentó la menor tasa de crecimiento específico de 3.07 mm/semana. La tasa de crecimiento de langostinos puede estar influenciada por diversos factores, como la temperatura del agua, calidad del hábitat, disponibilidad de alimentos y las prácticas de manejo en operaciones de acuicultura, entre otros factores.

Figura 2.

Tasa de crecimiento específico (mm/semana) en respuesta biológica en juveniles de langosta de agua dulce



Elaborado por: Menéndez, 2023

Estos resultados muestran un porcentaje inferior en comparación con los datos registrados por Gunther y Jiménez (56) al alimentar a *Macrobrachium rosenbergii* en condiciones de laboratorio, quienes obtuvieron un 6.14%. En especies como *Cryphiops caementarius*, se han obtenido ganancias diarias de TCE de 0.485%, con dieta a base de selenio Kong *et al* (57). que los organismos de *M. nipponense* que consumieron dietas con 0,47 y 0,59 mg de selenio por kilogramo lograron la tasa de aumento de peso más

alta, mientras que la falta (0,11 mg/kg) y el exceso (1,17 mg/kg) de selenio inhibieron su crecimiento. Las concentraciones de selenio en todo el cuerpo y los músculos aumentaron en general a medida que se incrementaba la cantidad de selenio en la dieta.

En diversas especies, el uso, retención y acumulación de selenio en peces están influenciados por varios factores, entre ellos, la forma química del mineral (orgánica e inorgánica) esto fue demostrado en un estudio realizado en juveniles de *Oreochromis niloticus*, donde se les suministraron distintos niveles de selenio orgánico, los investigadores llegaron a la conclusión de que a una concentración de 0.1-0.89 mg/kg, se logra una mejor acumulación en comparación con la forma inorgánica del selenio Vinchira *et al.*(58). Resultados similares fueron arrojados por Lin (59), en su estudio demostró que al suministrar Se orgánico en lugar de Se inorgánico a juveniles de *Epinephelus malabaricus*, se observó una mayor retención de selenio en el tejido muscular, lo que resultó en una mejora significativa en la calidad de la carne y crecimiento del animal.

Liu *et al.*(55) afirman que al suministrar una dieta con un exceso de selenio (10 mg de Se/kg en la dieta), se relacionó una reducción en el crecimiento y la eficiencia alimentaria de la especie de pez *Oncorhynchus mykiss*, estos resultados indican que la cantidad de selenio requerida y su inclusión en la dieta son específicas para cada especie el selenio, al ser suministrado en la dieta, produce efectos beneficiosos en el pez, afectando aspectos como el crecimiento, la actividad enzimática, la transferencia materna y la expresión de genes relacionados con la inmunidad, la reproducción y la nutrición en diferentes especies de peces.

En la investigación que realizaron Zong *et al.* (50), la TCE en la carpa herbívora con la aplicación de Selenio el tratamiento control y con dosis de 200 ug/l fueron significativos los resultados con una media de 52.62%, con la dosis de 300 ug/l de Se obtuvieron una media de 42.37% para la carpa herbívora lo que sugiere que el aumento de Se en

alimentación del pez no tiene efecto en su crecimiento. Chen *et al.* (52) en su investigación con dosis de 1.05 Se (mg/kg) se obtuvo una tasa de crecimiento específica de 1.90 ± 0.21 , seguido del tratamiento con dosis de 0.57 Se (mg/kg) con una media de 1.63%, con menos dosis de Selenio no hubo un buen desarrollo del pez en la tasa de crecimiento específica como se muestra en los resultados de los investigadores con dosis de 0.05 Se (mg/kg) fue la que tuvo un menor desarrollo 1.15%.

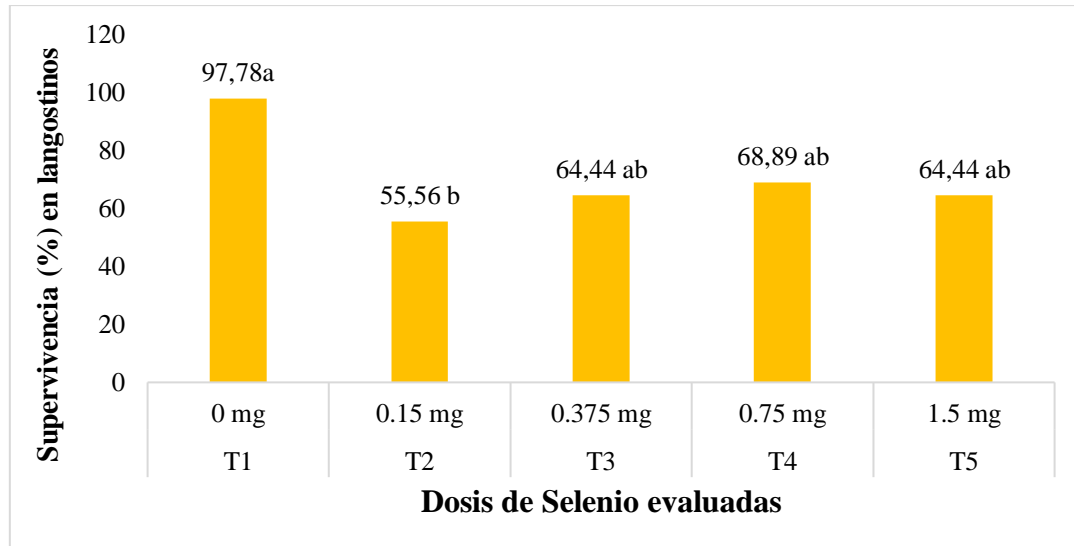
4.1.4. Supervivencia en juveniles de langosta de agua dulce por efecto del selenio en dieta.

4.1.5. Supervivencia

En el grafico 2 podemos observar que a los 60 días hay un 97.78% de supervivencia de juveniles de langosta de agua dulce esto se debe al tratamiento sin dosificación de Selenio en dieta, el T₄ presentó una supervivencia del 68.89% con una mortalidad del 31.11%, el T₅ y T₃ presentaron la misma supervivencia del 64.44% con una mortalidad del 35.56% con dosis de Selenio de 0.15 mg y 0.375 mg, el T₂ desciende a una menor supervivencia del 55.56% presentando una mayor mortalidad de juveniles de langostinos de agua del 54.44 con dosis de Selenio en dieta de 0.15mg.

Figura 3.

Índice de supervivencia (%) en respuesta biológica en juveniles de langosta de agua



Elaborado por: Menéndez, 2023

Espinoza reportó que los organismos expuestos a 1 y 10 mg/L de silicio orgánico fueron inicialmente más susceptibles, seguidos por el control positivo y, finalmente, los expuestos a 100 mg/L. Al final del experimento, los expuestos a 100 mg/L no sobrevivieron, mientras que los expuestos a 10 mg/L y el control positivo mostraron un 25% de supervivencia. En el estudio realizado a cabo por De la Torre (57), se evidenció que la aplicación de diversos aluminosilicatos acuícolas, como MINA JR en polvo (promedio = 78,91%), SILICAM PLUS (promedio = 77,25%), Great Planet (promedio = 76,66%) y MINA JR diluido (promedio = 73,34%), resultó en porcentajes de supervivencia significativamente mayores en comparación con el grupo de control (promedio = 58,25%). Para *C. caementarius* no se observaron diferencias significativas en la supervivencia entre los tratamientos. Se obtuvo un alto índice de supervivencia, alcanzando el 89%, incluso cuando se incluyó un 50% de ensilado de maíz en la dieta. Además, no se registró ninguna mortalidad en los camarones que fueron alimentados con un 75% de ensilado de maíz en su dieta (57).

El estrés oxidativo y el estado inmunológico están estrechamente vinculados en organismos acuáticos, desempeñando un papel crítico en su supervivencia. Takahashi *et al* (60), investigaron sobre la relación entre el estrés oxidativo y el estado inmunológico en peces, concluyendo que el selenio (Se) es esencial para las defensas antioxidantes. Mediante la suplementación de 1.15 mg de levadura de selenio por kilogramo en *Piaractus mesopotamicus*, se restableció la producción de enzimas antioxidantes, como GSH-Px y GST. Este restablecimiento condujo a mejoras en parámetros inmunológicos y hematológicos, incluyendo el estallido respiratorio, el número de leucocitos, la actividad de lisozima, el recuento de glóbulos rojos, el hematocrito, el volumen corpuscular medio y el recuento de glóbulos blancos.

Así mismo, De Riu *et al.*(61), evaluaron el impacto de la inclusión de SeMet en la alimentación de *Acipenser medirostris* y *Acipenser transmontanus* durante un período de ocho semanas, los peces fueron alimentados con dietas que contenían concentraciones de L-SeMet superiores a 19.7 mg/kg, los resultados revelaron que *A. medirostris* mostró una tasa de mortalidad más alta en comparación con *A. transmontanus*, ambos tipos de esturiones experimentaron una disminución significativa en su tasa de crecimiento, siendo más pronunciada en *A. medirostris* a partir de la cuarta semana, se observaron anormalidades en los riñones e hígados de ambas especies.

4.1.6. Evaluar los parámetros nutricionales en juveniles de langosta de agua dulce por efecto del selenio.

4.1.7. Parámetros nutricionales

En la Tabla 7, los parámetros nutricionales en juveniles de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus*, donde se puede apreciar que en el Factor de Conversión Alimenticia (FCA) no existe diferencias significativas ($p > 0.05$) con un promedio mayor de 1.92 para el tratamiento testigo y con un promedio menor de 1.31 para el T₄ (0.375 mg de Selenio). En cuanto a la Eficiencia Alimentaria no se reportaron diferencias significativas ($p > 0.05$) siendo el T₄ (0.75 mg de Selenio) el que presentó mayor

promedio de 0.77 seguido por el T₁ (0 mg) con una Eficiencia Alimentaria de 0.63, para la Tasa de Ingestión se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos teniendo en cuenta un rápido consumo de alimento por parte de los juveniles de langostinos presentando la mejor Tasa de Ingestión el T₄ (0.375 mg de Selenio) de 73.58 g/día seguido por el T₂ con una Tasa de Ingestión de 61.61 g/día.

Para *C. caementarius* se registró 0.033% de Conversión Alimenticia diaria, al ser alimentados con un 75% de ensilado de maíz en su dieta (57). Díaz *et al.*(62) observaron que los organismos alimentados con dietas artificiales mostraron un alto consumo de alimento sin embargo, se destacó que los organismos que consumieron la dieta *Cherax* presentaron un porcentaje de ingesta de alimento mayor que aquellos que consumieron la dieta Rangen, esto sugiere que los juveniles aceptaron más fácilmente el alimento *Cherax*, lo que llevó a un mejor crecimiento (P) en comparación. Las conclusiones sobre cómo la langosta australiana de quejas rojas responde metabólicamente están vinculadas a la teoría presentada por Jones y Ruscoe (20) según su argumento, en su hábitat natural, esta especie complementa su dieta con detritos que contienen una considerable cantidad de materia orgánica vegetal y animal en proceso de descomposición.

De igual forma, Caballero, (65) reportaron un índice de Conversión Alimenticia entre 1.32 a 1.58 en camarones cosechados a los 88 días de cultivo, cuyo valor puede ser influenciado por factores como el oxígeno disuelto en sí mismo. El oxígeno desempeña un papel crucial para los organismos cultivados, especialmente para *L. vannamei*. Estudios han confirmado que en situaciones de concentraciones bajas de oxígeno, no es recomendable alimentar a los organismos, ya que esto podría resultar en un crecimiento insatisfactorio y, al mismo tiempo, aumentar la eficiencia alimentaria, debido al desperdicio de alimento no consumido, tal como indican López y Puente (66).

Estos hallazgos ofrecen información valiosa para mejorar las prácticas de cultivo y la comprensión de los factores que afectan la eficiencia alimentaria en la acuicultura; además, las evidencias permiten corroborar que es vital adoptar dietas artificiales económicas que favorezcan una óptima eficiencia alimentaria con oligoelementos como el Selenio; sin embargo, que una eficiencia alimentaria más elevada se lograría mediante una dieta que contenga al menos 50 mg/kg de astaxantina (63,64); además, la tasa de ingestión podría variar según si los langostinos se encuentran en su entorno natural o en cultivos acuícolas (65,66,67).

Burk y Hill (68) mencionan que, en el campo de la nutrición animal el selenio se encuentra en diferentes formas, tanto inorgánicas como selenito ($\text{SeO}_2\text{-3}$) y selenato ($\text{SeO}_4\text{-2}$), así como en formas orgánicas como selenio-metionina y selenio-cisteína, todas estas formas son absorbidas sin regulación y presentan una alta biodisponibilidad, se ha mostrado que ambas formas de Se varían en la retención tisular y que la forma orgánica resulta ser superior a la inorgánica. Esta última, se deposita en menor concentración en muchos tejidos comparada con la forma orgánica (69).

En un contexto de cultivo o acuicultura, se busca optimizar la tasa de ingestión para maximizar el crecimiento y rendimiento de los langostinos, para lograrlo los acuicultores utilizan dietas comerciales específicamente formuladas para las necesidades nutricionales de los langostinos y ajustan las condiciones del ambiente en función de los requerimientos de la especie, la tasa de ingestión es un factor clave a tener en cuenta en la gestión y producción de langostinos en entornos de cultivo, y su conocimiento ayuda a optimizar la producción y mantener la salud y el bienestar de estos crustáceos en un ambiente controlado.

Tabla 7.

*Parámetros productivos en juveniles de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus* alimentados con Selenio en Dieta*

Selenio en dieta					
Parámetros nutricionales	T ₁ : 0mg	T ₂ : 0.15mg	T ₃ : 0.375mg	T ₄ : 0.75mg	T ₅ : 1.5mg
Conversión alimenticia	1.92 a	1.68 a	1.73 a	1.31 a	1.66 a
Eficiencia alimentaria	0.63 a	0.61 a	0.59 a	0.77 a	0.61 a
Tasa de ingestión (g/día)	48.84 b	61.61 ab	56.49 ab	73.58 a	57.61 ab

Elaborado por: Menéndez, 2023

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- La inserción de selenio en la alimentación de juveniles de langosta de agua dulce *C. quadricarinatus* se obtuvieron resultados de manera positiva en los parámetros de crecimiento estudiados obteniendo diferencias estadísticas entre el peso final se reportaron diferencias significativas siendo el T₄ (0.75 mg de Selenio) el que presentó mayor peso final de 3.79 g.
- En los parámetros nutricionales como la conversión alimenticia, eficiencia alimentaria los parámetros nutricionales en juveniles de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus*, donde se puede apreciar que en la Conversión Alimenticia no existe diferencias significativas con un promedio mayor de 1.92 para el tratamiento testigo y con un promedio menor de 1.31 para el T₄ (0.375 mg de Selenio).
- En el índice de supervivencia el que mayor porcentaje obtuvo fue el observar que a los 60 días hay un 97.78% de supervivencia de juveniles de langosta de agua dulce esto se debe al tratamiento sin dosificación de Selenio.

5.2. Recomendaciones

- Colocar a los juveniles a una sola talla ya que si diferenciamos la talla podríamos tener canibalismos por supervivencia.
- Instalar termostato en cada uno de los tratamiento, pero encenderlos solo por las noches ya que en el día varia la temperatura.
- Se recomienda explorar los efectos del selenio en otras especies acuícolas. Esto podría proporcionar información valiosa sobre la generalización de los efectos observados y su aplicabilidad en diferentes contextos.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. RA. A. Cultivo larvario de Camarones peneidos. En. Mexico: centro de investigación biológicas p. 189.
2. Pesca INd. gob.mx. [Online]; 2018. Acceso 18 de julio de 2022. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-camaron-azul>.
3. Efecto del nivel proteico de la dieta sobre el desarrollo de juveniles de la langosta australiana (*Cherax quadricarinatus*) (Decapoda: Parastacidae) (scielo.sa.cr) ; 2001.
4. Jara Ja PJRM. Proyecto de Camaronera "In land" [master's thesis IN ECUADOR; 2022.
5. Villarreal H. Evaluación del potencial de cultivo de la langosta de agua dulce Australiana *Cherax*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey ed. prensa e, editor. nuevo leon: en prensa; 1996.
6. Colmares HV. cibnor.gob. [Online]; 2008. Acceso 18 de julio de 2022. Disponible en: <https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/biohelis/pdfs/Cultivo-de-langosta-de-Agua-Dulce-Cherax-quadricarinatus-Redclaw.pdf>.
7. Villarreal H, Naranjo J. Cultivo de langosta de agua dulce *Charax quadricarinatus* (Redclaw). Programa de Acuacultura. 2008.
8. Schenone N, Fernandez A. Cria intensiva de langosta australiana (*Cherax quadricarinatus*). Estudios preliminares. Revista Argentina de Produccion Animal. 2008; 28(1).
9. Dörr AJM. Effects of selenium supplemented diets on growth and condition indexes in juvenile red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. Environmental Toxicology and Pharmacology. 2013; 36(484-492).
10. Cruz. Análisis del comportamiento del sector explotador camaronero Ecuatoriano y su incidencia en el empleo, periodo 2010 - 2014 [master's thesis]. En. Guayaquil, Ecuador: Facultad de Ciencias Economía y Administrativas; 2016. p. 46-

47.

11. Naranja J. Optimizacion del cultivo de la Langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*), mediante el ajuste de los niveles de recambio de agua, aireacion y alimentacion [master's thesis]. En. Mexico: instituto politecnico nacional; 2009. p. 16.
12. Laura Flores M. The use of in aquaculture: an overview. International research journal of microbiology. 2011; 2.
13. Vinchira JE MRA. Scielo.Org. [Online]; 2010. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-29522010000100006.
14. Curtismc Jones. Revision of practices in redclaw farming (*C.quadricarinatus*) in Northern Queensland. Australia. Freshwater Crayfish. 1995; 10.
15. Cortes E. Frecuencia y distribucion alimenticia en el Cultivo Intensivo de Juveniles de Camaron Blanco. En. La Paz, B.C.S. Mexico: Instituto politecnico Nacional, centro Interdisciplinario de ciencias Marinas p. 96.
16. FAO. The state of world Fisheries and aquaculture 2010. Rome. 2010; 197p.(www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.htm).
17. Mullo J, Tamayo C. Análisis comparativo de los halos de inhibición de dos comerciales en *Vibrio vulnificus*, *Vibrio harveyi* y *Vibrio parahaemolyticus*. [master's thesis]. En Guayaquil–Ecuador ESPDL, editor.. Guayaquil-Ecuador: esis Ingeniero acuicultor con certificado en biotecnología. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar; 2010. p. 58.
18. Martinez YM. Efectos de diferentes proporciones de proteina-energia en la dieta sobre el crecimiento el perfil de aminoacidos y acidos grasos de la canal de machos y hembras. wiley. 2021; 1.
19. Pereira GB. [Online]; 2011. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19209/1/Grupo%2001%20-%20Tesis%20Langosta%20V.3.4-110907-%20ultima%20y%20lista%20a%20imprimir.pdf>.

20. Jones c, Ruscoe l. Production technology for redclaw Crayfish (*Cherax quadricarinatus*). final report fisheries reach and development corporation. Freshwater Fisheries & AQUA. 1996.

21. Jones C, Ruscoe l. Assessment of stocking size density in the production of redclaw crayfish *cherax quadricarinatus*. Assessment of stocking size density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). 2000; 189.

22. Jones c. The biology and aquaculture potencial of the tropical freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. En No Q190028 is, editor.. Brisbane, queensland: queensland Departament of primary Idustries; 1990. p. 130.

23. Mendoza-Alfaro RE, Rodríguez-Almaraz. GA, Castillo-Alvarado. SA. Riesgo de dispersión y posibles impactos de los acociles australianos del género *Cherax* en México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), México. 2011;: p. 140.

24. Crandall KA, Fetzner JW, Lawler SH, Kinnersley M, Austin CM. Relaciones filogenéticas entre los géneros de cangrejos de agua dulce de Australia y Nueva Zelanda (*Decapoda: Parastacidae*). Australian Journal of Zoology. 1999.

25. Jones C. The biology and aquaculture potencial of the tropical freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. En No.Q190028 Is, editor.. Brisbane, Queensland: Queensland Departament of primary Industries; 1990. p. 130.

26. Dirección de Acuicultura. cultivo d acuicultura. magyp. 2004; 3(https://www.magyp.gov.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/_archivos//000000_Especies/000003-Langosta/071231_Algo%20mas%20sobre%20el%20cultivo%20de%20la%20Red%20Claw.pdf).

27. Martínez-Córdova L, Gaxiola G, Rosas C, Pascual C, L. A. rincipales rutas metabólicas. Utilización de la energía. Tema 1 digestión, absorción y utilización de nutrientes. 2006.

28. Gaxiola G, Rosas C, Arena L, Cuzón G. Requerimiento de carbohidratos. En: Rosas, C. Carrillo, O. Wilson, R. Andreatta E. R (eds) Estado actual y perspectivas de la nutrición de los camarones peneidos en Iberoamèrica. Mèxico DF. 2006.

29. Meade MA, Doeller JE, Kraus DW, Watts SA. Effects of Temperature and Salinity on Weight Gain, Oxygen Consumption Rate, and Growth Efficiency in Juvenile Red-Claw Crayfish (*Cherax quadricarinatus*). Journal of the World Aquaculture Society. 2002; 33.
30. Javier-Moyano L. Bioquímica digestiva en especies acuicultivadas: Aplicaciones en nutrición. Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Mazatlán, Sinaloa, 15-17 de Noviembre del 2006. Universidad Autónoma de Nueva León, Monterrey, Nueva León, Mexico. ISBN. 2006; 333(5).
31. Richard WH, Gordon AW, Anderson. M. Animal Physiology. Massachusetts, Sinauer Associates. En.; 2004. p. 770.
32. Mohana K, A.M. Padmanaban , V. Uthayakumara , R. Chandirasekar , T. Muralisankar , Santhanam. P. Effect of dietary Ganoderma lucidum polysaccharides on biological and physiological responses of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Aquaculture. 2006; 464: p. 42-49.
33. Campa-Córdova AI, Hernández-Saavedra NY, De Philippis R, Ascencio F. Generation of superoxide anion and SOD activity in haemocytes and muscle of American white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as a response to betaglucan and sulphated polysaccharide. Fish and Shellfish Immunology. 2002; 12: p. 353-366..
34. Gómez-Anduro GA, Barillas-Mury CA, Peregrino-Uriarte AB, Gupta L, Gollas-Galván T, J. HL. The cytosolic manganese superoxide dismutase from the shrimp *Litopenaeus vannamei*: Molecular cloning and expression. Developmental and Comparative Immunology. 2006; 30: p. 893-900.
35. Cortés E, Villareal C, Civera R. Production of juvenile redclaw in Mexico: effect of different protein levels. Glob. Aquac. Advoc. 2002; 5(2): p. 23-23.
36. Cortés E, Villareal C, Civera R, Naranjo J. Effect of dietary protein level on the growth and survival of pre-adult freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens) in monosex culture. Aquac. Res. 2004; 35: p. 71-79.
37. Carreño D, Racotta R. Casillas A. Monge L. Ocampo L, Naranjo J, Villarreal C. Growth, Metabolic and Physiological Response of Juvenile *Cherax quadricarinatus* Fed Different Available Nutritional Substrates. J. Aquac. Res. Development. 2014; 220: p. 1-7.

38. Villareal CH. Avances en Nutrición Acuícola. En: Cruz-Suarez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Gaxiola-Cortés MG y Simoes N. (Eds) Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. ed. Cancún, Quintana. Roo, México; 2002.
39. Colmenares HV. Researchgate. [Online]; 2006. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/263889441_Cultivo_de_langosta_de_agua_dulce_Cherax_quadricarinatus_Redclaw_Una_oportunidad_para_la_diversificacion_de_la_industria_acuicola.
40. Méndez Y, Torres-Navarrete Y, Cortés-Jacinto E, García-Guerrero M, Hernández-Hernández L, Verdecia D. Respuesta biológica, nutricional y hematoinmune en juveniles de *Cherax quadricarinatus* alimentado con mezcla. MVZ. 2022; 27(3).
41. Qiuran. [Online]; 2021. Disponible en: <https://aquahoy.com/importancia-selenio-crecimiento-camaron-vanamei/#:~:text=Efectos%20del%20selenio%20en%20los%20camarones,-Los%20investigadores%20reportan&text=Los%20niveles%20m%C3%A1s%20favorables%20de,es%20de%200.58%20mg%20Fkg>.
42. Hutchings, R.W. & H. Villarreal. 1996. Biología y cultivo de la langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus*. Manual de Producción. Navimar, S.A. Guayaquil, Ecuador. 500 p.
43. <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407639222005.pdf>. Sacristán, Hernán J., Franco-Tadic, Luis M., López-Greco Laura S. . Influencia de la alimentación sobre el ritmo circadiano de las enzimas digestivas en el cultivo de juveniles de la langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae). Latin American Journal of Aquatic Research [en línea]. 2013, 41(4), 753-761.
44. agricultural H. Dietary selenium requirement for on-growing grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*. 2023 Dietary selenium requirement for on-growing grass carp, *Ctenopharyngodon idellus* | Request PDF (researchgate.net).
45. Membreño L, Morales S, Martínez E. Crecimiento de camarones blancos *Litopenaeus vannamei* en juveniles con dos tipos de alimentos: uno comercial con 25% de proteína vrs experimental con 18% de proteína a densidad de siembra de 12 ind/m² (Sistema semi-intensivo). Revista Científica de la UNAN-León. 2014; 5(2): p. 103-115.

46. Foysal M, Fotedar R, Siddik M, Tay A. Lactobacillus acidophilus and L. plantarum improve health status, modulate gut microbiota and innate immune response of marron (*Cherax cainii*). Scientific Reports. ; 10(1).
47. Duntas LHyBS. Selenium: an element for life. Endocrine. Doi: <https://10.1007/s12020-0140477-6>. 2015; 48(3)(756-775.).
48. Zhu L,HD,ZX,YY,JJ,LH,yXS. Dietary selenium requirement for on-growing gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III). Aquaculture Research,. 2016; 48(6)(2841–2851.).
49. Wang L,ZX,WL,LQ,ZDyYJ. Expression of selenoprotein genes in muscle is crucial for the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets supplemented with selenium yeast.. Aquaculture.. 2018; 492(82-90.).
50. Zong L,YX,FL,HR. Efectos de la adaptación del selenio sobre la morfología inteexpresión d genes relacionados con los antioxidantes y microflora intestinal de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*).. The Israeli Journal of Aquaculture. 2022;(10).
51. Zheng C,HL,CL,SF,XH,DH,JJ,YY,XZySX. Efecto de diferentes fuentes dietéticas de selenio en la calidad de la carne y capacidad antioxidante del bagre amarillo (*Pelteobagrus fulvidraco*). Aquaculture Nutrition. 2023; 23(12).
52. Chen F,ZZ,WL,YH,ZX,&RK. Dietary selenium requirement for on-growing grass carp, *Ctenopharyngodon idellus*.. Aquaculture. 2023;(573. 739572. [10.1016/j.aquaculture.2023.739572](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739572)).
53. Ribeiro A,RL,SØ,HK,DT,yMM. Selenium supplementation changes glutathione peroxidase activity and thyroid hormone production in Senegalese sole (*Solea senegalensis*) larvae.. Aquaculture Nutrition. 2012; 18.
54. Wischhusen P,AC,BM,VG,BB,BMByMS. Tissue localization of selenium of parental or dietary origin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry using LA-ICP MS bioimaging. Metallomics. 2021; 13(2).
55. Liu X,JZ,LL,LF,ZM,ZDyLB. Effects of dietary selenium on the growth, selenium status, antioxidant activities, muscle composition and meat quality of blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. Aquaculture Nutrion. 2016; 23(4)(777-787).

56. Günther J, Jiménez R. Efecto del *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio. *Revista de Biología Tropical*. 2004; 52(4): p. 937-943.

57. Gallardo J. Efecto de dietas con ensilado biológico de harina de *Zea mays* en el crecimiento de machos adultos de *Cryphiops caementarius* (*Crustacea: Palaemonidae*). Nuevo Chimote, Perú: Universidad Nacional del Santa.

58. Vinchira EWyMP. Desempeño productivo, composición y biodisponibilidad relativa de selenio en tilapia nilótica -*Oreochromis niloticus*- suplementada con selenio orgánico e inorgánico.. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 2014; 61(2)(186-202).

59. Lin H,WYySY. Dietary nucleotide supplementation enhances growth and immune responses of grouper, *Epinephelus malabaricus*.. *Aquaculture Nutrition*.. 2009; 15(2)(117–122.).

60. Takahashi S,BTD,MM,UC,GYySM. Long-term organic selenium supplementation overcomes the trade-off between immune and antioxidant systems in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Fish & Shellfish Immunol*. 2017; 60(311-317).

61. De Riu N,LW,HY,MGyHO. Effect of dietary selenomethionine on growth performance, tissue burden, and histopathology in green and white sturgeon.. *Aquatic Toxicology*.. 2014; 148(65–73.).

62. Díaz EMV,BM,RAD,ySA. Bioenergética de juveniles de langosta de quelas rojas, *Cherax quadricarinatus*, alimentados con dos dietas artificiales.. *Hidrobiológica [revista en la Internet]*. 2012; 22(2)(147-160).

63. Suárez E,MD,yNG. Importancia de la digestibilidad en alimentos para camarón. *Panorama Acuícola*.. 1999; 4(2)(10-12.).

64. Devresse B. Las deficiencias nutricionales más frecuentes en alimentos para *Litopenaeus vannamei*.. *Panorama acuícola*.. 1999; 4(4)(8-11.).

65. Tacón A. Nutritional studies in crustaceans and the problems of applying research findings to practical farming systems. *Aquaculture Nutrition*. 1996; 2(3): p. 165-174.

66. Jaime B, Galindo J, Alvarez J, Arencibia G. La frecuencia de alimentación sobre el crecimiento de juveniles de *Penaeus schmitti*. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras. 1996; 20(1): p. 3-5.
67. Fraga I,GJ,DAM,SA,JB,yÁS. Evaluación de niveles de proteína y densidades de siembra en el crecimiento del camarón blanco *Litopenaeus schmitti*.. Rev. Invest. Mar.. 2002; 23(2)(141-147).
68. Burk FyHE. Regulation of Selenium Metabolism and Transport.. Annual Review of Nutrition.. 2015; 35(1)(109–134).
69. Surai F. Antioxidants in Poultry Nutrition and Reproduction. An Update. Antioxidants. 2020; 9(2)(105).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

27.1. Anexos

Anexo 1. Análisis de las variables de los tratamientos.

Peso Inicial (g)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6,4E-04	4	1,6E-04	0,03	0,9977
Tratamientos	6,4E-04	4	1,6E-04	0,03	0,9977
Error	0,05	10	0,01		
<u>Total</u>	<u>0,05</u>	<u>14</u>			

Talla Inicial (mm)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	5,91	4	1,48	0,87	0,5163
Tratamientos	5,91	4	1,48	0,87	0,5163
Error	17,06	10	1,71		
<u>Total</u>	<u>22,97</u>	<u>14</u>			

Peso Final (g)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3,55	4	0,89	2,67	0,0947
Tratamientos	3,55	4	0,89	2,67	0,0947
Error	3,32	10	0,33		
<u>Total</u>	<u>6,87</u>	<u>14</u>			

Talla Final (mm)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	199,06	4	49,76	1,85	0,1961
Tratamientos	199,06	4	49,76	1,85	0,1961
Error	269,09	10	26,91		
<u>Total</u>	<u>468,15</u>	<u>14</u>			

Ganancia de Peso (g)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3,53	4	0,88	2,68	0,0942
Tratamientos	3,53	4	0,88	2,68	0,0942
Error	3,30	10	0,33		
<u>Total</u>	<u>6,83</u>	<u>14</u>			

Tasa de crecimiento específico

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1,13	4	0,28	1,14	0,3907
Tratamientos	1,13	4	0,28	1,14	0,3907
Error	2,47	10	0,25		
<u>Total</u>	<u>3,60</u>	<u>14</u>			

Ganancia de talla (mm)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	155,05	4	38,76	1,11	0,4044
Tratamientos	155,05	4	38,76	1,11	0,4044
Error	349,37	10	34,94		
<u>Total</u>	<u>504,42</u>	<u>14</u>			

Supervivencia (%)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3128,70	4	782,18	4,26	0,0287
Tratamientos	3128,70	4	782,18	4,26	0,0287
Error	1836,43	10	183,64		
<u>Total</u>	<u>4965,13</u>	<u>14</u>			

Conversión Alimenticia

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,58	4	0,14	0,48	0,7513
Tratamientos	0,58	4	0,14	0,48	0,7513
Error	3,01	10	0,30		
<u>Total</u>	<u>3,58</u>	<u>14</u>			

Eficiencia Alimentaria

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,07	4	0,02	0,72	0,5966
Tratamientos	0,07	4	0,02	0,72	0,5966
Error	0,23	10	0,02		
<u>Total</u>	<u>0,30</u>	<u>14</u>			

Tasa eficiencia proteica

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)







<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,56	4	0,14	0,73	0,5898
Tratamientos	0,56	4	0,14	0,73	0,5898
Error	1,92	10	0,19		
<u>Total</u>	<u>2,48</u>	<u>14</u>			

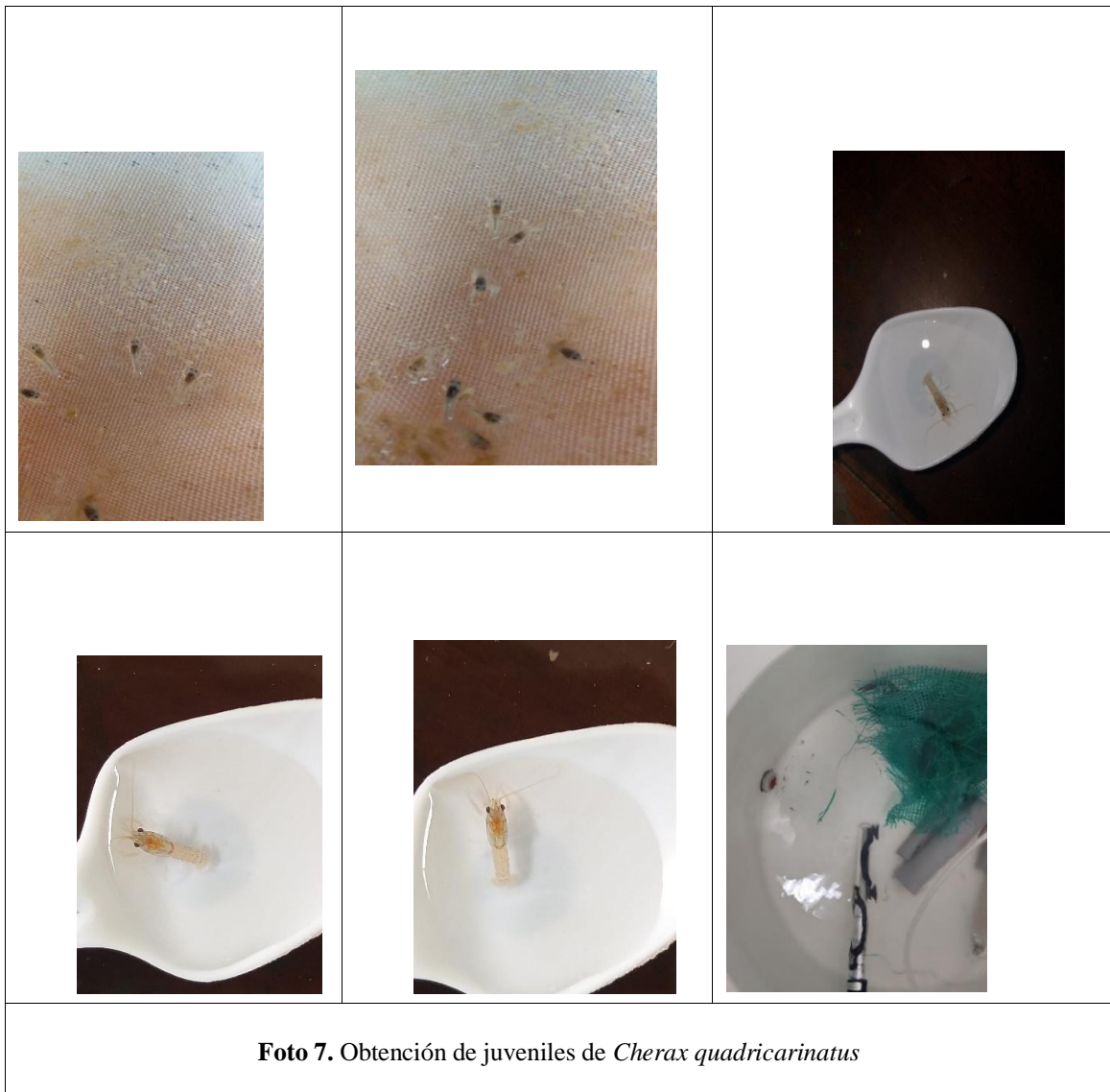
Tasa de ingestión alimentarias

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	986,94	4	246,73	5,92	0,0104
Tratamientos	986,94	4	246,73	5,92	0,0104
Error	416,91	10	41,69		
<u>Total</u>	<u>1403,85</u>	<u>14</u>			

Anexo.2 Fotografías del procedimiento


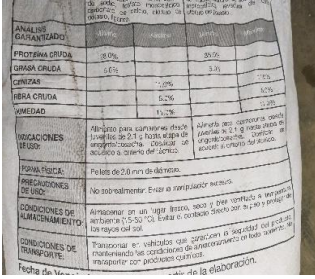


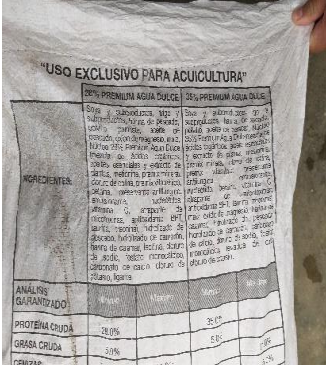




		
<p>Foto 1. Mostrando el abdomen con huevos en su etapa inicial</p>	<p>Foto 2. Revisando las reproductora el estado de sus huevos</p>	<p>Foto 3. Visualizando el abdomen con los juveniles en etapa de desarrollo.</p>
		
<p>Foto 4. Reproductora a pocos días de desovar</p>	<p>Foto 5. Hembra totalmente desovada</p>	<p>Foto 6. Juveniles totalmente independientes.</p>



Anexo 3. Lugar del experimento y etiquetado de los acuarios.



Anexo 4. Proceso del alimento balanceado con la dieta de selenio.

	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>ANÁLISIS GARANTIZADO</th> <th>ANÁLISIS</th> <th>ANÁLISIS</th> <th>ANÁLISIS</th> <th>ANÁLISIS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROTEÍNA CRUDA</td> <td>30.0%</td> <td>30.0%</td> <td>30.0%</td> <td>30.0%</td> </tr> <tr> <td>GRASA CRUDA</td> <td>5.0%</td> <td>5.0%</td> <td>5.0%</td> <td>5.0%</td> </tr> <tr> <td>CELSULOSA</td> <td>1.0%</td> <td>1.0%</td> <td>1.0%</td> <td>1.0%</td> </tr> <tr> <td>MOEDAD</td> <td>1.0%</td> <td>1.0%</td> <td>1.0%</td> <td>1.0%</td> </tr> </tbody> </table>	ANÁLISIS GARANTIZADO	ANÁLISIS	ANÁLISIS	ANÁLISIS	ANÁLISIS	PROTEÍNA CRUDA	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%	GRASA CRUDA	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%	CELSULOSA	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	MOEDAD	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	
ANÁLISIS GARANTIZADO	ANÁLISIS	ANÁLISIS	ANÁLISIS	ANÁLISIS																							
PROTEÍNA CRUDA	30.0%	30.0%	30.0%	30.0%																							
GRASA CRUDA	5.0%	5.0%	5.0%	5.0%																							
CELSULOSA	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%																							
MOEDAD	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%																							
<p>Foto 11. Balanceado comercial pro tilapia</p>	<p>Foto 12. Balanceado con el 32% de proteína</p>	<p>Foto13. Abertura del balanceado</p>																									
																											
<p>Foto 14. Pesado del selenio en mg</p>	<p>Foto 15. Pesado del Balanceado comercial en kg</p>	<p>Foto 16. Molida del balanceado</p>																									
																											
<p>Foto 17. Molino de carne</p>	<p>Foto 18. Peletizado del balanceado con selenio</p>	<p>Foto 19. Balanceado peletizado con su dieta de selenio</p>																									

Anexo 4. Proceso de la biometría

		
<p>Foto 20. Materiales y reactivos para la biometría</p>	<p>Foto 21. Colocación de eugenol</p>	<p>Foto 22. Toma de peso y talla de los juveniles</p>
		
<p>Foto 23. Toma de datos en hoja de campo</p>	<p>Foto 24. Hoja de campo</p>	<p>Foto 25. Colocación de los juveniles en acuarios plásticos</p>

Anexo 5. Análisis de calidad de agua.



Foto 26. Análisis de pH

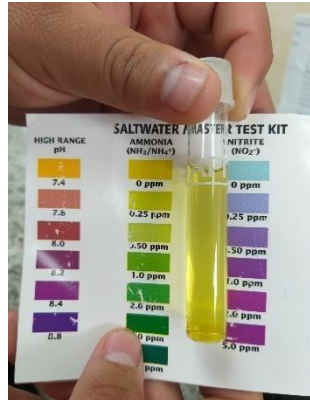


Foto 27. Amonio



Foto 28. Nitrito



Foto 29. Nitrato

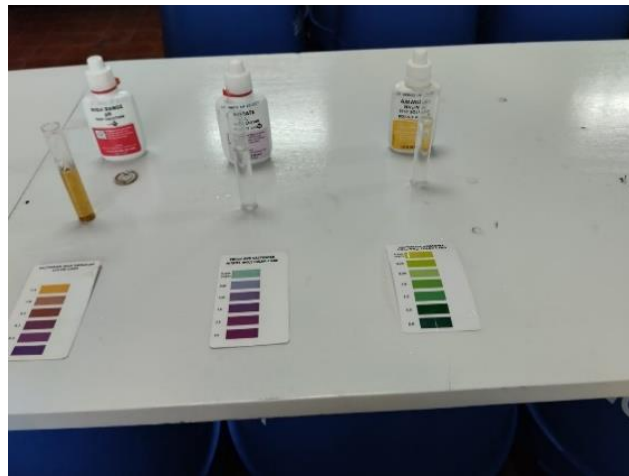


Foto 30. Reactivos de análisis de calidad de agua