



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

Unidad de Integración Curricular previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agropecuario

Título de la Unidad de Integración Curricular:

RESPUESTA BIOPRODUCTIVA EN PREADULTOS DE LANGOSTA DE AGUA
DULCE (*Cherax quadricarinatus*) CON INCLUSIÓN DE HARINA DE *Lemna minor* EN
DIETA.

Autor:

Medina Intriago Horacio Gabriel

Director de la Unidad de Integración Curricular:

Ing. Méndez Martínez Yuniel PhD.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Horacio Gabriel Medina Intriego**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado a ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el 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 normativa institucional vigente.



Horacio Gabriel Medina Intriego
C.C. 0940504756



CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Yuniel Méndez Martínez**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Horacio Gabriel Medina Intriago**, realizó la Unidad de Integración Curricular titulada **“RESPUESTA BIOPRODUCTIVA EN PREADULTOS DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*) CON INCLUSIÓN DE HARINA DE *Lemna minor* EN DIETA”**, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Dr. Yuniel Méndez Martínez
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** mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado **“RESPUESTA BIOPRODUCTIVA EN PREADULTOS DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*) CON INCLUSIÓN DE HARINA DE *Lemna minor* EN DIETA”** Presentado por el estudiante **Horacio Gabriel Medina Intríago**, egresado de la Carrera de 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 91% y similitud 9%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

Original

Document Information

Analyzed document	Respuesta_bioproductiva_en_preadultos_de_langosta_de_agua_dulce_(Cherax_quadricarinatus)_con_inclusion_de_harina_de_Lemna_minor_en_dieta_002.pdf (D179075691)
Submitted	2023-11-17 11:31:00
Submitted by	
Submitter email	hmedina@uteq.edu.ec
Similarity	9%
Analysis address	ymendezm.uteq@analysis.urkund.com


Dr. Yuniel Méndez Martínez

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

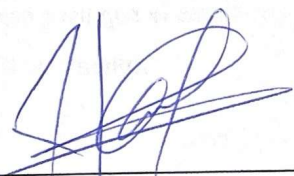
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“RESPUESTA BIOPRODUCTIVA EN PREADULTOS DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*) CON INCLUSIÓN DE HARINA DE *Lemna minor* EN DIETA.”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:



Dr. Jorge M. Rodríguez Tobar
Presidente de Tribunal



Biol. Mariela Loján Avellan
Miembro de Tribunal



Biol. Juan Ordoñez Iglesias
Miembro de Tribunal

Mocache – Los Ríos – Ecuador

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por brindarme la bendición de vivir cada día y por haberme acompañado y guiado en el transcurso de mi carrera, por ser mi fortaleza y llenar mi vida de aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad.

Gracias a mis padres, Horacio Medina Tuarez y Narcisa Intriago Vera, por la crianza que me dieron, por los valores que en mí sembraron, los cuales fueron el impulso para mantener constante en perseguir y cumplir mis metas. A mis hermanos por apoyarme en aquellos momentos de necesidad, en especial a mi hermana menor Elena Medina. Gracias por la confianza que depositaron en mí y en mis expectativas, gracias por cada consejo y por todas sus enseñanzas, las cuales me han guiado a largo de mi vida y lo seguirán haciendo.

A la Sra. Julia Vines y a mi compañera Kenlly Muñoz por ser parte importante de mi vida y por el apoyo recibido desde el día que les conocí. Por el apoyo recibido para la realización de esta tesis. Muchas gracias.

A mi tutor el Ing. Méndez Martínez Yuniel PhD, quien, con su orientación, paciencia, conocimientos y constancia este trabajo investigativo pudo realizarse, sus consejos fueron siempre útiles para alcanzar lo que hoy he logrado.

De igual manera mi agradecimiento a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, docentes y personal administrativo por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de formarme de manera profesional.

Y a mis amigos por todos los momentos que pasamos juntos. Por las tareas que juntos realizamos y por la confianza que en mí depositaron.

Horacio Gabriel Medina Intriago.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mí mismo, por la entrega y la seriedad con el que tome cada una de las circunstancias que se me presentaron, asumiendo con responsabilidad y manteniéndome firme hasta lograr con éxito cada meta planteada.

También dedico este trabajo a mis padres, quienes me apoyaron y contuvieron los momentos malos y los menos malos. Me han enseñado a ser la persona que soy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Este logro también es de ustedes.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de *Lemna minor* sobre los parámetros bioproductivos en preadultos de *Cherax quadricarinatus*. La investigación duró 8 semanas, se emplearon cinco niveles de harina de *Lemna minor* y aun control 0 – 4, 8, 12, 16 y 20%. Se aplicó un DCA, para seis tratamientos con tres repeticiones con densidad de 10 preadultos/repetición. Los resultados de los parámetros de crecimiento no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Obteniendo valores entre el tratamiento control (T0) y los tratamientos con inclusión de harina de *Lemna minor* (T1, T2, T3, T4 y T5) muy similares. En PF al T0 con 25.376 g, seguidamente el T5 con 25.069 g. en el apartado de TF al T5 con 10.365 cm y al T0 con 10.292 cm. Para el FC el T2 con 2.383 y el T4 con 2.350. La variable TCA y TCR resultó de la siguiente manera: para el T0 con 0.176 g y 63.716 % respectivamente y el T5 con 0.170 g y 61.306 % respectivamente. La GP y GT el T0 con 9.877 g y 1.806 cm, seguidamente el T5 con 9.529 g y 1.595 cm. En la variable S si hubo diferencias significativas, obteniendo al T0 con 93.333 % y al T4 con 83.333 %. En la variable CA y EA, el T2 resultó con los valores más favorables de un 1.503 y 0.669 respectivamente. Los resultados ante la variable factibilidad económica, mostraron al T5 con el menor costo para la producción de dietas balanceadas. Se concluyó que se puede incluir harina de *Lemna minor* en la dieta para preadultos de *Cherax quadricarinatus* y obtener iguales resultados a una dieta comercial.

Palabras clave: *Cherax quadricarinatus*, *Lemna minor*, Respuesta Bioproductiva, Conversión Alimenticia, Alimentos no convencionales.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of *Lemna minor* flour on the bioproductive parameters in preadults of *Cherax quadricarinatus*. The research lasted 8 weeks, five levels of *Lemna minor* flour and a control 0 – 4, 8, 12, 16 and 20% were used. A DCA was applied for six treatments with three repetitions with a density of 10 preadults/repetition. The results of the growth parameters did not show significant differences between the treatments. Obtaining very similar values between the control treatment (T0) and the treatments with inclusion of *Lemna minor* flour (T1, T2, T3, T4 and T5). In PF at T0 with 25,376 g, followed by T5 with 25,069 g. in the TF section to T5 with 10,365 cm and T0 with 10,292 cm. For the FC, T2 with 2,383 and T4 with 2,350. The variable TCA and TCR resulted as follows: for T0 with 0.176 g and 63.716% respectively and T5 with 0.170 g and 61.306% respectively. The GP and GT the T0 with 9,877 g and 1,806 cm, followed by the T5 with 9,529 g and 1,595 cm. In variable S there were significant differences, obtaining T0 with 93.333% and T4 with 83.333%. In the variable CA and EA, T2 resulted with the most favorable values of 1.503 and 0.669 respectively. The results regarding the economic feasibility variable showed T5 with the lowest cost for the production of balanced diets. It was concluded that *Lemna minor* flour can be included in the diet for pre-adults of *Cherax quadricarinatus* and obtain the same results as a commercial diet.

Keywords: *Cherax quadricarinatus*, *Lemna minor*, Bioproductive Response, Feed Conversion, Non-conventional foods.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	II
CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	III
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
DEDICATORIA.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
CÓDIGO DUBLIN	XVII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Problema De Investigación.....	4
1.1.1 Planteamiento Del Problema.....	4
1.1.2 Formulación Del Problema	4
1.1.3 Sistematización Del Problema	4
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetico General.....	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.3 Justificación	5
CAPÍTULO II	6
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.1 Marco Conceptual.....	7
2.2 Marco Referencial.....	8
2.2.1 Acuicultura En Ecuador.....	8
2.2.2 <i>Cherax quadricarinatus</i>	8

2.2.2.1	Características generales de la langosta de agua dulce (<i>C. quadricarinatus</i>)	8
2.2.2.1.1	Principales ventajas de la <i>C. quadricarinatus</i> para la acuicultura.....	9
2.2.2.2	Clasificación taxonómica	9
2.2.2.3	Distribución	10
2.2.2.4	Ciclo de vida del <i>C. quadricarinatus</i>	10
2.2.2.5	Morfología y Fisiología	11
2.2.2.5.1	Sistema digestivo.....	12
2.2.2.6	Nutrición	13
2.2.2.6.1	Nutrientes de las dietas.....	13
2.2.2.7	Tecnología de cultivo	15
2.2.2.7.1	Sistema de cultivo extensivo.....	15
2.2.2.7.2	Sistema de cultivo Semi-intensivo.....	16
2.2.2.7.3	Sistema de cultivo intensivo.....	16
2.2.2.8	Manejo de la alimentación	16
2.2.2.9	Utilización de refugios	17
2.2.3	Lenteja De Agua (<i>Lemna minor</i>)	17
2.2.3.1	Clasificación taxonómica de la <i>L. minor</i>	17
2.2.3.2	Distribución geográfica.....	18
2.2.3.3	Botánica morfológica.....	18
2.2.4	Investigaciones con el uso de <i>Lemna minor</i> en acuicultura	20
CAPÍTULO III		22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		22
3.1	Localización	23
3.1.1	Condiciones Agroclimáticas.....	23
3.2	Tipos De Investigación	23
3.3	Método De Investigación	24
3.3.1	Inductivo.....	24
3.3.2	Observación.....	24

3.3.3	<i>Analítico</i>	24
3.4	Fuentes De Recopilación De Información	24
3.4.1	<i>Primaria</i>	24
3.4.2	<i>Secundarias</i>	24
3.5	Diseño De La Investigación	24
3.5.1	<i>Esquema Del Análisis De Varianza</i>	25
3.5.2	<i>Modelo Matemático</i>	25
3.6	Instrumento De Investigación	25
3.6.1	<i>Formulación, preparación y bromatología de las dietas experimentales</i>	25
3.6.2	<i>Condiciones del cultivo</i>	27
3.6.3	<i>Variables a evaluar</i>	28
3.6.3.1	<i>Parámetros Zootécnicos Y Nutricionales</i>	28
3.6.3.2	<i>Evaluación económica</i>	31
3.7	Tratamientos De Los Datos	31
3.8	Recursos Humanos Y Materiales	32
CAPÍTULO IV		34
RESULTADOS Y DISCUSION		34
4.1	Respuesta bioproductiva	35
4.1.1	<i>Parámetros de crecimiento</i>	35
4.1.2	<i>Índice de supervivencia</i>	38
4.1.3	<i>Parámetros nutricionales</i>	39
4.2	Factibilidad económica del uso de la harina de <i>L. minor</i> en la alimentación de <i>C. quadricarinatus</i>.	42
CAPÍTULO V		45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		45
5.1	Conclusiones	46
5.2	Recomendaciones	47
CAPÍTULO VI		48

BIBLIOGRAFÍA.....	48
Bibliografía	49
CAPITULO VII	59
ANEXOS.....	59
7.1 Anexos	60
7.1.1 Tablas de ANOVA.....	60
7.1.2 Fotografías del desarrollo de la investigación	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones meteorológicas en la finca experimental " La María" UTEQ.....	23
Tabla 2 Esquema del análisis de varianza.....	25
Tabla 3 Formulación y composición química de las dietas experimentales.	27
Tabla 4: Descripción de los tratamientos en estudio.	32
Tabla 5 Respuesta bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce (<i>Cherax quadricarinatus</i>) con inclusión harina de <i>Lemna minor</i> en dieta.	37
Tabla 6: Parámetros nutricionales en preadultos de langosta de agua dulce, <i>Cherax quadricarinatus</i> con inclusión de harina de <i>Lemna minor</i> en dieta.....	41
Tabla 7: Ficha de costo de la producción de una tonelada de <i>L. minor</i>	42
Tabla 8: Costo del alimento de la ración para una tonelada de las dietas elaboradas.	43
Tabla 9: Relación costo-beneficio para la producción de una tonelada de <i>C. quadricarinatus</i>	44
Tabla 10 Análisis de varianza de la variable "Peso inicial".....	60
Tabla 11 Análisis de varianza de la variable "Talla inicial".	60
Tabla 12 Análisis de varianza de la variable "Peso final".	60
Tabla 13 Análisis de varianza de la variable "Talla final".....	61
Tabla 14 Análisis de varianza de la variable "Factor de condición".	61
Tabla 15 Análisis de varianza de la variable "Ganancia de peso".	61
Tabla 16 Análisis de varianza de la variable "Tasa de crecimiento absoluto".	62
Tabla 17 Análisis de varianza de la variable "Tasa de crecimiento relativo".....	62
Tabla 18 Análisis de varianza de la variable "Ganancia de talla".....	62
Tabla 19 Análisis de varianza de la variable "Supervivencia".	63
Tabla 20 Análisis de varianza de la variable "Conversión alimenticia".	63
Tabla 21 Análisis de varianza de la variable "Eficiencia alimenticia".	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Huevos en etapa inicial de desarrollo ubicados en el abdomen de una hembra <i>C. quadricarinatus</i>	11
Figura 2 Características morfológicas distintivas de <i>C. quadricarinatus</i>	12
Figura 3 Partes de la <i>Lemna minor</i>	19
Figura 4 Índice de supervivencia (%) de los preadultos durante el tiempo de experimento alimentados con inclusión de harina de <i>L. minor</i> en dieta.	39

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.....	28
Ecuación 2.....	29
Ecuación 3.....	29
Ecuación 4.....	29
Ecuación 5.....	30
Ecuación 6.....	30
Ecuación 7.....	30
Ecuación 8.....	31
Ecuación 9.....	31

CÓDIGO DUBLIN

Título:	RESPUESTA BIOPRODUCTIVA EN PREADULTOS DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (<i>Cherax quadricarinatus</i>) CON INCLUSIÓN DE HARINA DE <i>Lemna minor</i> EN DIETA
Autor:	Medina Intriago Horacio Gabriel
Palabras clave:	<i>Cherax quadricarinatus</i> , <i>Lemna minor</i> , Respuesta Bioproductiva, Conversión Alimenticia, Alimentos no convencionales
Fecha de publicación:	2023
Editorial:	Quevedo - UTEQ "La María"
Resumen (hasta 300 palabras)	El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de <i>Lemna minor</i> sobre los parámetros bioproductivos en preadultos de <i>Cherax quadricarinatus</i>. La investigación duró 8 semanas, se emplearon cinco niveles de harina de <i>Lemna minor</i> y aun control 0 – 4, 8, 12, 16 y 20%. Se aplicó un DCA, para seis tratamientos con tres repeticiones con densidad de 10 preadultos/repetición. Los resultados de los parámetros de crecimiento no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Obteniendo valores entre el tratamiento control (T0) y los tratamientos con inclusión de harina de <i>Lemna minor</i> (T1, T2, T3, T4 y T5) muy similares. En PF al T0 con 25.376 g, seguidamente el T5 con 25.069 g. en el apartado de TF al T5 con 10.365 cm y al T0 con 10.292 cm. Para el FC el T2 con 2.383 y el T4 con 2.350. La variable TCA y TCR resultó de la siguiente manera: para el T0 con 0.176 g y 63.716 % respectivamente y el T5 con 0.170 g y 61.306 % respectivamente. La GP y GT el T0 con 9.877 g y 1.806 cm, seguidamente el T5 con 9.529 g y 1.595 cm. En la variable S si hubo diferencias significativas, obteniendo al T0 con 93.333 % y al T4 con 83.333 %. En la variable CA y EA, el T2 resultó con los valores más favorables de un 1.503 y 0.669 respectivamente. Los resultados ante la variable factibilidad económica, mostraron al T5 con el menor costo para la producción de dietas balanceadas. Se concluyó que se puede incluir harina de <i>Lemna minor</i> en la dieta para preadultos de <i>Cherax quadricarinatus</i> y obtener iguales resultados a una dieta comercial.

Abstract:	The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of <i>Lemna minor</i> flour on the bioproductive parameters in preadults of <i>Cherax quadricarinatus</i>. The research lasted 8 weeks, five levels of <i>Lemna minor</i> flour and a control 0 – 4, 8, 12, 16 and 20% were used. A DCA was applied for six treatments with three repetitions with a density of 10 preadults/repetition. The results of the growth parameters did not show significant differences between the treatments. Obtaining very similar values between the control treatment (T0) and the treatments with inclusion of <i>Lemna minor</i> flour (T1, T2, T3, T4 and T5). In PF at T0 with 25,376 g, followed by T5 with 25,069 g. in the TF section to T5 with 10,365 cm and T0 with 10,292 cm. For the FC, T2 with 2,383 and T4 with 2,350. The variable TCA and TCR resulted as follows: for T0 with 0.176 g and 63.716% respectively and T5 with 0.170 g and 61.306% respectively. The GP and GT the T0 with 9,877 g and 1,806 cm, followed by the T5 with 9,529 g and 1,595 cm. In variable S there were significant differences, obtaining T0 with 93.333% and T4 with 83.333%. In the variable CA and EA, T2 resulted with the most favorable values of 1.503 and 0.669 respectively. The results regarding the economic feasibility variable showed T5 with the lowest cost for the production of balanced diets. It was concluded that <i>Lemna minor</i> flour can be included in the diet for pre-adults of <i>Cherax quadricarinatus</i> and obtain the same results as a commercial diet.
Descripción:	86 hojas: dimensiones, 21 x 29.7 cm + CD - ROM
URI	

INTRODUCCIÓN

A las actividades de cría de especies acuáticas vegetales y animales se lo denomina acuicultura, el cual desempeña técnicas y conocimientos que permiten explotar las diferentes especies a producir con resultados muy significantes (1). La acuicultura se puede ejecutar en diferentes ambientes tanto, agua dulce, agua salda, con diferentes niveles de temperatura, pH y bajo control de un especialista o personal capacitado para ejercer la producción (2).

La acuicultura en el Ecuador se compone principalmente de la producción de camarón, que representa el 95% de la producción total, seguida de la producción de tilapia, que ha aumentado significativamente desde 2010, y el resto proviene de otras especies (peces de agua dulce y crustáceos). Ecuador tiene un enorme potencial de recursos necesarios para el buen funcionamiento de la industria acuícola debido a su ubicación geográfica, lo que lleva a grandes volúmenes de producción (3).

Entre las especies con potencial acuícola se encuentra la langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*), su cultivo comenzó en Australia por el año 1984 y fue para el año 1992 que profesionales de Ecuador, en busca de especie nuevas para producir en el área acuícola, introdujeron especímenes de *C. quadricarinatus* al país, obteniendo respuestas positivas en cuanto a la adaptabilidad de la especie a nuestro medio ecológico, debido a que Ecuador presenta las condiciones naturales adecuadas para el cultivo de las mismas (4; 5).

La langosta de agua dulce es fisiológicamente robusta, su cuerpo se encuentra dividido en dos secciones, cefalotórax y abdomen (6). Es de crecimiento acelerado, tolera periodos cortos de sequía, baja concentración de oxígeno en el agua, alta resistencia a enfermedades significativas para otras especies, soporta rangos de pH entre 6.5 y 9 con una amplia preferencia en la alimentación, lo que convierte al *C. quadricarinatus* en unas de las especies más apetecibles para los productores acuícolas (5; 7).

Cada día toma mayor atención el evaluar el potencial de los alimentos no convencionales a causa de la falta y el incremento del precio de los materiales para la fabricación de los piensos balanceados para peces y crustáceos, lo que influyen negativamente en los resultados productivos finales. En este sentido se destaca el género *Lemna*, del grupo de macrófitas acuáticas, que han sido objeto de diferentes investigaciones con el fin de usarlas como alternativa de alimento no convencional en producciones acuícolas, debido al potencial que presenta en su calidad nutritiva, buena palatabilidad, fácil producción y menor costo de mano de obra, factores que contribuyen al desarrollo de sistemas acuícolas de menor costo (8).

Perteneciente a este género, la especie *Lemna minor* (Rolddan, 1992) es una especie que posee gran adaptabilidad a diferentes ecosistemas y una tasa de reproducción rápida. Se distribuye en ecosistemas acuáticos de aguas calmadas y poco profundas. Posee buen potencial para la fijación de nutrientes a través de sus hojas (9). La *L. minor* posee un contenido de proteína que oscila entre 13 a 41%, en dependencia a la riqueza de nutrientes existentes en el lugar donde esté habitando la planta (10). En cuanto al contenido de fibra estructural, se menciona que es bajo, y al ser una planta que no únicamente tiene absorción por las raíces, sino que por todo lo que la conforma puede asimilar mejor de manera directa moléculas orgánicas de carbohidratos simple y aminoácidos (11). En cuanto a su perfil lipídico presenta aminoácidos como arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (12). Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo investigativo contribuirá con la inclusión de harina de *Lemna minor* como dieta peletizada en la alimentación de preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*).

CAPÍTULO I
CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema De Investigación

1.1.1 Planteamiento Del Problema

Los alimentos no convencionales despiertan cada vez más interés en su uso, ya que representan una fuente potencial en la dieta de especies acuícolas omnívoras/herbívoras, optimizando el desarrollo de aquellos sistemas de producción acuícolas de bajo costo. Las macrófitas acuáticas destacan como alimento no convencional ya que poseen grandes características nutricionales, de producción y procesamiento lo cual lo hace viable para tomarlas en consideración y escalarlas a nivel comercial en sistemas de cultivo de especies acuáticas. Una de las macrófitas acuáticas más conocida por su uso es la *L. minor* o conocida vulgarmente como “Lenteja de agua”, que presenta características potenciales como altos niveles de proteína, facilidad de reproducción y alta palatabilidad.

Sin embargo, los estudios de la influencia de esta planta acuática sobre la respuesta bioproductiva en langosta de agua dulce, incluida en dieta son escasos, por lo tanto, es importante realizar investigaciones que estén enfocadas o que se interesen en evaluar los beneficios que pueden representar esta planta usada como alimento no convencional.

- **Diagnóstico**

El uso de *L. minor* como alimento no convencional es una alternativa hoy en día, suministrándose en tipos de producción de especies acuáticas, como es el caso de la producción de tilapia, sin embargo, no se han realizado suficientes investigaciones sobre su uso y aporte y en menor caso al aporte sobre la producción de *C. quadricarinatus*.

- **Pronóstico**

Se espera que *L. minor* aporte de manera positiva a los parámetros bioproductiva en preadultos de *C. quadricarinatus*, con la obtención de datos importantes que generen interés sobre el uso de esta planta macrófita acuática.

1.1.2 Formulación Del Problema

¿Qué resultado tendrá la inclusión de harina de *L. minor* en dieta sobre la respuesta bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*)?

1.1.3 Sistematización Del Problema

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

- ¿Como influye de inclusión de harina de *L. minor* en dieta sobre el crecimiento en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*)?
- ¿Qué efecto tiene la inclusión de harina de *L. minor* en dieta sobre indicadores nutricionales en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*)?
- ¿Cuál será la supervivencia en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) alimentados con harina de *L. minor* en dieta peletizada?
- ¿Qué tan factible económicamente será el uso de hna. de *L. minor* en la alimentación de *C. quadricarinatus*?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de inclusión de harina de *Lemna minor* en dieta sobre la respuesta bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce (*Cherax. quadricarinatus*).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar los efectos de inclusión de harina de *L. minor* en dieta sobre el crecimiento en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*).
- Evaluar la respuesta de indicadores nutricionales en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) con inclusión de harina de *L. minor* en dieta.
- Determinar de la supervivencia en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) con inclusión de harina de *L. minor* en dieta.
- Analizar la factibilidad económica del uso de la harina de *L. minor* en la alimentación de *C. quadricarinatus*.

1.3 Justificación

La *L. minor* también conocida con su nombre común como lenteja de agua es una planta acuática flotante que posee una estructura muy simple y es una de las plantas con mayor tasa de crecimiento, presenta un alto contenido de proteína bruta y muy bajo valores de fibra bruta, junto con su alta palatabilidad, características que hacen una alternativa viable para el uso en la alimentación de dietas en especies acuícolas de interés comercial. Sin embargo, no existe información accesible del uso de esta macrófita en crustáceos, como es el caso de la langosta de agua dulce. Es así, que surge el interés de investigar sobre el aporte de la inclusión de harina de *L. minor* sobre las respuestas bioproductivas en *C. quadricarinatus*.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Conceptual

Acuicultura

La FAO (13) define a la acuicultura como el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuática, implicando la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción, en operaciones como la siembra, la alimentación, la protección de los depredadores, etc.

Crustáceos

Animales invertebrados, desprovistos de esqueleto interno, que tienen los tegumentos externos endurecidos por una sustancia llamada quitina. Poseen muchos pares de patas, respiran por medio de branquias el oxígeno disuelto en el agua, y presentan en la cabeza cuatro apéndices denominados antenas.

Como su respiración es acuática, se comprende que los crustáceos viven, por regla general, en el agua, sea ésta salada o dulce, aunque algunas especies, por excepción, habitan la tierra húmeda (14).

Dieta

Es la cantidad necesaria de nutrientes que requiere un animal para cumplir con sus funciones vitales (15).

Macrófitas acuáticas

Las plantas acuáticas, denominadas también macrófitas, cumplen un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos. Brindan directa o indirectamente alimento, protección y un gran número de hábitats para muchos organismos de estos ecosistemas. Muchas de estas plantas son útiles para el ser humano, puesto que sirven de alimento, son materia prima para la industria y se usan en procesos de biorremediación, ya que pueden absorber algunas sustancias disueltas y brindar oxígeno mediante la fotosíntesis (16).

Alimentos no convencionales

Son aquellos residuos de las agroindustrias, materia verde y además residuos orgánicos que, mediante un proceso de manejo, pueden ser utilizados en diferentes dietas, conociendo sus valores nutricionales (17).

2.2 Marco Referencial

2.2.1 Acuicultura En Ecuador

La acuicultura engloba un grupo de actividades, técnicas y conocimientos de la cría de especies acuáticas vegetales y animales, por ello, la FAO y la Comisión Europea la definen como “el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas” (1). Las especies antes mencionadas se cultivan en diversos ambientes ya sea de agua salada o dulce, diferentes niveles de temperatura y pH, todo bajo cuidados de personal capacitado como, por ejemplo: ingenieros pesqueros zootecnistas, ingenieros acuícolas y biólogos marinos quienes mantienen en condiciones totalmente controladas los cultivos (2).

La acuicultura en Ecuador consiste principalmente en la producción de camarón, el cual ha representado el 95 % del total, seguido por la producción de tilapia la cual ha aumentado significativamente desde el 2010 en adelante, el porcentaje sobrante les corresponde a otras especies (peces y crustáceos de agua dulce). El cultivo de especies en agua dulce, se realiza mayormente en la región interandina, teniendo como cultivo básico la producción de la trucha arcoíris y en la región de la costa el cultivo de chame (3). Ecuador posee un gran potencial de recursos para el buen desempeño del sector acuícola debido su ubicación geográfica, generando como resultado altos volúmenes de productos acuícolas para la exportación de estos recursos (3).

En 1992, personas interesadas en la producción de nuevas especies acuícola que generen rubro de exportación, viajaron hasta Australia con el objetivo de introducir a nuestro país el cultivo de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*). trasladaron juveniles de esta especie desde dicho país al Ecuador, llegando a constatar que existe en este medio las condiciones naturales adecuadas para el cultivo de las mismas (4).

2.2.2 *Cherax quadricarinatus*

2.2.2.1 Características generales de la langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*).

C. quadricarinatus presenta un papel ecológico importante dentro de la dinámica ambiental que existe en los ecosistemas de los ríos y lagunas, costeras y continentales (18). Son animales de característica bentónica (mayormente en etapa juvenil y adulta), haciendo uso de cuevas, resquicios bajo piedras y raíces sumergidas, donde encuentran refugio y alimento (19).

La diversidad de alimento se encuentra mayormente disponible en ambientes de agua dulce, con latitudes altas y entre ecosistemas de aguas subterráneas y superficiales (20; 21). Debido a

su alimentación que se basa en las profundidades de la columna de agua, hace que los langostinos cumplan un componente vital en el proceso de recirculación de energía y nutrientes del sistema bentónico (22). Presentan una alimentación de tipo omnívora/ detritívoro, el cual permite la elaboración e implementación de dietas prácticas para la explotación acuícola (23; 24; 25; 26).

C. quadricarinatus presenta características muy apetecibles por los productores piscícolas, en las cuales tenemos: rápido crecimiento, ciclo de vida simple, fácil reproducción, mayor resistencia a enfermedades, soporta baja saturación de oxígeno a temperaturas extremas en el agua, sus requerimientos nutricionales son simples, siendo un consumidor omnívoro (27).

2.2.2.1.1 Principales ventajas de la C. quadricarinatus para la acuicultura.

- Desarrollo rápido.
- Ciclo biológico sencillo, sin estadio larvario libre y madurez sexual en 6-9 meses.
- Alta dureza fisiológica (puede sobrevivir por periodos cortos en aguas con baja saturación de oxígeno y temperaturas extremas).
- Fácil de criar, puede reproducirse de 3 a 5 veces al año.
- Alta conversión alimenticia FCA. Necesidades nutricionales simples y hábitos omnívoros.
- Alta resistencia a enfermedades significativas para otras especies.
- Es adoptable al manejo en sistemas artificiales y, además, la carne tiene un sabor muy agradable y una textura que cumple con los más altos estándares de calidad (28).

2.2.2.2 Clasificación taxonómica.

De acuerdo con Hobbs (1989) en la tabla 1 se muestra su clasificación taxonómica (29):

Reino: Arthtopoda

Subphyllum: Crustácea

Clase: Malacostraca

Superorden: Eucarida

Orden: Decapoda

Suborden: Macrura Repantía

Infraorden: Astacidea

Superfamilia: Parastacoidea

Familia: Parastacidae

Género: *Cherax*

Especie: *Cherax quadricarinatus*

2.2.2.3 Distribución.

La langosta *C. quadricarinatus* habita en zonas tropicales del noreste de Australia. Se encuentra en la costa oeste de la bahía Darwin, al sureste de Nueva Guinea, cerca de la Bahía Carpintería y el Cabo York en Queensland (30; 31; 28).

Como se mencionó anteriormente, se cree que el cultivo de la langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) o (Redclaw) comenzó en Australia en 1984, donde ya existía una industria que se dedicaba a la producción de especies similares en dicho lugar. Inicialmente la producción era de aproximadamente 1 tonelada/ha por año. En dos décadas de investigación y cultivo comercial tomó un gran impulso gracias al crecimiento tecnológico e implementados en la producción de esta especie (5).

Las langostas de agua dulce poseen características de producción ideales, son muy resistentes, de vida corta y desovan de 3 a 5 veces al año. No existe una etapa larvario libre, ya que la embriogénesis se produce dentro del huevo y nace una larva completamente independiente. Su tasa de crecimiento le permite alcanzar tamaños comerciales (40-60 g y 60-90) en 7 meses (5).

Es fisiológicamente robusta y tolera diversas condiciones de calidad del agua, como dureza, alcalinidad (20-300 ppm) y pH (6,5 a 9), así como bajas concentraciones de oxígeno (>1mg/L). Es una especie gonocórica con un patrón de desarrollo sexualmente dimórfico. En condiciones óptimas de cultivo, machos y hembras alcanza la madurez sexual al cabo de 7-9 meses. Es moderadamente fértil, con una taza de huevos/desove de 100 a 1000, esto dependerá del tamaño del individuo (7).

2.2.2.4 Ciclo de vida del *C. quadricarinatus*.

El ciclo de vida es muy simple, representando una gran ventaja adaptativa sobre otros tipos de crustáceos y peces. Un factor clave es la ausencia de estadíos larvarios libres, todo el desarrollo embrionario sucede dentro del huevo, lo cual esto se traduce como facilidad de reproducción a nivel comercial (32).

Presentan un ciclo de vida de 12 a 24 meses, se reproducen de 3 a 5 veces al año, sin periodos larvarios libres, debido a que el proceso embrionario ocurre dentro del huevo, dando como resultado, juveniles independientes y de rápido crecimiento (33).

Figura 1

Huevos en etapa inicial de desarrollo ubicados en el abdomen de una hembra C. quadricarinatus.



FUENTE: (34).

2.2.2.5 Morfología y Fisiología.

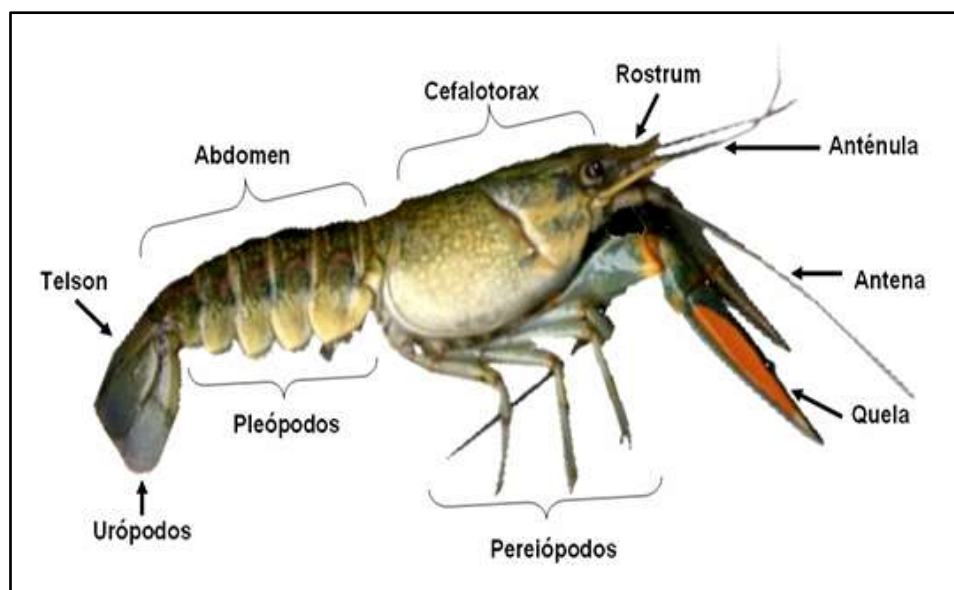
El cuerpo de la langosta de agua dulce se fragmenta en dos partes principales: el cefalotórax y el abdomen, estos se encuentran recubiertos por el caparazón. El cefalotórax comprende la cabeza y el tórax. Externamente, la línea cervical muestra el compartimiento entre la cabeza y el tórax. Hay 4 proyecciones en la superficie dorsal anterior del cefalotórax, de ahí el nombre científico de la especie “*quadricarinatus*” (6).

C. quadricarinatus, un crustáceo tolerante a diversos climas ambientales, ha evolucionado para tolerar intervalos de temperatura (23 a 31 °C), en estos rangos su desarrollo se cumple de manera satisfactoria (35). Prospera en niveles de agua con un pH entre 7 y 8,5 y oxígeno disuelto por encima de 5 mg/L. por otro lado, puede tolerar el agua salada sin afectar su desarrollo (5).

Las langostas de agua dulce suelen ser de color azul verdoso. El ejemplar masculino se diferencia de otras especies del mismo género con el nombre común Redclaw por la membrana roja descalcificada en la parte exterior de la quela. *C. quadricarinatus* alcanza la madurez sexual entre los 7 y 9 meses, y las diferencias entre machos y hembras se ven fácilmente, ya que los machos adultos tienen quelas más grandes con partes inferiores muy musculosas (5; 28).

Figura 2

Características morfológicas distintivas de C. quadricarinatus.



FUENTE: (36)

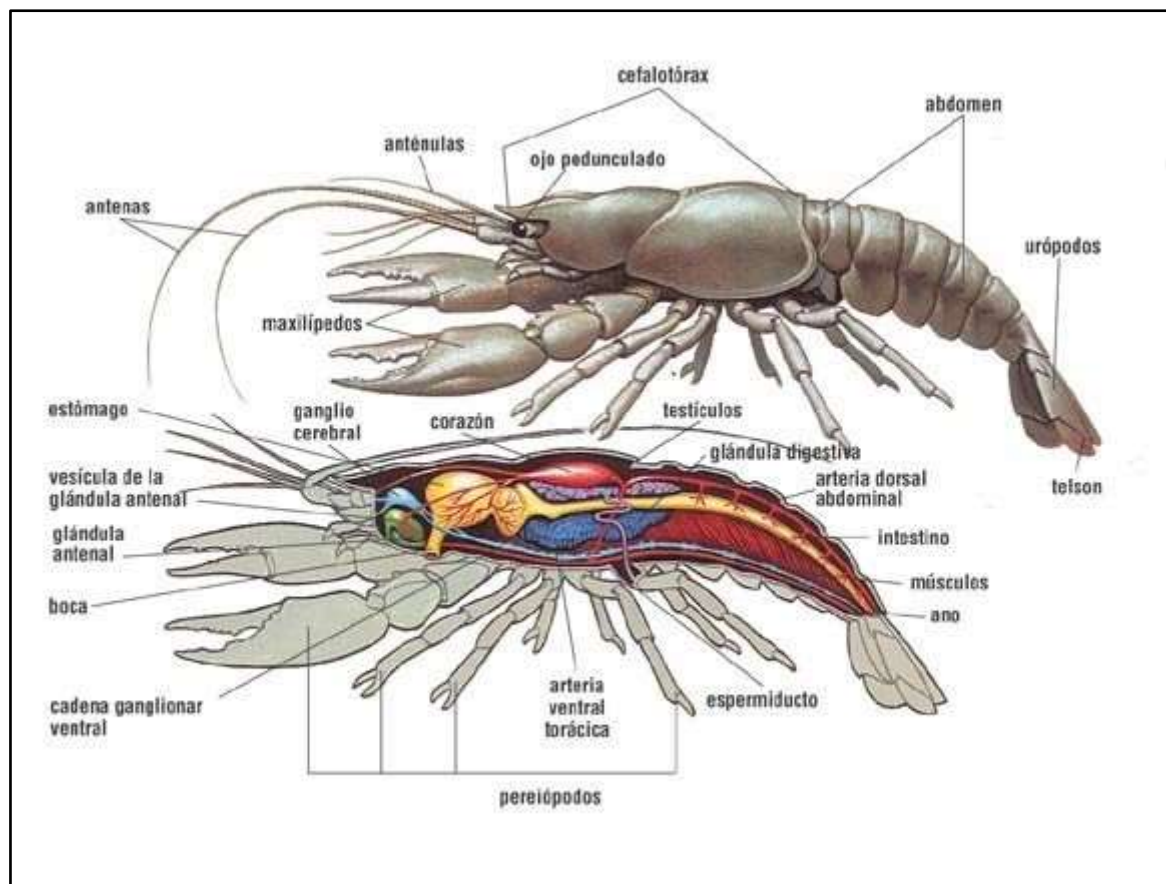
2.2.2.5.1 Sistema digestivo.

El sistema digestivo de *C. quadricarinatus* es el sistema de órganos más grandes de la cavidad corporal y consta de tres partes: el intestino (esófago y estómago), el intestino medio (intestino medio e hígado pancreático) y el sistema posterior. El esófago, el estómago y el intestino posterior están revestidos con pieles que se desprenden después de la muda, el estómago incluye un molino gástrico y un filtro complejo que mastica los alimentos. El intestino posterior se encuentra por encima de los músculos abdominales. La comida en el estómago se mezcla periódicamente con enzimas digestivas hasta que se convierte en líquido. Este líquido se filtra y se envía a través de los conductores cardio pilóricos hasta las cavidades abdominales, donde tiene lugar un segundo proceso de filtración y se forman las heces. La función del intestino posterior es transportar las heces al exterior (37).

El hepatopáncreas en los crustáceos se encarga de la digestión, detoxificación y acumulación de reservas. Se trata de un órgano compacto que se encuentra formado por algunos túbulos donde se diferencian 4 tipos de células principales. Las células embrionarias (E), las células vacuoladas (B), células de reabsorción (R) y células fibrilares (F). además, el hepatopáncreas sintetiza enzimas digestivas, emulsificación de los lípidos, metabolización de los nutrientes y almacenaje de los mismos (38).

Figura 3

Anatomía interna del *C. quadricarinatus*.



FUENTE: (39).

2.2.2.6 Nutrición.

Las langostas de agua dulce son omnívoras y utilizan los alimentos de manera muy eficiente. El uso de una dieta comercial de alta calidad (32% de proteína cruda, 8% de grasa) permite que aproximadamente el 70% de la ingesta de energía se utilice para el crecimiento (40). Esta capacidad le da a la especie una ventaja bioenergética en cultivo sobre otras especies del género *Cherax* (41). En los estanques, la dieta natural del *C. quadricarinatus* provee hasta el 70% de sus requerimientos nutricionales, en estos se integran microalgas, zooplancton, bacterias, oligoquetos, insectos, plantas acuáticas y plantas terrestres (42).

2.2.2.6.1 Nutrientes de las dietas.

- Proteínas

Las proteínas se presentan como moléculas de gran tamaño de estructura compleja, formadas por alrededor de 20 aminoácidos (aa) fundamentales, los cuales se aprovechan en el

proceso digestivo de la dieta o hidrólisis de las proteínas. En *C. quadricarinatus* se estima que aproximadamente el 58% del total de aminoácidos pertenecen a los aminoácidos no esenciales. Las proteínas proporcionan de aa, esenciales y no esenciales para la construcción de músculo, tejidos conectivos y proteínas respiratorias de la hemolinfa. Además, proporcionan nitrógeno para la elaboración de coenzimas y del material genético (43).

- Lípidos

Una de las maneras que los seres vivos pueden obtener energía es por medio de los lípidos, ya que estos son una gran fuente de la misma, siendo esenciales para el desarrollo del metabolismo de un crustáceo. Los lípidos son material principal de reserva energética, forman estructuras celulares de gran importancia, tal es el caso de membranas celulares y a la formación de moléculas hormonales (43).

- Carbohidratos

Los carbohidratos son compuestos a base de carbono, hidrógeno y oxígeno y en las dietas peletizadas constituyen la fuente de energía más económica. Comúnmente las ingestas de las especies acuáticas llevan incluida azúcares simples o monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Los carbohidratos participan en la síntesis de quitina de los crustáceos y el aumento de estos en la dieta estimula el tiempo que se retienen los alimentos en el tracto digestivo, favoreciendo el crecimiento de la flora intestinal y que a su vez puede utilizarse como fuente de proteínas y vitaminas (43).

- Vitaminas

Las vitaminas actúan como catalizadores metabólicos de reacciones químicas (44). Las vitaminas B, (tiamina, riboflavina, ácido nicótico, piridoxina, pantotenato, biotina, ácido fólico y vitamina B12) son esenciales para las langostas de agua dulce, al igual que la vitamina C (ácido ascórbico), las vitaminas liposolubles (vitamina E, vitamina D y betacarotenos). Los carotenoides desempeñan un papel importante en la pigmentación de los tejidos. Su deficiencia repercute sobre un buen crecimiento y sistema inmune (45).

Las necesidades vitamínicas de la langosta se ven afectadas por el tamaño corporal, el aumento de peso, la tasa de crecimiento, las condiciones ambientales y relaciones entre nutrientes. Se estima que la cantidad de vitamina C consumida por las langostas de agua dulce es aproximadamente un 10% más que la cantidad de vitamina añadida a la dieta. La deficiencia

de vitamina C se verá reflejada en la presencia de mortalidad y deficiencia en crecimiento sobre las langostas (44; 45).

- **Minerales**

Los crustáceos extraen minerales del agua. Sin embargo, algunos minerales se pierden durante la muda, por lo que se recomienda complementarlos a través de su dieta (45). Hay aproximadamente 20 elementos inorgánicos en el cuerpo que realizan funciones básicas. Algunos de ellos se necesitan en grandes cantidades, por eso se les llama macroelementos (calcio, fósforo, potasio, magnesio). Otros se necesitan en pequeñas cantidades y son denominados microelementos (cobre, hierro, manganeso, zinc, selenio) (46; 47).

- **Fibra**

Se trata de una mezcla de celulosa, hemicelulosa, lignina y partes de alimentos completamente indigeribles (48). La quitina es un polímero de N-acetil-glucosamina reticulado a una estructura de celulosa. Este polímero forma el principal mecanismo estructural del exoesqueleto de la langosta. Una dieta con un alto contenido de fibra, más del 4% va a aumentar la producción de heces (45).

2.2.2.7 Tecnología de cultivo

Las técnicas de cultivo para la producción varían según el país, la ubicación, la capacidad de gestión, los recursos financieros disponibles y la escala comercial esperada. La tecnología de producción de *C. quadricarinatus* se establece practicando los “mejores resultados”. Villarreal ha creado una guía de producción que detalla estas habilidades. Sin embargo, el proceso comercial de esta especie ha sido limitado debido a la escasez de investigaciones científicas (5).

Para la producción de *C. quadricarinatus* se tiene los siguientes sistemas de cultivo:

2.2.2.7.1 Sistema de cultivo extensivo

El nivel de tecnología es bajo y hay poca capacidad para controlar los parámetros de la producción. Los estanques suelen ser grandes (0,5 a 5 ha), construidos sobre suelos arenos arcillosos, tienen poco intercambio de agua y no requieren aireación adicional. La dieta se basa principalmente en pasto alrededor del estantes y suplementación intermitente con alimentos de baja calidad. El manejo generalmente lo realizan la mano de obra familiar, con baja densidad

de siembra (1-2 metros cuadrados) generando de 500 a 1,000 kg/ha-1/año-1, y tamaño variable de la langosta (50 a 250 gramos) (32).

2.2.2.7.2 Sistema de cultivo Semi-intensivo

El nivel de tecnología es superior al de los sistemas extensivo y el objetivo es mantener parámetros de calidad del agua y del alimento acordes a las necesidades del *C. quadricarinatus*. Los estanques generalmente tienen un área grande (0,5 a 5 ha), están contruidos sobre superficies arcillosas, tienen un bajo intercambio de agua y cuentan con aireación de emergencia en etapas críticas. La dieta se compone de alimentos de baja calidad. La densidad del cultivo es baja (3-4 m²) y se consiguen rendimientos de 1.000-2.500 kg/ha-1/año-1. El peso medio final de las langostas es más estable, alcanzando años 80-145 gramos (49).

2.2.2.7.3 Sistema de cultivo intensivo

Una finca con una superficie de 10 hectáreas incluye 40 estanques (10 estanques de cría, 10 estanques de precría y 20 estanques de engorde) con una superficie de 2.500 metros cuadrados. Los sistemas de acuicultura intensiva incluyen estanques cubiertos con película plástica. La productividad es de aproximadamente 4.500 kg/ha/cosecha con 2,5 cosechas/año (5). La calidad del agua se monitorea diariamente y se evalúa la presencia de patógenos. la dieta es equilibrada y se esfuerza por satisfacer las necesidades nutricionales de la especie, con un programa de alimentación claro. El tamaño de los estanques es uniforme (0,25 a 0,3 ha-1). Cambios de agua permanentes (3-5%) y aireación constante (49).

2.2.2.8 Manejo de la alimentación

La alimentación de las langostas de agua dulce se basa en el uso de 10 pares de apéndices que aportan básicamente a ella. Algunas de los apéndices tienen el papel de seleccionar, limpiar, manipular, masticar y lubricar el alimento ingerido, transformándolos en pequeñas partículas. De igual manera poseen órganos que se especializan en filtrar partículas que se encuentran suspendidas en el agua, los juveniles hacen uso continuamente de este mecanismo. Estos aprovechan lo que ingieren de múltiples maneras y según su digestibilidad, los acumulan, asimilan y desechan lo que no pueden aprovechar, por medio de las heces al medio (50).

En la fase de pre-engorde y engorde, se puede ofrecer varias veces, teniendo en cuenta los horarios que mantienen mayor actividad los animales. Por lo general, se recomienda dar entre 5 y 10% de alimento sobre la biomasa (peso total de los animales existentes) por semana. A medida que los organismos van ganando peso y talla se debe ir ajustando la ración diaria de

alimentación, para esto es necesario monitorear quincenalmente su desarrollo, además, ofrecer la cantidad de alimento de manera ajustada evitará el exceso de alimento y con esto favoreciendo a un mayor tiempo de la calidad del agua (51).

2.2.2.9 Utilización de refugios

Los refugios deben de colocarse de manera imprescindible, ya que la langosta, como todos los crustáceos al momento de la muda su cuerpo queda blando, por un breve periodo, por lo que se torna necesario que cuenten con refugios que aseguren su mayor sobrevivencia, además, debido a sus características de canibalismo, estos pueden ejercerlo sobre aquellos que han mudado su caparazón, haciendo obligatorio colocar al menos un refugio por cada individuo. Los refugios dan una mejora sustancial a la producción, en cuanto a tamaño y talla de la langosta de agua dulce (51).

2.2.3 Lenteja De Agua (*Lemna minor*)

Es una especie de planta totalmente acuática, es así su adaptabilidad a cualquier ecosistema acuático, se la puede encontrar en aguas calmadas con poco movimiento, posee gran potencial de fijar nutrientes en sus hojas, siendo así una planta alta en valor nutritivo en contenido inorgánico sin causar efectos tóxicos en los animales que la consumen (52). La planta puede crecer en temperaturas entre 5 °C y 30 °C, siendo la óptima entre 15 °C y 18 °C. tiene un crecimiento muy acelerado en lugares calmados y ricos en nutrientes, principalmente niveles altos de nitrógeno y fosfatos, además tolera un rango de pH entre 4,5 y 7 (10).

Según (Gualán,) (10) la *Lemna minor* alcanza hasta un 38% de niveles de proteína de su biomasa, estando dentro del rango de lo mencionado por (53) los cuales mencionan que las *Lemnaceae* contienen un contenido de proteína que oscila entre 13-41%, el cual depende del contenido de nitrógeno que se encuentre en el lugar que se encuentra la planta.

2.2.3.1 Clasificación taxonómica de la *L. minor*

Reino: Plantae

División: Fanerógama Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Alismatales

Familia: Araceae

Subfamilia: Lemnoideae

Tribu: Lemneae

Género: *Lemna*

Especie: *Lemna minor* (54).

2.2.3.2 Distribución geográfica

Esta macrófita acuática posee una distribución global, se encuentra en regiones como hemisferios del norte y sur, además en Asia, América, Europa y Australia. En lo que respecta en los tipos de hábitat esta crece en lagos, charco de agua dulce, ciénagas y ríos calmados (55).

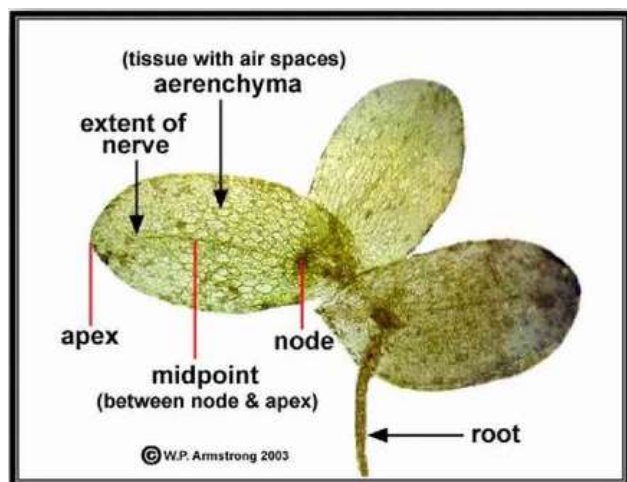
2.2.3.3 Botánica morfológica

La planta posee una hoja de color verde amarillo, es de tamaño pequeño de aproximadamente unos 2 a 4 mm de longitud y 2 mm de ancho, son de forma aplanada de tipo elíptica. La parte inferior de la hoja posee unas raicillas diminutas las cuales son las que hacen contacto con el agua, estas son filiformes y pueden tener ya sea una o varias, son simplificadas en auténticos rizoides y con una cubierta que la protege en el extremo. Posee una reproducción muy rápida que va de la mano con un requerimiento abundante de luz, entre doce o catorce horas al día (55; 10).

La *L. minor* pertenece a las plantas monoicas, con flores unisexuales. Las flores masculinas presentan un solo estambre, mientras que las flores femeninas están constituidas con un pistilo que conlleva a un solo carpelo. La planta posee un fruto que puede tener de 1 a 4 semillas (56).

Figura 4

Partes de la *Lemna minor*.



Fuente: (57).

La *L. minor* tiene una composición de células metabólicas activas que poseen muy poca fibra estructural, y por el contrario en ella se encuentra el doble de proteína, grasa, nitrógeno y fósforo en comparación con otras plantas vasculares. Esta planta tiene la capacidad de absorber nutrientes a través de toda su estructura y no únicamente de las raíces, es así que asimila de manera directa moléculas orgánicas como carbohidratos simples y aminoácidos. También gracias a su estructura, la fotosíntesis de la *L. minor* tiene mayor dedicación a la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos, el cual le da un reconocimiento de una planta con alto valor nutritivo (11).

En un reporte por Muztar *et al* (12), registro el contenido aminoacídico (% proteína) de la *L. minor* el cual se hallan los siguientes; arginina (5.99), histidina (2.23), isoleucina (5.52), leucina (9.10), lisina (6.15), metionina (1.54), fenilalanina (5.49), treonina (5.05), triptófano (1.30) y valina (6.49).

En cuanto a la reproducción es mayormente de manera asexual por gemación. Inicia con el desarrollo de una yema pequeña que nace en los bordes basales el cual da origen a una nueva planta, luego esta se separa de la planta madre. Cabe mencionar que se pueden hallar plantas agregadas formando grupos de 2 a 4 individuos (55).

2.2.4 Investigaciones con el uso de *Lemna minor* en acuicultura

En el estudio que se realizó se obtuvo que una de las dietas con harina de *Lemna minor* utilizadas en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en etapa de alevinaje tuvo efecto sobre la ganancia de peso (GDP), consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, evolución de talla, la cual nos dio a conocer la relación de los componentes en el periodo de crianza en un sistema intensivo.

Chamorro, (58), evaluó el efecto de tres niveles de harina de *Lemna minor*, (15, 20 y 25%) frente a uno sin este suplemento no convencional (0 %), con el fin de determinar el comportamiento productivo, bajo un Diseño Completamente al Azar de 4 tratamientos con 4 repeticiones, 20 alevines de tilapia roja con pesos promedio entre 1.5 – 1.7 gramos en cada estanque, como tamaño de la unidad experimental. El nivel óptimo de inclusión de harina de *Lemna minor* donde se obtuvieron los mejores parámetros de crecimiento fue el tratamiento dos (20%) registrando un tamaño promedio 14.09 cm, cerca estuvo el tratamiento tres (25%) con 11.86 cm, en cuanto al de menor tamaño lo presento el tratamiento uno (15%), con valores similares al tratamiento testigo (0 %) siendo 8.70 cm y 8.85 cm respectivamente. En cuanto a ganancia de peso fue el tratamiento dos (20%), con un incremento de peso promedio de 231.29 g por tilapia roja y el tratamiento tres (25%) con menor ganancia de peso, con 194.47 g, siendo superado por el tratamiento testigo (0 %) con 200.06 g. para el consumo de alimento el mayor fue el tratamiento dos (20%) con 357.00 g, frente al tratamiento uno (15%) de menor consumo de alimento, con 316.25 g. Referente a la conversión alimenticia el mejor resultado se obtuvo del tratamiento uno (15%) con 1.56 y seguido del tratamiento dos (20%) con 1.54, y en menor resultado fue el tratamiento testigo (0%) con 1.40. En base al porcentaje de mortalidad se describe que el mayor resultado lo presento el tratamiento dos (20%) con 3.25% y el menor resultado lo fue para el tratamiento testigo (0%) con 1.75% seguido del tratamiento tres (25%) con 2.00% de mortalidad.

Por otro lado, Chowdhury *et al.* (59), durante 90 días suplementaron con *L. minor*, tilapias nilóticas de un peso de 30 g, con una densidad de 80 peces por 40 m², con una tasa alimenticia de 60% del peso total del pez, calculada en base húmeda. Reportaron una producción neta de 4.070 t ha/año ($p < 0.05$) sobre 2.230 t ha/año (suplemento vs no suplemento), con tasa de sobrevivencia de 94.37 vs 93.75%, y tasa de crecimiento específica (TCE) de 1.16 y 0.80 respectivamente.

Adang (60), reportó una ganancia de peso de 0.49 – 1.09 g/día para la tilapia nilótica cultivadas en jaulas y 0.29 – 0.35 g/día en estanques, siendo alimentados con *Lemna sp.* Obteniendo mejor tasa de crecimiento y un contenido de proteína en carne de 14.29%.

Schneider *et al.* (61) reportó una ganancia de peso de 1.91 g (60 g de peso inicial, aproximadamente), alimentadas con *L. minor*, a un nivel de inclusión de 15% en la dieta. Resultados parecidos obtuvieron El-Shafai *et al.* (62), que incluyeron 20 y 40% de *L. minor*, de manera deshidratada y fresca, en dietas para tilapia nilóticas de 90g de peso aproximadamente durante 46 días. En donde determinaron que la mejor ganancia de peso (1.85 g/pez) fue a nivel de la inclusión de 20% de *Lemna* fresca, además mencionaron que no existió diferencia con la dieta control en cuanto a la TCE y FCA (Factor de conversión alimenticia). Con la inclusión de 20% de *Lemna* como parte integral de la dieta (peletizada), se obtuvo una GDP de 1.81 g/pez y aunque la digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) y proteína (DAPB) fue mayor en la *Lemna* seca que fresca, ($51,83 \pm 4,4$ y $78,4 \pm 2,2$ % vs $44,7 \pm 0,2$ % y $77,6 \pm 1,5$ %, respectivamente), la relación de eficiencia de proteína (PER), fue mejor en las dietas con *Lemna* fresca ($2,78 \pm 0,05$ vs $2,86 \pm 0,05$), lo que reflejó en el mayor contenido de proteína corporal, ($51,8 \pm 1$ % vs 52,4%). La DAMS y DAPB en las dietas, disminuyeron conforme se incrementó el nivel de *Lemna* (40%), con una inclusión de 20%, se determinó para MS y PB valores de $77,3 \pm 0,2$ % y $91,2 \pm 0,5$ %, respectivamente, para dietas con *Lemna* seca y de ($76,4 \pm 0,8$ y 92 %) para dietas con *Lemna* fresca.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

La presente investigación se realizó en el Campus “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el kilómetro 7.5 de la Vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Cuya ubicación geográfica es de 1° 6' 28'' de latitud sur y 70° 27' 13'' de longitud Oeste, a una altura de 72 metros sobre el nivel del mar.

3.1.1 Condiciones Agroclimáticas

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

Tabla 1

Condiciones meteorológicas en la finca experimental " La María" UTEQ

Datos meteorológicos	Valores promedio
Temperatura °C	24 °C
Humedad relativa %	78%
Heliofanía horas/luz/año	742 horas/luz/año
Precipitación anual	2230.80 mm
Evaporación (cm ³ anual	938.20
Zona ecológica:	Bosque húmedo tropical (bh-T)

Fuente: (63).

3.2 Tipos De Investigación

El estudio se desarrolló dentro del campo de la alimentación y nutrición de crustáceos, bajo el enfoque de una investigación de tipo experimental. Su objetivo consistió en evaluar el efecto de inclusión de harina de *L. minor* en dieta sobre la respuesta bioproductiva en preadultos de langostas de agua dulce (*C. quadricarinatus*).

3.3 Método De Investigación

3.3.1 Inductivo.

Se realizó un ensayo (trabajo en campo) sobre la Respuesta Bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) con inclusión de harina de *L. minor* en dieta.

3.3.2 Observación.

Se realizó mediante el uso del método de observación donde se analizó cada una de las variables con la evaluación del efecto de la inclusión de harina de *L. minor* en dieta sobre la respuesta bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*).

3.3.3 Analítico

Se empleó un análisis del efecto de la inclusión de harina de *L. minor* en dieta sobre la respuesta bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*).

3.4 Fuentes De Recopilación De Información

3.4.1 Primaria

Estas fuentes corresponden a todos los datos que se extrajeron del experimento, la observación directa y las fuentes de consulta de información en textos y artículos científicos.

3.4.2 Secundarias

Este tipo de fuentes aportan con información complementaria del tema de investigación, y atañen a los proyectos y tesis de grado utilizados como fuente referencial de consulta.

3.5 Diseño De La Investigación

En el presente estudio se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con 6 tratamientos (0 control, 4, 8, 12, 16 y 20 % de inclusión de harina de *Lemna* en dieta) y 3 repeticiones (tanques), con 10 especímenes de preadultos de langosta de agua dulce como unidad experimental por cada repetición en un proceso de crianza de 8 semanas, con la utilización de la harina de *Lemna minor* en dieta, para la comparación de medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0.05$) (58).

3.5.1 Esquema Del Análisis De Varianza

Tabla 2

Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	$t - 1$	5
Error experimental	$t \times (r - 1)$	12
Total	$(t \times r) - 1$	17

Elaborado por: Autor

El método matemático del diseño que se utilizara es el siguiente:

3.5.2 Modelo Matemático

$$Y_{(ij)} = \mu + t_i + \varepsilon j_{(i)}$$

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

3.6 Instrumento 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 3 la composición bromatología de las dietas.

Tabla 3*Formulación y composición química de las dietas experimentales.*

Ingredientes	% Harina de <i>Lemna</i>					
	0	4	8	12	16	20
H. Pescado	18	18	18	18	18	18
H. Soya	33	30.5	27.5	25	22.5	19.5
H. <i>Lemna</i>	0	4	8	12	16	20
H. Trigo	30	28.5	27.5	26	24.5	23.5
H. Maíz	10	10	10	10	10	10
Premezcla Mineral	2	2	2	2	2	2
Premezcla vitamínica	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
Gelatina	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
Carbonato de calcio	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Proteasas	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitamina C	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Aceite vegetal	1	1	1	1	1	1
Aceite de pescado	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
TOTAL (%)	100	100	100	100	100	100
Composición Química (% Base Seca)						
Humedad	92.50	92.46	92.35	91.84	91.91	92.21
Proteína	32.43	32.71	31.97	32.74	32.23	32.00
Grasa	3.97	3.64	3.60	3.88	3.27	3.52
Fibra	6.42	6.67	6.79	6.80	6.82	6.76
Ceniza	11.50	12.00	12.04	12.42	12.39	12.60
ELN	38.18	37.44	37.95	36.00	37.20	37.33
Kcal.kg ⁻¹	4.63	4.50	4.54	4.32	4.67	4.69

Elaborado por: Autor

3.6.2 Condiciones del cultivo

Los preadultos fueron obtenidos en condiciones de naturales. Se utilizaron 18 acuarios plásticos con las siguientes dimensiones: altura: 30,5 cm; ancho: 39 cm y largo: 59,5 cm. operados en 50 litros de agua donde se colocarán 10 juveniles/tanque, se les dio una semana de aclimatación y adaptación antes de iniciar el tiempo experimental. Dichos acuarios tuvieron distribución de agua y oxígeno.

El recambio de agua de los acuarios experimentales se la realizó cada 3 días, para eliminar las heces y restos de alimento de los tanques. Inicialmente los preadultos se alimentaron en base al 5% con alimento comercial (35% proteína cruda) de la biomasa siendo fraccionada en dos raciones distribuidas en la noche y la madrugada aplicando 50% a las 19:30 horas y 50% a las 05:00 horas.

Los parámetros físico-químicos del agua de los preadultos de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) se midieron cada catorce días. La temperatura del agua se midió con un termómetro de mercurio que se introdujo en cada tanque experimental durante cinco minutos, en cuanto a el oxígeno disuelto (OD) se tomaron los datos con un oxímetro digital. El pH se determinó mediante los reactivos del Saltwater Master Test Kit siguiendo cada una de las instrucciones, de igual manera se midió la cantidad de amonio (NH_3/NH_4), nitritos (NO_3^-) y nitratos (NO_3^-). Los valores de temperatura estuvieron entre 27.0 y 32.0 °C se debió a los termostatos incorporados, pH 7.0 – 8.0 el oxígeno disuelto (OD) de 4.7 a 6.2 mgL^{-1} , amonio desde 0 a 0.25 ppm, el nitrito en 0 ppm este se mantuvieron así durante los 60 días del experimento y el nitrato en un 0 10 ppm.

3.6.3 Variables a evaluar

3.6.3.1 Parámetros Zootécnicos Y Nutricionales

Las biometrías se realizaron cada 14 días hasta que se cumplan su periodo. El peso y la talla final se la determinó mediante la suma de todos los preadultos de cada tratamiento dividida para la cantidad de individuos restantes.

- Peso inicial

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

- Talla (mm)

Se midió la longitud total desde el extremo anterior del rostrum hasta el extremo posterior del telson con un calibrador o pie de rey.

- Peso vivo (g)

Se empleó una balanza analítica para el pesaje de cada espécimen (64).

$$PF(g) = \frac{\text{Suma de todos los preadultos}}{\text{Dividido para todos los preadultos}}$$

Ecuación 1

- Factor de condición

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

Ecuación 2

- Ganancia de peso

La ganancia en peso se la estableció mediante la diferencia entre el peso final menos el peso inicial (64).

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

Ecuación 3

Donde:

GP = Ganancia de peso

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

- Tasa de crecimiento relativo

El efecto de los diferentes tratamientos experimentales en el desarrollo de los preadultos se valoró en función del aumento en peso (64).

$$TCR = \frac{Pf - Pi}{Pi (tf - ti)} \times 100$$

Ecuación 4

Donde:

TCR = Tasa de crecimiento relativo

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

tf y ti = Duración en días

- Tasa de crecimiento absoluto

$$TCA = \frac{(Pf - Pi)}{t}$$

Ecuación 5

Donde:

TCA = Tasa de crecimiento absoluto

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

t = número de días

- Ganancia de talla

La ganancia de talla se la estableció de la siguiente manera, la diferencia entre la talla inicial menos la talla final (64).

$$GT (mm) = Tf - Ti$$

Ecuación 6

Donde:

GT = Ganancia de talla

Tf = Talla final

Ti = Talla inicial

- Supervivencia

Con la siguiente ecuación se calculó, tomando el total número final de organismo entre el número inicial de organismo por 100. Esto es para tener un control para conocer cuanto fue el porcentaje de supervivencia (64).

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

Ecuación 7

- 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 que se convirtió en biomasa de la langosta (64).

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}} \times 100$$

Ecuación 8

- Eficiencia alimentaria

Con esta ecuación se calculó sumando el total del peso ganado entre el consumo de alimento por 100 (64).

$$EA = \frac{\text{Ganancia de peso}}{\text{Consumo de alimento}} \times 100$$

Ecuación 9

3.6.3.2 Evaluación económica

Para la evaluación económica se tuvieron en cuenta los costos actualizados de materias primas, fuerza de trabajo y energía, asociados a la elaboración de una tonelada de las dietas experimentales, una vez que este se obtuvo, se elaboró una ficha de costo para cada una de las dietas empleadas en el trabajo, tomando como base para el desarrollo del análisis económico la metodología propuesta por Pampim (1987). El análisis de los costos-beneficios se basó en una comparación entre el precio de venta de la dieta control y los costos de las dietas experimentales (4, 8, 12, 16 y 20 % de inclusión) los cuales se multiplicaron por los factores de conversión alimentario que se obtuvieron en este trabajo, para poder obtener los costos por concepto de alimentación en la producción de una tonelada de *C. quadricarinatus*, así como el ahorro por dieta y el ahorro relativo.

3.7 Tratamientos De Los Datos

Se estudiarán 5 niveles de harina de *L. minor* en diferentes dosis de aplicación en la alimentación de preadultos de langosta de agua dulce y un tratamiento control, con 3 repeticiones, cada una, esta investigación se empleará 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 (60).

Tabla 4

Descripción de los tratamientos en estudio.

Trat.	Porcentaje de harina de <i>L. minor</i> en dieta/ 2.5 kg de la dieta	Rep. (Tanques)	Total, Animales/Tanque
T0	0 %	3	10
T1	4 %	3	10
T2	8 %	3	10
T3	12 %	3	10
T4	16 %	3	10
T5	20 %	3	10
Total, animales en experimento			180

Elaborado por: Autor

3.8 Recursos Humanos Y Materiales

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

- Director del Proyecto de Investigación Yuniel Méndez Martínez PhD.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Horacio Gabriel Medina Intriago

Equipos Y Materiales

- Mandil
- Guantes
- Alcohol
- Balanza analítica
- Calibrador
- 180 preadultos de langosta de agua dulce
- Kg de *Lemna minor*
- Tanques de almacenamiento de agua
- Mangueras
- Bombas de oxigenar
- Termostatos
- Tubos de PVC
- Cernidoras
- Bandejas de aluminio
- Oxímetro
- Bandejas de plásticos
- Molino
- Balanza gramera
- Termómetro de mercurio
- Pie de rey o calibrador
- Bisturí
- Horno doméstico
- Valde
- Harina de pescado
- Harina de soya
- Harina de trigo
- Harina de maíz
- Lutinante
- Premezclas minerales

- Premezclas vitamínicas
- Tamizaje 250 μm
- Aceite de pescado
- Aceite vegetal

Otros materiales

- Bitácoras
- Lápices
- Regla
- Cinta de papel
- Tollas de cocina
- Tijeras
- Marcadores
- Bandeja de aluminio
- Computador

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Respuesta bioproductiva

4.1.1 Parámetros de crecimiento

En la tabla 5, se muestra los resultados del análisis de la respuesta bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce, *C. quadricarinatus* con inclusión de harina de *L. minor*. Donde se puede observar que en cuanto peso y tallas iniciales no existen diferencias significativas ($P < 0.05$) esto se debe a que los preadultos de langosta de agua dulce fueron insertados a los tratamientos lo más uniformemente posible con una media por tratamiento de 15.495 a 15.624 g en lo que confiere al peso inicial y seguidamente de su talla inicial con una media por tratamiento de 8.486 a 9.000 cm.

Referente a PF y TF no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes niveles de harina de *L. minor*, sin embargo, en el T0 y T5 existe una semejanza en ambas variables, en referencia con los otros tratamientos, aun así, el que mejor resultado reflejó en cuanto al peso final, fue el T0 con 25.376 g de peso obtenido con la inclusión de 0% de hna. de *L. minor* seguidamente del T5 que posee valores de 25.069 g con una inclusión de 20% de hna. de *L. minor*, en el apartado de la talla, el T5 supera con un valor de 10.365 cm al T0 el cual posee valores de un 10.292 cm. Cortés (65), en su trabajo investigativo con diferentes niveles de proteína reportó al T2 (27% PC) con mayor resultado de 36.1 g partiendo con peso promedio inicial de 23.1 g, evaluados en 70 días.

En el FC, no se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, sin embargo, el mayor valor se obtuvo en el T2 con valores de 2.383, con una inclusión del 8% de hna. de *L. minor*, seguido por el T4 con valores de 2.350, lo cual representa al 16% de inclusión de hna. de *L. minor*, siendo estos superiores al T0 (Tratamiento control). Alvarado *et al* (66), evaluaron el factor de condición en tilapias alimentadas con harina de *Lens culinaris*, registrando al T3 con 3.59, siendo este mayor al resultado obtenido en el tratamiento control. Mac Gregor (67), mencionó que, el factor de condición nos refleja el grado de bienestar de los organismos en su hábitat, entre mayor sea este valor, este se traduce a que el animal ha alcanzado una mejor condición.

La TCA, no refleja diferencias significativas entre los tratamientos, aunque podemos apreciar al T0 (0% hna. *L. minor*) con el mayor valor, registrando un 0.176 g, seguidamente el T5 (20% hna. *L. minor*) con 0.170 g, siendo estos inferiores a los obtenidos por Caicedo (68), en su

trabajo donde sustituye el 50% de balanceado comercial por hna. de *L. minor*, obteniendo un promedio de 1.24 g. Estas diferencias pueden atribuirse a las características diferenciales de las especies. En cuanto a la TCR de igual manera no se observa diferencias significativas entre los tratamientos, aun así, el mayor resultado lo lleva el T0 con valores de 63.716 %, seguidamente el T5 con valores de 61.306 %.

Tabla 5

Respuesta bioproductiva en preadultos de langosta de agua dulce (Cherax quadricarinatus) con inclusión harina de Lemna minor en dieta.

Parámetros productivos	Dieta balanceada con inclusión de harina de <i>Lemna minor</i>						P< 0,05
	0% (control)	4%	8%	12%	16%	20%	
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
PI (g)	15.499 ± 0.239 a	15.495 ± 0.096 a	15.624 ± 0.115 a	15.545 ± 0.232 a	15.517 ± 0.039 a	15.540 ± 0.188 a	0.9412
TI (cm)	8.486 ± 0.339 a	8.784 ± 0.222 a	9.000 ± 0.000 a	8.834 ± 0.244 a	8.603 ± 0.119 a	8.770 ± 0.144 a	0.1328
PF (g)	25.376 ± 0.793 a	23.544 ± 1.349 a	24.497 ± 0.355 a	24.038 ± 0.989 a	24.730 ± 0.450 a	25.069 ± 0.666 a	0.2321
TF (cm)	10.292 ± 0.317 a	10.062 ± 0.086 a	10.095 ± 0.151 a	10.262 ± 0.560 a	10.172 ± 0.113 a	10.365 ± 0.308 a	0.8478
FC	2.340 ± 0.280 a	2.311 ± 0.107 a	2.383 ± 0.096 a	2.240 ± 0.262 a	2.350 ± 0.036 a	2.257 ± 0.166 a	0.9368
TCA (g)	0.176 ± 0.012 a	0.144 ± 0.024 a	0.158 ± 0.005 a	0.152 ± 0.015 a	0.165 ± 0.007 a	0.170 ± 0.009 a	0.1550
GP (g)	9.877 ± 0.655 a	8.049 ± 1.371 a	8.873 ± 0.266 a	8.494 ± 0.813 a	9.213 ± 0.414 a	9.529 ± 0.499 a	0.1525
TCR (%)	63.716 ± 3.895 a	51.961 ± 8.909 a	56.787 ± 1.449 a	54.614 ± 4.677 a	59.372 ± 2.530 a	61.306 ± 2.626 a	0.1183
GT (cm)	1.806 ± 0.350 a	1.278 ± 0,286 a	1.095 ± 0.151 a	1.428 ± 0.621 a	1.570 ± 0.013 a	1.595 ± 0.338 a	0.3050
S (%)	93.333 ± 5.774 a	76.667 ± 5.774 ab	80.000 ± 0.000 ab	76.667 ± 5.774 ab	83.333 ± 5.774 ab	63.333 ± 15.275 b	0.0297

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel $P > 0.05$. PI: Peso Inicial, TI: Talla Inicial, PF: Peso Final, TF: Talla Final, FC: Factor de Condición, TCA: Tasa de Crecimiento Absoluto, GP: Ganancia de Peso, TCR: Tasa de Crecimiento Relativo, GT: Ganancia de talla, S: Supervivencia.

Elaborado por: Autor

En la variable GP, luego de realizar el análisis estadístico no presentó diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$), sin embargo, el dato mayor lo demuestra el T0 con 9.877 g y luego lo sigue el T5 con 9.529 g. Datos que superan a los obtenidos por Cerda *et al* (69), quienes evaluaron el desempeño de *Carassius auratus* alimentados con diferentes niveles de inclusión de harina de *L. minor*, obteniendo con mejor resultado al T0 (0% de hna. *L. minor*) con valores de 4.50 g, seguidamente el T1 (10% de hna. de *L. minor*) con valores de 3.38 g. Adang (60) reportó en su investigación, donde alimentó con *Lemna sp* a tilapias nilóticas cultivadas en jaulas, una ganancia de peso de 0.49 – 1.09 g/día y en otras cultivadas en estanques una ganancia de 0.29 – 0.35 g/día. Mientras que Schneider *et al*, con nivel de inclusión del 15% de *L. minor* obtuvo una ganancia de 1.91g (61)

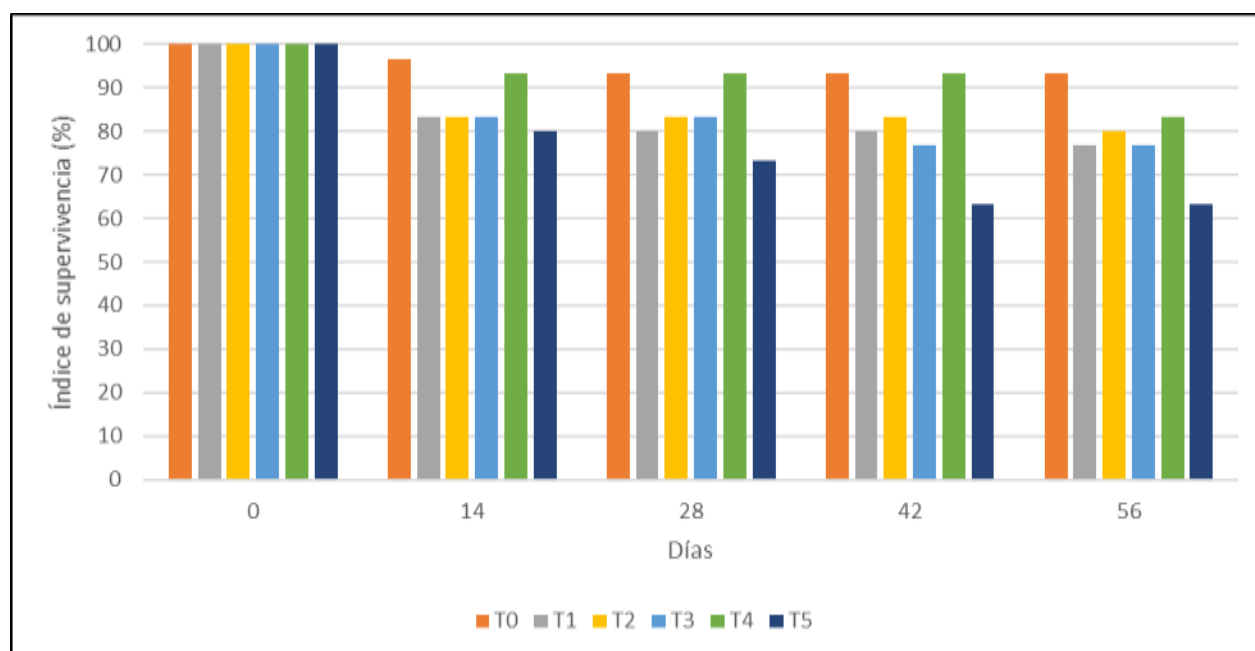
En la GT se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, aun así, se puede destacar al T0 (0% hna. de *Lemna minor*) con un valor más alto de 1.806 cm, continuamente el T5 (20% de hna. de *Lemna minor*) con un valor de 1.595 cm. Caicedo, obtuvo una ganancia promedio de talla de unos 3 cm, sobre juveniles de bocachico alimentados con sustitución del 50% de balanceado comercial por hna. de *L. minor* (68).

4.1.2 Índice de supervivencia

En el grafico 1 se observa que para el día 0 la supervivencia de los preadultos de langosta de agua dulce es de un 100%, debido a que fue el primer que se realizó la biometría, el cual esta se lo registraba cada 14 días por un periodo de 56 días (8 semanas), seguidamente la biometría realizada a los 14 días arrojó una disminución del porcentaje de supervivencia, para el T0 con un 97%, los T1, T2 y T3 con un 83%, el T4 con 93% y el T5 con 80%. El registro a base de la biometría realizada a los 28 días nos dio como resultado un 93% para el T0 y T4 de supervivencia, luego un 80% para el T1, con un 83% para los T2 y T3, y un 73% para el T5. En la cuarta biometría realizada a los 42 días se registra los siguientes datos: 93% para los T0 y T4, luego un 80% para el T1, 83% para el T2, 77% para el T3 y con 63% para el T5 y finalmente para los 56 días, la biometría realizada nos reflejó una continuación de la disminución del porcentaje de supervivencia para los T1, T2 y T4 con valores de 77, 80 y 83% respectivamente y manteniendo los valores en los T0, T3 y T5 con 93, 77 y 63% respectivamente.

Figura 5

Índice de supervivencia (%) de los preadultos durante el tiempo de experimento alimentados con inclusión de harina de *L. minor* en dieta.



Elaborado por: AUTOR

El índice de supervivencia si existieron diferencias significativas entre los tratamientos, el T0 (0% de inclusión de hna. de *L. minor*) obtuvo mejor resultado con valores de 93.333 %, seguidamente el T4 (16% de inclusión de hna. de *L. minor*) con un 83.333 % y el menor resultado lo arrojó en T5 (20% de inclusión de hna. *L. minor*) con un 63.333 %. Estos porcentajes se observaron al final de las 8 semanas. Méndez-Martínez *et al*, evaluaron el efecto de la inclusión de harina de lenteja de agua (*Lemna perpusilla*) en dieta sobre el crecimiento y la supervivencia de los alevines de bagre Africano (*Clarias gariepinus*), obteniendo en la variable de supervivencia diferencia entre los tratamientos, donde los porcentajes estuvieron entre 65 y 72%, detallando que a mayor contenido de harina de lenteja de agua, la supervivencia se reduce (70). Chowdhury *et al* (59), en su trabajo, suplementando en la alimentación *L. minor* para tilapias nilóticas, reportaron una sobrevivencia de 94.37 vs 93.75%.

4.1.3 Parámetros nutricionales

En la tabla 6, se aprecia que la variable CA no reflejó diferencias significativas entre los tratamientos, aunque podemos destacar al T2 (8% de hna. *L. minor*) con el mejor resultado de 1.503, posteriormente el T3 (12% de hna. de *L. minor*) con 1.510 y finalmente con el resultado menos favorable, se observa al T4 (16% de hna. *L. minor*) con 1.742 estos resultados resultan

mínimamente más favorables a los obtenidos por Villarreal (71), el cual evaluó el crecimiento de machos preadultos de *C. quadricarinatus* alimentados con dietas de diferente nivel de proteína, siendo su T2 (27% de PC) con 1.10 como el valor más alto obtenido. Chamorro reportó una conversión alimenticia más eficiente con el tratamiento control, con un 1.40 g de alimento para ganar 1 g de carne, esta investigación se realizó en alevines de tilapia roja (*Oreochromis sp*) alimentados con diferentes niveles de hna. de *L. minor* (58). Cortés reportó al T2 (27% PC) con el resultado más favorable de 1.10 (65).

En cuanto a la variable EA, no existe una diferencia significativa, aun así, se logra diferenciar el T2 el cual con una inclusión del 8% de hna. de *L. minor* en dieta se logró una eficiencia alimentaria de 0.669, seguidamente el T3 con inclusión del 12% de hna. de *L. minor* demostró resultados con valor de 0.667 y finalmente el menor resultado lo reflejó el T4, arrojando valores de 0.580 con inclusión del 16% de hna. *L. minor*. Ponce (64), observó valores elevados de un 0.91 en el T3.

Tabla 6

Parámetros nutricionales en preadultos de langosta de agua dulce, Cherax quadricarinatus con inclusión de harina de Lemna minor en dieta.

Parámetros nutricionales	Dieta balanceada con inclusión de harina de <i>Lemna minor</i>						CV (%)	F	P<0.05
	0% (control)	4%	8%	12%	16%	20%			
	T0	T1	T2	T3	T4	T5			
CA	1.709 ± 0.059 a	1.728 ± 0,898 a	1.503 ± 0.136 a	1.510 ± 0.160 a	1.742 ± 0.215 a	1.709 ± 0.178 a	24.57	0.45	0.8069
EA	0.586 ± 0,020	0.586 ± 0.216 a	0.669 ± 0.058 a	0.667 ± 0.069 a	0.580 ± 0.068 a	0.589 ± 0.058 a	17.80	0.46	0.7955

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel P>0.05.

CA: Conversión Alimenticia, EA: Eficiencia Alimentaria.

Elaborado por: Autor

4.2 Factibilidad económica del uso de la harina de *L. minor* en la alimentación de *C. quadricarinatus*.

La ficha de costo de producción de *L. minor* se muestra en la tabla 7. Se tomaron en cuenta los elementos de gastos como: Recolección de la planta, construcción de estanques (tierra), agua, cosecha, fertilizante, secado y molinado de la planta, energía, salario básico, vacaciones, seguridad social y la depreciación. Se observa que el costo para producir una tonelada de harina de *L. minor* es de 250.00 USD, lo que indica la factibilidad económica de este alimento. Esto se debe a que no se invierte en la compra de la semilla, aspecto que minimiza el gasto al cosechar la *L. minor* del medio natural, los gastos en la siembra y cosecha son bajos.

Tabla 7

Ficha de costo de la producción de una tonelada de L. minor

Insumos	USD
Recolección y siembra de la planta	1.5
Construcción de estanques (tierra)	123
Agua	7.79
Cosecha de <i>L. minor</i>	52.49
Fertilizante	2.53
Secado y molinado de la planta	17.27
Energía	1.06
Salario	40.73
Vacaciones	0.46
Seguridad social	0.24
Depreciación	2.93
Costo total de una tonelada	250.00

Elaborado por: Autor

Este valor está muy por debajo de los precios actuales de los granos, cereales y oleaginosas ricos en proteína que se comercializan en el mercado internacional, lo cual justifica su producción por pequeños y medianos productores.

La producción de harina de *L. minor* resulta muy económica. Además, que el uso de esta planta acuática no sólo tiene un impacto ambiental sino también un beneficio económico por sustitución de importaciones.

En tabla 8 se presentan los costos de los diferentes tratamientos, el costo más elevado lo muestra el tratamiento control (2177.16 USD), mientras que el tratamiento con 20 % de harina de *L.*

minor mostro los valores más bajos. Desde el punto de vista financiero los costos en los tratamientos con harina de *L. minor* representan un menor costo que el tratamiento control.

Tabla 8

Costo del alimento de la ración para una tonelada de las dietas elaboradas.

Indicadores	Hna. de <i>L. minor</i> (%)					
	0	4	8	12	16	20
USD						
Alimento peletizado elaborado (Cantidades de Ingredientes usados en cada dieta)	2147.64	2106.14	2063.14	2021.64	1980.14	1937.14
Sub-total	2147.64	2106.14	2063.14	2021.64	1980.14	1937.14
Fuerza de trabajo						
Salario	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47	13.47
Vacaciones	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12
Contribución a la seguridad social	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
Impuesto útil de la Fuerza de trabajo	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36	2.36
Alimentación – estimulación	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Sub-total	19.79	19.79	19.79	19.79	19.79	19.79
Energía						
Electricidad	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14
Combustible	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
Sub-total	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14	5.14
Gastos indirectos	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82
Gastos generales y de administración	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77	1.77
Sub-total	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59
TOTAL	2177.16	2135.66	2092.66	2051.16	2009.66	1966.66

En la tabla 9, se muestra la relación costo beneficio para la producción de una tonelada de dieta, lográndose un ahorro absoluto con el 20 % de inclusión de harina de *L. minor* de 359.82 usd, lo cual representa un ahorro relativo de 9.67%.

Tabla 9

Relación costo-beneficio para la producción de una tonelada de C. quadricarinatus.

Indicadores	<i>L. minor</i> (%)					
	0	4	8	12	16	20
	USD					
Costo / tonelada de las dietas experimentales	2177.16	2135.66	2092.66	2051.16	2009.66	1966.66
FCA	1.709	1.728	1.503	1.510	1.742	1.709
Costo / tonelada de <i>C. quadricarinatus</i>	3720.95	3690.09	3145.86	3096.25	3500.46	3361.12
Ahorro (USD/T)	**	30.86	575.08	624.70	220.49	359.82
Relativo (%)	**	0.83	15.46	16.79	5.93	9.67

En cuanto al elemento de gasto que más puede influir sobre el costo de producción de hna. de *L. minor* es el salario, debido a la forma de recolección (manual), por lo que se reconoce que se impone la necesidad de mecanizar la cosecha.

El incremento de los precios de la energía y los alimentos en la actualidad, Influenciado a su vez por la crisis económica global, aunado a los cambios climáticos provocan condiciones adversas para la pesca y cultivo acuícola, por lo que consideramos que el empleo de la hna. de *L. minor* para la alimentación de *C. quadricarinatus*, logra disminuir los costos de las raciones comerciales al utilizar parcialmente la harina de pescado y otros alimentos convencionales, que son alimentos con alto precio en el mercado internacional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En los parámetros de crecimiento no existió diferencia significativa, teniendo con resultados valores similares entre el T0 (tratamiento control) y el T5 (20% inclusión de hna. de *L. minor*), concluyendo que, el uso de hna. de *L. minor* como inclusión en dieta, no afecta el buen desarrollo de los preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*), ya que se obtiene efectos positivos, similares al tratamiento control.
- En los parámetros nutricionales como la Conversión Alimenticia (CA) y Eficiencia Alimentaria (EA), en el cual no se registró diferencias significativas entre los tratamientos con inclusión de hna. de *L. minor* con respecto al tratamiento control. Destacando con mayor valor en las variables CA y EA el T2 con inclusión del 8% de hna. de *L. minor*.
- En cuanto al índice de supervivencia el mayor resultado lo obtuvo en T0 (tratamiento control), el cual al final del experimento, es decir, a las 8 semanas reportó una tasa del 93% de supervivencia, seguidamente el T4 (16% inclusión de hna. de *L. minor*) con un 83%.
- El uso de hna. de *L. minor* como inclusión en la dieta para *C. quadricarinatus* contribuye al ahorro absoluto y relativo aun incluyendo al 20%.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de hna. de *L. minor* como inclusión en la dieta para preadultos de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*) de hasta un 20% a este porcentaje no se compromete los parámetros de crecimiento y productivos en la especie.
- Utilizar densidades menores o a su vez usar recipientes con mayor capacidad de animales, con sus respectivos refugios, de esa manera se podría aumentar la supervivencia del organismo.
- Realizar futuras experimentaciones en juveniles de *C. quadricarinatus* con inclusión de hna. de *L. minor* en la dieta, partiendo desde la esencia de esta información y ajustando el porcentaje de la inclusión.
- Considerar un buen plan de fertilización si se desea mejorar la calidad nutricional de la planta y consigo enriquecer el producto final.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

1. Rueda Gonzáles FM. Breve historia de una gran desconocidad: La Acuicultura. [Online].; 2011. Acceso 03 de Julio de 2022. Disponible en: <https://www.um.es/eubacteria/acuicultura.pdf>.
2. Instituto Nacional de la Economía Social. Acuicultura, historia y actualidad en México. [Online]; 2018. Acceso 03 de Julio de 2022. Disponible en: [https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-camaron-blanco-del-pacifico#:~:text=Morfolog%C3%ADa%20Cuerpo%20alargado%2C%20dividido%20en,cola\)%20pigmentados%20de%20color%20rojizo](https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-camaron-blanco-del-pacifico#:~:text=Morfolog%C3%ADa%20Cuerpo%20alargado%2C%20dividido%20en,cola)%20pigmentados%20de%20color%20rojizo).
3. Organización de la Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Visión general del sector acuícola nacional Ecuador. [Online]; 2015. Acceso 8 de Noviembre de 2023. Disponible en: https://firms.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=countrysector&xml=naso_ecuador.xml&lang=es.
4. Mora V, Uyaguari M, Osorio V. Situación actual de las especies introducidas en el Ecuador con fines acuícolas. [Online].; 2009. Acceso 19 de Agosto de 2023. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1550/1/3076.pdf>.
5. Villareal H, Naranjo J. Cultivo de langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (Redclaw). Una oportunidad para la diversificación de la industria acuícola. Programa de Acuicultura. [Online].; 2008. Acceso 02 de Septiembre de 2023. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cibnor.gob.mx/images/stories/biohelis/pdfs/Cultivo-de-langosta-de-Agua-Dulce-Cherax-quadricarinatus-Redclaw.pdf>.

6. New M, Valenti W. Freshwater Prawn Culture. The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. En New M, Valenti W, editores. Freshwater Prawn Culture. The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. London: Editorial Blackwell Science; 2000. p. 443.
7. Nuñez L. Modelado bioeconómico de un sistema de producción intensiva de langosta de agua dulce (*C. quadricarinatus*). Redalyc Scientific. 2017;; p. 3.
8. Perez Y, Gonzalez R, Mendez Y, Ramirez JL. Inclusion de harina de *Lemna perpusilla* para alimentar alevines *Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*. REDVET. 2014; 15(05): p. 1-10.
9. Kinne O. Marine Ecology New Cork: OSTI.GOV; 1970.
10. Gualán Medina SD. Evaluación del pasto alemán (*echinochloa polystachya*) y lenteja de agua (*lemna minor*) como especies fitorremediadoras para el tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Chicaña, provincia de Zamora Chinchipe. [Online].; 2016. Acceso 29 de Julio de 2022. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/14140>.
11. Cerón Burgos C. Estudio comparativo de los efectos físicos causados por agua contaminada con sales de cromo en *Lemna minor* y *Limnobium laevigatum*. [Online].; 2018. Acceso 11 de Agosto de 2022. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9028>.
12. Muztar AJ, Slinger SJ, Burton JH. Chemical composition of aquatic macrophytes I. Investigation of organic constituents and nutritional potential. Plant Science. 1978; 58: p. 829-841.
13. FAO. Estadísticas de pesca y acuicultura. [Online]. Roma: D - FAO; 2010. Acceso 2 de Julio de 2022. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/uteg/titulos/66049>.
14. Cabrera Á. Zoología. [Online].; 1938. Acceso 02 de Julio de 2022. Disponible en: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/libros/00064696/00064696.pdf>.

15. Instituto Nacional Tecnológico. Nutrición Animal. [Online].; 2016. Acceso 02 de Julio de 2022. Disponible en: <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>.
16. Cook CD, Gut BJ. El potencial de las excretas porcinas para uso múltiple y los sistemas de descontaminación productiva. [Online].; 1998. Acceso 03 de Julio de 2022. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/cipav/confr/chara1.htm>.
17. Escobar P. Uso de productos no tradicionales en la alimentación animal. [Online].; 2014. Acceso 03 de Julio de 2022. Disponible en: <https://es.slideshare.net/pablos1991/uso-de-productos-no-tradicionales-en-la-alimentacin-animal#:~:text=Los%20alimentos%20no%20tradicionales%20o,dietas%2C%20conociendo%20sus%20valores%20nutricionales>.
18. Nurphy N, Austin C. Phylogenetic relationships of the globally distributed freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae): biogeography, taxonomy, and the convergent evolution of abbreviated larval development. *Zool. Scr.* 2005; 34(2): p. 187-197.
19. Montoya J. Freshwater shrimps of the genus *Macrobrachium* associated with roots of *Eichhornia crassipes* (Water Hyacinth) in the Orinoco Delta (Venezuela). *Caribb. J. Sci.* 2003; 39(1): p. 155-159.
20. Anger K, Lovrich G, Thatje S, Calcagno J. Larval and early juvenile development of *Lithodessantolla* (Molina, 1782) (Decapoda: Anomura: Lithodidae) reared at different temperatures in the laboratory. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 2004; 206: p. 217-230.
21. Mezek T, Simcic T, Arts M, Brancelj A. Effect of fasting on hypogean (*Niphargus stygius*) and epigean (*Gammarus fossarum*) amphipods: a laboratory study. *Aquat. Ecol.* 2010; 44: p. 307-408.
22. March J, Pringle C. Food web structure and basal resource utilization along a Tropical Island stream continuum, Puerto Rico. *Biotropica.* 2003; 35(1): p. 84-93.

23. Campaña Torres A, Martinez Cordova LR, Villarreal Comenares H, Civera Verecedo R. In vivo dry matter and protein digestibility of three-plant derived and four animal-derived feedstuffs and diets for juvenile Australian redclaw, *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*. 2005; 250: p. 748-754.
24. Campaña Torres A, Martinez Cordova LR, Villarreal Colmenares H, Civera Cerecedo R. Carbohydrate and lipid digestibility of animal and vegetal ingredients and diets for juvenile Australian redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*. 2006; 12: p. 103-109.
25. Campaña Torres A, Martinez Cordova LR, Villarreal Colmenares H, Civera Cerecedo R. Carbohydrate and lipid digestibility of animal and vegetal ingredients and diets for the pre-adult redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). *Aquaculture Res*. 2008; 39: p. 1115-1121.
26. Pasasovic A, Anderson AJ, Mather PB, Richardson NA. Effect of a variety of animal, plant and cell-based feed ingredients on diet digestibility and digestive enzyme activity in redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens 1868). *Aquaculture*. 2007; 272: p. 564-572.
27. 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; 47: p. 199-214.
28. Jones C. The biology and aquaculture potencial of the tropical freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. Primary Industries. Queensland; Departament of primary Industries.Q190028.
29. H H. An illustrated checklist of the American Crayfishes (Decapoda: Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae). *Smithsonian Contributions to Zoology*. [Online].; 1989. Acceso 02 de Septiembre de 2023.

30. Jones C, Ruscoe I. Production technology for redclaw Crayfish (*Cherax quadricarinatus*). Final report. Fisheries Research and Development Corporation. Freshwater Fisheries & Aquaculture Centre Walkamin. Australia: Freshwater Fisheries & Aquaculture Centre Walkamin.
31. Jones C, Ruscoe I. Assessment of stocking size density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (von Martens). (Decapoda: Parastacidae), cultured under earthen pond conditions. *Aquaculture*. 2000; 189: p. 63-71.
32. Villarreal H, Naranjo J. Prevención y tratamiento de mancha blanca (wssv). *Industria Avícola*. 2006; 2(4): p. 17.
33. Arzola Gonzalez JF, Maya de la Cruz E, Verde Osuna LI, García Burgueño E, Flores Campaña LM, Gutierrez Rubio Y. Crecimiento, densidad y rentabilidad del cultivo de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) en Sinaloa, México. *Ra Ximbai*. 2012; 8(3): p. 17.
34. Peña MNB. Cultivo de langosta australiana (*Ckerax quadricarinatus*) bajo condiciones de laboratorio en el CETMAR No. 9. [Online]; 2015. Acceso 29 de Octubre de 2023. Disponible en: <https://docplayer.es/82452015-Cultivo-de-langosta-australiana-cherax-quadricarinatus-bajo-condiciones-de-laboratorio-en-el-cetmar-no-9.html>.
35. Jones C. Handbook for farmers and investors. Redclaw Crayfish. ResearchGate. 2000;; p. 36.
36. Jacinto EC. Definición de los requerimientos nutricionales de juveniles y preadultos de la langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*, con especial énfasis en la relación proteína/lípido. [Online]; 2003. Acceso 29 de Octubre de 2023. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/20/cortes_e.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
37. Vogt G. Functional Anatomy. In. *Biology of freshwater crayfish*. Blackwell Science. 2002;; p. 53-151.

38. López Greco L, Tropea C, Sacristán H, Calvo N, Stumpf L, Franco T, et al. Estructura del hepatopáncreas de la langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (Decapoda, Parastacidae). [Online].; 2011. Acceso 20 de Noviembre de 2023. Disponible en: https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=31203&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=2400047.
39. Cultura científica biologia. blogspot. Digestión de artrópodos. [Online]; 2018. Acceso 29 de Octubre de 2023. Disponible en: <http://culturacientificabiologia.blogspot.com/2018/01/digestion-de-artropodos.html>.
40. Cortés E, Villarreal H, Civera R. Production of juvenile redclaw in Mexico: effect of different protein levels. *Global Aquaculture Advocate*. 2002; 5(2): p. 23-23.
41. D C, R R, A C, L MLO, J N, C V. Growth, Metabolic and Physiological Response of Juvenile *Cherax quadricarinatus* Fed Different Available Nutritional Substrates. *J. Aquac. Res. Development*. 2014; 2020: p. 1-7.
42. C V, P N. Reporte de producción. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y Acuacultivos Santo Domingo La Paz. Reporte Investigativo. México: B. C. S.
43. Rodríguez González H. Uso, Manejo y Presevación de los Recursos Naturales (Orientción en Acuacultura). [Online].; 2006. Acceso 20 de Noviembre de 2023. Disponible en: [chrome-exhttp://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/154/rodriguez_h.pdf?sequence=1](http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/154/rodriguez_h.pdf?sequence=1).
44. Edgeron B. Hazard analysis of exotic pathogens of potential threat to European freshwater crayfish. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*. 2002; 367: p. 812-820.
45. D´Abramo I, Michael N. Freshwater prawn culture. The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science. UK. 2000;; p. 203-220.
46. Kanazawa A. Nutrition and food. In Phillips. Blackwell Science. 2000;; p. 611-624.

47. Tacon A. Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Argent Laboratories. 1990; 1(3): p. 208.
48. Akiyama D, Dominy W, Addison L. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. 1992;; p. 19-25.
49. Shiau S. Carbohydrates and fiber.. The World Aquaculture Society. 1997; 6: p. 108-122.
50. Villarreal H, Peláez J. Biología y cultivo de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus*. En: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y Acuacultivos Santo Domingo Santo Domingo; 1999 p. 250.
51. Ministerio de Economía Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. [Online]; s.f. Acceso 16 de Septiembre de 2023. Disponible en: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/_archivos/000000_Especies/000003-Langosta/071231_Cultivo%20de%20la%20Langosta%20Australiana%20o%20Redclaw.php#Alimentos%20y%20alimentaci%C3%B3n.
52. Paredes Pinto HP. Fitorremediación con *Lemna minor* y *zantedeschia aethiopica* en piscinas biodigestadoras para mejorar la calidad del agua del Río Jatun Yaku del cantón Otavalo. [Online].; 2019. Acceso 29 de Julio de 2022. Disponible en: <https://dspace.pucesi.edu.ec/handle/11010/509>.
53. Mendiola Reta JL, Zetina Córdoba P, Ortega Cerrilla ME, Ortega Jiménez E, Sánchez Torres M, Herrera Haro JG, et al. Utilización de las Lenteja de agua (*Lemnaceae*) en la producción de tilapia (*Oreochromis spp*). [Online].; 2010. Acceso 29 de Julio de 2022. Disponible en: <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/4911/3157>.
54. Linneo C. *Lemna minor*. 1st ed.; 1753.
55. Arroyave MDP. Repositorio EIA. Revista EIA. 2004; 1: p. 34-35.

56. Sandoval Vilchez D. Eficiencia del jacinto de agua *Eichhorna crassipes* y lenteja de agua *Lemna minor* L. en la remoción de cadmio en aguas residuales. [Online].; 2019. Acceso 11 de Agosto de 2022. Disponible en: http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/3256/UNFV_SANDOVAL_VILCHEZ_JOSELYN_DANIELA_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
57. W.P. Armstrong. Palomar College. [Online]; 2003. Acceso 14 de Agosto de 2022. Disponible en: <https://www2.palomar.edu/users/warmstrong/1wayindx.htm>.
58. Chamorro Usca JE. Evaluación de diferentes niveles de harina de lenteja de agua (*Lemna minor*) en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de alevinaje. [Online].; 2021. Acceso 12 de Agosto de 2022. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16273/1/17T01688.pdf>.
59. Chowdhury MR, Shahjahan M, Rhaman MS, Islam SM. Duckweed (*Lemna minor*) as Supplementary Feed in Monoculture of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. Journal of fisheries and Aquatic Science. 2008; 3(1): p. 54-59.
60. Adang Rifai S. Control of reproduction of *Tilapia nilotica* using cage culture. ELSEVIER. 1980; 20(3): p. 177-185.
61. Schneider O, Amirkolaie A, Vera Cartas J, Eding EH, Schrama J, Verreth J. Digestibility, faeces recovery, and related carbon, nitrogen and phosphorus balances of five feed ingredients evaluated as fishmeal alternatives in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquaculture Research. 2004; 35(14): p. 1370-1379.
62. El-Shafai SA, El-Gohary FA, Verreth JA, Schrama JW, Gijzen HJ. Apparent digestibility coefficient of duckweed (*Lemna minor*), fresh and dry for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Aquaculture Research. 2004; 35(6): p. 574-586.
63. INIAP. Estación meteorológica del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue de INIAP. [Online]; 2019. Acceso 14 de Agosto de 2022.

64. Ponce JCM. Respuesta zootécnica y nutricional en juveniles de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) alimentados con mezclas de probióticos. [Online].; 2019. Acceso 01 de Septiembre de 2022. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5975?mode=full>.
65. Cortéz EJ. Definición de los requerimientos nutricionales de juveniles y pre-adultos de la langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus*, con especial énfasis en la realidad proteína/lípido. [Online].; 2003. Acceso 20 de Noviembre de 2023. Disponible en: https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/3417/cortes_e.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
66. Alvarado Claudett K, Joutex Orben JJ, Tacuri Cevallos G, Torres Noboa A, Parra Ríofrio G. Eficiencia de la harina *Lens culinaris* en el crecimiento de tilapia. *AquaTechnica*. 2022; 4(1): p. 40 - 52.
67. Mac Gregor JS. Relación entre la condición de los peces y el tamaño de la población en la sardina (*Sardinops caerulea*). *Servicio de Pesca Silvestre*. 1959; 60: p. 215 - 230.
68. Caicedo Delgado I. Comparación de tres tipos de alimentos a base de plantas acuáticas en juveniles de bocachico (*Ichthyolephas humeralis*) bajo condiciones controladas. [Online].; 2021. Acceso 10 de Noviembre de 2023. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/52750/1/Caicedo_Hector_Tesis_2021.pdf.
69. Cerda Gallegos C, Fernández Anda L, Guevara Vázquez F, Tapia Cervantes R, García Rodríguez R, Yáñez Rosario M. Desempeño de *Carassius auratus* alimentados con diferentes niveles de inclusión de *Lemna minor* cultivados en acuaponía. [Online].; 2019. Acceso 11 de Noviembre de 2023. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://wasblobstorage.blob.core.windows.net/meeting-abstracts/LacQua19AbstractBook.pdf>.
70. Méndez Martínez Y, Torrez Navarrete Y, Pérez Tamames Y, Romás Viltres M, Cortés Jacinto E. Efecto de la inclusión de harina de lenteja de agua en dieta sobre el

crecimiento y la supervivencia de los alevines de bagre africano. Rev. Fac. Agron. 2021; 38(1): p. 84-104.

71. Villarreal Colmeras H. Avances en la Nutrición de *Cherax quadricarinatus*. [Online].; 2019. Acceso 10 de Noviembre de 2023. Disponible en:
<https://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/232>.
72. Luna Figueroa J, Figueroa Torres J, Soriano Salazar M. Efecto de diferentes niveles de proteína de la dieta sobre el crecimiento de juveniles de pez neón *Paracheirodon innesi* (pisces: characidae). Laboratorio de Acuicultura, Centro de Investigación Biológica. 2001; 18: p. 15-20.

CAPITULO VII

ANEXOS

7.1 Anexos

7.1.1 Tablas de ANOVA

Tabla 10

Análisis de varianza de la variable "Peso inicial".

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	0.03	5	0.01	0.24	0.9374
Tratamiento	0.03	5	0.01	0.24	0.9374
Error	0.34	12	0.03		
Total	0.37	17			

Tabla 11

Análisis de varianza de la variable "Talla inicial".

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	0.49	5	0.10	2.26	0.1150
Tratamiento	0.49	5	0.10	2.26	0.1150
Error	0.52	12	0.04		
Total	1.01	17			

Tabla 12

Análisis de varianza de la variable "Peso final".

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	6.78	5	1.36	1.94	0.1615
Tratamiento	6.78	5	1.36	1.94	0.1615
Error	8.40	12	0.70		
Total	15.18	17			

Tabla 13*Análisis de varianza de la variable "Talla final".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	0.21	5	0.04	0.46	0.8009
Tratamiento	0.21	5	0.04	0.46	0.8009
Error	1.10	12	0.09		
Total	1.31	17			

Tabla 14*Análisis de varianza de la variable "Factor de condición".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	0.05	5	0.01	0.28	0.9149
Tratamiento	0.05	5	0.01	0.28	0.9149
Error	0.39	12	0.03		
Total	0.44	17			

Tabla 15*Análisis de varianza de la variable "Ganancia de peso".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	6.91	5	1.36	2.36	0.1034
Tratamiento	6.91	5	1.36	2.36	0.1034
Error	6.92	12	0.58		
Total	13.73	17			

Tabla 16*Análisis de varianza de la variable "Tasa de crecimiento absoluto".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	2.2	5	4.4	2.35	0.1046
Tratamiento	2.2	5	4.4	2.35	0.1046
Error	2.2	12	1.9		
Total	4.4	17			

Tabla 17*Análisis de varianza de la variable "Tasa de crecimiento relativo".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	284.64	5	56.93	2.59	0.0820
Tratamiento	284.64	5	56.93	2.59	0.0820
Error	263.59	12	21.97		
Total	548.23	17			

Tabla 18*Análisis de varianza de la variable "Ganancia de talla".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	0.95	5	0.19	1.57	0.2410
Tratamiento	0.95	5	0.19	1.57	0.2410
Error	1.45	12	0.12		
Total	2.40	17			

Tabla 19*Análisis de varianza de la variable "Supervivencia".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	1444.44	5	288.89	4.73	0.0128
Tratamiento	1444.44	5	288.89	4.73	0.0128
Error	733.33	12	61.11		
Total	2177.78	17			

Tabla 20*Análisis de varianza de la variable "Conversión alimenticia".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	0.38	5	0.08	0.49	0.7767
Tratamiento	0.38	5	0.08	0.49	0.7767
Error	1.86	12	0.16		
Total	2.25	17			

Tabla 21*Análisis de varianza de la variable "Eficiencia alimenticia".*

F.V.	SC	gl	CM	F	P - valor
Modelo	0.03	5	0.01	0.52	0.7550
Tratamiento	0.03	5	0.01	0.52	0.7550
Error	0.13	12	0.01		
Total	0.15	17			

7.1.2 Fotografías del desarrollo de la investigación

Materiales		
		
Pipeta y Tubo de centrífuga de plástico 50ml	Gramera digital	Piedras difusoras y sus respectivas mangueras
		
Termostatos	Termómetro	Oxigenador

	
Regletas	Conjunto de Test Kit
Elaboración de las dietas	
	
	



Lugar del experimento y rotulado de los recipientes



Biometría



Análisis de calidad de agua y recambio





Proceso de alimentación



Mudas



