



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS

CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración Curricular
previa la obtención del Grado
Académico de Ingeniera Agropecuaria

Proyecto de Investigación:

ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DIGESTIVA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA EN
JUVENILES DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*)
ALIMENTADOS CON SELENIO EN DIETA.

Autora:

Nataly Fernanda Remache Pillajo

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Mendez Martinez Yuniel PhD

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Nataly Fernanda Remache Pillajo**, 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 trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Nataly Fernanda Remache Pillajo

C.C. 1727510461



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Dr. Mèndez Martínez Yuniel, PhD, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Jurado Zambrano Junay Juholy realizó el proyecto de investigación de grado titulado “ ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DIGESTIVA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA EN JUVENILES DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*) ALIMENTADOS CON SELENIO EN DIETA.” previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

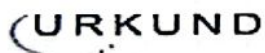
Dr. Mèndez Martínez Yuniel, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

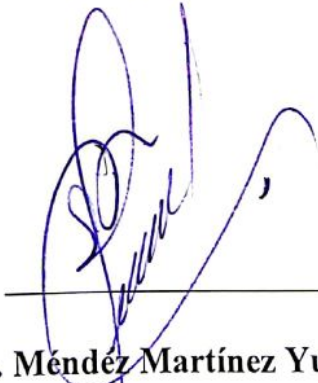


CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Dr. Méndez Martínez Yuniel, PhD**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DIGESTIVA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA EN JUVENILES DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*) ALIMENTADOS CON SELENIO EN DIETA.**” perteneciente a la estudiante de la Carrera Agropecuaria Srta. **Nataly Fernanda Remache Pillajo**, CERTIFICA: el cumplimiento de parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del .



Documento [final remache-Copy.pdf](#) (D178784256)
Presentado 2023-11-14 11:33 (-05:00)
Presentado por nataly.remache2017@uteq.edu.ec
Recibido ymendezm.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje [Mostrar el mensaje completo](#)
4% de estas 25 páginas, se componen de texto presente en 8 fuentes.



Dr. Méndez Martínez Yuniel, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS

Teléfonos: (593 052) 750 320 / 751 430 / 753 302

FAX: (593 052) 753 300 / 753 303
QUEVEDO - LOS RÍOS ECUADOR

Quevedo, 21 de septiembre del 2023

Dr. Ítalo Espinoza Guerra

DECANO FACULTAD CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS

Presente

Para los trámites pertinentes remito al presente el informe favorable de consenso:

INFORME FAVORABLE

Los abajo firmantes que actuamos como Presidente y Miembros del Tribunal de la Unidad de Titulación; designada por el Consejo Directivo de la Facultad Ciencias Pecuarias y Biológicas, tenemos a bien de **CERTIFICAR** que el Proyecto de Investigación **“ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DIGESTIVA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA EN JUVENILES DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*) ALIMENTADOS CON SELENIO EN DIETA.”**, de la Srta. NATALY FERNANDA REMACHE PILLAJO con cédula 1727510461, estudiante de la carrera Agropecuaria y revisado por este tribunal se encuentra aprobado y listo para la sustentación de acuerdo a la resolución primera del 5 de abril del 2023. Dando cumplimiento a lo estipulado por el reglamento, firmado dando fe de lo actuado, los que conformamos dicho tribunal.

Atentamente


Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez
Presidente de Tribunal


Dr. Jorge Magno Rodríguez Tobar
Miembro de Tribunal


Biol. Mariela Carolina Loján Avellán
Miembro de Tribunal

• www.uteq.edu.ec

• Tel: (593) 5273-071 | soporte@uteq.edu.ec | Campus "Ingeniero Manuel Haz Álvarez", Av. Quito km. 1 1/2 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas
QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR



AGRADECIMIENTO

El camino que ha llevado a la realización de esta tesis ha estado lleno de desafíos y aprendizajes, y no habría sido posible sin el apoyo inquebrantable de muchas personas y mi institución.

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la fortaleza y sabiduría para no decaer a lo largo de este camino también quiero agradecer a mi director de tesis, Dr. Yuniel Méndez Martínez, por su guía experta y su dedicación incansable a este proyecto. Sus consejos y conocimientos fueron esenciales en cada paso del camino, y su confianza en mí me motivó a superar obstáculos.

Mi familia merece un agradecimiento especial. A mis padres, Rosa Pillajo y Jose Remache , les debo mi gratitud eterna por su amor y apoyo incondicional. A mis hermanos y hermanas; Marcela, Jeremy, Jamileth, Britany , por su ánimo constante y comprensión.

A mis amigos, Ricardo Vargas y Vanessa Medina , les agradezco por compartir este viaje conmigo, por las conversaciones inspiradoras y el respaldo moral en los momentos más desafiantes.

Agradezco Victor Pillajo, Ana Marquez y familia Pillajo Pillajo quienes financiaron esta investigación, lo cual hizo posible llevar a cabo este proyecto.

Por último, quiero reconocer a todos los profesores, mis amigos y compañeros de viaje, Este trabajo no solo representa mi esfuerzo, sino también el apoyo de todas las personas mencionadas anteriormente. Estoy profundamente agradecido por su contribución a este logro. ¡Gracias!"

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas que han sido la luz en mi camino a lo largo de este viaje académico. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi corazón y en el desarrollo de este trabajo.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en mis capacidades. Cada logro en esta tesis es también suyo.

A todas las personas que cruzaron mi camino durante este proceso, dejaron una impresión y contribuyeron a mi crecimiento académico y personal.

Este trabajo es un tributo a cada uno de ustedes. Gracias por ser la chispa que iluminó este camino.

¡Gracias!"

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la actividad enzimática digestiva y composición química de juveniles de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta paletizada. Se evaluaron 5 tratamientos (T1: 0 mg/kg, T2: 0.15mg/kg, T3: 0.375mg/Kg, T4: 0.75mg/Kg, T5: 1.5mg/kg de selenio en dieta) y 3 repeticiones. Las variables a evaluadas fueron enzimática digestiva (lipasas, amilasa y proteasas), indicadores químicos (materia seca, humedad, ceniza, proteína, lípidos y carbohidratos). En lo que concierne la actividad enzimática lipasa presento diferencia estadística registrando mayores contenidos en T4 y T5 con el (7,08 y 7,40 U/mg de proteína), en la actividad enzimática amilasa se pudo observar que existió diferencia estadística con mayor contenido en el T4 y T5 con el (5,37 y 5,47 U/mg de proteína), actividad enzimática proteasas se observó un ligero incremento lo que resalta el T4 con el (3,41 U/mg de proteína). Dentro de los parámetros químicas se presentaron diferencia estadística. Materia seca presenta valores similares resaltando el T2 con un valor (99,89%); humedad y cenizas presentaron mayor contenido en el T3 con los valores (7,81% y 11,61%); proteína se observa un ligero incremento en lo que se aumenta la dosis registrando con mayor contenido el T3 (44,65), lípidos presenta diferencia significativa registrando mayores contenidos en el T3 Y T4 con el (9,01 % y 7,20%), carbohidratos presento diferencia estadística registrando con mayor contenido el T1 y T5 con el (42,06% y 41,28%). Se concluye que las distintas dietas de selenio influyen en la composición química y por ende en la actividad enzimática digestiva.

Palabras claves: lipasas, amilasa y proteasas, proteína, lípidos y carbohidratos

ABSTRAT

The objective of this research is to evaluate the digestive enzymatic activity and chemical composition of freshwater lobster (*C. quadricarinatus*) juveniles fed selenium in a palletized diet. 5 treatments were evaluated (T1: 0 mg/kg, T2: 0.15 mg/kg, T3: 0.375 mg/Kg, T4: 0.75 mg/Kg, T5: 1.5 mg/kg of selenium in diet) and 3 repetitions. The variables evaluated were digestive enzymes (lipases, amylase and proteases), chemical indicators (dry matter, humidity, ash, protein, lipids and carbohydrates). Regarding the lipase enzymatic activity, there was a statistical difference, registering higher contents in T4 and T5 with (7.08 and 7.40 U/mg of protein), in the amylase enzymatic activity it could be observed that there was a statistical difference with higher content. In T4 and T5 with (5.37 and 5.47 U/mg of protein), protease enzymatic activity was observed a slight increase, which stands out in T4 with (3.41 U/mg of protein). Within the chemical parameters, statistical differences were presented. Dry matter presents similar values, highlighting T2 with a value (99.89%); humidity and ash presented higher content in T3 with the values (7.81% and 11.61%); Protein, a slight increase is observed as the dose is increased, registering a higher content in T3 (44.65), lipids present a significant difference, registering higher contents in T3 and T4 with (9.01% and 7.20%). , carbohydrates presented a statistical difference, registering T1 and T5 with greater content with (42.06% and 41.28%). It is concluded that different selenium diets influence the chemical composition and therefore the digestive enzymatic activity.

Keywords: lipases, amylase and proteases, energy, protein, lipids and carbohydrates

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS ..	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	¡Error! Marcador no definido.
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN	iii
ABSTRAT	iv
CÓDIGO DUBLÍN.....	xi
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema	5
1.2. Objetivos 6	
1.2.1. Objetivo General:.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos:	6
1.3. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACION TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual	9
2.1.1. Acuicultura	9
2.1.2. <i>Cherax quadricarinatus</i>	9
2.1.3. Metabolismo.....	9
2.1.4. Selenio	9
2.1. Marco referencial	9
2.1.1. <i>Cherax quadricarinatus</i>	9
2.2. Selenio	15

2.2.1. <i>Importancia del selenio en crustáceos</i>	16
2.2.2. <i>Usos del selenio</i>	16
2.2.3. <i>Aplicación del selenio en la acuicultura</i>	16
2.2.4. <i>Investigaciones relacionadas con el tema</i>	17
CAPÍTULO III	18
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.1. Localización	19
3.1.1. <i>Condiciones meteorológicas</i>	19
3.2. Tipo de investigación.....	19
3.3. Método de investigación.....	20
3.3.1. <i>Método comparativo</i>	20
3.3.2. <i>Método explicativo</i>	20
3.3.3. <i>Método experimental</i>	20
3.4. Fuentes de recopilación de información	20
3.5. Diseño de la investigación	20
3.5.1. <i>Modelo Matemático</i>	21
3.5.2. <i>Esquema del análisis de varianza</i>	21
3.6. Instrumentos de investigación.....	21
3.6.1. <i>Formulación, preparación de las dietas experimentales</i>	21
3.6.2. <i>Procedimiento experimental</i>	22
3.6.2 <i>Variables evaluadas</i>	23
3.7. Tratamientos de los datos.....	26
3.8. Recursos humanos y materiales	27
3.8.1. <i>Recursos humanos</i>	27
3.8.2. <i>Equipos y materiales</i>	27
CAPÍTULO IV	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Composición química de langosta juvenil	30
4.1.1. <i>Materia seca</i>	30
4.1.2. <i>Ceniza</i>	30
4.1.3. <i>Proteína</i>	30
4.1.4. <i>Lípidos</i>	31

4.1.5. <i>Humedad</i>	32
4.1.6. <i>Hidratos de carbono</i>	32
4.2.1. <i>Lipasa</i>	34
4.2.2. <i>Amilasa</i>	35
4.2.3. <i>Proteasa</i>	35
4.3. Relación de incremento de la actividad enzimática digestiva y la composición química del músculo de langosta de agua dulce (<i>C. quadricarinatus</i>) alimentados con selenio en dieta 36	
CAPITULO V	39
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
6.1. Conclusiones	40
6.2. Recomendaciones	41
CAPITULO VI	42
BICLIOGRAFIA	42
6.1. Literatura citada	43
CAPITULO VII	48
ANEXOS	48
7.1. Manejo del experimento	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 10

Tabla 2 19

Tabla 3 21

Tabla 4 22

Tabla 5 27

Tabla 6 33

INDICE DE FIGURA

Figura 1..... 11
Figura 2..... 34
Figura 3..... 35
Figura 4..... 36
Figura 5..... 37
Figura 6..... 37
Figura 7..... 37

ÍNDICE DE ECUACIÓN

Ecuación 1. Fórmula para calcular Lípidos.	24
Ecuación 2. Fórmula para calcular Proteínas.	24
Ecuación 3. Fórmula para calcular Hidratos de carbono	24
Ecuación 4. Fórmula para calcular Materia Seca.	25

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DIGESTIVA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA EN JUVENILES DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (<i>Cherax quadricarinatus</i>) ALIMENTADOS CON SELENIO EN DIETA.
Autor:	Nataly Fernanda Remache Pillajo
Palabras claves:	Lipasas, amilasa y proteasas, proteína, lípidos y carbohidratos
Publicación:	
Editorial:	Quevedo- UTEQ “La María”, 2023
Resumen:	La presente investigación tiene como objetivo evaluar la actividad enzimática digestiva y composición química de juveniles de langosta de agua dulce (<i>C. quadricarinatus</i>) alimentados con selenio en dieta paletizada. Se evaluaron 5 tratamientos (T1: 0, T2: 0.15, T3: 0.375, T4: 0.75, T5: 1.5mg/kg de selenio en dieta) y 3 repeticiones. Las variables a evaluadas fueron enzimática digestiva (lipasas, amilasa y proteasas), indicadores químicos (materia seca, humedad, ceniza, proteína, lípidos y carbohidratos). En lo que concierne la actividad enzimática lipasa presento diferencia estadística registrando mayores contenidos en T4 y T5 con el (7,08 y 7,40 U/mg de proteína), en la actividad enzimática amilasa se pudo observar que existió diferencia estadística con mayor contenido en el T4 y T5 con el (5,37 y 5,47 U/mg de proteína), actividad enzimática proteasas se observó un ligero incremento en el T4 con el (3,41 U/mg de proteína). En parámetros químicos se presentaron diferencia estadística. Materia seca presenta valores similares resaltando el T2 con un valor (99,89%); humedad y cenizas presentaron mayor contenido en el T3 con los valores (7,81% y 11,61%); proteína se observa un ligero incremento en lo que se aumenta la dosis registrando con mayor contenido el T3 (44,65), lípidos presenta diferencia significativa registrando mayores contenidos en el T3 Y T4 con el (9,01% y 7,20%), carbohidratos presento diferencia estadística registrando con mayor contenido el T1 y T5 con el (42,06% y 41,28%).
Abstract:	The objective of this research is to evaluate the digestive enzymatic activity and chemical composition of freshwater lobster (<i>C. quadricarinatus</i>) juveniles fed selenium in a palletized diet. 5 treatments were evaluated (T1: 0, T2: 0.15, T3: 0.375, T4: 0.75, T5: 1.5 mg/kg of selenium in diet) and 3 repetitions. The variables evaluated were digestive enzymes (lipases, amylase and proteases), chemical indicators (dry matter, humidity, ash, protein, lipids and carbohydrates). Regarding the lipase enzymatic activity, there was a statistical difference, registering higher contents in T4 and T5 with (7.08 and 7.40 U/mg of protein), in the amylase enzymatic activity it could be observed that there was a statistical difference with higher content. In T4 and T5 with (5.37 and 5.47 U/mg of protein), protease enzymatic activity was observed a slight increase, which stands out in T4 with (3.41 U/mg of protein). Within the chemical parameters, statistical differences were presented. Dry matter presents similar values, highlighting T2 with a value (99.89%); humidity and ash presented higher content in T3 with the values (7.81% and 11.61%); Protein, a slight increase is observed as the dose is increased, registering a higher content in T3 (44.65), lipids present a significant difference, registering higher contents in T3 and T4 with (9.01% and 7.20%). , carbohydrates presented a statistical difference, registering T1 and T5 with greater content with (42.06% and 41.28%).
Descripción:	65 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCION

En el año 1997 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura la (FAO) definió a la acuicultura como el cultivo de organismos acuáticos entre ellos peces, moluscos, plantas y crustáceos (1). En este contexto se toma como referencia la producción de la especie acuícola. Las principales ventajas biológicas de criar esta especie son: crecimiento rápido, ciclo de vida simple, fácil reproducción, sin problemas de enfermedades evidentes, una especie fisiológicamente resistente (puede sobrevivir en agua con baja saturación de oxígeno en condiciones de temperatura extrema), sus requisitos de dieta son simples, no se requiere excavar para proteger (8). *Cherax quadricarinatus* conocida comúnmente como langosta de agua dulce, cultivada inicialmente en Australia desde 1984.

Esta especie es muy apreciada en el mercado y utilizada mundialmente para y con fines decorativos (1). Hay más de 100 especies de este género, pero solo tres de ellos son importantes para la acuicultura en todo el mundo porque pueden adaptarse mejor a las condiciones de cultivo en comparación con otras. Esto puede incluir la tolerancia a parámetros del agua específicos, resistencia a enfermedades o una mayor capacidad para crecer en sistemas de acuicultura como el: camarón café (*Cherax tenuimanuso*), terminador o yabby (*Cherax albidus*) y helai rojo (*Cherax quadricarinatus*) (2; 3).

Originalmente para *C. quadricarinatus* el rendimiento comercial es de aproximadamente 1 tonelada/ha/año, valor que ha sido superado después de 20 años de investigación, logrando avances significativos de más de 2,5 ton/ha/año (4), con excelentes propiedades biológicas. Estos avances no solo representan un incremento sustancial en la productividad, sino que también han sido acompañados por el desarrollo de cepas con excelentes propiedades biológicas. Este progreso no solo tiene implicaciones económicas positivas, sino que también destaca la capacidad de la investigación que continua para mejorar las prácticas acuícolas, haciendo que la cría de *Cherax quadricarinatus* sea una empresa más eficiente y sostenible desde el punto de vista biológico.

Esta especie es fisiológicamente resistente, tiene una gran capacidad para reproducirse, no tiene un estado larvario libre ya que su desarrollo embrionario ocurre dentro del huevo y a su vez tiene un ciclo de vida corto (5). Los crustáceos requieren una gran cantidad de minerales (macronutrientes) para su desarrollo y crecimiento, incluyendo calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio, cloruro y azufre. También necesitan minerales a bajas concentraciones (micronutrientes) como zinc, cobre, hierro, yodo, manganeso y selenio (6).

El selenio es un oligoelemento clave para la salud y crecimiento de los organismos acuáticos es la actividad enzimática digestiva lo que desempeña una función crucial en la descomposición y absorción de nutrientes esenciales esencial en la composición de muchas selenoproteínas humanas, que son componentes importantes de los sistemas antioxidantes que protegen activamente contra el daño de los radicales libres y las especies reactivas del oxígeno que pueden proteger contra el cáncer o las enfermedades cardiovasculares por consiguiente, de la eficiencia digestiva en juveniles de langosta de agua dulce (6).

El enfoque de este estudio consiste en investigar los efectos de la inclusión de selenio en la dieta sobre la actividad enzimática digestiva y la composición química en juveniles de *Cherax quadricarinatus* (6). Además de proporcionar la comprensión más profunda de los procesos fisiológicos asociados con la digestión en estos organismos, el estudio tiene como objetivo evaluar el impacto nutricional del selenio como un potencial suplemento dietético. Los resultados obtenidos no solo aportarán el conocimiento científico en el ámbito de la nutrición de la langosta de agua dulce, sino que también podría tener aplicaciones prácticas beneficiosas para mejorar las prácticas de acuicultura, impulsando así el desarrollo sostenible en este sector en constante evolución (2).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

Uno de los problemas que enfrentamos es la falta de información actualizada para mejorar la producción de este crustáceo y genere una economía más sólida. Aunque la especie no requiere de muchos parámetros para su cuidado, es crucial enfatizar la necesidad de establecer protocolos de alimentación adecuados y comprender como la modulación del selenio afecta la actividad enzimática y química en la langosta de agua dulce al agregar selenio a su alimentación nos permitirá tener una mejor calidad de la especie. Además, es importante determinar si con esta dieta el crustáceo puede desarrollar una mayor proporción del musculo en poco tiempo y a su vez conocer los aspectos fundamentales para mejorar la producción y la calidad de la langosta de agua dulce.

Diagnóstico

El selenio es un micromineral de gran importancia en el cultivo intensivo de la especie *Cherax quadricarinatus*. Debido a que estas langostas se encuentran en un área cerrada, no pueden obtener selenio del ambiente. Por lo tanto, es crucial incluir selenio en su dieta. La deficiencia de selenio puede llevar a un deterioro en la capacidad antioxidante, mientras que el exceso de selenio puede afectar su tamaño y tener efectos tóxicos. Es fundamental mantener un nivel controlado de selenio en esta especie (7).

Pronóstico

Una manera de contribuir a la poca información es realizar una investigación en base a una dieta con selenio para langostas juveniles y dar a conocer los resultados de dicha investigación y a su vez este será un parámetro favorable para saber qué tanto de selenio se puede utilizar en su alimentación.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la actividad enzimática digestiva y composición química de juveniles de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta peletizada?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Cuál es la actividad enzimática digestiva de lipasas, carbohidrolasa y proteasas en juveniles de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta peletizada?
- ¿Cuál es el efecto del selenio en dietas paletizadas sobre los indicadores químicos: humedad, ceniza, proteína, lípidos y carbohidratos de juveniles de langosta de agua dulce?
- ¿Cuál es la relación de incremento de la actividad enzimática digestiva y la composición química del músculo de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General:

Evaluar la actividad enzimática digestiva y composición química de juveniles de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta peletizada.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Determinar la actividad enzimática digestiva de lipasas, carbohidrolasa y proteasas en juveniles de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta peletizada.
- Evaluar el efecto del selenio en dietas paletizadas sobre los indicadores químicos: humedad, ceniza, proteína, lípidos y carbohidratos de juveniles de langosta de agua dulce.
- Analizar la relación de incremento de la actividad enzimática digestiva y la composición química del músculo de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta.

1.3. Justificación

El mercado de la langosta de agua dulce es una industria de rápido crecimiento, en las últimas décadas ha sido una fuente importante de divisas y empleo en el país (8). En Ecuador, la industria ha logrado mejoras en la innovación tecnológica, cultivo y comercialización, con un impacto positivo en el sector acuícola (9).

El selenio es un nutriente esencial que desempeña un papel crucial en diversas funciones biológicas, incluida la actividad enzimática y la protección antioxidante. Al agregar selenio a la dieta de las langostas de agua dulce, se espera que se produzcan cambios en la actividad enzimática digestiva, lo que podría tener un impacto significativo en la eficiencia de la digestión y la absorción de nutrientes. Además, se espera que el selenio también influya en la composición química de las langostas, especialmente en términos de su perfil de nutrientes y contenido de proteínas. Estos aspectos son de gran importancia tanto para la calidad nutricional de las langostas como para su valor comercial (10).

Generar productos de origen animal con características funcionales podría ser una alternativa para impulsar la agregación de valor a los productos primarios de origen animal. La langosta es un alimento con una composición nutricional de calidad para el humano, y podría llegar a ser enriquecido aún más con algunos nutrientes que han sido reconocidos por sus beneficios para la salud humana, como el selenio. Este mineral se presenta como posible candidato en la generación de productos funcionales, especialmente en regiones donde el acceso al nutriente por medio de fuentes alimenticias es limitado (11).

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACION TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Acuicultura

Es el cultivo de peses, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. Por lo que este cultivo implica interviniendo en el proceso de reproducción para aumentar los rendimientos, como el almacenamiento, alimentación, protección contra depredadores, etc (12).

2.1.2. *Cherax quadricarinatus*

Las langostas de agua dulce son pertenecientes a la familia Parastacidae que son nativas del área el norte de Australia y de la región Paupa en el sur de Nueva Guinea. Su uso en acuicultura comenzó a finales del siglo XX. Ha sido una expansión de la producción intensiva y semi-intensiva desde la década de 1980 (13).

2.1.3. Metabolismo

Es un conjunto de reacciones químicas en la que los seres vivos modifican las propiedades de ciertas sustancias para lograr obtener los nutrientes y la energía necesaria para el crecimiento, desarrollo, reproducción, respuestas a los estímulos, adaptación y sustento de vida (14).

2.1.4. Selenio

Debido a que este mineral es un componente crucial de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), que protege al organismo de los agentes oxidantes. El selenio también se puede reconocer porque mejora la función inmunitaria, la actividad de la tiroides y la fertilidad. Por lo cual se puede agregar selenio a diferentes crustáceos a través de suplementos en la dieta (10).

2.1. Marco referencial

2.1.1. *Cherax quadricarinatus*

2.1.1.1. Características del langostino (*Cherax quadricarinatus*).

Cherax quadricarinatus tiene un ciclo de vida corto y puede reproducirse de 3 a 5 veces por año. No tiene estadios larvarios libres porque el desarrollo embrionario ocurre

dentro del huevo, lo que produce un juvenil totalmente autónomo. Su velocidad de crecimiento permite alcanzar tallas comerciales (40-60 mg y 60-90 mg) en ciclos de 7 meses.

La región natural de Australia es extremadamente cambiante. Para la acuicultura, la adaptabilidad ecológica del *Cherax quadricarinatus* es crucial. La especie ha evolucionado para sobrevivir en condiciones difíciles y explotar rápidamente el medio ambiente cuando las condiciones son adecuadas. Es una especie de excelente rendimiento cuando está en buenas condiciones (15).

El cultivo de langostas de agua dulce se puede llevar a cabo en estanques al aire libre donde la temperatura no exceda los 28 ° C y esté sombreada. Para aumentar la nutrición natural, que es una fuente importante de desarrollo, el estanque debe alimentarse y fertilizarse. Los animales jóvenes alcanzan un peso ideal de 3 gramos gracias a su alimentación, que asegura un rendimiento óptimo frente a la alimentación natural. En un estanque de 2.500 m², hay alrededor de 18.000 alevines por metro, y después de una buena siembra, la producción alcanza unos 90 días. (7).

2.1.1.2. Clasificación Taxonómica.

Tabla 1

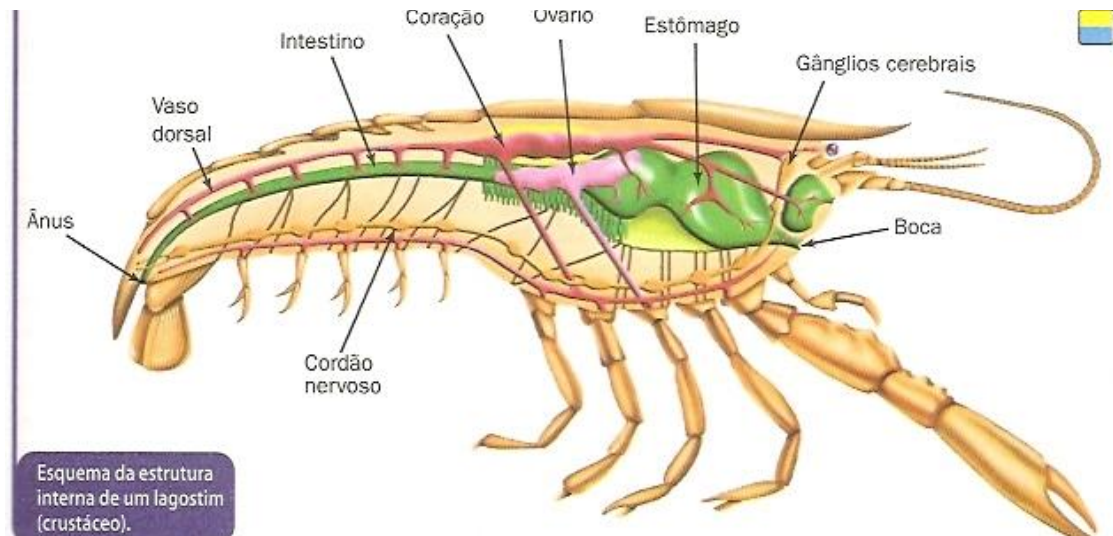
Clasificación Taxonómica

Reino	Animal
Orden	Decapoda
Familia	Parastacoidae
Género	<i>Cherax</i>
Especie	<i>Cherax quadricarinatus</i>
Nombre común	Langosta de agua dulce
FUENTE: (16)	
ELABORADO:REMACHE	

2.1.1.3. Sistema digestivo.

Figura 1

Anatomía interna del langostino de agua dulce



FUENTE: (17)

Boca

boca Está relacionado con la mandíbula, los apéndices prensiles, las maxilas, las maxilas y los maxilípedos. Un labio refuerza la parte anterior de la boca, evitando que el alimento se mueva. La tarea de esta estructura es reducir el tamaño del alimento para que pueda ser transportado al esófago (18).

Esófago

Boca Los apéndices prensiles, las maxilas, las maxilas, la mandíbula y los maxilípedos están relacionados con ella. Un labio sostiene la parte anterior de la boca, lo que evita que el alimento se mueva. Esta estructura es responsable de reducir el tamaño del alimento para que pueda llegar al esófago (18).

Estomago

El estómago contiene un molino gástrico y un sistema de filtros que molien y descomponen químicamente los alimentos. El estómago se divide en dos partes: una anterior (cardíaca) que procesa los alimentos física y químicamente y una posterior

(pilórica) que filtra los quimos. Está formado por una extensa red de osículos que están fijados al músculo. El fluido digestivo café siempre está presente en el estómago del corazón; en *Astacus astacus*, el pH de este fluido es ligeramente ácido. Cuando el alimento llega al estómago, es procesado y mezclado con las enzimas digestivas una y otra vez. Los filtros primarios en la base del estómago filtran luego esta mezcla (quimo) (18).

Hepatopáncreas

Es el órgano más grande de los crustáceos decápodos y se encuentra en la porción media del tracto digestivo. Realiza múltiples funciones biológicas, como la creación y secreción de enzimas digestivas, la absorción de alimentos digeridos, el mantenimiento de reservas minerales y orgánicas, el metabolismo de lípidos y carbohidratos, la distribución de reservas durante el ciclo de muda y el catabolismo de algunos compuestos orgánicos. Algunos autores han denominado a esta glándula divertículos debido a los túbulos pequeños que la componen. No se ha obtenido una comprensión adecuada de la función de estas estructuras. La absorción de nutrimentos es el trabajo del resto del intestino medio.

Células del Hepatopáncreas

Cinco tipos de células componen el epitelio de la hepatopáncreas: células embrionarias (E) que se encuentran en la parte distal de los túbulos, células de absorción (R), células fibrilares (F) que se utilizan principalmente para la síntesis de enzimas, células tipo ampolla (B) y células enanas (M) (18).

Las células F (fibrilares) producen y liberan enzimas destinadas a la digestión extracelular, y luego absorben sustancias destinadas a la digestión intracelular. Las células B realizan la digestión dentro de sus células. El material del lumen es recolectado por ellas y se acumula en una vacuola grande que domina el citoplasma. Después de consumir una comida, las células B realizan una serie de tareas para procesar los nutrientes: absorción, condensación, digestión intracelular, asimilación y finalmente expulsan todo el contenido citoplasmático hacia el lumen.

Las células R, también conocidas como células absortivas, absorben los nutrientes solubles del lumen y almacenan glucógeno y lípidos. Aunque carecen de microvellosidades, las células M contienen una gran cantidad de gránulos; se cree que controlan la red muscular de los túbulos o desempeñan una función similar a las células del sistema endocrino de los vertebrados.

El intestino posterior se extiende desde el ano hasta el intestino medio. El epitelio es responsable del transporte de agua e iones, y esta zona del tracto juega un papel importante en el proceso de osmorregulación además de la defecación (19).

2.1.1.4. Enzimas digestivas en crustáceos.

Carbohidrolasa.

Además, existen enzimas que procesan los glúcidos, como amilasas, maltasas, sacarasas e incluso celulasas. Tres glucuronidasas se han encontrado en *Palaemon serratus*: la beta-glucosaminidasa, la beta-glucosidasa, la alfa-manosidasa, la beta-fructofuranosidasa y la alfa-fucosidasa (20).

Los crustáceos consumen su propia quitina y a veces depredan otros crustáceos, lo que permite la digestión de la quitina que forma el exoesqueleto de los artrópodos. Se sabe generalmente que los crustáceos y los peces son insensibles a los glúcidos (21).

Proteasas.

Las endopeptidasas cortan los enlaces peptídicos en el interior de las cadenas proteicas, mientras que las exopeptidasas cortan los enlaces peptídicos a los amino terminales, carboxiterminales y dipéptidos. La digestión química de las proteínas en los crustáceos comienza en la cavidad cardiaca del estómago y continúa en los túbulos de la hepatopáncreas. Las endopeptidasas descomponen las proteínas ingeridas, las exopeptidasas descomponen los péptidos y las hepatopáncreas las absorben. Este modelo de degradación de proteínas es similar al de los vertebrados. Sin embargo, hay diferencias significativas que alteran ese modelo general, que incluyen: (22).

- Durante la digestión, el medio estomacal no se acidifica y hay poca actividad quimiotripsina.
- La elastasa no existe.
- La presencia de proteasas de bajo peso molecular y colagenasas digestivas.

Lipasas.

Las lipasas y las esterasas ayudan a la digestión de los lípidos. Para que los lípidos alimenticios sean absorbidos, deben pasar por dos procesos diferentes: emulsificación, que resulta en micro emulsión e hidrólisis. Las esterasas continúan la digestión enzimática sobre los productos hidrosolubles obtenidos, mientras que las lipasas actúan sobre los lípidos emulsionados.

Los compuestos emulsificantes en los crustáceos son similares a la bilis en los mamíferos. Estos químicos, que provienen de la taurina y los ácidos cólico y desoxicólico, trabajan para dispersar las grasas antes de que se digieran (23).

2.1.1.5. Composición química del músculo.

Carbohidratos

Los carbohidratos, como la glucosa residual, pueden utilizarse como fuente de energía para la síntesis de quinina, ácido nucleico, esteroides y ácidos grasos. La glucosa proveniente de polisacáridos se ha demostrado que se asimila mejor en los peneidos que la glucosa pura. La capacidad limitada para digerir el almidón impide la absorción de grandes cantidades de carbohidratos, que podrían ser una valiosa fuente de energía y, al mismo tiempo, permitir un ahorro significativo de proteínas, en especies como los camarones del género B (24).

Proteína

La dieta puede cambiar la composición de las proteínas obtenidas del tejido muscular de los camarones. Se descubrió que la fuente de proteínas utilizada en su alimentación

tuvo un impacto en las proteínas del estroma extraídas de los músculos de camarones blancos.

Las propiedades que exhibe el producto durante su procesamiento están estrechamente relacionadas con la estabilidad de las proteínas en los camarones. Dado que las características del tejido dependen principalmente de la fracción proteica, la investigación sobre el comportamiento térmico de las proteínas miofibrilares en los músculos de los camarones podría ser crucial para anticipar la calidad final del producto (24).

Lípidos

En cuanto a la nutrición lipídica, se sabe que los crustáceos suelen usar las grasas tanto como fuente de energía como como suministro de ácidos grasos esenciales para el crecimiento y la supervivencia normales de los animales. Además, los lípidos sirven como transportadores de vitaminas liposolubles y proporcionan otros compuestos, como esteroides y fosfolípidos, que son necesarios para que los camarones funcionen correctamente (24).

2.2. Selenio

Un mineral necesario para que nuestro cuerpo funcione correctamente es el selenio. Se obtiene a través de la ingesta de alimentos y realiza una variedad de funciones biológicas, principalmente su función antioxidante. Además, tiene un impacto en el sistema tiroideo y está involucrado en el metabolismo de los lípidos (25).

La ingesta adecuada de este micronutriente se ha relacionado con la reproducción y la resistencia contra infecciones y cáncer, entre otros beneficios. No obstante, todavía faltan pruebas científicas adecuadas para respaldar la afirmación de un efecto anticáncer (25).

2.2.1. Importancia del selenio en crustáceos

La dieta del camarón vannamei enriquecida con selenio mejora el crecimiento y la capacidad antioxidante. Sin embargo, niveles elevados pueden causar daño en el tejido hepatopáncreas (25).

- En la acuicultura intensiva, los animales podrían no recibir suficiente selenio del entorno, lo que hace que sea especialmente importante porque el selenio es un micronutriente esencial para el crecimiento y la salud de las dietas animales. Como resultado, la suplementación de selenio en la dieta se ha vuelto crucial en las prácticas acuícolas.
- Se debe tomar precaución al agregar selenio a las dietas de animales acuáticos, a pesar de que las fuentes de proteína animal como la harina de pescado y la harina de krill pueden contener cantidades significativas de selenio.
- La falta de selenio puede reducir el daño oxidativo y la capacidad antioxidante de los animales. El exceso de selenio, por otro lado, puede ser dañino, afectar el crecimiento, disminuir las respuestas inmunitarias y disminuir la eficiencia de la conversión de la dieta.
- Por lo tanto, la determinación de la cantidad ideal de selenio en la dieta de los animales acuáticos es crucial.

2.2.2. Usos del selenio

La mayoría del selenio procesado se usa en la industria electrónica, pero también se usa como suplemento nutricional en el vidrio, como pigmento en plásticos, pinturas, esmaltes, tinturas y caucho. Además, se utiliza en la producción de medicamentos como aditivo nutricional en alimentos para aves de corral y ganado, en formulaciones de pesticidas, en la producción de caucho, como ingrediente en champús contra la caspa y en fungicidas. El selenio radiactivo se utiliza en el ámbito médico para el diagnóstico (26).

2.2.3. Aplicación del selenio en la acuicultura

Los procesos biológicos en los animales dependen de los nutrientes presentes en la alimentación, por lo que la selección cuidadosa de los ingredientes de la dieta es esencial

para asegurar una inclusión adecuada. Estos nutrientes están divididos en dos categorías: los micronutrientes, que son menos necesarios y proporcionan la regeneración de tejidos y la regulación de procesos corporales, como las vitaminas y minerales; y los macronutrientes, que son necesarios en cantidades significativas y proporcionan la mayor parte de la energía requerida por un organismo, como las proteínas, los lípidos y los carbohidratos.

Estos últimos, que garantizan el desarrollo adecuado de las funciones fisiológicas de los organismos, son esenciales para el metabolismo, fortalecen el sistema inmunológico y ayudan a prevenir enfermedades. El selenio (Se), un mineral traza, es uno de los minerales más importantes para la acuicultura. Se puede encontrar en forma de compuestos orgánicos como seleno-aminoácidos, que incluyen seleno-cisteína y seleno-metionina, e inorgánicos como selenito y selenato (27).

2.2.4. Investigaciones relacionadas con el tema

El selenio (Se) es un micromineral que se puede encontrar tanto en forma orgánica como compuestos inorgánicos, como seleniato y selenito, como también en forma orgánica, como seleno-aminoácidos, como seleno-cisteína y seleno-metionina. El selenio se clasifica como un componente funcional con efectos positivos para la salud humana en el creciente mercado de alimentos funcionales. Al ser un componente esencial de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), que protege al organismo contra agentes oxidantes, este mineral es beneficioso para la salud. El selenio también se reconoce que mejora la función inmunológica, la actividad tiroidea y la fertilidad (28).

Se está considerando la posibilidad de agregar selenio a los filetes de pescado a través de suplementos dietéticos. Este documento proporciona una breve revisión de los alimentos funcionales, las características principales del selenio y su aplicación en sistemas de alimentación para modificar la composición final de productos de origen animal como el pescado (28).

CAPÍTULO III
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El laboratorio de Acuicultura del campus "La María" de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicado en el km 7/5 de la vía Quevedo - El Empalme, cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, fue el lugar donde se llevó a cabo la investigación. Situado en las longitudes 1 0 6´ 28" de latitud sur y 70 0 27´ 13" de longitud oeste, tiene una altura de 72 metros sobre el nivel del mar y una temperatura promedio de 26 grados Celsius.

3.1.1. 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

FUENTE: (49).

ELABORADO: REMACHE

3.2. Tipo de investigación

La investigación tenía como objetivo descubrir cómo cambiar la actividad enzimática digestiva y la composición química de la langosta de agua dulce al agregar selenio a la dieta peletizada.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método comparativo

Se emplearon métodos de observación para analizar cada variable. Por ejemplo, se evaluó la respuesta biológica de los juveniles de langosta de agua dulce *C. quadricarinatus* alimentados con selenio en un sistema intensivo.

3.3.2. Método explicativo

Se llevó a cabo una práctica (trabajo de laboratorio) en concordancia con los objetivos del trabajo de investigación, lo que permitió obtener los resultados y conclusiones correspondientes.

3.3.3. Método experimental

Se permitió evaluar las dosis de suplementación de selenio, basándonos en estudios preliminares en diferentes especies acuícolas con la influencia de selenio en los factores nutricionales.

3.4. Fuentes de recopilación de información

Las fuentes primarias son los datos recopilados durante el período de investigación. La fuente secundaria es la información que se obtiene de fuentes bibliográficas que están disponibles para todos (tesis de pregrado, tesis de magister, tesis doctoral, libros, revistas artículos científicos, etc.).

3.5. Diseño de la investigación

El presente estudio utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 5 tratamientos (0, 0.15, 0.375, 0.75, 1.50 mg/kg en dieta) y (3) repeticiones, con 15 especímenes por repetición durante un proceso de crianza de ocho semanas alimentados con selenio. Las dosis de selenio se establecieron en base a estudios (29). Para comparar las 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

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

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).

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

$i = i$ -pésimo tratamiento

$j = j$ -estima 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: REMACHE

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Formulación, preparación 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. Ver en (Tabla 4) la composición bromatología de las dietas, el análisis de la composición química 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

FUENTE: (29)

ELABORADO: REMACHE

3.6.2. Procedimiento experimental

Los juveniles se obtuvieron en condiciones de laboratorio a partir de ovadas hembras capturadas en el medio ambiente. Se utilizaron 15 acuarios de plástico con un diámetro de 1.7 metros y un área de 2.26 metros cuadrados que operaban en 90 litros de agua. Se colocaron 15 juveniles en cada acuario y se les dio una semana para aclimatarse y adaptarse antes de comenzar el tiempo experimental. Aquellos tanques contenían agua dulce y oxígeno.

El agua de los acuarios experimentales se cambió cada tres días para eliminar los restos de alimentos y las heces. Al principio, los jóvenes recibieron comida del 5% de la biomasa, que se dividió en dos raciones: la mitad a las 9:00 y la mitad a las 17:00.

Los parámetros físico-químicos del agua de la langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) se midieron una vez cada quince días. Un termómetro de mercurio se introdujo en cada tanque experimental durante cinco minutos para medir la temperatura del agua. Para medir el oxígeno disuelto (OD), se utilizó un oxímetro digital. Se utilizaron los reactivos del Kit de prueba de solución de sal para medir el pH siguiendo cada instrucción. También se midió la cantidad de amonio (NH_3/NH_4), nitritos (NO_2^-) y nitratos (NO_3^-). el oxígeno disuelto (OD) de 4,7 a 6,2 mgL⁻¹, amonio de 0 a 0.25 ppm, nitrito de 0 a 10 ppm y nitrato de 0 a 10 ppm. Todo esto se mantuvo durante 8 semanas del experimento.

3.6.2 Variables evaluadas

3.6.2.1 Composición química del musculo.

Una vez finalizado el período de cultivo los organismos fueron sacrificados, y se almacenaron en bolsas de plástico separadas a -80 °C hasta su análisis. Los análisis se realizaron por triplicado.

Los procedimientos utilizados se ajustaron a los establecidos por la AOAC y se detallan a continuación. Se tomaron datos de peso del crisol de 15.18 a 20.72 gramos de muestra para determinar la materia seca y se llevaron a la estufa durante 24 horas a 65 grados centígrados. Después de eso, las muestras se sacaron de la estufa y se trituraron hasta que se hicieron polvo, y luego se puso en funda según el tratamiento.

Para medir la humedad, coloque los trisoles en la estufa por 30 minutos a 100 °C; luego, sacarlos de la secadora y rotularlos; coloque 500 g de muestra en cada trisol y coloque en la estufa por 2 horas a 130 °C.

Para determinar la grasa utilizando la técnica de extracción Soxhlet, se pesó 500 gramos de muestra por tratamiento y se envolvió en papel filtro adecuado. Luego, se añadieron 40 mililitros de éter de petróleo a cada vaso y se colocaron en el extractor de grasa durante cuatro horas a 50 grados centígrados. Después de la pesada, se pasó 20 minutos en la estufa y 10 minutos en el desecador. Para obtener ceniza, cada muestra fue quemada a 600°C en Mufla por tres horas. Después de eso, se tomaron los cálculos correspondientes.

El método de Kjeldahl, que evaluó el contenido total de nitrógeno de la muestra después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador de mercurio o selenio, se utilizó para determinar el contenido de proteína. El sistema Weende se utilizó para calcular el extracto de nitrógeno libre.

Ecuación 1. Fórmula para calcular Lípidos.

$$\% G = (W_2 - W_1) / W_0 \times 100$$

Donde:

G = Porcentaje de grasa

W₀ = Peso de la muestra

W₁ = Peso del vaso beaker vacío

W₂ = Peso del vaso más la grasa

Ecuación 2. Fórmula para calcular Proteínas.

$$\% PB = ((V_{HCl} - V_b) \times 1,401 \times NHCL) / (g \text{ muestra}) \times F$$

Donde:

1.401 = Peso atómico del nitrógeno

NHCL = Normalidad De Ácido Clorhídrico 0.1 N

F = Factor de conversión (6.25)

V_{HCL} = volumen del ácido clorhídrico consumido en la titulación

V_b = Volumen del blanco (0.5)

Ecuación 3. Fórmula para calcular Hidratos de carbono

$\%HC = 100 - (\% \text{ de proteína cruda} + \% \text{ grasa cruda} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ fibra}).$

Ecuación 4. Fórmula para calcular Materia Seca.

$\%MS = [(\text{peso inicial húmedo} - \text{peso seco}) / \text{peso inicial húmedo}]$

3.6.2.2 *Actividad enzimática digestiva en langosta de agua dulce.*

Al finalizar los experimentos, los animales fueron anestesiados en agua fría, se disectó la glándula digestiva, se pesó (precisión 0,01 mg). La preparación enzimática consistió en homogeneizar la glándula digestiva en un buffer Tris HCl (50 mM, pH7,5) en una proporción 1:3 (1 g de glándula digestiva y 3 volúmenes de agua destilada), y se homogenizaron para posteriormente ser centrifugados a 12 000 rpm por 10 min a 4° C (30). La capa de lípidos fue removida y los sobrenadantes (extractos enzimáticos) fueron almacenados en tubos Eppendorf a -20°C hasta su posterior análisis.

El extracto enzimático, al cual se le determina la proteína soluble y la actividad de la amilasa, lipasa, proteasa digestiva en cada caso. La actividad de amilasa de cada extracto crudo fue determinada de acuerdo a (31), con modificaciones. La mezcla de reacción consistió en agregar 500 µL TRISHCl (50 mM, pH 7,5), 5 µL extracto enzimático, y 500 µL de una solución de almidón (1% en TRIS HCl, 50 mM, pH 7,5). Se incubó a temperatura ambiente por 10 min. La actividad de amilasa se determinó cuantificando de la producción de azúcares reductores resultante de la hidrólisis del almidón; inmediatamente después de la incubación, se agregaron a la mezcla de reacción 200 µL de Na CO₃ (2 N) y 1,5 mL del reactivo ácido dinitrosalicílico (DNS) y se puso en baño María por 15 min. Se ajustó el volumen a 10 mL con agua destilada y la solución coloreada se leyó a 550 nm.

La actividad proteolítica de las muestras fue determinada, de acuerdo a (32), usando azocaseína como sustrato. La mezcla de reacción consistió en 20 µL de extracto, añadiendo 230 µL de Tris-HCl (50 mM, pH 7,2) y 500 µL de azocaseína (0,5% en Tris-HCl). La mezcla se incubó a temperatura ambiente durante 30 min. Luego se detuvo la reacción con 500 µL de ácido tricloroacético al 20% (TCA) y se clarificó por centrifugación (8500 rpm por 10 min). Se registró la absorbancia a 440 nm.

La actividad de lipasas de cada extracto crudo fue determinada de acuerdo a Versaw et al. (1989). La mezcla de reacción consistió en 100 μ L de taurocolato de sodio (100 mM), 920 μ L TRIS HCl (50 mM, pH 8), 10 μ L del extractoenzimático y 10 μ L β -naftil caprilato como sustrato (100 mM en dimetil sulfoxide (DMSO)). La mezcla se incubó a 25°C por 30 min. Luego, se agregó 10 μ L Fast Blue BB (100 mM en DMSO) y la mezcla se incubó a la misma temperatura por 5 min. Se detuvo la reacción con 100 μ L TCA (0,73 N), se clarificó con 1,350 mL de acetato de etilo: etanol (1:1 V/V) y se registró la absorbancia a 540 nm.

La actividad específica de cada enzima se expresó como el número de unidades de enzima por miligramo de proteína por minuto (U/mg proteína/min). Una unidad de actividad enzimática se definió como la cantidad de enzima requerida para incrementar por minuto 0,01 unidades de densidad óptica a 440 nm (33). Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado.

3.7. Tratamientos de los datos

Se estudiarán 5 niveles de selenio en diferentes dosis de aplicación 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.

Tabla 5

Descripción de los tratamientos

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

ELABORADO: REMACHE

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

- Director del proyecto de investigación: Yuniel Méndez Martínez PhD.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Nataly Fernanda Remache Pillajo.

3.8.2. Equipos y materiales

- Tamiz malla de 250 µm.
- Bomba para agua
- Estufa.
- Bolsas plásticas.
- Balanza analítica.
- Recipientes de plástico.
- Tanques de plásticos (100 L).
- Tubos PVC.
- Termómetro.
- Disecador
- Alginato de sodio.
- Kit colorímetro
- Quitosano
- Langostas juveniles
- Tubos Eppendorf
- Hielera.

- Micropipetas
- Tubos Eppendorf
- Algodón.
- Espectrofotómetro
- Espectrofotómetro
- Kit colorímetro.
- Qitosano.
- Medidor de oxígeno.
- Termostato.
- Guantes.
- Alcohol.
- Pipeta.
- Termostato
- Tijera quirúrgica.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición química de langosta juvenil

4.1.1. *Materia seca*

Según el análisis estadístico para materia seca (Tabla 6), indica que los tratamientos T3, T5, T4, T2 no presentan diferencias estadísticas entre si ($P > 0.05$) no obstante el T2 (0.15mg/Kg de selenio) obtuvo un valor de media mayor de 92.99% presentando diferencia estadística ($P > 0.05$) para el T3 (0.375mg/Kg de selenio) que obtuvo menor valor de materia seca con un 92.22%.

De acuerdo con los resultados en el cultivo de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) en el proyecto de innovación Región Metropolitana nos demuestra que la materia seca posee un rango del 90% lo cual se puede observar que se encuentra en los rangos establecidos (34).

4.1.2. *Ceniza*

Para la variable química de ceniza no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$). Todas las medias se etiquetan con la misma letra "A", lo que indica que no hay evidencia estadística para afirmar que los tratamientos difieren significativamente entre sí en términos del contenido de cenizas. El mayor valor promedio de ceniza lo obtuvo el T3 (0.375mg/Kg de selenio) con un porcentaje de ceniza de 11,61%.

La composición de las cenizas puede variar según diversos factores, como la dieta del organismo y las condiciones ambientales en las que se encuentra. La presencia de minerales esenciales, como calcio, fósforo, potasio y magnesio, en las cenizas de la langosta de agua dulce refleja su importancia nutricional para los consumidores (35).

4.1.3. *Proteína*

Para la variable química proteína (Tabla 6) según el análisis de ANOVA para los tratamientos T1, T5, T2, T4, T3 no presentaron diferencias estadísticas entre sí ($P > 0.05$). El T3 (0.375mg/Kg de selenio) presentó el mayor promedio con un valor de proteína del

44,65% presentando diferencia significativa ($P > 0.05$) sobre los tratamientos T1 y T2 que obtuvieron los menores porcentajes que fueron 34 y 35,60%.

La relación entre la composición química de los peces y mariscos y su alimentación es un tema complejo que suscita varias cuestiones importantes. Por un lado, es evidente que la dieta desempeña un papel significativo en la determinación de la composición química de estos organismos. Durante los períodos de intensa alimentación, observamos un aumento en el contenido de proteínas, lo cual es beneficioso para los consumidores, ya que las proteínas son esenciales en la dieta humana. Sin embargo, a medida que se prolonga la alimentación intensa, el contenido de lípidos también aumenta, lo que puede afectar la calidad nutricional y la textura de la carne de los mariscos (36).

Colvin y Brand (37) han señalado que el requerimiento proteico para un óptimo crecimiento y eficiencia alimenticia en *Litopenaeus vannamei* es de 30%. Kanazawa (2000) reporta que para la langosta marina (*H. americanus*) los niveles óptimos de proteína varían de 30 a 60%. Por otro lado, el requerimiento proteico en la dieta para juveniles de *M. rosenbergii* es de 30 a 35 % (38).

4.1.4. Lípidos

Para la variable química grasa (Tabla 6), no presentan diferencia significativa los tratamientos T2, T1 a diferencia del tratamiento T5, T4, T3 que si presentan diferencia significativa. El T3 (0.375mg de selenio) obtuvo el mayor valor de 9,01% y el menor promedio lo obtuvo el tratamiento T5 (1.5mg/Kg de selenio) con 5,45%.

Los lípidos son una fuente concentrada de energía, ácidos grasos esenciales, fosfolípidos y colesterol necesarias para el adecuado desarrollo y sobrevivencia de crustáceos y acociles (29,30,31). El nivel óptimo en la dieta de crustáceos oscila entre 6 y 10%. (33,34,31). El contenido lipídico es el que presenta mayor variación según la especie y, dentro de la misma especie, varía según el tamaño, el ciclo biológico y la alimentación.

4.1.5. Humedad

Para la variable química humedad (Tabla 6), indica que los tratamientos T1, T2, T4, T5, T3 no presentaron diferencias estadísticas entre si ($P > 0.05$). No obstante, el T5 (1.50 mg/Kg de selenio en dieta) obtuvo el mayor valor con 7.81% presentando diferencia estadística ($P > 0.05$) para el tratamiento T1 (testigo) que obtuvo el menor valor de humedad 7,01%.

El contenido de agua en los crustáceos, que varía entre el 70% y el 80%, desempeña un papel fundamental en su frescura y deterioro. La alta humedad proporciona un ambiente para reacciones químicas y el crecimiento de microorganismos, lo que hace que el control de la humedad sea esencial para la calidad de los productos frescos. El contenido de agua en un tejido fresco es máximo y se va perdiendo a medida que las proteínas se van desnaturalizando, especialmente cuando se someten a un proceso inadecuado de congelación (39).

4.1.6. Hidratos de carbono

Para la variable química carbohidratos (Tabla 6), existió diferencia estadística ($P < 0.05$) para los tratamientos T5 y T1 que se diferenciaron de los tratamientos T3, T4, T2, que no presentaron diferencia estadística ($P > 0.05$) entre sí. El tratamiento T1 presentó mayor valor con 42,06%, seguido del T5 con 41,28%, el menor valor lo obtuvo el T3 con 26,96%.

Esta relación entre proteína y carbohidratos ha sido referida como efecto de liberación por carbohidratos. En dietas para una proporción de 4:1 carbohidratos y lípidos es recomendada, lo cual es una guía apropiada para el diseño de dietas específicas para langostas de agua dulce (40).

Tabla 6

Composición química en langosta de agua dulce (Cherax quadricarinatus) con diferentes niveles de selenio

Variables (%)	Tratamientos					CV (%)	F	P <0,05
	T1	T2	T3	T4	T5			
Materia seca	92.99 ± 0.15 b	99.89 ± 0.15 ab	92.22 ± 0.15 a	92.60 ± 0.15 ab	92.38 ± 0.15 ab	0.27	5	0.0178
Humedad	7.01 ± 0.15 a	7.11 ± 0.15 a	7.81 ± 0.15 b	7.40 ± 0.15 ab	7.62 ± 0.15 ab	3.44	5.24	0.0154
Proteína	43.00 ± 0.20 a	37.64 ± 0.20 c	44.65 ± 0.20 e	40.86 ± 0.20 d	35.60 ± 0.20 b	0.9	456.39	<0.0001
Lípidos	6.45 ± 0.07 b	6.28 ± 0.07 b	9.01 ± 0.07 d	7.20 ± 0.07 c	5.45 ± 0.07 a	1.81	348.7	<0.0001
Hidrato de carbono	4.06 ± 0.40 d	38.36 ± 0.40 c	26.96 ± 0.40 a	34.34 ± 0.40 b	41.28 ± 0.40 d	1.89	239.62	<0.0001
Ceniza	10.49 ± 0.39 a	10.61 ± 0.39 a	11.61 ± 0.39 a	10.21 ± 0.39 a	10.05 ± 0.39 a	6.33	2.47	0.1124

ELABORADO: REMACHE

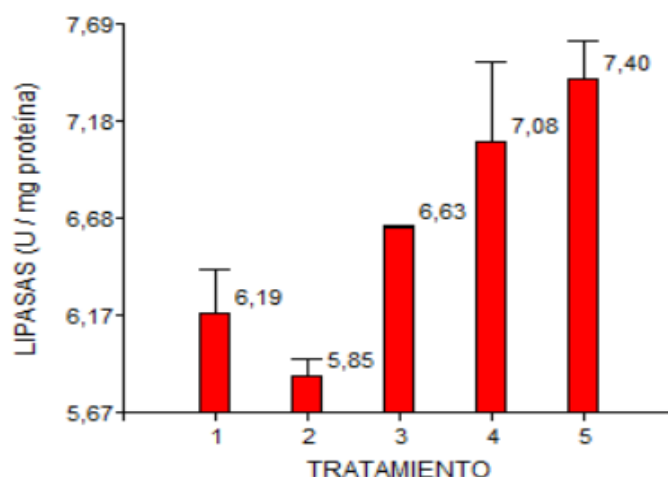
4.2. Actividad enzimática digestiva en langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*)

4.2.1. Lipasa

Para la variable química grasa (Figura 2), en la medida de los tratamientos T2, T1, T3 no son significativamente diferentes entre sí ($p > 0,05$), mientras que la medida del T4 (0.75mg/Kg de selenio) con un 7.08% si es significativamente diferente a los tratamientos antes nombrados además el T5 (1.5mg/Kg de selenio) con un 7,40% es significativamente diferente a las medias de los tratamientos T2, T1, T3, y T4

Figura 2

Cuantificación de actividad Lipasas (U/ mg de proteína) en langosta de agua dulce



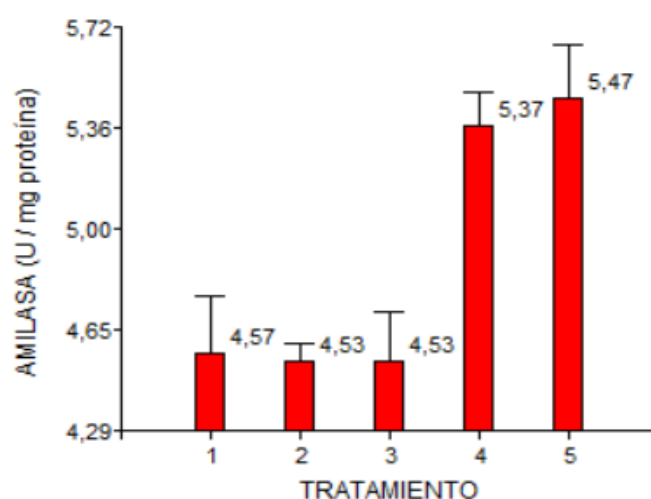
No se puede establecer una relación entre actividad lipasa y el crecimiento citado por (41), en un estudio con un copépodo mostraron que el cambio de alimento indujo en las enzimas. (42) propuso que la secreción de grandes cantidades de enzimas puede maximizar el uso de un nutriente escaso en el alimento, con lo que aumentaría la hidrólisis; si eso es cierto al bajar la cantidad de lípidos en los alimentos proporcionados se puede provocar una mayor cantidad de enzima.

4.2.2. Amilasa

Según la prueba de tukey (Figura 3), confirma que existió diferencia estadística ($P > 0.05$) entre los tratamientos T1, T3, T4, T5. El mayor promedio lo presento el T5 (0.75mg/Kg de selenio) con un valor de 5,47 %; presentando diferencia estadística ($P < 0.05$) para el tratamiento testigo que obtuvo el menor promedio con 4,57 %.

Figura 3

Cuantificación de actividad Amilasas (U/ mg de proteína) en langosta de agua dulce



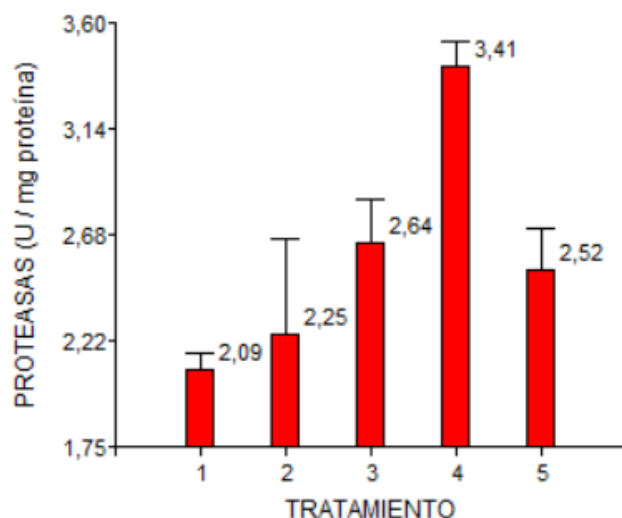
La actividad amilasa detectada de la langosta de agua dulce en todos los tratamientos fueron siempre mayor respecto al valor inicial del experimento. Para tratar de explicar la reducción de la actividad amilasa con las diferentes dietas de selenio, debemos considerar la naturaleza y el nivel de inclusión de los ingredientes en la elaboración del alimento. La diferencia en peso inicial de los organismos también puede influir en la actividad amilasa, así como el tiempo de aclimatación de las condiciones experimentales (43).

4.2.3. Proteasa

Según análisis de varianza se encontró diferencia significativa en los tratamientos, sin embargo, el mayor promedio lo presento el T4 (0.75mg/Kg de selenio) con un valor de 3,41%, presentando diferencia estadística ($P < 0.05$) para el T1 (tratamiento testigo) que obtuvo el menor promedio con 2,09 %.

Figura 4

Cuantificación de actividad Proteasa (U/ mg de proteína) en langosta de agua dulce



(44) Encontraron variaciones en la actividad proteasa en *Litopenaeus vannamei* donde se relacionó la proporción proteína animal/proteína vegetal y el tamaño del organismo, pero no encontró la relación entre actividad enzimática y crecimiento. (45) encontró que los juveniles de *Astacus* y *Pacifastacus* mostraron mayor actividad proteasa que los adultos.

4.3.Relación de incremento de la actividad enzimática digestiva y la composición química del músculo de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con selenio en dieta

Las biomoléculas, una vez absorbidas y distribuidas en el organismo, se convierten en nuevas macromoléculas a través de procesos metabólicos anabólicos. Estos procesos, que incluyen la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes celulares, son esenciales para el crecimiento y el desarrollo de los tejidos del cuerpo (46). En el presente trabajo para la actividad proteolítica y lipolítica (Figuras 4 y 5) conforme aumenta el nivel de selenio en las dietas aumenta la actividad enzimática y el contenido de proteína y lípido en los organismos respectivamente, mientras que para la actividad amilolítica podemos observar que existió un efecto inverso en el T5 de la dieta y la relación con el contenido

de carbohidratos, sin embargo para en el tratamiento T4 se encontró concentración entre la actividad enzimática y carbohidrato en los organismos.

Figura 5

Relación de incremento de la actividad proteolítica del músculo de langosta de agua dulce (C. quadricarinatus) alimentados con selenio en dieta.

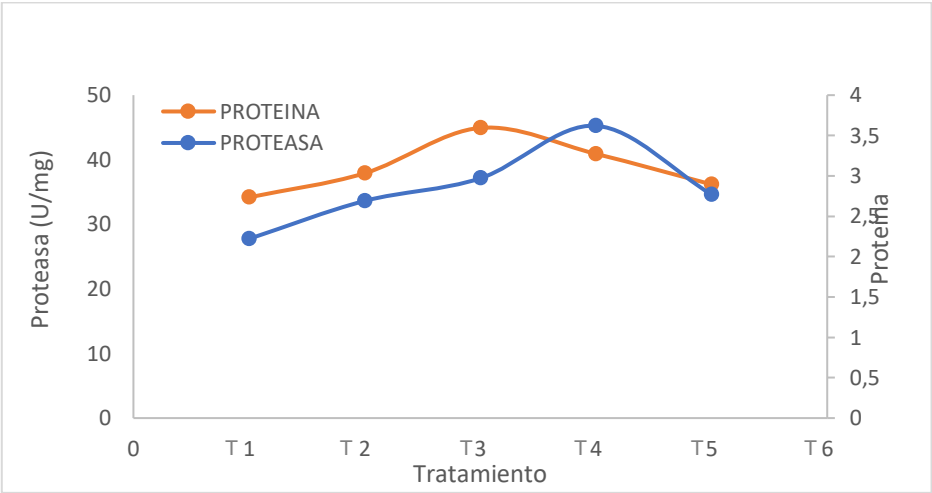


Figura 6

Relación de incremento de la actividad lipolítica en el músculo de langosta de agua dulce (C. quadricarinatus) alimentados con selenio en dieta.

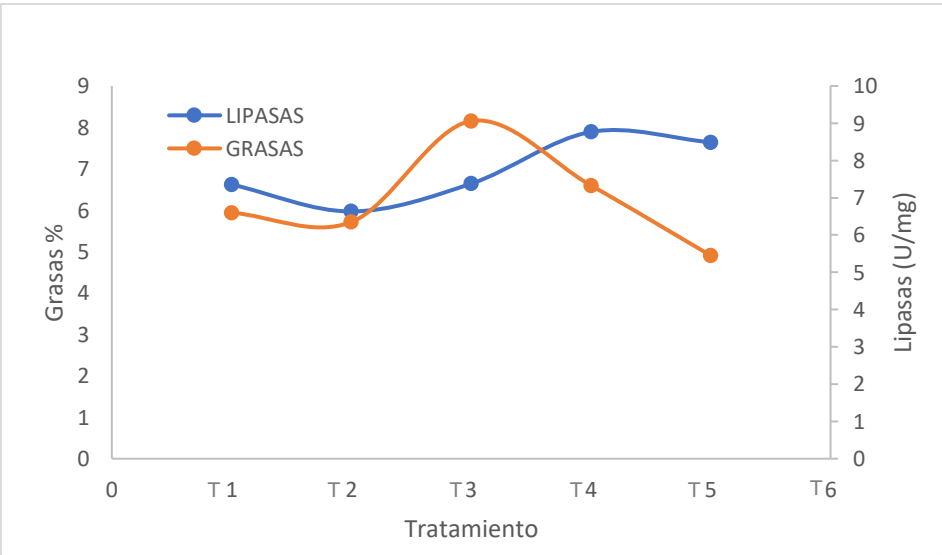
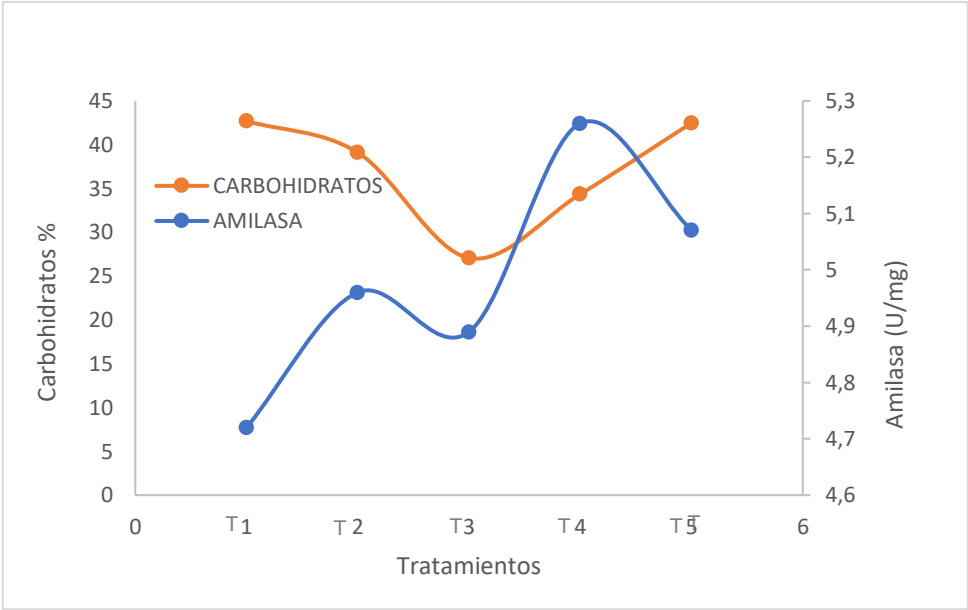


Figura 7

Relación de incremento de la actividad amilolítica en el músculo de langosta de agua dulce (C. quadricarinatus) alimentados con selenio en dieta.



CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se encontró diferencia significativa en la actividad de las enzimas digestivas. La actividad de la lipasa mostro mayor contenido en el T5 con un valor (7,40 U/mg proteína) de igual forma la actividad de amilasa demostró mayor contenido en el T5 con un valor (5,47 U/mg proteína). En la actividad enzimática de proteasa se presentó con mayor contenido en el T4 con un valor (3,41 U/mg proteína).
- La composición química del musculo de langosta de agua dulce se obtuvo valores similares obteniendo mayor contenido de materia seca en el T2 con un valor (99,89 %); humedad y ceniza mostraron mayor porcentaje en el T3 con un valor (7,81% y 11,61%); respecto a la proteína se pudo observar que hay mayor concentración en el T3 con un valor (44,65%); lípido con una mayor concentración en el T3 con (9,01%) y carbohidratos con mayor concentración en el T5 con (41,28).
- Se establece una relación en el aumento de la actividad enzimática digestiva y la composición química del musculo en langosta de agua dulce lo cual a medida que se incrementa los niveles de selenio en la dieta para proteasas y lipasas con respecto a proteína y lípidos respectivamente. Con respecto a amilasa digestivas y carbohidratos causo un efecto inverso.

6.2.Recomendaciones

- Realizar estudios sobre el metabolismo de carbohidratos en esta especie.
- Se recomienda determinar el nivel óptimo de proteína/ lípido en la dieta de pre-adulto en langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) esto permitirá definir dietas específicas para las fases de desarrollo (juvenil y pre-adulto)
- Considerando la importancia de la suplementación de selenio, sería crucial realizar investigaciones específicas en la piscicultura local. Estos estudios podrían abordar aspectos como fuentes de mineral, biodisponibilidad, niveles de deposición, interacción con otros nutrientes, efectos del procesamiento y protocolos de producción.

CAPITULO VI
BICLIOGRAFIA

6.1. Literatura citada

1. Panne-Huidobro, Luchini L. perspectivas en acuicultura nivel mundial regional y local. *Dirección de Acuicultura Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca*. 2008, pág. 98.
2. 5. 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 Bi. pág. 140.
3. 6. Saoud IP, Ghanawi J, Thompson KR, Webster CD. A review of the culture and diseases of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868). *Journal of the World Aquaculture Society*. 2013 y 1-29., 44: p.
4. 7. Villareal H, Naranjo-Páramo J. Cultivo de langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (Red Claw). Una oportunidad para la diversificación de la industria acuícola. 2006 y 2., : p.
5. *POLICULTIVO AGRO-ACUICOLA*. Villareal, Humberto. 17 de Noviembre de 2008, CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S. C., pág. 16.
6. Mauricio, Luna Cabrera Jonathan. *utmachala*. [En línea] 2019. [Citado el: 20 de 01 de 2023.]
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14668/1/DE00004_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf.
7. vannamei. *Importancia*. [En línea] 2022. [Citado el: 20 de enero de 2023.]
<https://actoresproductivos.com/2022/02/06/importancia-del-selenio-en-el-crecimiento-del-camaron-vannamei/>.
8. J, Naranjo. *Optimización del cultivo de la Langosta de agua dulce (Cherax quadricarinatus), mediante el ajuste de los niveles de recambio de agua, aireación y alimentación*. [En línea] 2009.
9. *Análisis del comportamiento del sector y explotador camaronero Ecuatoriano y su incidencia en el empleo, periodo 2010 - 2014*. J, Cruz. 2016, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas;.
10. Vinchira JE, Muñoz-Ramírez AP. *Selenio: nutriente objetivo para mejorar la composición nutricional del pescado cultivado*. [En línea] 2010.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n1/v57n1a05.pdf>.
11. RA, Arce. Cultivo larvario de camarones peneidos. México : Centro de Investigaciones Biológicas, 1989, pág. 160.
12. FAO. *Pesca y acuicultura*. [En línea] 2021.
<https://www.fao.org/fishery/es/aquaculture>.
13. *Diferenciación sexual en la langosta de agua dulce*. Fernanda J, Vazquez. , Laura S, Greco. L. 33-38, 2007, *Biología Tropical*. , Vol. 55 (1).

14. Equipo editorial, Etecé. *Metabolismo*. [En línea] 2021. [Citado el: 29 de diciembre de 2021.] <https://concepto.de/metabolismo/>. .
15. Humberto Villarreal Colmenares, José Naranjo Páramo. *CULTIVO DE LANGOSTA DE AGUA DULCE Cherax quadricarinatus (Redclaw)*. . [En línea] 2008. <https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/biohelis/pdfs/Cultivo-de-langosta-de-Agua-Dulce-Cherax-quadricarinatus-Redclaw.pdf>.
16. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. *INSTITUTO NACIONAL DE PESCA*. [En línea] 2020. [Citado el: 11 de Enero de 2020.] <https://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2015/11/3.-Informe-Taxon%C3%B3mico-de-Cherax-quadricarinatusCARPEFRESMANTA-S-A.pdf>.
17. Cccanto. *coencias*. [En línea] 2006. [Citado el: 20 de enero de 2023.] <https://cccantodecoenciasdocarlos6.blogspot.com/>.
18. Vogt, G. *Functional Anatomy*. [En línea] 2002.
19. ROMAN, Lopez Tames. *Cervantes*. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de enero de 2023.] <https://www.cervantesvirtual.com/obra/introduccion-a-la-literatura-infantil/>.
20. Carrillo, F y Gonzales, R. *Control de la digestión en camarones*. [En línea] 1998.
21. Xue, X. *Characterisation of cellulase activity in the digestive system of the redclaw crayfish (Cherax quadricarinatus)*. [En línea]
22. García, F y Navarrete del Toro, M. *Classification of proteases without tears*. [En línea] 1997.
23. Suárez, L. Elizabeth Cruz. *DIGESTION EN CAMARON Y SU RELACION CON FORMULACION Y FABRICACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS*. [En línea] <http://eprints.uanl.mx/8350/1/4.pdf>.
24. López, S. *Estudio de la actividad enzimática digestiva de la langosta de agua dulce Cherax quadricarinatus*. [En línea] 2003. [file:///C:/Users/CompuMundo/Downloads/lopez_s%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/CompuMundo/Downloads/lopez_s%20(3).pdf).
25. Milthon. *Importancia del selenio en el crecimiento del camarón vannamei*. [En línea] 2022. [Citado el: 2 de febrero de 2022.] <https://aquahoy.com/importancia-selenio-crecimiento-camaron-vannamei/>.
26. Atadr. *Cdc*. [En línea] 2009. [Citado el: 20 de enero de 2023.] https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts92.html.
27. Unimagdalena. *revista*. [En línea] 2018. [Citado el: 20 de enero de 2023.] <https://revistas.unimagdalena.edu.co/>.
28. Hoya, J, Estrada, A y Yepez, J. *Uso del selenio en organismo acuáticos. Una revisión Selenium use in aquatic organisms*. . [En línea] 2022. <file:///C:/Users/CompuMundo/Downloads/Dialnet-UsoDelSelenioEnOrganismoAcuaticosUnaRevision-8686416.pdf>.
29. Feifei Chen, Zigi Shang, Lin Wan. *Dietary selenium requirement for on-growing grass carp*. 02, China : Aquaculture, 2001. 10.

30. *An improved colorimetric assay for bacterial lipase in nonfat dry milk* . Versaw, K, Cupper, L y Winters, D. 1989.
31. Vega, F, Fernandez, I y Olivia, M. *The activity of digestive enzymes during the molting stages of the arch swimming callinectes arcuatus ordway 1863* . 1999, Vol. 65, 1-9.
32. *The digestive proteases of langostilla (Pleuroncodes planipes, Decapoda): their partial characterization, and the effect of fed on their composition*. García, C. 575 - 578, 1992.
33. *Digestive enzyme response to supplemental ingredients in practical diets for juvenile freshwater crayfish Cherax quadricarinatus*. López, S y Nolasco, H. 79-85, 2005, Vol. 11.
34. (FIA), Fundación para la Innovación Agraria. *Resultados y lecciones en cultivo de langosta de agua dulce : proyecto de innovación en Región Metropolitana*. [En línea] 2009. <https://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/1932>.
35. Cortés, E. *La composición de las cenizas puede variar según diversos factores, como la dieta del organismo y las condiciones ambientales en las que se encuentra. La presencia de minerales esenciales, como calcio, fósforo, potasio y magnesio, en las cenizas de la langosta*. [En línea] 2003. http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/20/cortes_e.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
36. Trujillo, Vento y Zoila, Marcia. *Alternativas Tecnológicas Para El Procesamiento Industrial De La Langosta de Agua Dulce ((Cherax Quadricarinatus). Alternativas Tecnológicas Para El Procesamiento Industrial De La Langosta De Agua Dulce (Cherax Quadricarinatus) Cultivada En Cuba*. [En línea] 2023. [Citado el:] <https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/1549/Zoila%20Trujillo%20Tesis.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
37. Colvin, L y Brand, W. *The protein requirement of penaeid shrimp at various lifecycles stages in controlled environment systems. Proceedings World Mariculture Society*. 8: . [En línea] 1977.
38. D´Abramo, L, Ohs, C.L. y Elgarico, K. *Management and Production Characteristics of the Culture of the Red Swamp Crayfish, Procambarus clarkii Without Planted Forage*. [En línea]
39. JICA, ITP/. *Química, Bioquímica y Microbiología Pesquera*. [En línea] 1998.
40. Villarreal, H y A, Peleaz. *Bilología Y cultivo de la langosta de agua dulce Clemax quadricarinatus* . [En línea] 1999.
41. Le Moullac, G y B, Klein. *Adaptation of trypsin chymotrysin and alfa amylase to casein level and protein source in Penaeus vannamei*. [En línea] 1996.
42. Lovett, D y Felder, D. *Ontogenic change in digestive enzyme activity of larval and postlarval white shrimp Penaeus setiferus* . [En línea] 1990.
43. Lee, S. *Effect of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder* . [En línea] 2000.

44. LEE, P. *Effects of diet and size on growth, feed digestibility digestive enzyme of the marine shrimp*. [En línea] 1985.
45. Mackeviciene. *A comparative study of physiological and biochemical indices of native european and alien species of crayfish in Lithuania*. [En línea] 1999.
46. Abd El-Naby FS, A.E. Naie M, AlSagheer AA, Negm SS. *Dietary chitosan nanoparticles enhance the growth, production performance, and immunity in Oreochromis niloticus*. [En línea] 2019.
47. *Desarrollo de la acuicultura Uso de recursos pesqueros silvestres para acuicultura basada en la captura*. FAO. 17, 13 de Diciembre de 2013, Vol. 6, pág. 113.
48. Pesca, Instituto Nacional de. *Acuicultura| Langosta de agua dulce*. [En línea] 2023. [Citado el: 21 de marzo de 2018.] <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-camaron-azul#:~:text=Alimentaci%C3%B3n%20en%20medio%20natural%3A%20Omn%C3%A4Dvoro,descomposici%C3%B3n%20principalmente%20detritus%20y%20zooplancton..>
49. Alejandro, Mera Gómez Henry. “*MODULACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNE EN JUVENILES DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (Cherax quadricarinatus) ALIMENTADOS CON MEZCLAS*.” [En línea] 2023. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5976/1/T-UTEQ-110.pdf>.
50. Moreno, Ana G. *CRUSTÁCEOS*. [En línea] <https://www.ucm.es/data/cont/docs/465-2013-08-22-H7%20CRUSTACEOS.pdf>.
51. Youdim, Adrienne. *Hidratos de carbono, proteínas y grasas*. [En línea] 2022. <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-nutricionales/introducci%C3%B3n-a-la-nutrici%C3%B3n/hidratos-de-carbono,-prote%C3%ADnas-y-grasas>.
52. Álvarez., Dianelys Ondarse. *Lípidos*. [En línea] 2021. [Citado el: 15 de julio de 2021.] <https://concepto.de/lipido/#ixzz7pBq4znVX>.
53. Copyright. *DEFINICIÓN DE CARBOHIDRATOS*. [En línea] 2008. <https://definicion.de/carbohidratos/>.
54. Colmares, Humberto Villareal. *cibnor.gob*. [En línea] 2008. [Citado el: 18 de julio de 2022.] <https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/biohelis/pdfs/Cultivo-de-langosta-de-Agua-Dulce-Cherax-quadricarinatus-Redclaw.pdf>.
55. *Cultivo de langosta de agua dulce Cherax quadricarinatus (Redclaw). Una oportunidad para la diversificación de la industria acuícola*. Villarreal H, Naranjo J. Mexico : CIBNOR, S.C., 2008, Programa de Acuicultura, pág. 3.
56. Herrera, Manu. *vitonica*. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de enero de 2023.] <https://www.vitonica.com/alimentos/estos-son-los-elementos-minerales-que-hacen-esenciales-al-pescado-y-al-marisco>.
57. Users. *Users*. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de enero de 2023.] <file:///C:/Users/USER/Downloads/admin,+10.pdf>.

58. Ruben, Daniel. *SCIELO*. [En línea] 2019. [Citado el: 20 de ENERO de 2023.] http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93042019000200015.
59. Pedrero, Z y Madrid, Y. *Novel approaches for selenium speciation in foodstuffs and biological specimens*. [En línea] 2009. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v57n1/v57n1a05.pdf>.
60. MP., Rayman. *Food-chain selenium and human health: emphasis on intake*. . [En línea] 2008.
61. Tacon, A. *Nutritional studies in crustaceans and the problems of applying research findings to practical farming systems*. [En línea] 1996.
62. Shiau, S. *Nutrient requirements of penaeid shrimps*. *Aquaculture*. [En línea] 1998.
63. Webster, C, y otros. *Culture and nutrition of Red claw Crayfish*. [En línea] 2002.
64. Aiken, D y Waddy, S. *The growth process in crayfish*. *Reviews in Aquatic Sciences*. [En línea] 1992.
65. D´Abramo, L y Elgarico, K. *Management and Production Characteristics of the Culture of the Red Swamp Crayfish, Procambarus clarkii Without Planted Forage*. [En línea] 2000.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1. Manejo del experimento

Ilustración 1



Establecimiento del tratamiento

Ilustración 2



Peso para datos bromatológicos

Ilustración 3



Materia seca de langosticos

Ilustración 4



Rotulacion de datos

Ilustración 5



Trituración de materia seca

Ilustración 6



Obtención de datos de proteína