



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

Trabajo de Integración
Curricular previa la obtención
del Grado Académico de
Ingeniero Zootecnista.

Proyecto de Investigación:

**“NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE MORINGA EN
DIETAS PARA CRECIMIENTO DE CACHAMAS (*Piaractus
brachypomus*)”**

Autor:

Luis Eduardo Mendoza Arreaga

Director del Proyecto de Investigación:

Dr. Diego Romero Garaicoa

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Luis Eduardo Mendoza Arreaga** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

Luis Eduardo Mendoza Arreaga

C.I. 0958281404



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

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Diego Romero Garaicoa**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Luis Eduardo Mendoza Arreaga**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE MORINGA EN DIETAS PARA CRECIMIENTO DE CACHAMAS (*Piaractus brachypomus*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Diego Romero Garaicoa
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENECYT, el suscrito Dr. Diego Romero Garaicoa; en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado: “**NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE MORINGA EN DIETAS PARA CRECIMIENTO DE CACHAMAS (*Piaractus brachypomus*)**”, de autoría del estudiante **Luis Eduardo Mendoza Arreaga**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el sistema URKUND es de **3%** el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos. Se extiende el presente reporte para que el aspirante continúe con la gestión de titulación respectiva.

Cordialmente;

Document Information

Original
DocuSign

Analyzed document	TESIS - NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE MORINGA EN DIETAS PARA CRECIMIENTO DE CACHAMAS (LM).docx (D16B319588)
Submitted	2023-05-25 05:42:00
Submitted by	
Submitter email	dromero@uteq.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	dromero.uteq@analysis.orkund.com

Dr. Diego Romero Garaicoa
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE MORINGA EN DIETAS PARA
CRECIMIENTO DE CACHAMAS (*Piaractus brachypomus*)”**

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

Aprobador por:

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Dr. Jorge Rodríguez Tobar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Diana Vasco Mora

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Ronald Cabezas Congo

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios, quien ha guiado mis pasos y me ha dado la fortaleza para seguir luchando por mis sueños, por permitirme llevar buenos recuerdos en mi carrera profesional y por convertirme en el orgullo de mis padres.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y sus docentes, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente y de enfrentar un largo camino de desafíos que a la final con esfuerzo y dedicación pude superar.

A mis amigos que conocí el primer día de clases y que hasta ahora siguen siendo parte fundamental de mi formación, gracias por haber compartido tantas experiencias que llevaré en mi memoria, su amistad y apoyo moral aportaron mis ganas de seguir adelante.

Al Dr. Diego Romero, quien confió en mí para llevar a cabo este proyecto, le expreso mi gratitud por haber sido una persona paciente que en base a su experiencia y sabiduría he sabido direccionar mis conocimientos.

DEDICATORIA

Dedicado a mis pilares fundamentales, mis padres; Mercedes, sinónimo del amor más puro e irremplazable, por darme la vida y estar en el momento preciso para extenderme la mano, brindándome su apoyo incondicional de madre. Gabriel, mi gran amigo y maestro, mi papá, por inculcarme buenos valores y forjarme como la persona que soy actualmente, a ustedes me debo todo; muchos de mis logros se deben a ustedes incluidos este.

A mis hermanas, quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer, razón por la cual me siento orgulloso de cumplir mi meta.

A mi familia por ser parte importante en mi vida, gracias por confiar en mí y en motivarme a seguir adelante.

También dedico este logro a mí ángel protector, mi abuelita Jesús, sé que dónde quiera que esté se siente orgullosa de su nieto y me bendice a diario.

Y, finalmente, a mi novia Keily, con quién comencé este camino llamado universidad, su ayuda ha sido fundamental y ha estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos de mi vida. Este proyecto no fue fácil, pero me motivó y me ayudó hasta donde sus alcances se lo permitían.

Luis E. Mendoza Arreaga

RESUMEN

En la presente investigación se estableció un método de alimentación en el cultivo de cachamas, utilizando como recurso principal la harina de moringa para comprobar el índice de crecimiento de los peces en 8 semanas de trabajo, este proceso se llevó a cabo en la Finca Experimental “La María” propiedad de la UTEQ, localizada en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Se elaboraron dietas formuladas con balanceado comercial y niveles de inclusión (0%, 5%, 10% y 15%) de harina de moringa, producto de 4 tratamientos y 3 repeticiones, donde se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA). Se manejaron 12 jaulas experimentales en la que se colocaron 10 alevines de cachamas (*Piaractus brachypomus*). Para la obtención de la harina de moringa se adquirió hojas deshidratadas con un 25% de proteína, mismas que fueron molidas en un molino eléctrico. Para la elaboración de las dietas se mezcló el balanceado comercial Fishpac 28% previamente molido con la harina de moringa en los diferentes niveles de inclusión. Su alimentación fue suministrada dos veces al día (09:00 am y 17:00 pm). Los registros de los índices de crecimiento se los tomó de manera semanal, cada 7 días usando una cinta métrica para medir la altura y la longitud del alevín y una gramera digital para saber su peso. Al finalizar el experimento se comprobó que, la inclusión de la harina de moringa no tiene una mayor significancia en la determinación de los índices de crecimiento al alimento comúnmente administrado (balanceado comercial), es decir, no varía en cuanto a la ganancia de peso final, altura y longitud ganada, a diferencia del T1 que si se altera siendo la mejor opción de alimento en alevines de cachamas.

Palabras clave: Crecimiento, Harina de Moringa, Cachama, Dietas, Proteína.

ABSTRACT

In the present investigation, a feeding method was established in the culture of cachamas, using moringa flour as the main resource to verify the growth rate of the fish in 8 weeks of work, this process was carried out in the Finca Experimental "La María" property of the UTEQ, located in the Mocache canton, Los Ríos province. Formulated diets were prepared with commercial balance and inclusion levels (0%, 5%, 10% and 15%) of moringa flour, the product of 4 treatments and 3 repetitions, where a Complete Random Design (DCA) was used. 12 experimental cages were managed in which 10 fingerlings of cachamas (*Piaractus brachipomus*) were placed. To obtain moringa flour, dehydrated leaves with 25% protein were purchased, which were ground in an electric mill. For the elaboration of the diets, the previously ground 28% Fishpac commercial feed was mixed with the moringa meal at the different levels of inclusion. Their food was supplied twice a day (09:00 am and 17:00 pm). Records of growth rates were taken weekly, every 7 days using a tape measure to measure the height and length of the fry and a digital recorder to know its weight. At the end of the experiment, it was verified that the inclusion of moringa flour does not have a greater significance in determining the growth indices of the food commonly administered (commercial balanced), that is, it does not vary in terms of final weight gain, height and length gained, unlike the T1 that is altered, being the best food option in fingerlings of cachamas.

Keywords: Growth, Moringa flour, Cachama, Diets, Protein.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINDIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLIN	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de investigación.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
Diagnóstico.....	3
Pronóstico	3
1.1.2. Formulación del problema	3
1.1.3. Sistematización del problema	4
1.2. Objetivos.....	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Justificación	4
CAPÍTULO II.....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	5
2.1. Marco Conceptual.....	6
2.1.1. Acuicultura	6
2.1.2. Cachama.....	6
2.1.3. Alimentación Natural	6
2.1.4. Estanque	6
2.1.5. Alimento concentrado	6
2.1.6. Temperatura	7
2.1.7. Proteína	7

2.1.8. Carbohidratos	7
2.1.9. Omnívoros.....	7
2.2. Marco Referencial	7
2.2.1. Origen del cultivo de la cachama	7
2.2.2. Generalidades de la cachama	8
2.2.3. Descripción de las especies.....	8
2.2.4. Morfología Externa	8
2.2.4.1. Cabeza.....	8
2.2.4.2. Tronco.....	9
2.2.4.3. Aletas.....	9
2.2.5. Morfología Interna	9
2.2.5.1. Sistema Digestivo.....	9
2.2.6. Clasificación Taxonómica de la Cachama.....	9
2.2.7. Cultivo de Cachama	10
2.2.8. Cultivo en estanques	10
2.2.9. Calidad del agua.....	11
2.2.10. Alimentación.....	11
2.2.11. Requerimientos nutricionales de la cachama.....	11
2.2.11.1. Requerimiento de proteínas.....	11
2.2.11.2. Requerimiento de carbohidratos.....	12
2.2.11.3. Requerimiento de energía.....	12
2.2.12. Distribución geográfica y hábitat.....	12
2.2.13. Producción mundial de cachama	13
2.2.14. Sistemas de cultivo según su densidad de siembra y manejo.....	13
2.2.14.1. Sistema Extensivo.....	13
2.2.14.2. Sistema Semi-Intensivo.....	14
2.2.14.3. Sistema Intensivo.....	14
2.2.15. Moringa Oleífera	14
2.2.16. Propiedades de la harina de moringa oleífera.....	14
2.2.17. La moringa en la acuicultura	15
CAPÍTULO III	16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1. Localización.....	17
3.2. Tipo de Investigación	17

3.3. Métodos de Investigación.....	17
3.3.1. Método de observación	18
3.3.2. Método de campo	18
3.3.3. Método Analítico	18
3.4. Fuente de recopilación de la investigación.....	18
3.5. Diseño de la investigación.....	18
3.6. Instrumentos de investigación	19
3.7. Tratamiento de datos	20
Variables a evaluar	20
Incremento de Peso.....	20
Incremento de Talla	20
3.8. Recursos humanos y materiales.....	21
3.8.1. Recursos Humanos.....	21
3.8.2. Materiales.....	21
CAPÍTULO IV	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1. Resultados y discusión	23
4.1.1. Método alimenticio	23
4.1.2. Parámetros Zootécnicos	25
4.1.3. Rentabilidad de crecimiento.....	26
CAPÍTULO V	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
5.1. Conclusiones.....	29
5.2. Recomendaciones	30
CAPÍTULO VI	31
BIBLIOGRAFÍA	31
CAPÍTULO VII.....	35
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de la cachama (<i>P. brachypomus</i>)	10
Tabla 2 Producción de cachama en diferentes países	13
Tabla 3 Características y propiedades de la moringa	14
Tabla 4 Características agrometeorológicas de la Finca Experimental “La María” UTEQ - Mocache.....	17
Tabla 5 Esquema de análisis de varianza	19
Tabla 6 Combinaciones de los tratamientos	20
Tabla 7 Cantidad de alimento suministrado	23
Tabla 8 Composición química del balanceado comercial	24
Tabla 9 Composición química de las hojas deshidratadas de moringa	24
Tabla 10 Parámetros zootécnicos de la cachama alimentada con diferentes niveles de inclusión de harina de moringa en la dieta	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Índice ganado de peso y talla de las cachamas	26
Figura 2 Largo ganado de las cachamas.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación de los estanques y jaulas.....	36
Anexo 2. Fertilización de los estanques	36
Anexo 3. Compra de alevines (Cachama).....	36
Anexo 4. Compra de alimento balanceado.....	36
Anexo 5. Molienda de las hojas deshidratada de moringa	37
Anexo 6. Elaboración de dietas	37
Anexo 7. Elaboración de jaulas de plástico para los peces	37
Anexo 8. Pesaje del balanceado	37
Anexo 9. Pesaje de la Moringa.....	38
Anexo 10. Pesado semanal.....	38
Anexo 11. Medición semanal.....	38
Anexo 12. Croquis experimental.....	39
Anexo 13. Análisis de varianza.....	40

CÓDIGO DUBLIN

Título:	NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE MORINGA EN DIETAS PARA CRECIMIENTO DE CACHAMAS (<i>Piaractus brachypomus</i>)				
Autor:	Mendoza Arreaga, Luis Eduardo				
Palabras clave:	Crecimiento	Harina de Moringa	Cachama	Dietas	Proteína
Fecha de publicación:	2023				
Editorial:	UTEQ, 2023				
Resumen:	<p>Resumen: En la presente investigación se estableció un método de alimentación en el cultivo de cachamas, utilizando como recurso principal la harina de moringa para comprobar el índice de crecimiento de los peces en 8 semanas de trabajo, este proceso se llevó a cabo en la Finca Experimental “La María” propiedad de la UTEQ, localizada en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Se elaboraron dietas formuladas con balanceado comercial y niveles de inclusión (0%, 5%, 10% y 15%) de harina de moringa, producto de 4 tratamientos y 3 repeticiones, donde se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA). Se manejaron 12 jaulas experimentales en la que se colocaron 10 alevines de cachamas (<i>Piaractus brachypomus</i>). Para la obtención de la harina de moringa se adquirió hojas deshidratadas con un 25% de proteína, mismas que fueron molidas en un molino eléctrico. Para la elaboración de las dietas se mezcló el balanceado comercial Fishpac 28% previamente molido con la harina de moringa en los diferentes niveles de inclusión. Su alimentación fue suministrada dos veces al día (09:00 am y 17:00 pm). Los registros de los índices de crecimiento se los tomó de manera semanal, cada 7 días usando una cinta métrica para medir la altura y la longitud del alevín y una gramera digital para saber su peso. Al finalizar el experimento se comprobó que, la inclusión de la harina de moringa no tiene una mayor significancia en la determinación de los índices de crecimiento al alimento comúnmente administrado (balanceado comercial), es decir, no varía en cuanto a la ganancia de peso final, altura y longitud ganada, a diferencia del T1 que si se altera siendo la mejor opción de alimento en alevines de cachamas.</p>				
Abstract:	<p>Abstract: In the present investigation, a feeding method was established in the culture of cachamas, using moringa flour as the main resource to verify the growth rate of the fish in 8 weeks of work, this process was carried out in the Finca Experimental "La María" property of the UTEQ, located in the Mocache canton, Los Ríos province. Formulated diets were prepared with commercial balance and inclusion levels (0%, 5%, 10% and 15%) of moringa flour, the product of 4 treatments and 3 repetitions, where a Complete Random Design (DCA) was used. 12 experimental cages were managed in which 10 fingerlings of cachamas (<i>Piaractus brachypomus</i>) were placed. To obtain moringa flour, dehydrated leaves with 25% protein were purchased, which were ground in an electric mill. For the elaboration of the diets, the previously ground 28% Fishpac commercial feed was mixed with the moringa meal at the different levels of inclusion. Their food was supplied twice a day (09:00 am and 17:00 pm). Records of growth rates were taken weekly, every 7 days using a tape measure to measure the height and length of the fry and a digital recorder to know its weight. At the end of the experiment, it was verified that the inclusion of moringa flour does not have a greater significance in determining the growth indices of the food commonly administered (commercial balanced), that is, it does not vary in terms of final weight gain, height and length gained, unlike the T1 that is altered, being the best food option in fingerlings of cachamas.</p>				
Descripción:	56 hojas: dimensiones. 29x21 cm+ CM-ROM				
URI:					

INTRODUCCIÓN

El éxito de la acuicultura en todo el mundo radica en la presentación del producto de buena calidad e inocuo para el consumo humano en el mercado, en este aspecto, el productor debe realizar desde el inicio del proceso productivo, actividades y cuidados orientados a lograr dicha condición, más aún a sabiendas que el producto es uno de los más perecederos que se conoce (1). El desarrollo y la aplicación de las nuevas técnicas en el ámbito de la acuicultura industrial en las distintas especies de peces, ha sido un gran avance en la actualidad ya que su cultivo y cría representa una fuente indispensable e importante para el alimento de la población a nivel mundial.

La región interandina del Ecuador posee recursos hídricos ideales para desarrollar actividades productivas, permitiendo la diversificación de especies y mejorando los volúmenes de producción. Pocos investigadores han realizado estudios sobre diversidad íctica y manejo de cuencas (calidad y cantidad agua), destacando que mucho territorio permanece aún desconocido, como las estribaciones externas de la cordillera costera y oriental (2).

La aplicación de buenas técnicas en la producción y reproducción del pescado es capaz de generar un impacto sobre la demanda en comercialización de este y disminuir la presión y mal uso de los recursos naturales principalmente en la explotación de pesca en varias especies. Sin embargo, en acuicultura se pueden emplear eficientemente varios métodos como alternativa de producción en peces, especialmente beneficiando a aquellos que quieran comenzar con la comercialización de peces, haciendo un buen aprovechamiento de recursos como agua y tierra que generalmente son requisitos primordiales. Además, que es una buena forma de solucionar problemas de alimentación y generación de pequeños empleos en la aplicación de métodos de crianza y engorde con productos y recursos naturales ya que, debido al incremento de la población, la demanda del pescado continuará con su expansión.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La población humana se encuentra en firme incremento, y su producción de alimento no ha aumentado para cumplir con las expectativas alimentarias de esta (3). Esporádicamente, la acuicultura familiar se ve limitada por falta de recursos para el manejo, debido a los costos de producción para su mantenimiento y obtener buenos resultados.

En cierta parte, es necesario conocer que las *Piaractus brachypomus* requieren consumir ciertas cantidades de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales para un óptimo crecimiento, lo cual reduce la tasa de males durante la etapa de crecimiento y engorde. Generalmente esta especie de pez se utilizan en etapa alevín ya que es en la etapa que más consumen estos requerimientos nutritivos, que los hacen menos propensos a enfermedades incluso la muerte por una mala producción alimenticia en el proceso de preparación y producción de cachamas y que en mucho de los casos no existe información complementaria que especifique los requerimientos nutricionales para una alimentación adecuada.

Diagnóstico

Las cachamas se encuentran con ausencia de requerimientos nutritivos, por tanto, se elaborará un alimento orgánico a base de harina de moringa que ayude a los peces para que se desarrollen de una manera más saludable y evitar futuras enfermedades o pérdidas de producción en crecimiento de estas. Además, la moringa es conocida por su alto nivel nutricional que cuenta con proteína, minerales y vitaminas que servirá como instrumento esencial para brindarle a los peces un alimento de mejor calidad.

Pronóstico

Con el desarrollo de este proyecto, se podrá evaluar el efecto de inclusión de harina de moringa en dietas para cachamas, para ello se determinará los porcentajes de la harina en los tratamientos, y verificar cual es la aproximación de nivel adecuado para su crecimiento y mejor calidad.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál será la eficacia de los tratamientos como niveles de inclusión de harina de moringa en las dietas de crecimiento en cachamas (*Piaractus brachypomus*)?

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿El método alimenticio de inclusión de la harina de moringa en dietas para crecimiento de cachamas (*Piaractus brachypomus*) es adecuado en su aplicación?
- ¿Cuáles serán los índices de crecimiento de las cachamas (*Piaractus brachypomus*) en respuesta a los diferentes niveles de inclusión de la harina de moringa en las dietas?
- ¿Qué tratamiento tendría mejor rentabilidad de crecimiento en los alevines de cachamas (*Piaractus brachypomus*) como resultado a las diferentes dietas aplicadas?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Evaluar los niveles de inclusión de la harina de moringa en dietas para crecimiento de cachamas (*Piaractus brachypomus*).

1.2.2. Objetivos específicos

- Establecer el método alimenticio de inclusión de la harina de moringa en dietas para crecimiento de cachamas (*Piaractus brachypomus*).
- Definir los índices de crecimiento de las cachamas (*Piaractus brachypomus*) en respuesta a los diferentes niveles de inclusión de la harina de moringa en las dietas.
- Analizar el tratamiento con mejor rentabilidad de crecimiento de los alevines de cachamas (*Piaractus brachypomus*) como resultado a las diferentes dietas aplicadas.

1.3. Justificación

En el presente proyecto se establece un método de cultivo en cachama que pueda beneficiar a lo que actualmente se maneja de manera rudimentaria, puesto que no se manejan técnicas adecuadas que puedan dar solución económicamente a pequeños productores de varias comunidades que se dediquen a la comercialización de cachamas o cualquier especie de pez.

Por esto es necesario implementar este método de cultivo en alevines, utilizando como recurso principal la harina de moringa como inclusión en dietas especificadas en cachamas, y comprobar la efectividad y el rendimiento de crecimiento en un tiempo determinado del mismo, de tal manera que se justifique la eficiencia del método y que otros pequeños productores opten por su aplicación y adopten diversas técnicas de sus propios sistemas para estimulación y producción de cachamas.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Acuicultura

El cultivo de organismos acuáticos, es decir, de peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas (4).

2.1.2. Cachama

Es una especie con un margen de consumo bastante amplio, y en producciones ocupa el segundo lugar debido a sus características productivas. En el medio silvestre suele alimentarse de fuentes vegetales como frutos, semillas y otros, las cuales pueden incorporarse a su alimentación diaria en cautiverio. Debido a su rusticidad, esta especie se abrió camino en el área productiva, lo que ha permitido su amplia distribución y adaptación a los diferentes sistemas de producción acuícola (5).

2.1.3. Alimentación Natural

La alimentación natural o alimento vivo, abarca a todos los organismos acuáticos como terrestres de origen animal y vegetal que presentan características como cuerpo blanco, tamaño ajustado, movimiento, gran disponibilidad y abundancia, densidad de cultivo, fácil digestión, ciclo corto de vida y un alto valor nutricional. Dentro del cultivo de peces, son parte fundamental de la alimentación, ya que estimulan el comportamiento cazador de los peces y contribuyen a la asimilación de nutrientes (6).

2.1.4. Estanque

Un estanque es un depósito cerrado de agua, sin corrientes, de un tamaño tal que puede ser utilizado para el cultivo controlado de peces. Los peces producidos en estanques son una fuente de proteína y pueden proveer ganancias para los agricultores (7).

2.1.5. Alimento concentrado

Alimento combinado con otro para mejorar el balance nutritivo del producto y que será posteriormente diluido y mezclado para producir un suplemento o un alimento completo (8).

2.1.6. Temperatura

Es una magnitud física poco explicable, pero medible, que se asocia a las sensaciones de calor y frío. Las variaciones de temperatura de un cuerpo siempre estarán asociadas a las variaciones de las magnitudes que se observan como una característica del estado de dicho cuerpo (9).

2.1.7. Proteína

Es el componente más importante dentro de la conformación del cuerpo de los peces, luego del agua es el segundo compuesto más abundante llegando al 16% del peso bruto del pez, éstas cumplen muchísimas funciones dentro del organismos, siendo la más importante la reparación y construcción de nuevos tejidos (10).

2.1.8. Carbohidratos

Los carbohidratos como almidones, azúcares y celulosa están compuestos principalmente de agua y carbono. Proporcionan la energía que requiere el pez para las actividades vitales y de subsistencia. Los buenos carbohidratos se encuentran principalmente en los cereales y melazas. En cambio, en salvado, cáscaras, pulpa de café, bagazos de caña de azúcar y semillas enteras de algodón predomina la celulosa no digerible y también un alto contenido de fibra (11).

2.1.9. Omnívoros

Aquellos que pueden nutrirse de alimentos tanto de origen animal como vegetal. Son comedores oportunistas, es decir, que comen según se presente la oportunidad (12).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Origen del cultivo de la cachama

Las primeras experiencias en el cultivo de la cachama se iniciaron en Manaus, Brasil, cuando en 1966 fueron capturados ejemplares adultos del medio natural y acopiados en instalaciones para reservorio de aguas en el estado de Ceará.

De igual forma, en los años 60 también se realizó en Perú el acopio de alevines procedentes de la amazonia peruana, los cuales fueron distribuidos en esa región con el propósito de

promover el cultivo extensivo de la especie. Posteriormente, en 1972, adultos y alevines originarios de Iquitos (Perú) fueron trasladados al Centro de Investigaciones Von Ihering en Brasil, donde se obtuvo en 1977, la primera reproducción inducida de *C. macropomum* en ese país (13).

2.2.2. Generalidades de la cachama

Dentro de la piscicultura, esta especie tiene un potencial alto debido a su fácil manejo y rusticidad, ya que puede adaptarse al alimento balanceado comercial sin complicaciones, al ser omnívoras puede suministrarle alimento balanceado por la mañana, mientras que en la tarde se complementa con cualquiera de las alternativas antes mencionadas. Alcanzan la madurez sexual entre los 3 -4 años de vida con un peso promedio de 4 – 5 kg. Las hembras llegan a desovar hasta 150,000 huevos por cada kilogramo de peso vivo (14).

2.2.3. Descripción de las especies

La cachama negra y la blanca se diferencian fácilmente por sus características externas, sin embargo, entre ellas existen algunas diferencias que bien vale la pena describir, ya que nos permite conocerlas y apreciar mejor sus cualidades (15).

El adulto de cachama blanca presenta una coloración grisácea con reflejos azulosos en el dorso y en los flancos. El abdomen es blanquecino con ligeras manchas anaranjadas. La aleta adiposa es carnosa; los juveniles suelen tener un color más claro con tonalidades rojo intenso en la parte anterior del abdomen y en las aletas anal y caudal. Debido al poco número de branquiespinas (37 en el primer arco branquial) que posee presenta una baja capacidad de filtración. Alcanza una longitud de 85 centímetros y un peso máximo de 20 kg (15).

2.2.4. Morfología Externa

2.2.4.1. Cabeza.

Es considerada de tipo grande ya que presenta una serie opercular con gran desarrollo, posee tejidos grasos en la zona dorsal de la cabeza, también en la región anterior. Tiene ojos grandes, con párpados, situados en la mitad anterior del cráneo con mirada hacia abajo. La boca es protractil y pequeña con labios grandes, presentan dos filas de dientes afilados incisivos que le permiten triturar y aplastar frutos duros (16).

2.2.4.2. Tronco.

Es la parte media de la morfología externa, empieza desde la cabeza terminando en el ano, dentro del tronco se encuentran órganos como la vejiga natatoria, intestino, estomago, hígado, riñones, uretra, ovarios o testículos, en su mayoría en la cavidad abdominal (17).

2.2.4.3. Aletas.

Poseen dos tipos de aletas, cuatro aletas pares que comprenden las dos aletas pectorales que se sitúan detrás de los opérculos y las aletas pélvicas, mientras que las impares son la aleta dorsal que está sobre el lomo con la aleta caudal considerada la extremidad de la cola, y la última aleta anal, como su nombre lo indica se encuentra detrás del ano (18).

2.2.5. Morfología Interna

2.2.5.1. Sistema Digestivo.

Este se inicia en la boca del pez, teniendo continuidad por la faringe la cual se encuentra perforada en los laterales por la presencia de los arcos branquiales, la faringe se dirige hacia el esófago el cual es bastante elástico y cuenta con células que se encargan de la secreción de sustancias mucosas para el avance del bolo alimenticio en dirección al estómago (19).

Cabe destacar que carecen de glándulas salivales, ya que disponen de glándulas mucosas en su reemplazo, mientras que el tamaño del intestino varía dependiendo el tipo de alimentación del pez, es más corto cuando tiene hábitos alimenticios carnívoros y es largo cuando se alimenta de vegetales (20).

2.2.6. Clasificación Taxonómica de la Cachama

La cachama roja, morocó o pacú panza roja (*Piaractus brachypomus*), conocida como pacú blanco, mbiraí, pirapitinga o pez chato, de la familia Serrasalminidae originario de la Amazonia. Alcanza 88 cm de longitud y 20 kg de peso. Prolifera en aguas con temperaturas entre 23 y 27°C (Tabla 1) (21).

Tabla 1*Clasificación taxonómica de la cachama (P. brachypomus)*

Taxonomía	
Reino	<i>Animalia</i>
Filo	<i>Chordata</i>
Clase	<i>Actinopterygii</i>
Orden	<i>Characiformes</i>
Familia	<i>Serrasalminidae</i>
Subfamilia	<i>Colossominae</i>
Género	<i>Piaractus</i>
Especie	<i>Piaractus brachypomus</i>

Fuente: (22)

2.2.7. Cultivo de Cachama

En muchos países de Latinoamérica, esta especie ha permitido el desarrollo de la acuicultura ya que reúne condiciones que la hacen favorable para su cultivo, actualmente es una de las especies que más solicitan los piscicultores por detrás de las tilapias. La cachama ofrece grandes oportunidades para afrontar problemas económicos de bienestar y alimentación, logrando fortalecer los emprendimientos a pequeña escala y produciendo proteína de alto valor nutricional (23).

2.2.8. Cultivo en estanques

Debido a su rápido crecimiento y rusticidad, esta especie despierta el interés de su cultivo, además de la fácil adaptabilidad al consumo de alimentos balanceados comerciales, caracterizado por no requerir de altos gastos económicos.

El cultivo en estanques se realiza de manera seminatural, con profundidades que promedian los 1,5 metros, ya que es un pez que prefiere las zonas profundas, en las cuales las condiciones de los estanques se asemejan al cultivo del paiche. En cuanto a la concentración de oxígeno dentro del agua del estanque, es necesaria que supere los 4,5 mg/l, aunque puede tolerar concentraciones menores a 1 mg/l por poco tiempo (24).

2.2.9. Calidad del agua

Las características físico químicas básicas dentro del cultivo de esta especie deben registrarse permanentemente en los estanques de cultivo, y son las siguientes:

- Temperatura óptima: entre 24-29 °C, considerando la rusticidad de este pez.
- pH: entre 6.5 – 8.5, el pH óptimo es de 7.0 para promover la producción de plancton.
- Oxígeno disuelto: cantidad mayor a 3mg/litro en el agua para llevar un desarrollo normal dentro del cultivo.
- Alcalinidad: cantidades mayores a 20, siendo 60mg/litros equivalentes a carbonato de calcio la cantidad ideal, esto ayuda a la regulación del pH, producción de fitoplancton, oxígeno y turbidez adecuada.
- Dureza: mayor a 20 mg/litro.
- Compuestos nitrogenados: las cantidades de nitritos, nitratos y amonio deben ser <0.1 mg/litro (25).

2.2.10. Alimentación

La cachama blanca (*P. brachypomus*), es una especie omnívora, en su estado silvestre los peces adultos comen mayormente frutas y semillas, estos alimentos no son completos por su bajo contenido proteico, se alimentan también de zooplancton., lo que le favorece para la ingesta de varios alimentos, empezando desde microorganismos presentes en el agua como el fitoplancton, hasta variedades de hojas, lo cual la identifica como una especie omnívora con tendencia frugívora, esto permite la inclusión de varias alternativas para su alimentación en estado de cautiverio ya que no tiene problemas para adaptarse a dietas suplementarias y alternativas (26).

2.2.11. Requerimientos nutricionales de la cachama

La Cachama blanca, así como todos los peces requiere para su óptimo crecimiento y bienestar dietas nutricionalmente balanceadas, que contengan nutrientes como: proteínas, lípidos, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas, minerales, agua y energía (27).

2.2.11.1. Requerimiento de proteínas.

a proteína es uno de los nutrientes más importantes de la dieta que afecta el crecimiento, la supervivencia y el rendimiento de los peces, proporcionando aminoácidos esenciales y no

esenciales para sintetizar la proteína corporal. Sin embargo, el requisito de proteína de los peces muestra una diferencia entre especies, etapas de crecimiento, y además otros factores ajenos a los animales pero que van de la mano con el manejo del productor, tales factores son: el agua, la temperatura y el estrés (28).

Las proteínas son los componentes orgánicos más importantes en los tejidos animales, aportando entre 65 y 75% del total (29). Entre los requerimientos nutricionales, las proteínas son la fuente de alimento más costosa en las dietas para animales acuáticos.

2.2.11.2. *Requerimiento de carbohidratos.*

Los carbohidratos son compuestos formados por almidones y azúcares compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno, dentro de las sustancias que los componen se encuentran la glucosa, maltosa, dextrosa, almidones, sacarosa y celulosa, aunque no resultan ser esenciales en la formulación para alimentos balanceados de los peces, son la fuente de energía más económica disponible, los peces por lo general los acumulan en los músculos y en el hígado principalmente en forma de glucógeno (30).

2.2.11.3. *Requerimiento de energía.*

Como ya se mencionó los carbohidratos representan la función energética en la dieta, por lo que mantener los niveles óptimos los hace fundamental, el nivel de energía también es crítico, debido a que altos niveles de energía en la dieta pueden reducir el consumo de alimento y la ingesta de nutrientes necesarios para obtener un buen crecimiento y, por ende, un excelente rendimiento. Por otro lado, bajos niveles de energía en la dieta pueden causar que la proteína deba ser usada como fuente de energía para satisfacer los requerimientos energéticos para el metabolismo basal de los peces, en lugar de ser usada para el crecimiento (31).

2.2.12. *Distribución geográfica y hábitat*

La cachama está ampliamente distribuida en América del Sur, entre el río de la Plata y el sistema del río Orinoco. En su ambiente natural vive la mayor parte del tiempo en cuerpos de agua lénticos o estancados de aguas negras como lagos, con pH ácido, cubiertos de vegetación. Sin embargo, también se le encuentra en ambientes de aguas blancas (13).

2.2.13. Producción mundial de cachama

De acuerdo con las estadísticas de la FAO, la producción mundial de cachama mediante acuicultura en el año 2016 alcanzó las 142.135 toneladas, de las cuales el 96,4% fue producida por Brasil.

Tabla 2

Producción de cachama en diferentes países

País	Toneladas	Porcentaje (%)
Brasil	137.000	96,4
Perú	1.863	1,3
Colombia	1.700	1,2
Bolivia	660	0,5
Venezuela	624	0,4
Guyana	202	0,1
Surinam	71	0
República Dominicana	10	0
Panamá	5	0
Total	142.135	100,0

Fuente: (32)

2.2.14. Sistemas de cultivo según su densidad de siembra y manejo

Según, Velasco (33), el tamaño del desarrollo acuícola depende de la disponibilidad de recursos tanto económicos, como de terreno y agua. La densidad mínima va desde 1 pez por m², puede llegar hasta 50 peces por m³, dependiendo del tipo de sistema cultivo, siendo los más utilizados: el extensivo, semi-intensivo, intensivo.

2.2.14.1. Sistema Extensivo.

Se desarrolla en lagos y reservorios de agua como monocultivos o policultivos con un manejo limitado, los peces no reciben alimento complementario, solo consumen la producción natural del agua. Este tipo de sistema cuenta con una baja densidad de siembra, la cual está por debajo de los 0,5 peces/m², empezando con juveniles de 5 cm de largo en adelante. En estos sistemas, los pobladores realizan pescas por temporadas para su propio consumo, pesca deportiva y/o venta de los excedentes (34).

2.2.14.2. Sistema Semi-Intensivo.

Este sistema tiene condiciones similares al extensivo, ya que los estanques piscícolas o reservorios son construidos por el hombre, las actividades se limitan en la preparación del estanque, abono de este. Tiene una densidad de siembra que varía entre 2 hasta 4 peces/m² con recambio de agua y suministro de alimento complementario (33).

2.2.14.3. Sistema Intensivo.

Implementado en los últimos años, este sistema utiliza estanques construidos técnicamente con entrada y salida de agua, siembras y cosechas periódicas basadas en un programa de producción. Este sistema incluye control de calidad del agua y recambio mínimo del 30%, fertilizaciones frecuentes con abonos orgánicos e inorgánicos, alimentación con balanceados específicos para cada etapa de desarrollo y especie en base a sus requerimientos. La densidad de siembra en este sistema es de 5 hasta 15 peces/m² (35).

2.2.15. Moringa Oleífera

La Moringa oleífera es un árbol al cual se le atribuyen cuantiosas propiedades, tanto benéficas a la salud como al medio ambiente; desde un fuerte potenciador de la nutrición humana, hasta un nuevo método natural de tratamiento de aguas fluviales y aguas turbias. Estos beneficios se obtienen a través de diferentes productos, como son las hojas del árbol, los tallos, las raíces, el fruto, la flor y las semillas (36).

2.2.16. Propiedades de la harina de moringa oleífera

Tabla 3

Características y propiedades de la moringa

Aspectos	Parámetro	Valor g/100g
Fisicoquímica	Valor energético	358,00
	Humedad	8,00
	Proteína	26,41
	Grasa	6,89
	Calcio	2679,12
Nutricional	Fosforo	315,76
	Hierro	17,62
	Vitamina A	6314,47
	Vitamina C	144,23

Fuente: (37)

2.2.17. La moringa en la acuicultura

La moringa es una prometedora fuente de proteínas para su inclusión en dietas de peces a bajos niveles. Es rico en proteínas y ha sido probado en varias especies de peces como un posible reemplazo para la harina de soya y pescado. Sin embargo, los ensayos de alimentación muestran que las cantidades de harina de hoja de moringa se pueden utilizar con seguridad en dietas de pescado, que es probablemente debido a la presencia de fenólicos, saponinas, ácido fítico y otros metabolitos con efectos anti nutricionales en el pescado (38).

Actualmente, la mayoría de los alimentos en la acuicultura se basan en una fuente proteica debido a su perfecto balance de aminoácidos esenciales y su alto aporte de ácidos grasos, energía digestible, vitaminas y minerales que son fundamentales para un óptimo desarrollo de los animales (39).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en los terrenos del Campus Universitario “La María” predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizado en el kilómetro 7 ½. de la vía Quevedo El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 1° 3’18” de latitud sur y 79° 25’ 24” de longitud oeste, a una altura de 77.60 metros sobre el nivel del mar.

Condiciones Agroclimáticas

En la siguiente tabla se muestra las características de las condiciones agro-climatológicas del lugar experimental.

Tabla 4

Características agrometeorológicas de la Finca Experimental “La María” UTEQ - Mocache.

Datos meteorológicos	Valores promedios
Temperatura (°C)	24.9
Humedad relativa (%)	84
Evaporación (mm/año)	89.46
Precipitación (mm/año)	2295.1
Heliofanía (horas luz/año)	870.2
Zona ecológica	Bh- T

Fuente: (39)

3.2. Tipo de Investigación

La presente investigación fue de tipo experimental y observacional, ya que se manipularon tratamientos para determinar el efecto de la cachama (*Piaractus brachypomus*) en la etapa de crecimiento mediante la inclusión a diferentes niveles de la harina de moringa en la dieta, para la evaluación y tabulación de las variables en base a los datos obtenidos en el proceso evaluativo.

3.3. Métodos de Investigación

Para el desarrollo del proyecto investigativo se utilizaron los siguientes métodos de investigación:

3.3.1. Método de observación

Este método permitió observar el caso, tomar información y registrarla para el análisis. Mecanismo esencial de todo proceso de investigación; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. El fin de este método es obtener los respectivos datos de los peces, durante se etapa de crecimiento mediante la inclusión de harina de moringa.

3.3.2. Método de campo

Es definido como la recopilación de datos de un lugar para un propósito específico, es un método de donde se obtiene información mediante un conjunto de procedimientos. Este método se usó para la compilación de todos los datos durante la alimentación de los alevines.

3.3.3. Método Analítico

Se empleó para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el proyecto de investigación.

3.4. Fuente de recopilación de la investigación

La información recopilada para la investigación se obtuvo de fuentes primarias, a través de la observación directa mediante la evaluación de diferentes variables; fuentes secundarias, como lo son libros, revistas, publicaciones científicas en línea, boletines divulgativos, fichas técnicas, entre otros.

3.5. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), el mismo que permitió obtener los resultados experimentales mediante el uso del software para análisis estadísticos InfoStat, además de medida de comparación múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$). El tamaño de la muestra fue conformado por 120 alevines de cachama (*Piaractus brachypomus*) con un peso promedio de 5.2 g, estos fueron alimentados durante 8 días como proceso de adaptación al 2% de harina de moringa y 60 días con mayores niveles de inclusión de la misma (0%, 5%, 10% y 15%) en la etapa de alevín, producto de 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Tabla 5*Esquema de análisis de varianza*

Parámetro	Grados de libertad	Resultado
Tratamiento	t-1 (4-1)	3
Error experimental	(t)(r-1) (4) (3-1)	8
Total	r.t-1 (3)(4)-1	11

Elaborado por: Autor

El modelo del diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}= Observación en la unidad experimental.**μ**= Parámetro, efecto medio.**T_i**= Parámetro, efecto del tratamiento i.**ε_{ij}**= Valor aleatorio, error experimental de la u.e.i.j**3.6. Instrumentos de investigación**

El trabajo consistió en determinar el crecimiento de la cachama (*Piaractus brachyomus*) en la etapa de alevín mediante la inclusión a diferentes niveles de la harina de moringa en la dieta. Se utilizó un registro para el control de datos. Los registros de los índices de crecimiento se los tomó de manera semanal, cada 7 días usando una cinta métrica para medir la altura y la longitud del alevín, tomando desde el inicio de la aleta dorsal hasta el inicio de la aleta pelviana y una balanza digital para registrar el peso de los alevines.

Se usaron 12 jaulas de 1m de diámetro x 60 cm de altura, cada una con su respectiva etiqueta de tratamiento y repetición, manejando una densidad de 10 peces/jaula (al azar) y un periodo de adaptación de 15 días. Las jaulas fueron colocadas en un estanque de cemento de 2m de ancho x 3m de largo. Se utilizó un sistema de recambio de agua semanal. La alimentación fue suministrada dos veces al día (09:00 am y 17:00 pm).

Para la obtención de la harina de moringa se adquirió hojas deshidratadas con un 25% de proteína, mismas que fueron molidas en un molino eléctrico. Para la elaboración de las dietas se mezcló el balanceado comercial Fishpac 28% previamente molido con la harina de moringa en los diferentes niveles de inclusión.

3.7. Tratamiento de datos

Tabla 6

Combinaciones de los tratamientos

Tratamientos	Combinaciones	N° de repeticiones	N° peces/repeticion	N° peces/tratamiento
T1	0% H. Moringa	3	10	30
T2	5% H. Moringa	3	10	30
T3	10% H. Moringa	3	10	30
T4	15% H. Moringa	3	10	30
Total		12	40	120

Elaborado por: Autor

Variables a evaluar

Las variables evaluadas de acuerdo con los tratamientos fue tipo cuantitativas como: incremento de peso e incremento de talla (largo y alto).

Incremento de Peso

El incremento de peso se registró cada 7 días, y se aplicó la siguiente fórmula:

$$IP = PF (g) - PI (g)$$

IP corresponde a incremento de peso, PF y PI, corresponden al peso vivo al final y al inicio del experimento, respectivamente.

Incremento de Talla

Incremento de longitud semanal que alcanzan los ejemplares durante el periodo de estudio mediante la siguiente ecuación.

$$IT = TF - TI$$

IT corresponde a incremento de talla, TF y TI corresponden a la talla final y al inicio de experimento, respectivamente.

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos Humanos

Las personas que intercedieron en el proyecto de investigación son: director del proyecto Dr. Diego Romero Garaicoa y como autor del proyecto de investigación Luis Eduardo Mendoza Arreaga.

3.8.2. Materiales

- Alevines (Cachama)
- Balanza digital
- Cámara
- Cuaderno de campo
- Esferos
- Jaulas
- Computadora
- Impresora
- Balanceado
- Hojas de moringa
- Estanques
- Cinta métrica

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Método alimenticio

La cantidad de alimento que se estableció en la primera semana de la mezcla de balanceado comercial y harina de moringa fue de 1075 g, es decir, 1000 g de BC fueron divididos para los 4 tratamientos quedando 250 g. Para calcular el porcentaje de la harina de moringa para el T2, T3 y T4 multiplicamos los 250 g de BC por los niveles de inclusión (5%, 10% y 15%). En la primera semana la administración de la dieta diaria fue de 20 g por cada tratamiento, en la semana 2 el proceso fue igual. A partir de la semana 3 y 4 se incrementó la elaboración de la dieta y la suministración del alimento a 15 g diarios. Así mismo cada dos semanas se incrementaba 5 g a los tratamientos hasta llegar a la semana 8.

A continuación, se detalla la cantidad de alimento que se suministró a lo largo de la investigación.

Tabla 7

Cantidad de alimento suministrado

Semana	Alimento suministrado/ tratamiento (g)	Alimento suministrado/ día (g)	Alimento suministrado/ semana (g)	Alimento suministrado en los 4 tratamientos (g)
1	10,0	20,0	140,0	560,0
2	10,0	20,0	140,0	560,0
3	15,0	30,0	210,0	840,0
4	15,0	30,0	210,0	840,0
5	20,0	40,0	280,0	1120,0
6	20,0	40,0	280,0	1120,0
7	25,0	50,0	350,0	1400,0
8	25,0	50,0	350,0	1400,0
Total			1960,0	7840,0

Elaborado por: Autor

En las siguientes tablas se define la composición química del balanceado comercial y de las hojas deshidratadas de moringa utilizadas en la investigación.

Tabla 8*Composición química del balanceado comercial*

Indicadores	%
Materia seca	89.00
Humedad	11.00
Proteína	28.00
Grasa	5.00
Fibra	6.00
Cenizas	10.73
Energía Bruta (Mcal/kg)	4.251

Fuente: (40)**Tabla 9***Composición química de las hojas deshidratadas de moringa*

Indicadores	%
Materia seca	92,6
Humedad	7,4
Proteína	25,1
Grasa	6,2
Fibra bruta	23,4
Cenizas	9,25

Fuente: (41)

La composición química de las hojas de moringa utilizadas en la investigación indica que el porcentaje de fibra es muy alto. Según Llanes et al. (42) quienes realizaron un artículo en base a la evaluación de la harina de moringa en Bagres (*Clarias gariepinus*), establecen que "los indicadores de crecimiento y conversión alimentaria se afectaron significativamente ($p < 0,001$) al incrementar los niveles de HM en las raciones de *Clarias gariepinus*" concluyendo que: "La inclusión de 12,5% y 25,0% de harina de forraje de moringa en la dieta de *Clarias gariepinus* disminuyó el consumo de alimento, crecimiento y la eficiencia alimentaria debido a los altos contenidos de fibra bruta y probablemente a factores anti nutricionales.

4.1.2. Parámetros Zootécnicos

Con respecto al proceso de alimentación de cachama durante 8 semanas para peso inicial, peso final, altura inicial, altura final, largo inicial, largo final, ganancia de peso, altura ganada y largo ganado, se comprueba que en el proceso inicial del peso, altura y longitud tanto para los tratamientos estudiados y el testigo son similares ($p>0,05$). Sin embargo, en el lapso de los 60 días se observó que durante la alimentación de los alevines hubo diferencias en el largo de los mismos, con una ganancia final de 4.63 cm de longitud para el T1 a partir de la semana 7 con mayor eficacia conteniendo el 100% de balanceado comercial sin el uso de la harina de moringa, con un p-valor (0.0001) menor que el nivel de significancia, se comprobó que al menos una de las medias de los tratamientos fue significativamente diferente durante las 8 semanas de alimentación.

La prueba de Tukey Indica que en el proceso de inclusión de la harina de moringa (5%, 10% y 15%) para los tratamientos T2, T3 y T4 en sus respectivas repeticiones, no existieron diferencias significativas en sus medias, es decir que no varía en cuanto a la ganancia de peso final, altura y longitud ganada, a diferencia del T1 que si se altera siendo la mejor opción de alimento en alevines de cachamas.

Tabla 10

Parámetros zootécnicos de la cachama alimentada con diferentes niveles de inclusión de harina de moringa en la dieta

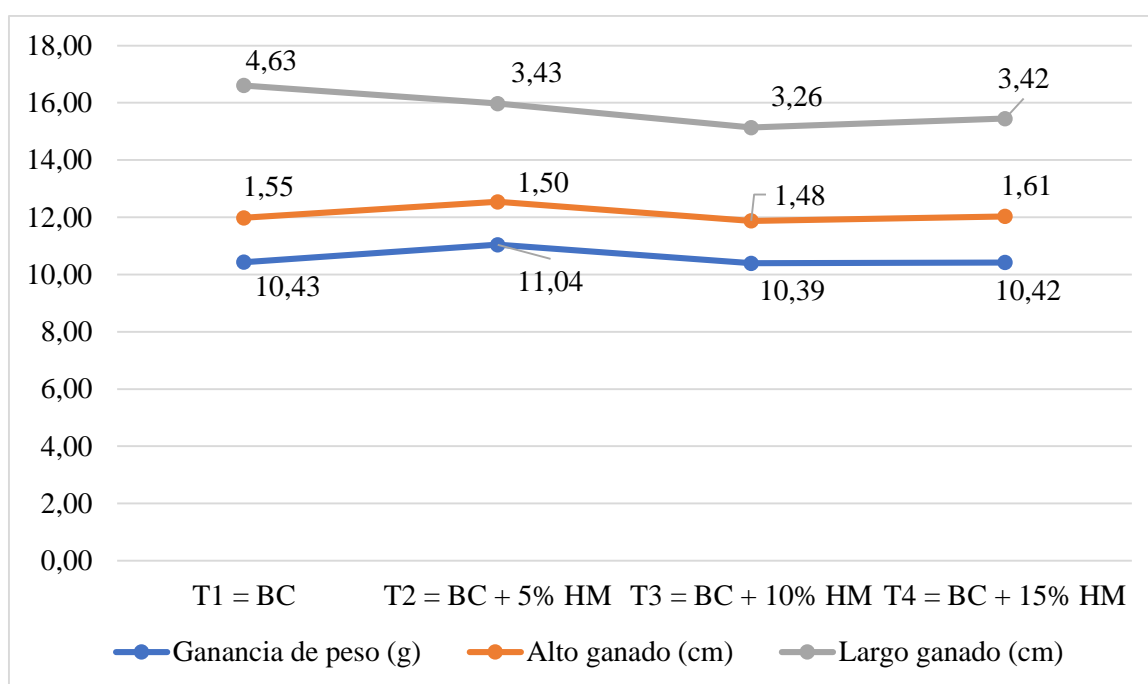
Parámetros productivos	T1 0%	T2 5%	T3 10%	T4 15%	EE	p-Valor
Peso Inicial (g)	5.90 a	5.43 a	5.18 a	5.70 a	0.66	0.9298
Peso Final (g)	16.33 a	16.47 a	15.57 a	16.11 a	1.28	0.9176
Altura Inicial (cm)	2.79 a	2.80 a	2.65 a	2.76 a	0.12	0.8558
Altura Final (cm)	4.34 a	4.29 a	4.23 a	4.37 a	0.14	0.1017
Largo Inicial (cm)	6.85 a	6.66 a	6.59 a	6.53 a	0.66	0.2627
Largo Final (cm)	11.48 a	10.10 b	9.86 b	9.94 b	0.46	<0.0001
Ganancia de Peso (g)	10.43 a	11.04 a	10.39 a	10.42 a	1.41	0.9391
Altura Ganada (cm)	1.55 a	1.50 a	1.48 a	1.61 a	0.18	0.6055
Largo Ganado (cm)	4.63 a	3.43 b	3.26 b	3.42 b	0.51	<0.0001

Elaborado por: Autor

Rivas et al. (43) alimentaron tilapias rojas con 0 %, 10,0 %, 20,0 % y 30,0 % de harina de moringa durante nueve semanas y encontraron una disminución del crecimiento y la eficiencia alimentaria con el incremento de la HM, aunque el análisis estadístico reveló que hasta 20 % no hubo diferencias significativas respecto al control, lo que puede deberse a los hábitos alimentarios herbívoros de las tilapias, que se alimentan con una gran variedad de productos de origen vegetal, como follajes, granos, legumbres, cereales, plantas acuáticas, dado su habilidad para digerir y asimilar carbohidratos.

Figura 1

Índice ganado de peso y talla de las cachamas



Elaborado por: Autor

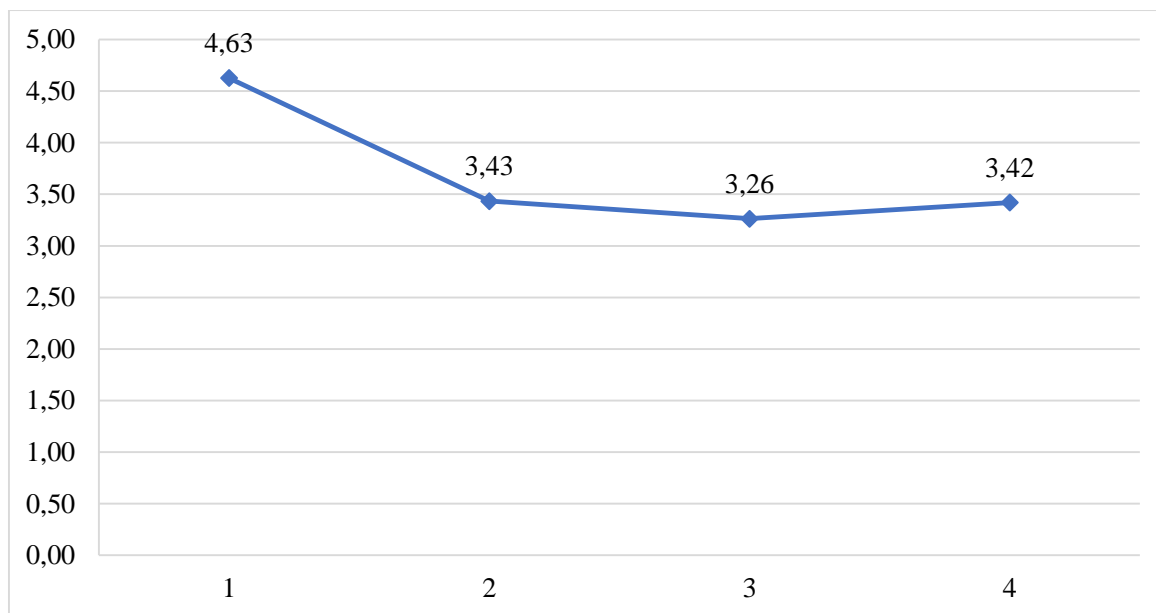
4.1.3. Rentabilidad de crecimiento

El rendimiento en el crecimiento de las cachamas se suele alterar por diferentes factores como la densidad, sistema del cultivo, la calidad, tasa y frecuencia de alimento. Sin embargo, el crecimiento en las cachamas a lo largo de las 8 semanas fue significativamente diferente en el primer tratamiento, ya que en las medias muestran la efectividad del tratamiento sin la inclusión de la moringa, obteniendo un p-valor que da razón a la evidencia empírica de que aún sin el uso de la harina de moringa puede existir un mejor rendimiento alimenticio en los peces, resultados similares a los hallazgos de Bbole et al. (44) donde demuestra que “la harina de hojas de moringa causa una disminución en el crecimiento de los peces, pero puede

incrementar la inmunidad de los mismos para combatir las infecciones y enfermedades”. Ellos recomiendan estudios adicionales para explorar el uso de moringa en dietas de peces a tasas que no causen una disminución en el crecimiento, pero que mejoren la inmunidad.

Figura 2

Largo ganado de las cachamas



Elaborado por: Autor

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base al proyecto realizado se puede concluir que:

- De acuerdo a la elaboración de las dietas aplicadas, se determinó que la inclusión de la harina de moringa no tiene una mayor significancia al alimento comúnmente administrado (balanceado comercial).
- En la determinación de los índices de crecimiento el que presentó mejor respuesta fue el primer tratamiento con el 0% de inclusión de la harina de moringa, obteniendo así una ganancia de longitud promedio de 4.63 cm correspondiente a los 60 días de cultivo.
- El rendimiento al mejor tratamiento recae en el T1, por el rápido crecimiento (largo) y junto a otras cualidades hizo de que la cachama tenga un mayor porcentaje de crecimiento durante las 8 semanas permitiendo un mejor alcance de rendimiento productivo.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda experimentar en futuras investigaciones la inclusión de harina de moringa en etapa juvenil y en diferentes densidades de siembra para ver el resultado en los índices de crecimiento y engorde.
- Monitorear la calidad del agua durante toda la investigación para un correcto desarrollo y bienestar de los peces.
- Se recomienda utilizar una fuente de proteína diferente a la harina de hoja de moringa para comparar los índices de crecimiento y engorde.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Balbuena E. Manual básico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la acuicultura Paraguay; 2014.
2. Barriga R. Lista de vertebrados. Peces de agua dulce, anfibios, reptiles y mamíferos. 1991.
3. Cuan Barrera J, Parada Guevara S, Murillo Pacheco R, Ramírez Merlano J. Parámetros productivos del cultivo de cachama blanca *Piaractus orinoquensis*, en jaulas flotantes. Rev. U.D.C.A Act & Div. Cient. 2021; 24(2).
4. FAO. Pesca y acuicultura. Roma.
5. Alzate H, Pardo S. Evaluación de fuentes proteicas para el desempeño productivo de cachama blanca *Piaractus brachypomus* en sistema biofloc. Orinoquia. 2016; 20(2): p. 50-59.
6. Luna J. Un menú diverso y nutritivo en la dieta de peces: "El alimento vivo". Agro Productividad. 2018; 10(9).
7. Bocek A. Introducción al cultivo de peces en estanques. Madrid.
8. FAO. Desarrollo de la Acuicultura. Roma.
9. Beléndez A. Calor y Temperatura. Alicante.
10. González F. Principios de la Alimentación en la Acuicultura "Introducción y Proteínas"..
11. FAO. Nutrición y alimentación de los peces..
12. Uriarte J. Animales Omnívoros..
13. Agrotendencia. Cachama: tipos, beneficios, características y cultivo..
14. El Productor. Especies de peces recomendadas para clima medio y cálido..
15. González R. El cultivo de la cachama. Acuadell. 2006; XV: p. 329-346.
16. Estevez I. Evaluación de la adaptabilidad de tres especies de cachama: negra (*Colossoma macropomum*), blanca (*Piaractus brachypomus*), e híbrida (*Colossoma x piaractus*), en la comunidad de San Pedro, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Tesis de pre grado..
17. Mesa M, Botero M. Caracterización fenotípica de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), de diferentes edades. Tesis de postgrado. Antioquia:, Medellín.

18. Mesa M, Botero M. La cachama blanca, una especie potencia para el mejoramiento genético. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2007; 20(1): p. 79-86.
19. Gómez J, Clavijo L. Evaluación del tiempo de evacuación gástrica de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* (Cuvier,1818), utilizando diferentes frecuencias de alimentación y ayuno. *Acta Agronómica*. 2013; 62(4): p. 321-325.
20. Mendoza M, Comas J, Romero C. Estudio histológico del sistema digestivo en diferentes estadios de desarrollo de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). *Revista de Medicina Veterinaria*. 2013;(25).
21. Mesa G, Botero A. La cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), una especie potencial para el mejoramiento genético. *Revista Colombiana De Ciencias Pecuarias*. 2016; 20(1): p. 79–86.
22. Froese R, Pauly D. *Piaractus brachypomus*..
23. López P, Anzoátegui D. Engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816). *Zootecnia Tropical*. 2013; 31(4): p. 271-277.
24. Ortíz L. Caracterización de la alimentación en el crecimiento de cachama negra (*Colossoma macropomum*) en sistemas de cultivo. Tesis. La Libertad.
25. Castro G, Naranjo C, Rodríguez J. Huella hídrica de productos regionales: el caso de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). *Revista Luna Azul*. 2019;(48).
26. Bolaños M, Rodríguez D. Formulación y evaluación de una dieta para cachama blanca (*Piaractus Brachypomus*) con base en materias primas vegetales y sus efectos zootécnicos y económicos. Universidad de Cordoba. 2020.
27. Landines M, Rodríguez L, Rodríguez D. Estrategias de alimentación para Cachama y Yamú a partir de prácticas de restricción alimenticia..
28. Abdel M, Ahmad M, Khattab Y, Shalaby A. Effect of dietary protein level, initial body weight, and their interaction on the growth, feed utilization, and physiological alterations of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.)..
29. Jim M, Zhou W, Zhang F, Xie J, Shentu X, Huang. Dietary protein requirements of the juvenile swimming crab, *Portunus trituberculatus*..
30. Craig S, Helfrich L. Understanding fish nutrition, feeds, and feeding Extension, Virginia Polytechnic Institute and State..
31. Gutiérrez F, Quispe M, Valenzuela L, Contreras G, Zaldívar J. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Colossoma macropomum*. 2010;(17): p. 219-223.

32. FAO. Producción mundial de cachama..
33. Velasco L. Comportamiento productivo de la *Piaractus brachypomus* (Cachama blanca) bajo diferentes densidades de siembra. Tesis de Grado. Riobamba.
34. FAO. Manual para extensionista en acuicultura. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
35. Gutiérrez M, Vásquez W. Digestibilidad de *Glicine max* L, soya, en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus* Cuvier 1818. Orinoquia. 2008; 12(2): p. 141-148.
36. Peña S, Avila , Martínez , García S, Sinagawa , Rodriguez J. Moringa oleifera; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. 2013; 5(9).
37. Flores W. Caracterización de la Hoja y Harina de Moringa oleífera. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2021; 5(3): p. 2597.
38. Worku. Revista Africana de Ciencia y Tecnología Agrícolas (AJAST). Moringa oleifera como alimento potencial para la industria ganadera y acuícola. 2016; 4(4).
39. INAMHI. Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental La María..
40. Agripac. Alimento Balanceado Fishpac 28%. Guayaquil.
41. Witt K. Contenido nutricional de las hojas de Moringa oleifera..
42. Llanes J, Toledo J, Sarduy L. Evaluación de la harina de moringa (Moringa. 2016; 33(1).
43. Rivas Vega ME, López Pereira L, Miranda Baeza A, Sandoval Muy MI. Sustitución parcial de harina de sardina con Moringa oleifera en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. Revista Biotecnia. 2012; XIV(2): p. 3-10.
44. Bbole I, Mumba C, Mupenda N, Shula A. Analysis of growth performance and haematological parameters of *Oreochromis niloticus* fed on a varying diet of Moringa oleifera Lam. leaf meal as an additive protein source. International Journal of Fisheries and Aquaculture. 2016; 8(EA8D3BE61531): p. 105-111.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. *Preparación de los estanques y jaulas.*



Anexo 2. *Fertilización de los estanques*



Anexo 3. *Compra de alevines (Cachama)*



Anexo 4. *Compra de alimento balanceado*



Anexo 5. *Molienda de las hojas deshidratada de moringa*



Anexo 7. *Elaboración de jaulas de plástico para los peces*



Anexo 6. *Elaboración de dietas*



Anexo 8. *Pesaje del balanceado*



Anexo 9. Pesaje de la Moringa



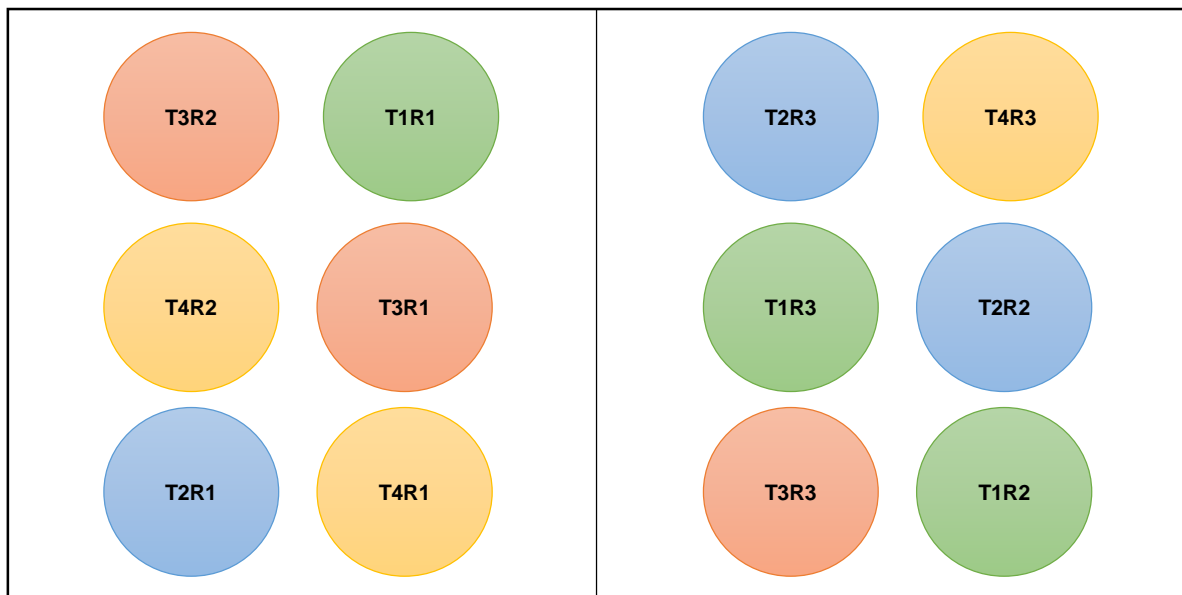
Anexo 10. Pesado semanal



Anexo 11. Medición semanal



Anexo 12. Croquis experimental



Anexo 13. Análisis de varianza

PESO INICIAL (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO I. (g)	144	0,04	0,00	41,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,80	11	2,35	0,45	0,9298
N°	25,80	11	2,35	0,45	0,9298
Error	687,31	132	5,21		
Total	713,11	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,05165

Error: 5,2069 gl: 132

N°	Medias n	E.E.	
T1R3	6,50	12	0,66 A
T1R2	5,96	12	0,66 A
T4R3	5,96	12	0,66 A
T4R2	5,75	12	0,66 A
T2R2	5,54	12	0,66 A
T3R2	5,54	12	0,66 A
T4R1	5,38	12	0,66 A
T2R1	5,38	12	0,66 A
T2R3	5,38	12	0,66 A
T1R1	5,25	12	0,66 A
T3R1	5,21	12	0,66 A
T3R3	4,79	12	0,66 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ALTO INICIAL (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTO I. (cm)	144	0,04	0,00	15,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,13	11	0,10	0,56	0,8558
N°	1,13	11	0,10	0,56	0,8558
Error	24,00	132	0,18		
Total	25,13	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,57029

Error: 0,1818 gl: 132

N°	Medias n	E.E.	
T3R1	2,96	12	0,12 A
T1R3	2,88	12	0,12 A
T2R1	2,87	12	0,12 A
T1R2	2,79	12	0,12 A
T4R1	2,78	12	0,12 A
T2R2	2,78	12	0,12 A
T4R3	2,77	12	0,12 A
T2R3	2,75	12	0,12 A
T4R2	2,74	12	0,12 A
T1R1	2,70	12	0,12 A
T3R2	2,65	12	0,12 A
T3R3	2,64	12	0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LARGO INICIAL (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LARGO I. (cm)	144	0,09	0,02	11,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,90	11	0,72	1,25	0,2627
N°	7,90	11	0,72	1,25	0,2627
Error	76,04	132	0,58		
Total	83,94	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,01505

Error: 0,5761 gl: 132

N°	Medias n	E.E.	
T1R3	7,17	12	0,22 A
T1R2	6,85	12	0,22 A
T4R3	6,79	12	0,22 A
T2R1	6,78	12	0,22 A
T3R1	6,73	12	0,22 A
T3R2	6,63	12	0,22 A
T4R2	6,63	12	0,22 A
T2R2	6,63	12	0,22 A
T2R3	6,58	12	0,22 A
T1R1	6,54	12	0,22 A
T3R3	6,42	12	0,22 A
T4R1	6,17	12	0,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PESO FINAL (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO F. (g)	144	0,04	0,00	27,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	102,10	11	9,28	0,47	0,9176
N°	102,10	11	9,28	0,47	0,9176
Error	2595,06	132	19,66		
Total	2697,16	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,92969

Error: 19,6596 gl: 132

N°	Medias n	E.E.
T2R1	17,13 12	1,28 A
T1R2	17,04 12	1,28 A
T4R2	16,92 12	1,28 A
T4R3	16,67 12	1,28 A
T3R3	16,42 12	1,28 A
T2R2	16,31 12	1,28 A
T3R1	16,08 12	1,28 A
T1R3	16,00 12	1,28 A
T2R3	15,98 12	1,28 A
T1R1	15,96 12	1,28 A
T4R1	14,75 12	1,28 A
T3R2	14,21 12	1,28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ALTO FINAL (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTO F. (cm)	144	0,12	0,05	10,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,98	11	0,36	1,61	0,1017
N°	3,98	11	0,36	1,61	0,1017
Error	29,59	132	0,22		
Total	33,57	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,63322

Error: 0,2242 gl: 132

N°	Medias n	E.E.
T4R2	4,57 12	0,14 A
T4R3	4,54 12	0,14 A
T1R2	4,45 12	0,14 A
T2R1	4,42 12	0,14 A
T3R1	4,40 12	0,14 A
T1R3	4,29 12	0,14 A
T1R1	4,27 12	0,14 A
T2R2	4,23 12	0,14 A
T2R3	4,23 12	0,14 A
T3R3	4,21 12	0,14 A
T3R2	4,08 12	0,14 A
T4R1	4,00 12	0,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LARGO FINAL (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LARGO F (cm)	144	0,37	0,31	15,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	190,16	11	17,29	6,90	<0,0001
N°	190,16	11	17,29	6,90	<0,0001
Error	330,62	132	2,50		
Total	520,78	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,11652

Error: 2,5047 gl: 132

N°	Medias n	E.E.
T1R3	14,08 12	0,46 A
T1R2	10,32 12	0,46 B
T2R2	10,29 12	0,46 B
T4R2	10,25 12	0,46 B
T2R1	10,08 12	0,46 B
T1R1	10,04 12	0,46 B
T4R3	10,04 12	0,46 B
T3R3	10,00 12	0,46 B
T2R3	9,92 12	0,46 B
T3R1	9,90 12	0,46 B
T3R2	9,67 12	0,46 B
T4R1	9,54 12	0,46 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

GANANCIA DE PESO (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
G. PESO (g)	144	0,03	0,00	46,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	113,90	11	10,35	0,43	0,9391
N°	113,90	11	10,35	0,43	0,9391
Error	3160,59	132	23,94		
Total	3274,50	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,54398

Error: 23,9439 gl: 132

N°	Medias n	E.E.
T2R1	11,75 12	1,41 A
T3R3	11,63 12	1,41 A
T4R2	11,17 12	1,41 A
T1R2	11,08 12	1,41 A
T3R1	10,88 12	1,41 A
T2R2	10,77 12	1,41 A
T4R3	10,71 12	1,41 A
T1R1	10,71 12	1,41 A
T2R3	10,61 12	1,41 A
T1R3	9,50 12	1,41 A
T4R1	9,38 12	1,41 A
T3R2	8,67 12	1,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ALTO GANADO (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTO G. (cm)	144	0,07	0,00	41,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,64	11	0,33	0,83	0,6055
N°	3,64	11	0,33	0,83	0,6055
Error	52,29	132	0,40		
Total	55,93	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,84175

Error: 0,3962 gl: 132

N°	Medias n	E.E.
T4R2	1,83 12	0,18 A
T4R3	1,78 12	0,18 A
T1R2	1,66 12	0,18 A
T1R1	1,57 12	0,18 A
T3R3	1,57 12	0,18 A
T2R1	1,55 12	0,18 A
T2R3	1,48 12	0,18 A
T2R2	1,46 12	0,18 A
T3R1	1,44 12	0,18 A
T3R2	1,43 12	0,18 A
T1R3	1,42 12	0,18 A
T4R1	1,22 12	0,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LARGO GANADO (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LARGO G. (cm)	144	0,26	0,20	47,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	141,38	11	12,85	4,19	<0,0001
N°	141,38	11	12,85	4,19	<0,0001
Error	404,93	132	3,07		
Total	546,31	143			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,34234

Error: 3,0677 gl: 132

N°	Medias n	E.E.
T1R3	6,92 12	0,51 A
T2R2	3,67 12	0,51 B
T4R2	3,63 12	0,51 B
T3R3	3,58 12	0,51 B
T1R1	3,50 12	0,51 B
T1R2	3,46 12	0,51 B
T4R1	3,38 12	0,51 B
T2R3	3,33 12	0,51 B
T2R1	3,30 12	0,51 B
T4R3	3,25 12	0,51 B
T3R1	3,17 12	0,51 B
T3R2	3,04 12	0,51 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)