

Determinación De Una Dieta Nutricional Para La Cría De *Tenebrio Molitor*, Destinado A La
Elaboración De Harina, Orientando Su Uso En Alimentación De Especies Menores
(Pollos, Porcinos Peces-Mojarra-) En Bucaramanga, Santander

Laura Juliana Peña Gómez, Oscar Flórez Figueroa

Trabajo de Grado para Optar al Título de Administrador Agroindustrial

Directora:

Liliana Gertrudis Castaño

Ing. Agroindustrial

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED)

Administración Agroindustrial

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Principalmente a Dios por brindarnos las habilidades, el conocimiento y la perseverancia para poder llegar a esta meta de nuestra vida.

A nuestra directora que estuvo dispuesta a todo tipo de orientación y colaboración para el desarrollo de este proyecto y de igual manera en nuestro crecimiento personal.

A nuestros familiares por estar siempre apoyándonos durante este camino brindando todo el apoyo posible para cumplir esta meta propuesta.

Agradecimientos

A la universidad industrial de Santander por permitir la culminación de esta meta como miembros de esta importante institución.

A nuestro director de trabajo de grado por su acompañamiento y apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto y a todos sus consejos y recomendaciones.

A cada uno de los docentes, por toda su orientación todo lo aprendido durante nuestra formación y camino para poder optar por el título profesional de administrador agroindustrial.

A nuestra familia por su apoyo incondicional y estar siempre motivando.

Tabla de Contenido	Pág.
Introducción	19
1. Objetivos	21
1.1 Objetivo General	21
1.2 Objetivos Específicos	21
2. Pregunta Problemática	22
3. Justificación	22
4. Marco Referencial.....	24
4.1. Estado del arte	24
4.1.1 Establecimiento e implementación de un protocolo de cría de gusano de harina tenebrio molitor (coleóptera: tenebrionidae), como apoyo al programa de conservación de la rana venenosa dorada phyllobates terribilis (anura: dendrobatidae) en el bioparque wakatá, parque jaimé duque.	25
4.1.2 Larvas de gusano de harina (tenebrio molitor) como alternativa proteica en la alimentación animal.....	27
4.1.3 Manejo en cautiverio de tenebrio molitor (coleóptera tenebrionidae) usando cinco tipos de harina.....	28

DIETA NUTRICIONAL PARA LA CRÍA DE TENEBRIO MOLITOR	5
4.1.4 Efecto de diferentes sustratos alimenticios sobre el peso larvario en tenebrio molitor: revisión sistemática con metaanálisis	29
4.1.5. Características de tenebrio molitor como alimento	31
5. Marco Teórico.....	31
5.1 Gusano de harina (<i>Tenebrio Molitor</i>).....	31
5.1.1 Clasificación taxonómica.....	32
5.1.2 Características morfológicas y ciclo de vida	32
5.2 Características del tenebrio molitor.....	34
5.2.1 Morfología	34
5.2.2 Hábitat y distribución.....	34
5.3 Ciclo biológico	34
5.3.1 Huevo.....	34
5.3.2 Larva	35
5.3.3 Metamorfosis	37
5.3.4 Adulto	38
5.4 Proceso de crianza	39

DIETA NUTRICIONAL PARA LA CRÍA DE TENEBRIO MOLITOR	6
5.4.1 Espacio.....	39
5.4.2 Procedimiento para la alimentación.....	39
5.4.3 Recolección y transformación.....	39
5.5 Alimentación y comportamiento alimenticio	40
5.5.1 Harinas y cereales	40
5.5.2 Residuos vegetales.....	40
5.5.3 Subproductos vegetales.....	40
5.5.4 Fuentes proteicas.....	40
5.6 Capacidad de adaptación	40
5.7 Valor nutricional.....	41
5.8 Harina de insecto	43
5.8.1. Beneficios y características.....	43
5.8.2 Insectos más utilizados para harina: (Proinsecta, 2020)	44
5.9 Proceso de elaboración de harina de insecto	45
5.9.1. Cría de insectos.....	45

DIETA NUTRICIONAL PARA LA CRÍA DE TENEBRIO MOLITOR	7
5.9.2 Cosecha y separación.....	46
5.9.3 Ayuno (Purga).....	46
5.9.4 Sacrificio (Inactivación).....	47
5.9.5. Tratamiento térmico (Cocción/Blanqueado).....	47
5.9.6 Secado	47
5.9.7 Desengrasado (Opcional).....	47
5.9.8 Molienda	48
5.9.9 Control de calidad	48
5.9.10 Envasado y almacenamiento.....	48
5.10 Diagrama de flujo procesamiento tenebrio molitor.....	48
5.11 Generalidades de las características que debe cumplir una harina de insecto.....	50
5.11.1 Composición nutricional de la harina de insecto	50
5.11.2 Requisitos microbiológicos de la harina de insecto	51
5.11.3 Contaminantes y residuos no deseados.....	51
5.11.4 Aceptabilidad y digestibilidad	52
5.11.5 Trazabilidad, etiquetado, legalidad.....	52

DIETA NUTRICIONAL PARA LA CRÍA DE TENEBRIO MOLITOR	8
5.11.6 Normativas y estándares de referencia	52
6. Marco Legal	53
6.1 Normatividad nacional	53
6.1.1 Resolución 061252 de 2020.....	54
6.1.2 Resolución 1056 de 1996.....	54
6.1.3 Resolución 2028 de 2002.....	54
6.1.4 Ntc 685:2004.....	54
6.1.5 Ley 99 de 1993.....	54
6.1.6 Decreto 1843 de 1991	55
6.2 Normatividad internacional.....	55
6.2.1 Marco normativo general: "Nuevos alimentos"	55
7. Marco Geográfico	56
7.1 Ubicación del proyecto.....	56
8. Método	58
8.1 Diseño metodológico.....	58
8.2 Metodología.....	60

DIETA NUTRICIONAL PARA LA CRÍA DE TENEBRIO MOLITOR	9
8.2.1 Cría de escarabajos	60
8.2.2 Materias primas para la alimentación de los escarabajos	62
8.2.3 Dietas suministradas	66
8.3 Metodología de cría.....	67
8.4 Cosecha de larvas de <i>tenebrio molitor</i>	70
8.5 Proceso elaboración de harina de <i>tenebrio molitor</i>	70
9. Resultados y discusión.....	76
10. Conclusiones.....	103
11. Recomendaciones	105
Referencias Bibliográficas	107

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla1 Clasificación Taxonómica	32
Tabla2 Contenido Nutricional del Tenebrio Molitor	41
Tabla 3 Composición nutricional de la harina de insecto	50
Tabla 4 Requisitos microbiológicos.....	51
Tabla 5 Diseño Metodológico.....	58
Tabla6 Criterios de selección de escarabajos.....	61
Tabla7 Criterios de calidad de las materias primas para la alimentación de los escarabajos.....	62
Tabla8 Dietas Suministradas.....	66
Tabla9 Metodología de alimentación en la cría del tenebrio molitor	67
Tabla 10 Resultado análisis microbiológico de la harina de tenebrio molitor.....	98
Tabla 11 Requisitos técnicos según la norma NTC 685	98
Tabla12 Resultados fisicoquímicos	99
Tabla 13 Comparación de resultados.....	100
Tabla 14 Requisitos nutricionales del pollo engorde	102
Tabla 15 Requisitos nutricionales de porcinos	102
Tabla 16 Requerimientos Nutricionales para mojarra	102

Lista de Figuras

	Pág.
Figura1 Ciclo de vida del tenebrio molitor	33
Figura2 Huevos de tenebrio molitor	34
Figura3 Primera muda de la larva	35
Figura4 Larva Adulta	36
Figura 5 Estado de pupa	37
Figura6 Adulto	38
Figura 7 Composición nutricional de los insectos	42
Figura8 Cría y Cosecha de Insectos	46
Figura 9 Diagrama de Flujo procesamiento Tenebrio Molitor	48
Figura10 Mapa ubicación del proyecto	57
Figura11 Bandeja de salvado de trigo y mogolla	71
Figura 12 Bandeja de mogolla de trigo y repollo	71
Figura13 Larvas en proceso de ayuno	71
Figura 14 Proceso de choque térmico y deshidratación	72
Figura15 Larvas deshidratadas	73
Figura16 Harina de tenebrio molitor	73
Figura17 Diagrama flujo elaboración de la harina tenebrio molitor	75

DIETA NUTRICIONAL PARA LA CRÍA DE TENEBRIO MOLITOR	12
Figura 18 Pesaje total de larva cosechada mogolla de trigo y zanahoria	77
Figura 19 Pesaje total de larva cosechada salvado de trigo y zanahoria	79
Figura 20 Pesaje total de larva cosechada cebada y zanahoria	80
Figura 21 Pesaje total de larva cosechada Sorgo y Zanahoria	81
Figura 22 Pesaje total de larva cosechada maíz y zanahoria	83
Figura 23 Pesaje total de larva cosechada avena y zanahoria	84
Figura 24 Pesaje total de larva cosechada Mogolla y Repollo	85
Figura 25 Pesaje total de larva cosechada Salvado y Repollo	86
Figura 26 Pesaje total de larva cosechada Cebada y Repollo	87
Figura 27 Pesaje total de larva cosechada Sorgo y Repollo	89
Figura 28 Pesaje total de larva cosechada Maíz y Repollo	90
Figura29 Pesaje total de larva cosechada Avena y Repollo	91
Figura 30 Consumo total de alimento	93
Figura 31 Cantidad larva Cosechada	94
Figura 32 Rendimiento larva deshidratada	95
Figura 33 Larva Cosechada Viva	96

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Hoja registro harina <i>tenebrio molitor</i>	115
Apéndice B. Hoja registro de hidratación, % humedad, temperatura en bandejas	117
Apéndice C. Hoja registro del peso larva cosechada	121
Apéndice D. Hoja registro tiempo colonización escarabajo adulto	122
Apéndice E. Hoja registro alimentación <i>tenebrio molitor</i>	123
Apéndice F. Costos trabajo de grado.....	124
Apéndice G. Resultado análisis microbiológico harina de <i>tenebrio molitor</i>	125
Apéndice H. Evidencia de procesamiento de la harina de <i>tenebrio molitor</i>	126
Apéndice I. Resultados microbiológicos harina de <i>Tenebrio molitor</i>	127
Apéndice J. Resultados de comparación tesis	128

Glosario

Alimentación animal: conjunto de procesos y prácticas orientadas a suministrar nutrientes a los animales domésticos y de producción, garantizando su crecimiento, salud y productividad (FAO, 2011)

Ambiente controlado: condiciones ambientales (temperatura, humedad, iluminación y ventilación) reguladas artificialmente para optimizar el crecimiento y desarrollo de organismos vivos, como insectos o plantas (Morales-Ramos, 2014)

Cría de insectos: actividad productiva orientada a la reproducción, alimentación y manejo de insectos con fines de consumo humano, alimentación animal o aprovechamiento en la industria (van Huis, 2021).

Eficiencia de conversión alimentaria: indicador que mide la capacidad de un organismo para transformar los nutrientes consumidos en biomasa corporal; en insectos suele ser superior a la de otras especies pecuarias (Oonincx, 2012).

Enmienda orgánica: material de origen natural utilizado para mejorar las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo, contribuyendo a la fertilidad y estructura (ICA, 2019).

Especies menores: conjunto de especies pecuarias diferentes a las de mayor consumo (bovinos, aves, porcinos), como ovinos, caprinos, cuyes, conejos y abejas, que cumplen un papel importante en la seguridad alimentaria (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura., 2018).

Fertilizante: sustancia orgánica o inorgánica añadida al suelo o a los cultivos con el fin de aportar nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal (Rural, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

Frass: subproducto resultante de la cría de Tenebrio molitor, compuesto por excretas, restos de exuvias y partículas de alimento no consumido, utilizado como fertilizante orgánico (Beesigamukama, 2020).

Harina de *Tenebrio Molitor*: producto en polvo obtenido a partir del procesamiento de larvas de Tenebrio molitor, rico en proteínas, lípidos y micronutrientes, empleado como ingrediente en alimentos humanos y animales (Ramos-Elorduy, 2019).

Impacto ambiental: efecto positivo o negativo que producen las actividades humanas sobre el medio ambiente, incluyendo suelo, agua, aire, biodiversidad y salud humana (UNEP, 2019).

Inseguridad alimentaria: situación en la que las personas carecen de acceso regular y suficiente a alimentos inocuos y nutritivos para llevar una vida activa y saludable (FAO I. U., 2023).

Pienso: alimento preparado o formulado para animales, elaborado a partir de materias primas vegetales, animales o minerales, que aporta los nutrientes necesarios para su mantenimiento y producción (Reglamento [CE] N.º 178/2002).

Proteína: macromolécula esencial compuesta por aminoácidos que cumplen funciones estructurales, enzimáticas y de transporte en los seres vivos; es un nutriente clave en la alimentación humana y animal (Nelson, 2017).

Sostenibilidad: principio que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias, integrando aspectos ambientales, sociales y económicos (Desarrollo., 1987).

Sustratos: materiales que sirven de soporte físico y nutricional para el crecimiento de organismos, como hongos, plantas o insectos, aportando nutrientes y condiciones adecuadas de desarrollo (Gutiérrez-Castorena, 2011).

Tenebrio molitor: especie de coleóptero de la familia Tenebrionidae, conocida como gusano de la harina, utilizada como fuente alternativa de proteína en la alimentación humana y animal (Rumpold, . Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823., 2013).

Resumen

Título: Determinación de una dieta nutricional para la cría del Gusano de harina (*Tenebrio molitor*) destinado a la alimentación de especies menores en Floridablanca, Santander*

Autores: Laura Peña, Oscar Flórez**

Palabras Clave: Tenebrio Molitor, Gusano de Harina, Sustrato

Descripción: El presente trabajo de investigación, desarrollado en Bucaramanga, Santander, tuvo como objetivo evaluar el efecto de doce (12) dietas diferentes en el crecimiento y desarrollo del Gusano de Harina (*Tenebrio molitor*), insecto de interés en la producción de proteína alternativa para la alimentación animal. El ensayo inició cuatro (4) meses atrás con el establecimiento de doce (12) bandejas experimentales, cada una con 500 g de sustrato y quinientas (500) unidades de escarabajos adultos por bandeja, para un total de seis mil (6.000) individuos. Se utilizaron seis (6) tipos de sustrato: harinas (maíz, sorgo, cebada, salvado de trigo, mogolla de trigo) y dos fuentes de hidratación (zanahoria y repollo), suministrando cada tres días 70 g de material fresco.

Los escarabajos permanecieron durante un mes y quince días para la oviposición y luego fueron retirados, observándose variación en la supervivencia entre bandejas. Posteriormente, las bandejas se dejaron en reposo y se reinició la alimentación según el consumo larval.

Las condiciones ambientales registradas en Floridablanca fueron de 26–27 °C de temperatura y de 65–77 % de humedad relativa, las que favorecieron el desarrollo de la especie.

Posteriormente se seleccionaron las bandejas que presentaron mayor rendimiento en peso y se elaboraron harinas a partir de los gusanos obtenidos de cada una, implementando las Buenas Prácticas de Manufactura-BPM- y se sometieron a una observación organoléptica preliminar, de las que se seleccionó la que presentó mayor rendimiento de cría y mayor rendimiento de la harina, a la que se le realizó análisis fisicoquímico y microbiológico para posterior comparación con los requerimientos nutricionales de especies menores, específicamente: (pollos, porcinos peces-mojarra-), permitiendo caracterizar la harina obtenida.

Estos hallazgos constituyeron la base para el establecimiento de la dieta más apropiada en el óptimo desarrollo del *Tenebrio molitor* destinado a la elaboración de harina que puede ser utilizada para la alimentación de especies menores (pollos, porcinos peces-mojarra-), constituyéndose en una alternativa para reemplazar materias primas que aporten nutrientes para la alimentación animal (especialmente proteína), y que sean de difícil adquisición; constituyéndose en una materia prima promisoría para el desarrollo de alternativas sostenibles que fortalezcan la autosuficiencia proteica, con criterios de sostenibilidad ambiental.

* Trabajo de Grado

** Instituto de Proyección y Educación a Distancia IPRED. Administración Agroindustrial. Directora: Liliana Gertrudis Castaño. Ing. Agroindustrial

Abstract

Title: Determination of a nutritional diet for breeding mealworms (*Tenebrio molitor*) intended for feeding small species in Floridablanca, Santander *

Author: Laura Peña, Oscar Flórez **

Key Words: *Tenebrio molitor*, mealworm, substrate

Description: This research, conducted in Bucaramanga, Santander, aimed to evaluate the effect of twelve (12) different diets on the growth and development of the mealworm (*Tenebrio molitor*), an insect of interest in the production of alternative protein for animal feed. The trial began four (4) months prior with the establishment of twelve (12) experimental trays, each containing 500 g of substrate and five hundred (500) adult beetles per tray, for a total of six thousand (6,000) individuals. Six (6) types of substrate were used: flours (corn, sorghum, barley, wheat bran, wheat middlings) and two sources of hydration (carrot and cabbage), with 70 g of fresh material supplied every three days.

The beetles remained for one month and fifteen days for oviposition and were then removed. Variation in survival was observed between trays. Subsequently, the trays were left to rest, and feeding was restarted according to larval consumption.

The environmental conditions recorded in Floridablanca were 26–27 °C and 65–77% relative humidity, which favored the development of the species.

Subsequently, the trays with the highest weight yield were selected, and meal was produced from the worms obtained from each tray, implementing Good Manufacturing Practices (GMP). The meal underwent a preliminary organoleptic evaluation, and the tray with the highest rearing and meal yield was selected. This meal then underwent physicochemical and microbiological analysis for later comparison with the nutritional requirements of small animal species, specifically chickens, swine, and fish (mojarra), allowing for the characterization of the resulting meal.

These findings formed the basis for establishing the most appropriate diet for the optimal development of *Tenebrio molitor* intended for the production of meal that can be used to feed small species (chickens, pigs, fish - tilapia), thus becoming an alternative to replace raw materials that provide nutrients for animal feed (especially protein), and that are difficult to obtain; thus becoming a promising raw material for the development of sustainable alternatives that strengthen protein self-sufficiency, with criteria of environmental sustainability.

* Degree Project

** Institute of Projection and Distance Education IPRED. Agroindustrial Administration.
Directora: Liliana Gertrudis Castaño. Agroindustrial Ing

Introducción

La alimentación animal constituye un pilar fundamental en la producción pecuaria, siendo la proteína uno de los nutrientes más determinantes para garantizar el crecimiento, desarrollo y productividad de las especies menores. Sin embargo, en Colombia este componente enfrenta una problemática estructural debido a la limitada disponibilidad de materias primas proteicas locales y a la alta dependencia de insumos importados como la torta de soya y la harina de pescado, cuyo contenido proteico oscila entre el 40% y el 70%. Aunque existen materias primas nacionales de este tipo, como el maíz y el sorgo, su bajo nivel proteico (8–12%) obliga a realizar combinaciones complejas en las formulaciones, lo que genera altos costos de producción y reduce la competitividad del sector pecuario. (Sarria, 2013; ANDI, 2023).

En particular, el *Tenebrio molitor*, conocido como gusano de harina, se destaca por su elevado contenido proteico (40–60%), su excelente perfil de aminoácidos, la alta digestibilidad de sus nutrientes, la presencia de compuestos bioactivos con potencial beneficio para la salud animal, y su capacidad para desarrollarse a partir de subproductos de la agroindustria, lo que refuerza su valor en esquemas de economía circular y sostenibilidad (FAO, 2013; van Huis, 2013).

Aunque en Europa y otros continentes se han logrado avances significativos en la producción y comercialización del *Tenebrio molitor*, en Colombia esta práctica aún es incipiente. Esta situación plantea una oportunidad estratégica para generar conocimiento y fortalecer la producción local de fuentes proteicas alternativas como esta, que permitan reducir la dependencia de importaciones y aumentar la eficiencia de la industria de alimentos balanceados.

En este sentido, la presente investigación tuvo como propósito evaluar diferentes tipos de dietas para la cría de *Tenebrio molitor* en estado larval, con el fin de analizar cómo influyen estas en el rendimiento y en las características nutricionales de la harina obtenida. Los resultados permitieron determinar la dieta más adecuada, mediante la elaboración de harinas a partir de las larvas criadas, teniendo como criterio principal el rendimiento, tanto en la cría como en la harina resultante, a la que se le realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y se comparó con los requerimientos nutricionales de especies menores (pollos, porcinos peces-mojarra-), logrando su caracterización, lo que ofreció una base técnica para su inclusión en la alimentación animal en Floridablanca, Santander. De esta manera, se logró aportar al desarrollo de alternativas sostenibles que fortalezcan la autosuficiencia proteica, que contribuyan a la sostenibilidad ambiental y generen impactos positivos en el sector agropecuario regional.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Determinar una dieta nutricional para la cría de *Tenebrio molitor* destinado a la elaboración de harina orientando su uso en la alimentación de especies menores (pollos, porcinos peces-mojarra-), en Bucaramanga, Santander.

1.2 Objetivos Específicos

Establecer los alimentos requeridos que harán parte de la dieta alimentaria del *Tenebrio molitor* (gusano de harina) para el establecimiento de unidades de cría como muestras de observación.

Obtener harina a partir de larvas seleccionadas de las unidades de cría que presentaron mayor rendimiento larval.

Caracterizar los contenidos nutricionales de la harina seleccionada para la comparación con los requerimientos nutricionales de especies menores (pollos, porcinos peces-mojarra).

2. Pregunta problemática

- ¿Cómo influye la dieta suministrada al gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) en el rendimiento y las características nutricionales de la harina obtenida, destinada a la alimentación de especies menores?

3. justificación

La cría de *Tenebrio molitor* conocido como gusano de la Harina, ha ganado relevancia en la última década debido a su alto potencial, experimentando un alto crecimiento significativo. En diversas partes del mundo especialmente en Europa, se han realizado esfuerzos para comercializar y escalar la producción de este insecto como una solución sostenible para los problemas nutricionales que enfrenta la industria agroalimentaria animal (FAO, 2013). Desde los últimos años diferentes organismos gubernamentales como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria han mostrado los beneficios de la comercialización de diferentes productos derivados del tenebrio molitor, de igual manera la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) promueve activamente el consumo de insectos y derivados de estos, como fuentes de alimento global, resaltando sus beneficios nutricionales del cual el más destacado es el porcentaje de proteína adquirido en la harina de *Tenebrio molitor*, de igual manera destaca sus beneficios ambientales (Arnold van Huis, 2013).

Colombia es uno de los países en donde se ha venido avanzando sobre este tema; aun así no se cuenta con la producción suficiente para reemplazar el principal ingrediente (la proteína) de

los alimentos destinados a las especies menores (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), 2023). La producción de alimento animal en Colombia enfrenta un reto importante por la escasez de fuentes proteicas locales, lo que genera alta dependencia en las importaciones. Aunque existen materias primas nacionales, su bajo contenido de proteína dificulta alcanzar los niveles nutricionales requeridos por las especies menores (Sarria, 2013). Ante esta situación, se vuelve crucial explorar alternativas de producción local con alto contenido proteico. El gusano de harina (*Tenebrio molitor*) emerge como una solución prometedora gracias a su elevado aporte de proteína de calidad altamente digerible y su producción sostenible (Vantomme, 2013), lo que podría disminuir la dependencia de importaciones y mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la alimentación animal para especies menores en el país.

El *Tenebrio molitor*, o gusano de harina, presenta cualidades nutricionales sobresalientes para la alimentación animal destinada a las especies menores, destacando su elevado contenido proteico, que oscila entre el 40% y 60% en base seca y aporta un perfil completo de aminoácidos esenciales para el óptimo desarrollo de los animales. Además, su composición incluye un perfil lipídico favorable rico en ácidos grasos insaturados; fibra en forma de quitina con potencial prebiótico, y un valioso aporte de vitaminas del grupo B y minerales esenciales, así como una alta digestibilidad que asegura una eficiente asimilación de nutrientes. Los beneficios de incorporar *Tenebrio molitor* en la alimentación animal son diversos: mejora significativamente el valor nutricional de los alimentos balanceados, promueve un crecimiento y desarrollo saludables gracias a su completo perfil de aminoácidos. Además, podría favorecer la salud intestinal por su contenido de quitina; aumenta la palatabilidad del alimento, representa una alternativa de producción más sostenible al requerir menos recursos naturales; disminuye la dependencia de importaciones de

fuentes proteicas; ofrece versatilidad en la formulación para la alimentación de diferentes especies menores, e incluso podría aportar beneficios adicionales para la salud animal, gracias a ciertos componentes bioactivos (Vega, 2019). En definitiva, el Tenebrio molitor emerge como una fuente nutritiva, sostenible y estratégica para enriquecer la alimentación animal, fortaleciendo la producción local y reduciendo la dependencia de recursos externos en Colombia.

El proyecto busca evaluar diferentes opciones de alimentación, una de ellas a base de subproductos de cereales provenientes de la agroindustria alimentaria, así como otro de tipo de alimentos, con el fin de identificar cuál de ellos ofrece mejores aportes nutricionales para el desarrollo del Tenebrio molitor buscando un equilibrio que favorezca el crecimiento y reproducción del insecto. A partir de estos resultados, se seleccionará la dieta que genere una harina con mayor rendimiento y calidad nutricional, la cual podrá ser utilizada como insumo en la elaboración de alimentos concentrados para especies menores. Esta investigación aportará al desarrollo de nuevas fuentes de proteína sostenible en el contexto agropecuario colombiano, generando además un impacto socioeconómico en la zona influencia.

4. Marco Referencial

4.1. Estado del arte

El estado del arte se realizó por medio de la revisión de diferentes estudios relacionados con el presente proyecto de los cuales se seleccionaron los siguientes:

4.1.1 Establecimiento e implementación de un protocolo de cría de gusano de harina tenebrio molitor (coleóptera: tenebrionidae), como apoyo al programa de conservación de la rana venenosa dorada phyllobates terribilis (anura: dendrobatidae) en el bioparque Wakatá, parque Jaime Duque.

Autor: Angie Paola Sarmiento

Año: 2018

Ciudad: CCAV ZIPAQUIRÁ

País: Colombia

RESUMEN los centros de conservación de animales silvestres, como los zoológicos y bioparques, enfrentan actualmente la necesidad de suplementar una dieta adecuada para los animales que tienen requerimientos nutricionales específicos. Uno de estos animales con estas necesidades es la rana venenosa dorada *Phyllobates terribilis* (Anura: Dendrobatidae), la cual es una especie amenazada en peligro crítico, que precisa de fuentes adicionales de alimento para su supervivencia. Por lo tanto, la producción de invertebrados surge como una alternativa dietaria adicional para su alimentación. Dentro de estos invertebrados se encuentra el gusano de Harina *Tenebrio molitor* (Coleóptera: Tenebrionidae), el cual es un suplemento alimenticio propicio para este tipo de anuros, debido a los altos contenidos de grasas que poseen sus larvas. En este sentido, este trabajo tuvo como objetivo implementar un sistema de cría y producción de *T. molitor*, como principal alternativa alimenticia para *P. terribilis* en el Bioparque Wakatá (Parque Jaime Duque). Específicamente se estableció la infraestructura ideal para la producción de *T. molitor* y para la manutención de *P. terribilis*. Además, se diseñó un protocolo de manejo para la cría de *T. molitor*. Por último, se implementó un sistema de producción para la alimentación de *P. terribilis*. El estudio

se llevó a cabo mediante una metodología que se dividió en cuatro fases; primero la adecuación de tres terrarios en el sector de anfibios y reptiles, en los cuales se introdujeron las ranas, realizando un examen médico y pesaje previo a cada espécimen; segundo se adecuó un espacio dentro del Bioterio del bioparque para establecer la producción de Tenebrio Molitor, en condiciones controladas, teniendo en cuenta los puntos críticos de producción se estableció el protocolo de manejo, posteriormente se elaboró un cronograma para el seguimiento de consumo de larvas. Como resultado se establecieron los factores ambientales como la temperatura que osciló entre 28°C a 34°C con una humedad relativa del 40%, se diseñó un protocolo de manejo para la especie T. molitor donde se estandarizaron los procesos y la normatividad a seguir en cada uno de ellos, se obtuvo un ciclo de cinco meses y medio en el desarrollo de la producción, según la evaluación de receptibilidad se ofrecerán tres raciones semanales con 20 larvas de tenebrio (semana 4) por terrario, de esta manera se mantendrá un promedio de peso de 4,82g lo cual es favorable ya que el peso óptimo de cada rana debe oscilar en los 5g, según las indicaciones del zoo criadero de ranas exóticas, establecido en la Vega (Cundinamarca), del cual proviene el grupo de anuros. En conclusión, la cría de gusano de harina (Tenebrio molitor), establecida en el Bioterio del Bioparque Wakatá garantiza la permanente disponibilidad de alimento vivo para el grupo de P. terribilis.

Aporte: Establece un protocolo completo de manejo de T. molitor en condiciones controladas, incluyendo temperatura (28–34 °C), humedad (40%) y selección de larvas óptimas (semana 4). Estos parámetros son fundamentales como punto de partida para establecer las condiciones ideales de cría antes de evaluar dietas específicas.

4.1.2 Larvas de gusano de harina (Tenebrio molitor) como alternativa proteica en la alimentación animal

Autor: Luis Carlos Medrano Vega

Año:2019

Ciudad: Bogotá

País: Colombia

RESUMEN en los últimos años se ha generado un aumento en la población mundial que ha provocado una mayor demanda por fuentes de proteína de origen animal para su alimentación. Los altos costos para la obtención y extracción de materias primas necesarias para la industria de elaboración de alimentos balanceados para animales, así como el impacto ambiental que esto genera, ha provocado un creciente interés por la búsqueda de nuevas alternativas que permitan el reemplazo de las fuentes de proteína convencionales como son la harina de soya y de pescado. En este sentido, los insectos aparecen como una alternativa nutricional interesante para la alimentación de especies animales monogástricas, gracias a su alto porcentaje de proteína de excelente valor biológico y compuestos fundamentales como vitaminas, minerales y ácidos grasos poliinsaturados. Otras de las ventajas que presenta este tipo de producción y que viabiliza su uso en la alimentación animal, es la resistencia a cambios climáticos adversos, el poco espacio que requieren para su producción y bajo impacto ambiental. Dentro de los insectos estudiados para la alimentación animal, se encuentra un coleóptero que proporciona buenos resultados a nivel nutricional, comúnmente llamado gusano “amarillo o de la harina” (*Tenebrio molitor*). Con respecto a sus propiedades nutricionales, se destaca su excelente contenido de proteína de fácil digestión, así como la presencia de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente oleico y linoleico,

minerales y vitaminas, e incluso se ha reportado la producción de péptidos bioactivos. Sin embargo, en Colombia la información al respecto todavía es escasa, por lo cual este trabajo tiene como objeto ofrecer una revisión bibliográfica rigurosa sobre del uso del Tenebrio molitor como una fuente alternativa proteica en la alimentación de animales monogástricos.

Aporte: Proporciona una revisión del valor nutricional de T. molitor, destacando su alto contenido proteico, presencia de ácidos grasos poliinsaturados y capacidad de transformar subproductos agroindustriales en biomasa útil. Esto apoya la selección de dietas basadas en subproductos económicos y sostenibles.

4.1.3 Manejo en cautiverio de Tenebrio molitor (coleóptera tenebrionidae) usando cinco tipos de harina

Autor: Saida Gianela Arana Escalante

Año: 2018

Ciudad: México

País: México

RESUMEN el coleóptero Tenebrio molitor es un insecto que tiene potencial como alimento vivo en la cría de otras especies, su alimentación es a base de harina y no requiere grandes espacios para su desarrollo. Ante la carencia de información sobre la cría de T. molitor para la alimentación de diferentes especies con este insecto, hubo la necesidad de investigar para obtener datos y poder compararlos con los existentes de otras partes del mundo; además de esto, existió la inquietud de comparar el desarrollo de los T. molitor con diferentes sustratos, tales como: harinas de trigo, de arroz, de soya, de maíz y de ramón. Los datos que aquí se muestran son interesantes, especialmente en lo referente a la harina de ramón, ya que este alimento no es muy común y se considera como

una innovación en la península de Yucatán, puesto que posee un alto contenido proteínico; del mismo modo, la harina de soya, que tampoco es muy común, arrojó resultados positivos, aunque su precio no es muy accesible. En este trabajo, se demuestra que los factores ambientales son un fuerte determinante en el comportamiento de los individuos; cabe destacar, que el agua no pueden tomarla directamente, por lo que existe la necesidad de proporcionárselas por medio de la fruta. Fue bastante evidente su fobia a la luz a pesar de ser diurnos. Al mantener una población bajo control es posible observar que existen interacciones inter e intra específica, los cuales son parte de los problemas que hay que resolver y que representan la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera. En esta tesis, se podrá apreciar cuál de los 5 tipos de sustratos que se emplearon fue mejor para la obtención de biomasa del Tenebrio molitor y las preferencias de alimentación de éstos.

Aporte: Compara cinco tipos de harina (trigo, arroz, soya, maíz y ramón) como sustratos para la cría de T. molitor, encontrando que trigo y soya producen mayor biomasa. Esto aporta evidencia directa sobre qué harinas podrían probarse en tu estudio como base dietaría.

4.1.4 Efecto de diferentes sustratos alimenticios sobre el peso larvario en tenebrio molitor: revisión sistemática con metaanálisis

Autor: Nelson Cala Moreno

Año: 2024

Ciudad: Bucaramanga

País: Colombia

RESUMEN considerando la creciente población humana y el aumento en la demanda de fuentes de proteínas alternativas y sostenibles con bajo impacto ambiental. El gusano amarillo de

la harina, *Tenebrio molitor*, se presenta como una alternativa eficiente. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue conocer los efectos de diferentes sustratos sobre el peso larvario de *Tenebrio molitor*. Para obtener la información se establecieron criterios de inclusión y exclusión para realizar la búsqueda de la información en gestores bibliográficos (Pubmed y Mendeley), documentos y estudios en revistas indexadas en base de datos académicas SCOPUS y Science Direct, documentos y estudios debían presentar las palabras clave en español (efecto, sustratos, desarrollo, peso larvario, *Tenebrio molitor*) o inglés (effect, substrates, development, weigh, larval, mealworm) en el título o el resumen, documentos y estudios en idioma español e inglés y que se encontrarán desde el año 2016 hasta el año 2024. Posteriormente se seleccionaron los documentos con base en las palabras clave de búsqueda dando como resultado un total de 30 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión. En los resultados se encontró que de los estudios revisados sobre sustratos empleados y sus efectos sobre el peso de *T. molitor*, el 43,3% presentaron el trigo o derivados en las dietas administradas, siguen los estudios que emplearon el bagazo de cervecería 10%, los vegetales con el 10%, subproductos del maíz 6,6%, salvado de arroz 6,6%, y otros 23,3% con solo un representante en el análisis. Se concluye que no se presentan diferencias significativas en el efecto de diferentes sustratos sobre el peso final de larvas en los estudios incluidos en el análisis.

Aporte: Confirma a través de metaanálisis que el trigo es el sustrato más confiable para el crecimiento larvario por su bajo nivel de variabilidad en resultados, seguido de vegetales y subproductos. Este aporte refuerza la elección del trigo como dieta base o control para comparaciones experimentales.

4.1.5. Características de *Tenebrio molitor* como alimento

Autor: Andrés Silva Vázquez

Año: 2021

Ciudad: La Coruña

País: España

RESUMEN pese a que los insectos han estado siempre presentes en la dieta humana, práctica conocida como entomofagia, éstos se hallan fuera de la cultura gastronómica occidental. Mediante la realización de un taller de divulgación científica, queremos introducir la forma larvaria de la especie *Tenebrio molitor*, la cual destaca por su elevado índice de conversión alimenticia, sus excelentes valores nutricionales y su bajo impacto ambiental. Con esta visión tan positiva de esta especie pretendemos introducirla al público general como una fuente de proteína animal alternativa a las tradicionales, ya que pueden ser la clave para abordar futuros problemas derivados de la escasez de recursos naturales.

Aporte: Resalta el elevado índice de conversión alimenticia de *T. molitor*, lo que permite considerar la eficiencia productiva al evaluar dietas. También enfatiza la importancia de la aceptación cultural de estos insectos como fuente proteica, útil si tu proyecto se amplía a estrategias de divulgación en el sector agrícola o pecuario.

5. Marco Teórico

5.1 Gusano de harina (*Tenebrio molitor*)

El *Tenebrio molitor* es un insecto comestible que mide entre 2.5 a 3 cm y se consume en diversas regiones del mundo. (Feng, 2018) Pertenece a la orden coleóptera, conocido por agrupar

a los escarabajos y perteneciente de la familia de los Tenebrionidae, que son la sexta familia más grande de coleópteros con más de 20 mil especies, Aunque comúnmente se le denomina de manera incorrecta como "gusano de la harina", este nombre se debe a que una de las etapas de su ciclo de vida, la fase larval, ha adquirido relevancia en la industria alimentaria, especialmente por su alto contenido proteico. (sistema integrado de la información taxonómica, 2025)

5.1.1 clasificación taxonómica

Tabla1

Clasificación Taxonómica

Nombre científico	Tenebrio molitor
Reino	Animalia
Filo	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Coleóptera
Familia	Tenebrionidae
Genero	Tenebrio
Especie	Molitor

Nota. En la tabla 1, se muestra la clasificación taxonómica de tenebrio molitor según (sistema integrado de la información taxonómica, 2025)

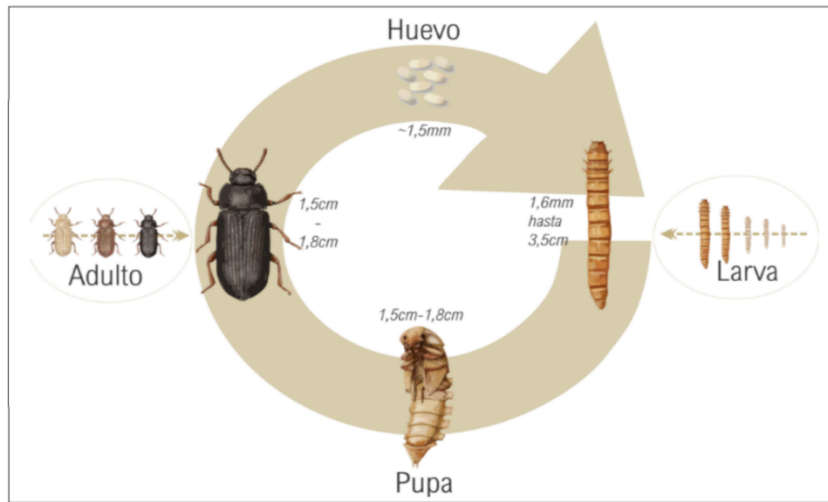
5.1.2 Características morfológicas y ciclo de vida

En la siguiente figura, se observa el ciclo de vida del Tenebrio molitor, el cual dura aproximadamente entre 3 a 6 meses y se divide en cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adultez,

donde se convierte en escarabajo. Cada fase es crucial para su desarrollo completo, desde la incubación hasta su madurez.

Figura1

Ciclo de vida del tenebrio molitor



Nota. En la figura 1, se muestra el ciclo completo del coleóptero *Tenebrio molitor*. (proinsecta, 2020)

Las hembras de *Tenebrio molitor* en promedio pueden llegar a depositar un máximo de 1000 huevecillos cuando están en etapa adulta, estos huevos presentan una forma ovalada. Las larvas eclosionan con un color blanco entre 4 a 18 días después de la incubación, y van adquiriendo un color amarillento a medida que crecen, alcanzan de 2.5 a 3.75 cm de largo al alcanzar su desarrollo completo. (Games, 2015)

La siguiente fase, conocida como pupa, tiene una duración aproximada de 8 días. Durante este período, el insecto se encapsula y atraviesa una metamorfosis que, finalmente, lo transforma en un escarabajo, su forma adulta.

5.2 Características del tenebrio molitor

5.2.1 Morfología

Las larvas de tenebrio molitor miden entre 1mm y 30 mm, son de color amarillo anaranjado, dispone de 6 patas cabeza pequeña de color oscuro. Los adultos de Tenebrio molitor miden entre 15 y 20 mm de longitud, con un cuerpo alargado y de color marrón claro a negro. Poseen cubiertas de las alas (élitros) que no permiten el vuelo, y antenas filiformes segmentadas las cuales se usan para la percepción sensorial (Games, 2015)

5.2.2 Hábitat y distribución

Es una especie que se encuentra en diversas regiones del mundo (cosmopolita). Suele habitar en lugares donde se almacenan productos agrícolas, como molinos, graneros y almacenes de alimentos, con altos contenidos de almidón y cereales. (Games, 2015)

5.3 Ciclo biológico

5.3.1 Huevo

La primera etapa empieza en el huevo, el cual su temperatura optima de incubación es de 25 a 27 °C, los días estimados de incubación es de 4 a 6 días, su tamaño es microscópico, en una forma ovalada el cual está cubierto con una sustancia pegajosa. (Ramos Lazo, 2020).

Figura2

Huevos de tenebrio molitor



Nota: La figura 2, representa microscópicamente los huevos del tenebrio molitor. (PROTIBERIA, s.f.)

5.3.2 Larva

Segunda etapa (Larva), en esta etapa el tenebrio se utiliza como alimento ya sea vivo o procesado en harina al alcanzar el mayor tamaño. Inicialmente las larvas tienen un color blanco pálido m, con un diámetro de 3mm, al cabo de unos días se vuelven amarillentos y producen un exoesqueleto duro. (Ramos Lazo, 2020)

Figura3

Primera muda de la larva



Nota: Imagen propia

Cuenta con 6 patas las cuales se encuentran ubicadas en la parte delantera de la larva, el tamaño de la larva puede alcanzar hasta los 3 cm de largo con un grosor de 2mm, alcanzando un peso de 0,35 gr, las larvas tienen que sufrir una metamorfosis, acumulando grasa para superar este proceso. Esta es la etapa más importante, ya que si no logra transformarse en crisálida, nunca se obtendrá el insecto maduro. (Ramos Lazo, 2020)

En esta etapa la acumulación de grasa es importante ya que le permitirá superar el proceso de metamorfosis. (Ramos Lazo, 2020)

Figura4

Larva Adulta



Nota: Imagen propia

5.3.3 Metamorfosis

La tercera etapa consiste en el proceso de metamorfosis(pupas), este proceso puede durar entre una semana a quince días esto depende del ambiente en el que este, lo ideal es que las pupas se encuentren en total reposo y sin ser manipuladas. (Ramos Lazo, 2020)

Figura 5

Estado de pupa



Nota: Imagen propia

5.3.4 Adulto

La cuarta etapa consiste en tenebrio adulto(escarabajo), esta etapa llega cuando la pupa consigue el proceso de metamorfosis óptimo, el escarabajo inicialmente es de color blanco y blando, tiene 6 patas distribuidas en todo su exoesqueleto, a medida que pasa el tiempo se va endureciendo y de igual manera se va oscureciendo el color, después de un tiempo los escarabajos empiezan el proceso de apareamiento el cual las hembras se esconden en la cama para poner sus respectivos huevos, los cuales pueden variar la cantidad, el tenebrio molitor adulto puede medir entre 10mm a 20mm. (Ramos Lazo, 2020)

Figura6

Adulto



Nota: Imagen propia

5.4 Proceso de crianza

5.4.1 Espacio

la temperatura adecuada del espacio es de 25 °C a 27 °C, se debe tener bandejas desinfectadas y con buena ventilación para su óptimo desarrollo, por lo general prefieren estar en espacios oscuros. (Nuno Ribeiro, 2018)

5.4.2 Procedimiento para la alimentación

Las camas deben tener máximo dos centímetros grosor de sustrato o alimentación seleccionada, esta puede costar de cereales granos, frutas y verduras, también se pueden usar subproductos, es recomendable hidratar cada tres y cambiar el sustrato cada semana.

Control del ambiente: la temperatura y la humedad son piezas claves en el proceso de la cría del tenebrio molitor, temperatura óptima ronda entre los 25 y 27°C, la humedad tiene parámetros entre 60 y 70%, estos factores se pueden controlar utilizando herramientas tecnológicas. (Nuno Ribeiro, 2018)

Reproducción: este proceso se basa en el apareamiento de los escarabajos, lo que se debe tener en cuenta para que este proceso se realice en óptimas condiciones es tener los adultos bien hidratados. (Nuno Ribeiro, 2018)

5.4.3 Recolección y transformación

Este proceso se hace cuando las larvas alcanzan el tamaño adecuado, para este proceso se debe esperar entre 2 a 3 meses para que la larva llegue a su tamaño ideal y composición óptima. (Nuno Ribeiro, 2018)

5.5 Alimentación y comportamiento alimenticio

El *Tenebrio molitor* es un insecto polífago, lo que significa que puede alimentarse de una variedad de materiales orgánicos. Su dieta natural incluye:

5.5.1 Harinas y cereales

Como salvado de trigo, avena, maíz y harina de trigo, que proporcionan una fuente rica en carbohidratos.

5.5.2 Residuos vegetales

Como zanahorias, papas y lechuga, que aportan humedad y nutrientes adicionales.

5.5.3 Subproductos vegetales

Como salvado de avena y cebada, que pueden ser utilizados como sustrato de alimentación.

5.5.4 Fuentes proteicas

Como harina de soja, polvo de leche descremada o levadura, que son esenciales para su crecimiento y desarrollo.

Aunque los *Tenebrio molitor* pueden utilizar las pequeñas cantidades de agua contenidas en los alimentos secos, su productividad se ve reducida sin una fuente adecuada de agua. La falta de hidratación puede llevar a una menor tasa de reproducción y aumentar la probabilidad de canibalismo entre las larvas. Por lo tanto, es recomendable proporcionarles una fuente de agua para mejorar su productividad y prevenir comportamientos indeseados. (Tran G., 2019)

5.6 Capacidad de adaptación

Este insecto presenta una notable flexibilidad en su ciclo de vida, que puede oscilar entre 100 y más de 600 días, dependiendo de factores ambientales como temperatura y humedad. En

condiciones óptimas, con temperaturas entre 25 °C y 30 °C y una humedad relativa del 50% al 70%, el *Tenebrio molitor* experimenta un crecimiento y reproducción eficientes. (PROTIBERIA, s.f.)

La capacidad del *Tenebrio molitor* para prosperar en ambientes controlados permite su cría en instalaciones especializadas que regulan temperatura, humedad y ventilación, optimizando su desarrollo y productividad.

5.7 Valor nutricional

El tenebrio molitor que contienen alrededor de un 47% de proteínas y un 43% de lípidos, de igual manera contiene ácidos grasos y aminoácidos esenciales.

Tabla2

Contenido Nutricional del Tenebrio Molitor

Nutriente	Larva Viva (aprox.)	Larva Deshidratada (aprox.)	Unidad	Fuente/Referencia
Proteína bruta	18 – 22 g	47 – 60 g	por 100 g MS	(Van Huis A. V., 2013)- (Ghosh, 2017)
Grasa total	13 – 15 g	30 – 35 g	por 100 g MS	(Van Huis A. v., 2013)- (Ghosh, 2017)
Carbohidratos (NFE)	3 – 5 g	6 – 10 g	por 100 g MS	(Bovera, 2016)

Fibra cruda	1.5 – 2 g	5 – 8 g	por 100 g	(Arnold van Huis, 2013)
			MS	
Energía metabolizable	500 – 600 kcal/kg	2500 – 2800 kcal/kg	kcal/kg	(Bovera, 2016)- (Van Huis A. v., 2013)
Calcio (Ca)	10 – 20 mg	30 – 60 mg	Mg	(Arnold van Huis, 2013)
Fósforo (P)	120 – 180 mg	400 – 550 mg	Mg	(Arnold van Huis, 2013)
Hierro (Fe)	2 – 3 mg	5 – 10 mg	Mg	(Rumpold, 2013)
Zinc (Zn)	3 – 5 mg	10 – 15 mg	Mg	(Rumpold, 2013)
Magnesio (Mg)	40 – 50 mg	100 – 120 mg	Mg	(Ghosh S. L.-M.-R., 2017)

Nota. La tabla 2, muestra el contenido nutricional del Tenebrio Molitor mostrando los nutrientes, las larvas vivas, las larvas deshidratadas, entre otros.

Figura 7

Composición nutricional de los insectos



Nota: la figura 7, detalla la composición nutricional de los insectos. Tomada de (Rivas-Navia, Duenas-Rivadeneira, Duenas-Rivadeneira, Aransiola, & Maddela, 2023)

5.8 Harina de insecto

Es un producto obtenido al realizar un proceso de deshidratación y molienda de insectos, generalmente larvas, que han sido criados específicamente para el consumo humano o animal. Estos se han convertido en una materia prima emergente y con un gran potencial en la industria alimentaria, para animales (piensos). (Makkar, 2014)

5.8.1. Beneficios y características

3.8.1.1 Alto valor nutricional. Es una fuente excepcional de proteínas de alta calidad, con un perfil de aminoácidos esenciales comparable al de la carne de vacuno o cerdo. Además, puede contener ácidos grasos esenciales como el omega-3 y omega-6, vitaminas (especialmente del grupo B) y minerales como hierro, magnesio, selenio, cobre y zinc. También es rica en fibra. (Arnold van Huis, 2013)- (González, 2024)

5.8.1.2 Sostenibilidad. La producción de harina de insectos es considerablemente más eficiente que la de fuentes de proteína tradicionales. Los insectos requieren menos agua, menos espacio y emiten menos gases de efecto invernadero. Además, muchos insectos pueden alimentarse de residuos orgánicos, contribuyendo a la reducción de desechos. (Arnold van Huis, 2013)- (González, 2024)

5.8.1.3 Versatilidad: Se puede utilizar en una amplia gama de productos alimenticios para humanos, como productos de panadería, pastas, salsas, sopas, snacks e incluso bebidas fermentadas. En alimentación animal, es ideal para aves, peces y mascotas. (Arnold van Huis, 2013)- (González, 2024)

5.8.2 Insectos más utilizados para harina: (proinsecta, 2020)

5.8.2.1. Larvas de mosca soldado-negra (*Hermetia illucens*). La *Hermetia illucens* es una especie de díptero originaria de América, ampliamente distribuida en zonas tropicales y subtropicales. Sus larvas se desarrollan en materia orgánica en descomposición, transformándola en un sustrato rico en nutrientes. Son utilizadas para la producción de harina proteica, aceite y abono orgánico. Su contenido proteico oscila entre 35 y 45%, y son una alternativa sostenible a las fuentes proteicas tradicionales en alimentación animal.

5.8.2.2. Gusano de la harina (*Tenebrio molitor*). El *Tenebrio molitor* es un escarabajo cuyas larvas, conocidas como gusanos de la harina, se crían comúnmente en salvado y subproductos agrícolas. Poseen un alto contenido de proteína (45–55%) y grasa (30%), lo que los convierte en una fuente alternativa para alimentación animal y humana. Además, su cultivo es de bajo impacto ambiental.

5.8.2.3. Grillo rubio (*Acheta domesticus*). El *Acheta domesticus* o grillo doméstico es un ortóptero muy utilizado en la alimentación de animales exóticos y como fuente de proteína alternativa. Contiene entre 60–70% de proteína seca, además de ácidos grasos esenciales y minerales. Su producción requiere poca agua y espacio, lo que lo hace ambientalmente sostenible.

5.8.2.4. Larvas de *Alphitobius diaperinus* (gusano del estiércol). El *Alphitobius diaperinus* es un coleóptero conocido como el gusano del estiércol o escarabajo menor de la harina. Sus larvas se desarrollan en sustratos orgánicos y residuos avícolas. Son ricas en proteínas (40–50%) y lípidos, y presentan potencial como ingrediente en piensos balanceados. Además, contribuyen a la biodegradación de residuos orgánicos.

5.8.2.5. Hormigas (*Atta laevigata*, *Atta cephalotes*). Estas especies de hormigas cortadoras de hojas son comunes en América Latina. Las reinas y soldados son consumidos tradicionalmente en regiones como Santander (Colombia). Poseen alto contenido proteico (entre 40–50%) y grasas saludables. Además, forman parte de la gastronomía ancestral y tienen potencial en bioprospección alimentaria.

5.9 Proceso de elaboración de harina de insecto

5.9.1. Cría de Insectos

La base de una buena harina es una cría controlada. Se seleccionan especies específicas (como el gusano de la harina, el grillo doméstico o la mosca soldado-negra) por su perfil nutricional y facilidad de cultivo. Se les proporcionan condiciones ambientales óptimas (temperatura, humedad) y, crucialmente, una alimentación segura y nutritiva (sustratos vegetales libres de contaminantes). La higiene de las instalaciones es primordial para prevenir enfermedades y asegurar la calidad desde el inicio. (MFLH/JFSC, 2024)

5.9.2 Cosecha y Separación

Una vez que los insectos alcanzan el tamaño adecuado, se cosechan. En esta etapa, se separan cuidadosamente del sustrato de alimentación, las heces (frass) y otros residuos, a menudo mediante técnicas de cribado o soplado. (scale companions, 2024)

Figura8

Cría y Cosecha de Insectos



Nota: La figura 8, ilustra la cosecha de diferentes clases de insectos. Tomada de (Makkar, 2014)

5.9.3 Ayuno (Purga)

Este paso, aunque sencillo, es vital. Los insectos se someten a un período de ayuno de 24 a 48 horas. Durante este tiempo, sus intestinos se vacían por completo, lo que reduce significativamente el riesgo de contaminación microbiana y mejora el sabor final de la harina. Se les puede ofrecer agua para mantenerlos hidratados. (Pauline Kooh, 2020)

5.9.4 Sacrificio (Inactivación)

Para detener su metabolismo y preparar el insecto para el procesamiento, se utilizan métodos rápidos y eficientes como la congelación o el escaldado en agua caliente o vapor. Este paso también contribuye a una primera reducción de la carga microbiana. (Yan, 2022)

5.9.5. Tratamiento Térmico (Cocción/Blanqueado)

Este es un punto crítico para la seguridad. Los insectos pueden ser cocidos o blanqueados a temperaturas y tiempos específicos. Esto inactiva enzimas que podrían causar deterioro, elimina microorganismos patógenos y, en algunas especies, reduce posibles anti nutrientes. (Pauline Kooh, 2020)

5.9.6 Secado

El secado es fundamental para la estabilidad y la vida útil de la harina. El objetivo es reducir la humedad por debajo del 10%. Los métodos más comunes incluyen el secado por aire caliente en hornos (eficaz y ampliamente utilizado) o, para productos de mayor calidad y valor, la liofilización (secado por congelación, que preserva mejor los nutrientes, el color y el sabor). (Pauline Kooh, 2020)

5.9.7 Desengrasado (Opcional)

Para ciertas aplicaciones o para harinas con un perfil de proteína muy alto, se puede realizar un paso de desengrasado. Esto reduce el contenido de grasa, prolongando la vida útil al minimizar el riesgo de rancidez y concentrando las proteínas. Se puede lograr mediante prensado o el uso de solventes (que deben ser eliminados por completo). (ALIMENTOS Y BEBIDAS, s.f.)

5.9.8 Molienda

Una vez secos y, si aplica, desengrasados, los insectos se introducen en molinos industriales. El resultado es un polvo fino y homogéneo: ¡la harina de insecto! Un tamizado posterior asegura la granulometría deseada. (ALIMENTOS Y BEBIDAS, s.f.)

5.9.9 Control de Calidad

En cada etapa, y especialmente al final, se realizan rigurosas pruebas para asegurar la calidad y seguridad. Esto incluye análisis de humedad, proteínas, grasas, metales pesados, pesticidas y, crucialmente, análisis microbiológicos para garantizar la ausencia de patógenos. También se evalúan las propiedades sensoriales como el olor y el color. (Pauline Kooh, 2020)

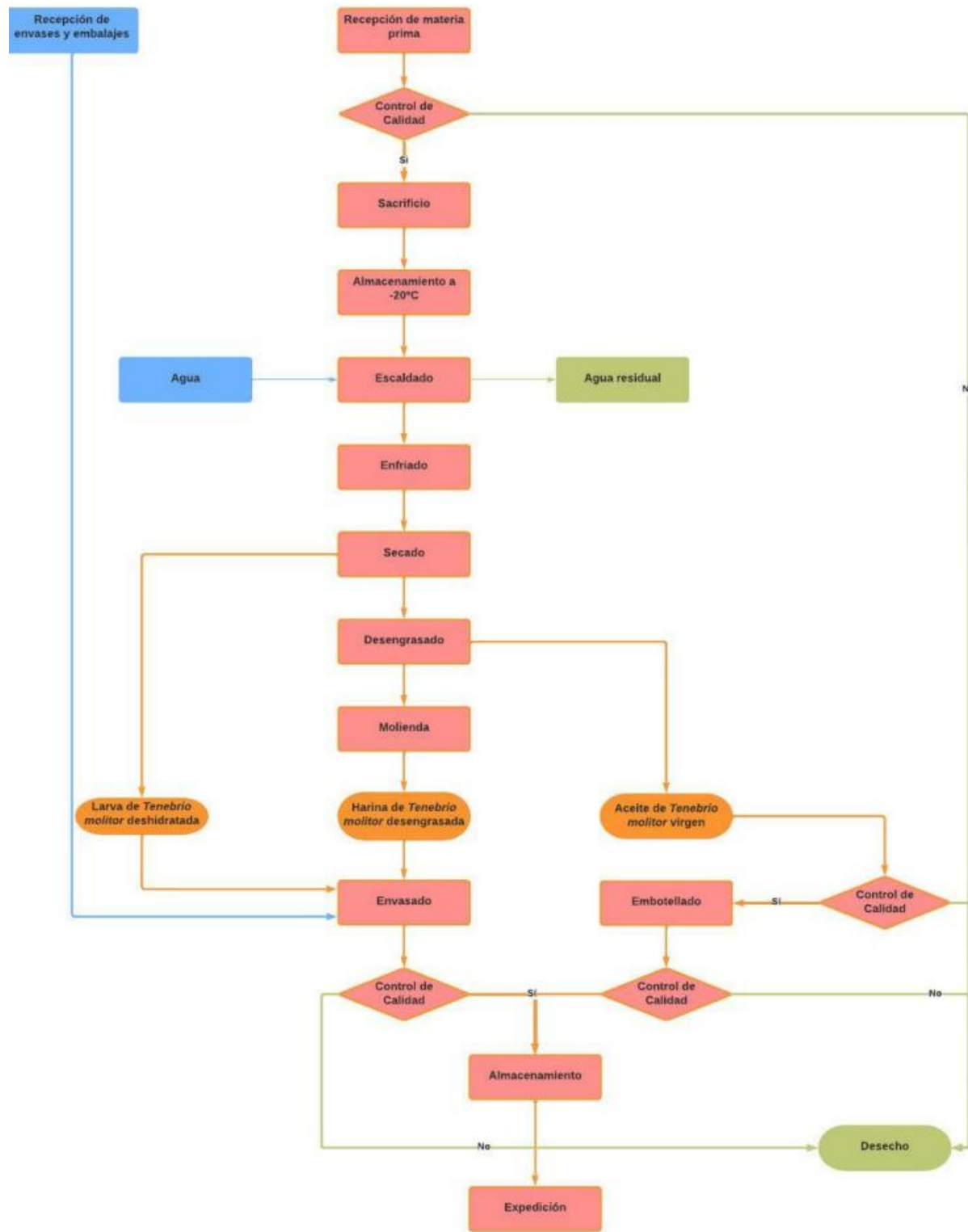
5.9.10 Envasado y Almacenamiento

Finalmente, la harina se envasa en materiales que la protegen de la humedad, el oxígeno y la luz para maximizar su vida útil. Un etiquetado claro con información nutricional, alérgenos y condiciones de almacenamiento es esencial. El producto terminado se guarda en un lugar fresco y seco. (ALIMENTOS Y BEBIDAS, s.f.)

5.10 Diagrama de flujo procesamiento tenebrio molitor

Figura 9

Diagrama de Flujo procesamiento Tenebrio Molitor



Nota. En la figura 9, se muestra el diagrama de flujo para el proceso de la dieta nutricional para

la cría de *Tenebrio molitor* destinado a la elaboración de harina para la alimentación de especies menores. Tomado de (Bejar, 2022)

5.11 Generalidades de las características que debe cumplir una harina de insecto

Cuando se trata de harinas de insectos destinadas a la alimentación de animales pequeños (como aves ornamentales, peces, reptiles, roedores y mascotas exóticas), las normas establecidas, aunque aún en desarrollo, en muchas regiones presentan una serie de características comunes que deben cumplir estos productos para garantizar su seguridad, calidad nutricional y funcionalidad. (Arnold van Huis, 2013)

5.11.1 Composición nutricional de la harina de insecto

Tabla 3

Composición nutricional de la harina de insecto

Parámetro	Rango recomendado (general)
Proteína bruta	40% - 70%, dependiendo del tipo de insecto
Grasa cruda	10% - 30% (fuente energética)
Humedad	Máx. 10-12% (para evitar crecimiento microbiano)
Cenizas	Máx. 10% (indica contenido mineral)
Fibra cruda	Controlada según especie animal
Aminoácidos	Evaluación de lisina, metionina, etc.

Nota. En la tabla 3, se muestra la composición nutricional de la harina de insecto Tomado de (FAO, 2013)

5.11.2 Requisitos microbiológicos de la harina de insecto

Tabla 4

Requisitos microbiológicos

	<i>Parámetros</i>
Salmonela spp	Ausente en 25 gr
E. coli	<100 UFC/g
Coliformes totales	<1000 UFC/g
Mohos y levaduras	Controlados especialmente en ambientes húmedos
Bacillus cereus y clostridium spp	Bajo vigilancia dependiendo de la especie destino

Nota. En la tabla 4, se muestra los requisitos microbiológicos para la harina de insecto. *Tomado de* (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura., 2018)

5.11.3 Contaminantes y residuos no deseados

5.11.3.1 Metales pesados. (plomo, cadmio, mercurio, arsénico) según límites establecidos por FAO/OMS, AAFCO o normas nacionales.

5.11.3.2 Micotoxinas. (especialmente aflatoxinas) presencia mínima o nula.

5.11.3.3 Residuos. (*de pesticidas o medicamentos veterinarios*) deben estar por debajo del Límite Máximo de Residuos (LMR).

5.11.3.4 Dioxinas y PCB. en límites aceptables por seguridad alimentaria. *Tomado de* (FAO I. U., 2023)

5.11.4 Aceptabilidad y digestibilidad

- Las harinas deben ser *altamente digestibles* para pequeños animales, especialmente para especies sensibles como peces y reptiles.
- La harina no debe contener componentes alergénicos o anti nutricionales en niveles peligrosos.
- Algunos animales (como aves pequeñas) requieren molienda ultrafina o microencapsulación para mejorar la absorción. (FAO, 2013)

5.11.5 Trazabilidad, etiquetado, legalidad

Debe identificarse claramente:

- Especie de insecto
 - Origen del sustrato de cría
 - Proceso de producción (secado, molienda, desgrasado, etc.)
 - Fecha de elaboración y vida útil
- En muchos países, los insectos utilizados deben ser criados específicamente para alimentación y no recolectados silvestres.
 - La harina debe estar registrada o aprobada por la autoridad sanitaria correspondiente (por ejemplo, *SENASA, USDA, EFSA, ICA*, etc.) (Europea., 2005)

5.11.6 Normativas y estándares de referencia

5.11.6.1 AAFCO (EE. UU.). Guía para inclusión de insectos en alimento para mascotas.

5.11.6.2 EFSA (Unión Europea). Opiniones científicas sobre seguridad de insectos en piensos.

5.11.6.3 FAO. Manuales técnicos sobre insectos como fuente de proteína en alimentación animal.

Normas nacionales: Algunos países ya tienen directrices específicas para uso en peces ornamentales, mascotas y animales no convencionales.

Ley 8/2003, de 24 de abril, de sanidad animal: Aplican los principios generales de sanidad animal.

Condiciones Higiénico-Sanitarias y de Bioseguridad: La explotación debe cumplir con requisitos básicos de higiene y bioseguridad, como:

- Situarse en un área delimitada.
- Contar con entradas con posibilidad de cierre y pediluvios o medios similares.
- Disponer de utillajes de limpieza y manejo, y ropa y calzado de uso exclusivo.
- Separación física entre zonas de producción, sacrificio, envasado y almacenaje, si procede.
- Almacenamiento seguro y protegido de medicamentos veterinarios, piensos, biocidas, etc.
- Control de temperatura y humedad en las naves cerradas.
- Los insectos deben ser de cría controlada, alimentados con productos autorizados para la alimentación animal.
- Se debe asegurar que los insectos no sean patógenos para los animales o humanos, ni vectores de enfermedades, y que no sean especies protegidas o invasoras.

Licencia de Actividad: Se requiere tramitar la comunicación o licencia ambiental correspondiente en el Ayuntamiento. Posteriormente, se solicitará el alta como núcleo zoológico.

6. Marco legal

6.1 Normatividad nacional

El marco normativo en Colombia para la alimentación animal, las materias primas de origen animal, y la harina de insecto, así como la normatividad ambiental, se rige por diversas leyes y resoluciones.

6.1.1 Resolución 061252 de 2020

Establece los requisitos y procedimientos para el registro de fabricantes, importadores y alimentos para animales. Esta resolución es fundamental para la comercialización de cualquier alimento destinado a consumo animal en Colombia.

6.1.2 Resolución 1056 de 1996

Dicta disposiciones para el control técnico de productos veterinarios, incluyendo el registro de medicamentos veterinarios y alimentos medicados para animales.

6.1.3 Resolución 2028 de 2002

Establece los requisitos para el registro de productores de harinas de origen animal. Define "harina de origen animal" como el producto obtenido del procesamiento de subproductos de matadero como sangre, plumas, huesos, pedazos de carne y fetos. Excluye la harina de pescado. Las empresas dedicadas a la producción de estas harinas deben registrarse ante el ICA.

6.1.4 NTC 685:2004

("Alimentos para animales. Harinas de subproductos de origen animal") establece requisitos para harinas de subproductos de origen animal, aunque explícitamente excluye la harina de pescado, sangre y huesos. En la práctica, *la NTC 646* (para harina de pescado) podría ser considerada como una referencia para la harina de insectos, dadas las similitudes en su uso como fuente proteica.

6.1.5 Ley 99 de 1993

Crea el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), estableciendo los principios y regulaciones generales para la gestión ambiental en Colombia.

6.1.6 Decreto 1843 de 1991

Regula el uso y manejo de plaguicidas, lo cual es importante para el control de la sanidad animal y vegetal, y para evitar el deterioro del ambiente en las instalaciones de cría de insectos.

6.2 Normatividad internacional

6.2.1 Marco Normativo General: "Nuevos Alimentos"

6.2.1.1 Reglamento (UE) 2015/2283. Del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los nuevos alimentos. Este reglamento establece el procedimiento de autorización previa para la comercialización de cualquier alimento que no haya sido consumido de forma significativa en la UE antes del 15 de mayo de 1997.

6.2.1.2 Reglamento de Ejecución (UE) 2021/882. de la Comisión, de 1 de junio de 2021, por el que se autoriza la comercialización de larvas de Tenebrio molitor desecadas como nuevo alimento.

6.2.1.3 Reglamento de Ejecución (UE) 2022/169. de la Comisión, de 8 de febrero de 2022, por el que se autoriza la comercialización de las formas congelada, desecada y en polvo del gusano de la harina (larva de Tenebrio molitor).

6.2.1.4 Reglamento de Ejecución (UE) 2025/89. de la Comisión, de 20 de enero de 2025, por el que se autoriza la comercialización de polvo tratado con radiación ultravioleta de larvas enteras de Tenebrio molitor.

6.2.1.5 Cría y Producción (Granja de Insectos). Aunque no existe una normativa específica para la cría de insectos como animales de granja, se aplican regulaciones generales sobre la producción animal y la higiene alimentaria:

Registro de Explotaciones Ganaderas (REGA): Aunque los insectos no se mencionan expresamente, se consideran animales de producción y, por lo tanto, la explotación debe estar inscrita en los registros autonómicos correspondientes y obtener un código REGA. Esto implica una autorización previa por parte de la autoridad competente de la comunidad autónoma.

6.2.1.6 Ley 8/2003. de 24 de abril, de sanidad animal: Aplican los principios generales de sanidad animal.

Condiciones Higiénico-Sanitarias y de Bioseguridad: La explotación debe cumplir con requisitos básicos de higiene y bioseguridad.

6.2.1.7 Decreto 787/2023. (y su modificación posterior Real Decreto 1307/2024) por el que se dictan disposiciones para regular el sistema de trazabilidad, identificación y registro de determinadas especies de animales terrestres en cautividad. Aunque está más enfocado a ganado tradicional, sus principios de trazabilidad son aplicables.

7. Marco geográfico

7.1 Ubicación del proyecto

El proyecto de cría de *Tenebrio molitor* se encuentra ubicado en el municipio de Bucaramanga, departamento de Santander, Colombia, específicamente en la Carrera 29 # 92-49 del barrio Sotomayor. Esta zona hace parte del área urbana de la ciudad, situada en la vertiente oriental de la Cordillera Oriental de los Andes. Bucaramanga está localizada a una altitud promedio

de 959 metros sobre el nivel del mar, en las coordenadas aproximadas 7,125° latitud Norte y 73,12° longitud Oeste, dentro de un contexto geográfico caracterizado por relieves ondulados y variaciones topográficas que generan microclimas locales.

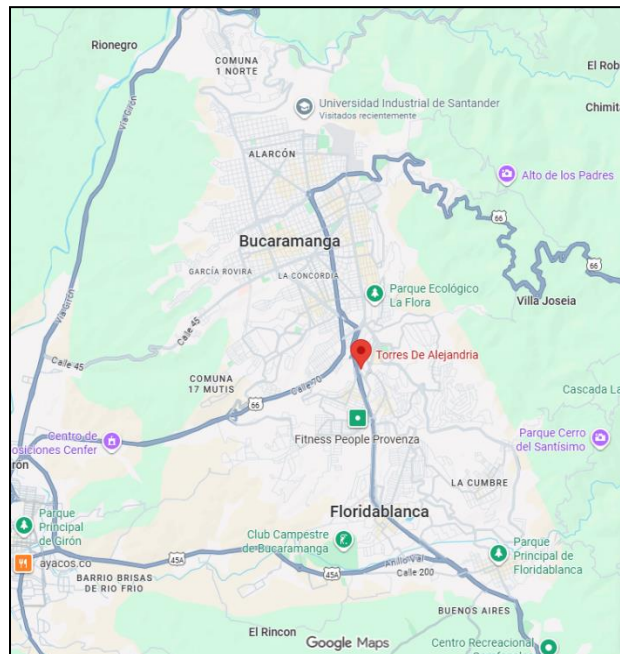
En cuanto a las condiciones climáticas, Bucaramanga presenta un régimen monzónico con una temperatura media anual cercana a 21,4 °C y una máxima promedio de 25-27 °C, sin descensos significativos durante el año. La temperatura registrada en la zona de estudio durante el desarrollo del proyecto osciló entre 26 y 27 °C, rango considerado óptimo para el desarrollo de *T. molitor*. La humedad relativa se mantuvo entre 65 y 77 %, lo que coincide con los promedios históricos de la ciudad, que suelen ubicarse en el rango de 70-80 %.

La precipitación anual promedio en Bucaramanga es de 1.000 a 1.200 mm, con dos periodos lluviosos bien definidos (abril-mayo y septiembre-noviembre) y dos épocas relativamente secas. Estos patrones de lluvia influyen directamente en la humedad relativa ambiental, lo que debe ser controlado cuidadosamente dentro de los sistemas de cría, ya que niveles excesivos de humedad pueden favorecer la proliferación de mohos y patógenos en los sustratos de los insectos.

En síntesis, las características ambientales del barrio Sotomayor —temperaturas estables entre 26-27 °C, humedad relativa promedio de 65-77 %, altitud de 959 m s. n. m. y régimen de lluvias bimodal— ofrecen condiciones adecuadas para el desarrollo de *Tenebrio molitor*. No obstante, se requiere un monitoreo constante de la humedad y la ventilación, especialmente en los periodos de mayor pluviosidad, con el fin de garantizar la inocuidad y el bienestar en los criaderos.

Figura10

Mapa ubicación del proyecto



Nota: En la figura 10, se observa la ubicación en donde se está realizando el proceso.

8. Método

8.1 Diseño metodológico

Tabla 5

Diseño Metodológico

Tipo o clase de investigación	Experimental y mixta porque se aplicaron variables y se verificaron las hipótesis propuestas, mediante valores cuantitativos y cualitativos con criterios comparativos.
Sistema de hipótesis y variables o de Presupuestos y categorías de análisis	Hipótesis: La dieta suministrada al <i>Tenebrio molitor</i> influyó en el rendimiento y las características nutricionales de la harina obtenida.

	<p>Variables Independientes: Dieta suministrada, número de escarabajos, temperatura y humedad relativa.</p> <p>Las Variables dependientes: índice de conversión de la ingesta, peso total, tamaño de la larva, contenido nutricional y rendimiento de la harina.</p>
<p>Técnica de análisis y procesamiento de la información</p>	<p>Formulaciones de dietas, registros de cría, registros de la harina, resultados de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas.</p>
<p>Método de investigación</p>	<p>Experimental, inductivo, cualitativo y cuantitativo porque a partir de unas variables independientes se observaron las variables dependientes para comprobar la hipótesis formulada, mediante resultados cualitativos y cuantitativos.</p>
<p>Fuentes de información</p>	<p>Hojas de registros, resultados de pruebas fisicoquímicas y microbiológica.</p>
<p>Técnicas de investigación</p>	<p>Observación directa</p>
<p>Instrumento para recolectar la información</p>	<p>Software para registros, resultado de análisis de laboratorio.</p>

Modo de aplicación	Dirigida y directa
Definición de población (elemento, muestral o censal)	Insectos de <i>Tenebrio molitor</i> y dietas suministradas en una misma proporción con variaciones de alimento.
Proceso de muestreo	De acuerdo con la revisión de literatura realizada, se eligieron las diferentes dietas acordes con las necesidades alimenticias de los insectos, al igual que el número definido de acuerdo con el espacio de cría (bandejas), para las condiciones ambientales aplicadas destinadas a prevenir el estrés y el canibalismo excesivo.
Marco muestral o censal	Quinientos (500) escarabajos en bandejas de 41cm X 25.5cm X 7cm; doce (12) bandejas con doce (12) formulaciones de dieta.
Alcance	Bucaramanga, Santander
Tiempo de aplicación	Cuatro (4) meses

Nota. En la tabla 5, se muestra el diseño metodológico con la información que se utilizó para realizar el estudio del proyecto.


8.2 Metodología

8.2.1 Cría de escarabajos

Caracterización de materias primas, insumos y materiales utilizados para la cría de los escarabajos

Tabla6

Criterios de selección de escarabajos

<p>Criterios de selección de adultos (escarabajos)</p> 	<p>Edad reproductiva: Se seleccionaron escarabajos recién emergidos de la pupa (sexual y reproductivamente maduros en 1 semana)</p> <p>Apariencia y salud: se seleccionaron escarabajos de coloración negra-marrón, con todo su exoesqueleto completo, sin ninguna imperfección.</p> <p>Densidad de población: a cada bandeja se agregaron quinientos (500) escarabajos, en recipientes con dimensiones de 41cm X 25.5cm X 7cm, buscando un comportamiento adecuado, sin tener consecuencias de canibalismo.</p>
<p>Requisitos del entorno para la reproducción y eclosión</p>	<p>Temperatura: se inició con una temperatura de 25°C, la cual vario durante todo el proceso</p> <p>Humedad relativa: se inició con una humedad de 67%, la cual vario durante todo el proceso.</p> <p>Luminosidad: se proporcionó un mínimo de luminosidad; esto con el objetivo de no generar estrés en la cría</p> <p>Sustrato: Diferentes dietas suministradas, colocadas en bandejas plásticas 41cm x 25,7 cm x 7 cm a una temperatura 25°c y humedad relativa promedio 67%</p>

**Alimento:**

los alimentos utilizados para el sustrato fueron (salvado de trigo, mogolla de trigo, harina de maíz, avena, harina de cebada, y harina de sorgo); estos fueron revisados detalladamente, asegurando que estuviesen libres de cualquier moho o plagas.

Recipientes: se utilizaron recipientes plásticos con bordes lisos (no escalables) con dimensiones de 41cm X 25.5cm X 7cm.

Bioseguridad y limpieza

Limpieza: durante el proceso de cría se realizó una constante limpieza; cambio de sustrato y limpieza de frass; de igual manera se realizó el retiro de la hidratación no consumida; esto con el objetivo de evitar mohos.

Nota. En la tabla 6, se muestra los criterios de selección de los escarabajos, los requisitos del entorno y la bioseguridad para la cría de los escarabajos.

8.2.2 Materias primas Para la alimentación de los escarabajos**Tabla7**

Criterios de calidad de las materias primas para la alimentación de los escarabajos.

<i>Alimentos</i>	<i>Color</i>	<i>Olor</i>	<i>Textura / Apariencia</i>	<i>Signos de mala calidad (deben evitarse)</i>
<p>Salvado de trigo</p> 	<p>Marrón claro o beige uniforme</p>	<p>Suave, fresco a cereal</p>	<p>Seco, suelto, sin grumos</p>	<p>Presencia de moho, grumos duros, olor rancio o a humedad</p>
<p>Mogolla de trigo</p> 	<p>Dorado claro a marrón claro</p>	<p>A cereal o pan seco</p>	<p>Harinosa o molida, sin partes húmedas</p>	<p>Olor fermentado, moho visible o insectos</p>

<p>Avena (molida)</p>	<p>Beige o amarillento claro</p>	<p>Neutro, suave</p>	<p>Ligeramente áspera, seca y quebradiza</p>	<p>Hojuelas oscuras, húmedas o con olor a fermento</p>	
	<p>Sorgo molido</p>	<p>Marrón claro o rojizo uniforme</p>	<p>Neutro, sin acidez</p>	<p>Polvo fino, seco, sin compactar</p>	<p>Manchas negras, moho, olor agrio</p>
	<p>Cebada molida</p>	<p>Beige claro o dorado</p>	<p>A cereal seco</p>	<p>Suelta, no pegajosa</p>	<p>Presencia de humedad, moho o compactación</p>
					

Harina de Maiz	Amarillo brillante uniforme	Dulzón suave	Polvo fino, seco y suelto	Color opaco, grumos duros o moho
-----------------------	-----------------------------------	-----------------	---------------------------------	--



Zanahoria (fresca)	Naranja intenso, brillante	Fresco, vegetal	Firme, jugosa, sin partes blandas	Olor ácido, partes negras o blandas, moho
---------------------------	----------------------------------	--------------------	--	--



Repollo (fresco)	Verde claro a verde intenso	Vegetal fresco	Hojas firmes, limpias, manchas	Hojas marchitas, sin amarillas o con moho
-------------------------	--------------------------------	----------------	--------------------------------------	---



Nota. En la tabla 7, se muestra los criterios de calidad de los alimentos con las características para una buena alimentación de los escarabajos.

8.2.3 Dietas suministradas

Tabla8*Dietas Suministradas*

Dietas	Cantidades (g)
1: Salvado de trigo	500
Zanahoria	70
2: Mogolla de trigo	500
zanahoria	70
3: Cebada	500
Zanahoria	70
4: Harina de maíz	500
zanahoria	70
5: Harina de sorgo	500
zanahoria	70
6: Avena	500
zanahoria	70
7: Salvado de trigo	500
Repollo	70
8: Mogolla de trigo	500
Repollo	70
9: Harina de maíz	500
Repollo	70

10: Cebada	500
Repollo	70
11: Harina de sorgo	500
Repollo	70
12: Avena	500
repollo	70

Nota. En la tabla 8, se muestran las dietas suministradas con sus cantidades respectivas.

8.3 Metodología de cría

Durante el desarrollo del experimento se evaluó el efecto de diferentes dietas sobre el rendimiento larval del *Tenebrio molitor* en unidades de cría controladas, con el propósito de seleccionar las harinas con mejores características para el desarrollo, calidad y su posterior transformación en harina proteica destinada a la alimentación de especies menores.

Las dietas seleccionadas, cada una con propiedades particulares, se analizaron en función de su efecto sobre parámetros como tasa de crecimiento, conversión alimenticia y supervivencia larval.

Tabla9

Metodología de alimentación en la cría del tenebrio molitor

Día del proceso	Actividad realizada	Tipo de acción	Detalles del sustrato y condiciones
0	Carga inicial de alimento	Alimentación inicial	500 g por bandeja; salvado de trigo, mogolla, sorgo, cebada, avena, harina de maíz; en seco

73	Adición de alimento	Alimentación de suplementaria	Todas las bandejas; misma variedad de sustratos
87	Cambio total de sustrato	Limpieza y retiro de frass	Tamizado fino para conservar larvas
94	Adición selectiva de alimento	Alimentación de según consumo	Solo bandejas con alto consumo; salvado, mogolla, sorgo, cebada; en seco e hidratado
101	Cambio total de sustrato	Limpieza y retiro de frass	Tamizado fino
108	Adición selectiva de alimento	Alimentación de según consumo	Solo bandejas con alto consumo; mismos sustratos
115	Cambio total de sustrato	Limpieza final	Tamizado fino; cierre del ciclo de manejo técnico

Nota. En la tabla 9, se muestran las actividades realizadas, con las acciones detalladas.

Al inicio del proceso se dispuso en cada bandeja una carga inicial de 500 gramos de alimento, correspondiente a diferentes tipos de sustrato: salvado de trigo, mogolla de trigo, sorgo y cebada, avena, harina de maíz, aplicados en condiciones secas. La dinámica de alimentación fue ajustada de forma dependiente al consumo larval observado en cada bandeja, permitiendo la

adición progresiva de alimento únicamente cuando se evidenciaba una reducción significativa en la masa del sustrato, lo cual indicaba una alta actividad de consumo.

A los 73 días de iniciado el proceso, se realizó una adición general de alimento en todas las bandejas con el objetivo de asegurar el consumo total de la carga inicial. Posteriormente, en el día 87, se efectuó un cambio completo de sustrato en todas las bandejas, con el propósito de retirar el frass acumulado (excremento larval) y realizar una limpieza de cama. Este procedimiento se llevó a cabo utilizando un tamiz de malla fina, diseñado para evitar la pérdida de larvas durante el proceso de separación.

En el día 94 se procedió a una nueva adición de alimento, esta vez de forma selectiva, únicamente en aquellas bandejas donde se había registrado un consumo elevado. Los sustratos utilizados en esta etapa fueron nuevamente salvados de trigo, mogolla de trigo, sorgo y cebada, aplicados en ambas condiciones de hidratación. Las bandejas con bajo consumo no recibieron nueva carga alimenticia. En el día 101 se repitió el procedimiento de cambio total de sustrato, manteniendo el objetivo de limpieza y retiro de frass, utilizando el mismo método de tamizado fino.

El día 108 se llevó a cabo una nueva adición de alimento en bandejas seleccionadas, siguiendo el mismo criterio de consumo larval significativo. Finalmente, en el día 115 se realizó el último cambio de sustrato en todas las bandejas, completando así el ciclo de manejo técnico del sistema de cría, con énfasis en la optimización del consumo, la higiene del medio y la conservación de la biomasa larval.

8.4 Cosecha de larvas de *tenebrio molitor*

Transcurrido el periodo de cría de cuatro meses, se procedió a realizar la cosecha de las larvas de *Tenebrio molitor* mediante un proceso de limpieza y separación por tamizado.

En esta etapa, se efectuó la separación del sustrato residual, el frass (excretas y restos de alimento) y las larvas vivas, descartando aquellas larvas muertas o deterioradas.

Posteriormente, se pesaron las larvas obtenidas de cada bandeja de cría con el fin de evaluar el rendimiento y densidad larval. Se seleccionaron las bandejas con mayor peso total y mayor tamaño promedio de larvas, indicadores de una alimentación y desarrollo óptimos.

A continuación, las larvas seleccionadas fueron sometidas a un ayuno de 48 horas, con el fin de vaciar el contenido intestinal y mejorar las condiciones higiénico-sanitarias del producto final. Finalizado el ayuno, se procedió al proceso de deshidratación, etapa previa a la obtención de la harina proteica de *Tenebrio molitor*.

8.5 Proceso elaboración de harina de *tenebrio molitor*

Se elaboraron dos tipos de harina de *Tenebrio molitor*; para esto; se seleccionaron dos bandejas de cultivo que presentaron los mejores indicadores en cuanto a porcentaje de larvas vivas, tamaño corporal, peso individual y densidad poblacional. Las dietas correspondientes a estas bandejas fueron mogolla de trigo con repollo, y salvado de trigo con zanahoria. (figura 11 y 12)

Figura11

Bandeja de salvado de trigo y mogolla



Nota: Se observa la bandeja de salvada de trigo y zanahoria.

Figura 12

Bandeja de mogolla de trigo y repollo



Nota: Se observa la bandeja de mogolla de trigo y zanahoria

Las larvas fueron sometidas a un ayuno controlado de 48 horas con el objetivo de facilitar la evacuación del contenido intestinal, reducir la carga microbiana y mejorar la calidad del producto final. Posteriormente, se realizó una limpieza mecánica de las bandejas para remover los desechos sólidos (frass) y restos de alimento no consumido, garantizando así la pureza del lote antes del procesamiento térmico. (figura 13)

Figura13

Larvas en proceso de ayuno



Nota: Se observa las larvas seleccionadas para el proceso de ayuno.

Una vez preparadas, las larvas fueron sometidas a un choque térmico a 200 °C durante 5 minutos, procedimiento diseñado para inducir la muerte rápida sin generar estrés prolongado, iniciar el proceso de deshidratación y preservar la integridad estructural y nutricional del insecto. A continuación, se llevó a cabo la deshidratación en horno a una temperatura constante de 55 °C durante 5 horas, con el fin de alcanzar una humedad residual inferior al 10 %, condición necesaria para evitar la proliferación microbiana y asegurar la estabilidad del producto. (figura 14)

Figura 14

Proceso de choque térmico y deshidratación



Nota: Se observa el instrumento utilizado para el proceso de choque termino y deshidratación.

Finalizada la deshidratación, se realizó un pesaje intermedio para calcular el rendimiento de masa seca y evaluar la eficiencia del proceso térmico. Las larvas deshidratadas fueron luego sometidas a molienda mediante un procesador de alimentos obteniendo una granulometría tipo harina gruesa, cuidando que no se generara sobrecalentamiento durante el proceso para preservar los nutrientes. Finalmente, se efectuó un segundo pesaje para determinar el rendimiento neto de harina obtenida, la cual fue empacada a una temperatura de 25 °C. (figura15,16)

Para la realización del análisis microbiológico, se tomó una muestra de 261 g de harina de Tenebrio molitor, proveniente de la bandeja alimentada con la dieta de mogolla y zanahoria, correspondiente a la formulación con mayor rendimiento y calidad larval.

Figura15

Larvas deshidratadas



Nota: Se observan las larvas deshidratadas de las bandejas seleccionadas.

Figura16

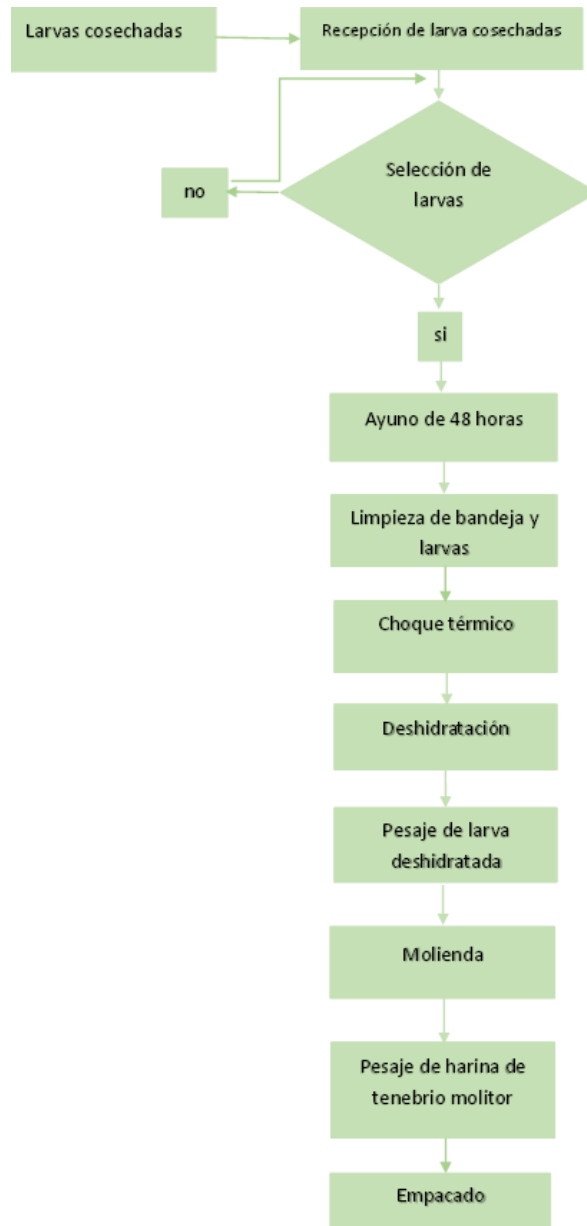
Harina de tenebrio molitor



Nota: Se observa la harina que se obtuvo en el proceso de molienda. (Ver figura 17)

Figura17

Diagrama flujo elaboración de la harina tenebrio molitor



Nota. En la figura 17, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de la harina tenebrio molitor

La harina obtenida se remitió a un laboratorio para determinación de sus características microbiológicas y fisicoquímicas. Posteriormente se caracterizó la harina obtenida, de acuerdo con estos resultados y con los requerimientos nutricionales de las especies menores (pollos, porcinos peces-mojarra)

9. Resultados y Discusión

Establecimiento de los alimentos requeridos que hicieron parte de la dieta alimentaria del *Tenebrio molitor* (gusano de harina) para el establecimiento de unidades de cría como muestras de observación y los resultados obtenidos (larvas cosechadas)

Después de caracterizar las materias primas (tabla 6) se implementaron las diferentes dietas que arrojaron los siguientes resultados en larva cosecha:

Mogolla de trigo y zanahoria: Durante el desarrollo del proceso experimental, la dieta compuesta por mogolla de trigo y zanahoria presentó una alta aceptación tanto por los individuos adultos como por las larvas del insecto en estudio, evidenciando una palatabilidad favorable y una eficiencia nutricional destacada. Esta formulación dietaria permitió obtener larvas con morfometría óptima y una elevada densidad poblacional por unidad de superficie en las bandejas de cría.

El rendimiento larval alcanzado fue de 710 gramos de biomasa útil, acompañado de 17 gramos de descarte, atribuible a la sobresaturación larval en el sustrato. La eficacia de esta dieta se relaciona directamente con su elevado contenido de carbohidratos complejos, los cuales son metabolizados eficientemente por las larvas, favoreciendo su desarrollo somático y tasa de

crecimiento. Adicionalmente, la hidratación del sustrato contribuyó significativamente al estímulo del apetito larval, gracias a la presencia de compuestos solubles de sabor dulce y a la textura suave del medio, lo que facilitó el consumo voluntario y sostenido.

El volumen de descarte registrado se asocia a la alta densidad larval, que puede inducir competencia intraespecífica por recursos y espacio, afectando la eficiencia de conversión alimenticia en algunos individuos. Estos resultados sugieren que la combinación mogolla de trigo–zanahoria hidratada constituye una formulación dietaría altamente efectiva para la producción intensiva de biomasa larval, aunque se recomienda ajustar la carga poblacional por bandeja para minimizar pérdidas por sobrepoblación. (Ver figura 18)

Figura 18

Pesaje total de larva cosechada mogolla de trigo y zanahoria



Nota. Bandeja de mogolla de trigo y zanahoria

Salvado de trigo y zanahoria: Durante el desarrollo del proceso experimental, la dieta compuesta por salvado de trigo y zanahoria mostró una alta aceptación por parte de los estadios adultos y larvales del insecto en estudio, evidenciando una adecuada palatabilidad y eficiencia nutricional. Las larvas cosechadas presentaron una morfometría favorable y una densidad poblacional óptima en las bandejas de cría, alcanzando una biomasa útil de 681 gramos, con un volumen de descarte mínimo de 10 gramos.

La efectividad de esta dieta se atribuye a su elevado contenido de fibra dietaria y carbohidratos estructurales, los cuales actúan como fuente energética primaria para el desarrollo larval. La fibra, además de su valor nutricional, contribuyó a mejorar la movilidad de las larvas dentro del sustrato, facilitando su capacidad de ocultamiento. Este comportamiento etológico fue determinante para la reducción del estrés tanto en larvas como en adultos, al minimizar la exposición y la competencia directa.

La inclusión de zanahoria en la dieta aportó compuestos solubles de sabor dulce y una textura blanda, lo que estimuló el consumo voluntario y favoreció la tasa de crecimiento larval. El bajo porcentaje de descarte registrado se relaciona con fenómenos de canibalismo, posiblemente inducidos por la alta densidad larval o por desequilibrios puntuales en la disponibilidad de microespacios dentro del sustrato. Estos resultados confirman que la combinación salvada de trigo–zanahoria hidratada constituye una formulación eficiente para la producción de biomasa larval, aunque se recomienda monitorear la densidad poblacional para mitigar eventos de canibalismo. Ver figura 19.

Figura 19

Pesaje total de larva cosechada salvado de trigo y zanahoria



Nota. Bandeja de salvado de trigo y zanahoria

Cebada y zanahoria: Durante el desarrollo del proceso experimental, la dieta compuesta por harina de cebada perlada y zanahoria presentó una elevada densidad larval en las bandejas de cría, aunque las larvas obtenidas no alcanzaron el tamaño esperado en relación con el tiempo transcurrido. La biomasa total cosechada fue de 420 gramos, sin registro de descarte, lo que indica una eficiencia aceptable en términos de supervivencia, pero limitada en desarrollo morfométrico.

El rendimiento subóptimo en tamaño larval se atribuye a deficiencias en el procesamiento físico del ingrediente principal: la cebada perlada no fue sometida a una molienda adecuada, lo que impidió la correcta ingestión y digestión de sus componentes nutricionales por parte de las larvas. A pesar de que la cebada posee un alto contenido de almidones y fibra dietaria, su biodisponibilidad se vio comprometida por la granulometría inadecuada del sustrato.

Por otro lado, la zanahoria, utilizada como fuente de hidratación, aportó compuestos solubles de sabor dulce y una textura blanda que, en otros contextos, favorecen el consumo larval. Sin embargo, en esta formulación específica, su aceptación fue limitada, posiblemente debido a la baja sinergia con la matriz de cebada no procesada. (Ver figura 20)

Figura 20

Pesaje total de larva cosechada cebada y zanahoria



Nota. Bandeja de Cebada y Zanahoria

Sorgo y zanahoria: Durante el desarrollo del proceso experimental, la dieta compuesta por sorgo y zanahoria presentó una baja aceptabilidad por parte de las larvas, reflejada en indicadores subóptimos de crecimiento y densidad poblacional. Aunque el sorgo posee un alto contenido de almidones, su limitada concentración proteica afectó negativamente la eficiencia nutricional de la dieta, lo que se tradujo en un rendimiento larval reducido.

La biomasa total cosechada fue de 281 gramos, correspondiente a larvas de pequeño tamaño y baja densidad por unidad de superficie en las bandejas de cría. Se registró un volumen

de descarte de 8 gramos, atribuible a deficiencias nutricionales que comprometieron el desarrollo somático de algunos individuos. La baja disponibilidad de aminoácidos esenciales en el sorgo limitó la síntesis proteica larval, afectando directamente la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia.

Si bien la zanahoria aportó compuestos solubles de sabor dulce y una textura blanda que favorecen la hidratación y estimulan el apetito larval, su inclusión no fue suficiente para compensar el déficit nutricional de la dieta. La formulación sorgo–zanahoria, en las condiciones evaluadas, no proporcionó el perfil nutricional adecuado para el desarrollo óptimo de la biomasa larval, por lo que se recomienda su reformulación mediante la inclusión de fuentes proteicas complementarias que mejoren la calidad del sustrato y la eficiencia productiva del sistema. (Ver figura 21)

Figura 21

Pesaje total de larva cosechada Sorgo y Zanahoria



Nota. Bandeja de Sorgo y Zanahoria

Maíz y zanahoria: Durante el desarrollo del proceso experimental, la dieta formulada con harina de maíz y zanahoria presentó un desempeño productivo limitado, reflejado en indicadores mínimos de biomasa larval y baja eficiencia nutricional. Aunque el maíz constituye una fuente energética rica en carbohidratos, su perfil nutricional incompleto, particularmente en aminoácidos esenciales y micronutrientes, no permitió un desarrollo larval óptimo.

La biomasa total cosechada fue de 60 gramos, correspondiente a larvas de reducido tamaño y baja densidad poblacional por unidad de superficie en las bandejas de cría. Estos resultados sugieren una baja tasa de conversión alimenticia y una limitada capacidad de crecimiento somático bajo esta formulación dietaria.

La inclusión de zanahoria como componente hidratante aportó compuestos solubles de sabor dulce y textura blanda, los cuales suelen favorecer el consumo voluntario y la estimulación del apetito larval. Sin embargo, en este caso, su efecto fue insuficiente para compensar las deficiencias nutricionales de la harina de maíz, lo que resultó en una baja productividad general del sistema.

Se concluye que la dieta maíz–zanahoria, en las condiciones evaluadas, no proporciona un perfil nutricional adecuado para el desarrollo intensivo de biomasa larval. (Ver figura 22)

Figura 22

Pesaje total de larva cosechada maíz y zanahoria



Nota. Bandeja de maíz y zanahoria

Avena y zanahoria: Durante el desarrollo del proceso experimental, se observó una baja aceptabilidad de la dieta por parte de los estadios adultos y larvales, atribuida principalmente a la granulometría excesivamente fina del sustrato alimenticio. Esta condición física del alimento generó una limitación significativa en la movilidad de los organismos dentro de la bandeja, provocando comportamientos indicativos de estrés, especialmente en las larvas, que mostraban dificultad para desplazarse y acceder al alimento de forma eficiente.

A pesar de estas restricciones, se obtuvo una biomasa larval total de 291 gramos, compuesta por individuos de tamaño adecuado, pero con una densidad poblacional mínima por unidad de superficie. Este resultado sugiere que, si bien el crecimiento individual no fue comprometido, la tasa de reproducción o supervivencia fue limitada bajo las condiciones dietarias evaluadas.

La zanahoria, utilizada como fuente de hidratación, aportó carbohidratos simples y fibra dietaria, componentes que favorecen el metabolismo larval y estimulan el consumo. No obstante, su aceptación por parte de los adultos fue reducida, debido a que su textura húmeda y adhesiva generó acumulación sobre el exoesqueleto, dificultando la locomoción y posiblemente afectando la interacción social y reproductiva. (Ver figura 23)

Figura 23

Pesaje total de larva cosechada avena y zanahoria



Nota. Bandeja Avena y Zanahoria

Mogolla y repollo: Durante el proceso experimental, la dieta compuesta por mogolla de trigo y repollo mostró una elevada aceptabilidad por parte de los estadios adultos y larvales de Tenebrio molitor, atribuida a la adecuada estructura física del sustrato y a su perfil nutricional. La mogolla de trigo, como subproducto de molienda con predominancia de partículas gruesas, proporcionó una matriz alimenticia rica en carbohidratos complejos y fibra dietaria insoluble, elementos esenciales para el desarrollo somático larval, la eficiencia de conversión alimenticia (ECA) y la regulación del tránsito intestinal.

La granulometría del sustrato facilitó la movilidad intra-bandeja, permitiendo que las larvas se enterraran de forma eficiente, lo que redujo el estrés fisiológico asociado a la exposición superficial y mejoró el comportamiento etológico. El repollo, incorporado como componente hidratante, aportó humedad estructural, azúcares simples (glucosa y fructosa), compuestos antioxidantes (flavonoides, vitamina C) y micronutrientes como calcio y potasio, que favorecieron la palatabilidad del sustrato y estimularon el consumo voluntario.

Como resultado, se obtuvo una biomasa larval total de 729 gramos, con una densidad poblacional considerable por unidad de superficie en las bandejas de cría. El volumen de descarte fue mínimo (2 gramos), lo que indica una alta eficiencia biológica del sistema bajo esta formulación dietaria. (Ver figura 24)

Figura 24

Pesaje total de larva cosechada Mogolla y Repollo



Nota. Bandeja de mogolla y repollo

Salvado y repollo: Durante el proceso experimental, la dieta compuesta por salvado de trigo y repollo mostró una elevada aceptabilidad por parte de los adultos y larvas de Tenebrio molitor, atribuida a la adecuada composición nutricional y estructura física del sustrato. El salvado

de trigo, como subproducto de molienda con alta proporción de fibra insoluble y carbohidratos complejos, proporcionó una fuente energética eficiente y favoreció el desarrollo somático larval, así como la regulación del tránsito intestinal y la conversión alimenticia (ECA).

El repollo, incorporado como componente hidratante, aportó humedad estructural, azúcares simples (glucosa y fructosa), compuestos antioxidantes (flavonoides, vitamina C) y micronutrientes esenciales como calcio, potasio y ácido fólico, que contribuyeron a mejorar la palatabilidad del sustrato y estimularon el consumo voluntario. La textura fibrosa y el contenido hídrico del repollo facilitaron la movilidad intra-sustrato, reduciendo el estrés mecánico y favoreciendo el comportamiento de enterramiento.

Las larvas cosechadas alcanzaron una biomasa total de 539 gramos, con una densidad poblacional considerable por unidad de superficie en las bandejas de cría. Se registró un volumen de descarte de 15 gramos, atribuible a condiciones de sobrepoblación que generaron estrés fisiológico y competencia intraespecífica, afectando la eficiencia de conversión en algunos individuos. (Ver figura 25)

Figura 25

Pesaje total de larva cosechada Salvado y Repollo



Nota. Bandeja de salvado y repollo

Cebada y repollo: Durante el proceso experimental, la dieta compuesta por cebada perlada y repollo presentó un desempeño subóptimo en términos de aceptación biológica, densidad poblacional y rendimiento de biomasa larval en *Tenebrio molitor*. La cebada perlada, aunque nutricionalmente rica en carbohidratos complejos (principalmente almidones) y fibra dietaria insoluble, fue suministrada con una granulometría gruesa, lo que limitó su biodisponibilidad y dificultó la ingestión eficiente por parte de las larvas. Esta condición física del sustrato afectó negativamente la tasa de conversión alimenticia (ECA) y el desarrollo somático.

El repollo, incorporado como componente hidratante, aportó humedad estructural, azúcares simples, compuestos antioxidantes y micronutrientes esenciales como calcio, potasio y vitamina C. Sin embargo, su inclusión no logró compensar las deficiencias físicas del sustrato base ni mejorar significativamente la palatabilidad de la dieta.

Como resultado, se obtuvo una biomasa larval total de 469 gramos, con baja densidad por unidad de superficie en las bandejas de cría. (Ver figura 26)

Figura 26

Pesaje total de larva cosechada Cebada y Repollo



Nota. Bandeja de Cebada y repollo

Sorgo y repollo: Durante el proceso experimental, la dieta compuesta por harina de sorgo y repollo evidenció una baja aceptabilidad por parte de los estadios larvales de *Tenebrio molitor*, reflejada en una densidad poblacional reducida y una eficiencia de conversión alimenticia (ECA) limitada. El sorgo, aunque constituye una fuente energética por su contenido de almidones, presenta un perfil nutricional deficiente en aminoácidos esenciales y una baja concentración proteica, lo cual restringe la síntesis proteica larval y afecta negativamente el desarrollo somático. Además, la presencia de compuestos anti nutricionales como taninos y fitatos puede interferir con la digestibilidad y la absorción de nutrientes clave.

La harina de sorgo utilizada en esta formulación presentó una granulometría fina, lo que comprometió la movilidad larval dentro del sustrato, dificultando el comportamiento de enterramiento y el acceso eficiente al alimento. Esta condición física del medio contribuyó al estrés mecánico y a la reducción de la tasa de ingestión voluntaria.

El repollo, incorporado como componente hidratante, aportó humedad estructural, azúcares simples (glucosa, fructosa) y compuestos bioactivos como flavonoides y vitamina C. Sin embargo,

su inclusión no logró mejorar significativamente la palatabilidad ni compensar las deficiencias nutricionales del sustrato base. Como resultado, se obtuvo una biomasa larval total de 261 gramos, con baja densidad por unidad de superficie y una respuesta biológica limitada frente a la dieta evaluada. (Ver figura 27)

Figura 27

Pesaje total de larva cosechada Sorgo y Repollo



Nota. Bandeja de Sorgo y Repollo

Maíz y repollo: Durante el proceso experimental, la dieta formulada con harina de maíz y repollo evidenció un rendimiento larval limitado, caracterizado por una baja densidad poblacional y una biomasa total reducida en los sistemas de cría de Tenebrio molitor. La harina de maíz, aunque constituye una fuente energética relevante por su alto contenido de carbohidratos estructurales — principalmente almidones—, presenta una deficiencia significativa en aminoácidos esenciales y una baja concentración proteica, lo cual restringe la síntesis proteica larval y afecta negativamente la eficiencia de conversión alimenticia (ECA).

Adicionalmente, la granulometría gruesa del sustrato generó condiciones físicas desfavorables para la movilidad larval, dificultando el comportamiento de enterramiento, el acceso al alimento y la distribución homogénea del sustrato en la bandeja. Estos factores contribuyeron al incremento del estrés mecánico y a la reducción de la tasa de ingestión voluntaria.

El repollo, incorporado como componente hidratante, aportó humedad estructural, azúcares simples (glucosa y fructosa), compuestos antioxidantes (flavonoides, vitamina C) y micronutrientes como calcio y potasio. No obstante, su inclusión no logró compensar las limitaciones nutricionales y físicas del sustrato base, resultando en una respuesta biológica subóptima.

La biomasa larval obtenida fue de 108 gramos, con individuos de tamaño medio y baja densidad por unidad de superficie en las bandejas de cría. (Ver figura 28)

Figura 28

Pesaje total de larva cosechada Maíz y Repollo



Nota. Bandeja de Maíz y Repollo

Avena y repollo: Durante el proceso experimental, la dieta compuesta por harina de avena y repollo mostró un desempeño moderado en términos de productividad larval en Tenebrio

molitor, con parámetros comparables a los observados en formulaciones previas que incluían avena y zanahoria. La harina de avena, utilizada como componente principal del sustrato, aportó carbohidratos complejos de lenta digestión, lípidos insaturados de buena calidad nutricional y betagluicanos, los cuales pueden favorecer la actividad metabólica larval y contribuir a la homeostasis energética.

No obstante, su bajo contenido proteico y la granulometría fina del sustrato limitaron la movilidad intra-bandeja, dificultando el comportamiento de enterramiento y el acceso eficiente al alimento. Esta condición física del medio redujo la tasa de ingestión voluntaria y afectó la eficiencia de conversión alimenticia (ECA), generando una respuesta biológica subóptima.

El repollo, incorporado como componente hidratante, aportó humedad estructural, azúcares simples (glucosa y fructosa), compuestos antioxidantes (flavonoides, vitamina C) y micronutrientes esenciales como calcio y potasio. Sin embargo, su inclusión no logró compensar las limitaciones nutricionales y físicas del sustrato base, lo que se tradujo en una biomasa larval total de 291 gramos, con baja densidad poblacional y morfometría media en los individuos cosechados. (Ver figura 29)

Figura29

Pesaje total de larva cosechada Avena y Repollo



Nota. Bandeja Avena y Repollo

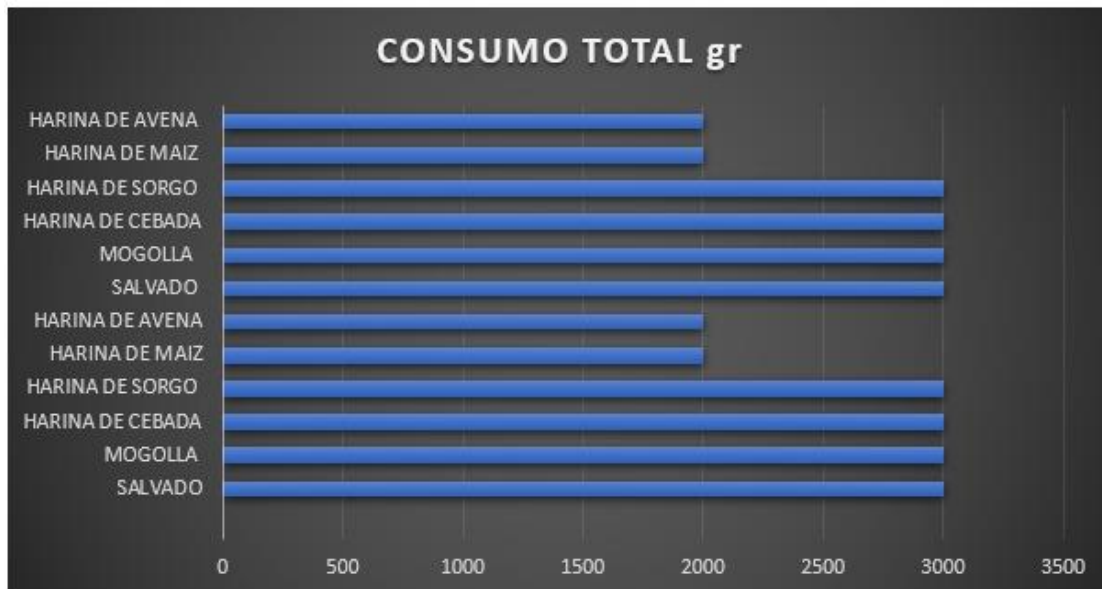
Al analizar los resultados obtenidos, se evidencia que las dietas que contenían mogolla y zanahoria (710 g de larvas cosechadas) y mogolla y repollo (729 g de larvas cosechadas) presentaron los mayores rendimientos en peso total de larva viva. Estas combinaciones demostraron una adecuada aceptación del alimento, un crecimiento uniforme y una mayor conversión alimenticia en comparación con las demás dietas ensayadas.

En un segundo grupo, se ubicaron las dietas conformadas por salvado y zanahoria (681 g) y salvado y repollo (539 g), que, aunque mostraron rendimientos medios, conservaron un desarrollo larval aceptable. Por otro lado, los tratamientos con harina de maíz y zanahoria (60 g), harina de maíz y repollo (108 g), harina de sorgo y zanahoria (281 g), harina de sorgo y repollo (261 g), y harina de avena y repollo mostraron bajos rendimientos y desarrollo larval limitado, observándose larvas de menor tamaño y crecimiento retardado, motivo por el cual fueron descartadas para el proceso de deshidratación.

La figura 30 muestra el consumo total de alimento, de acuerdo con cada materia prima utilizada

Figura 30

Consumo total de alimento



Nota. En la figura 30, se muestra la cantidad de gramos suministrados a cada bandeja en la totalidad de los días.

- **Obtención de harina a partir de larvas seleccionadas de las unidades de cría que presentaron mayor rendimiento larval.**

Se elaboraron dos tipos de harina, a partir de dos bandejas con dos de las dietas implementadas. La selección final de las bandejas se basó en el peso de larva viva, el tamaño y las condiciones organolépticas (color, textura y olor). En consecuencia, se seleccionaron las bandejas de mogolla con zanahoria y mogolla con repollo por su mayor rendimiento y calidad del material biológico. Ver figura 31

Figura 31*Cantidad larva Cosechada*

Nota. En la figura 31, se muestra la cantidad de larvas cosechadas en cada bandeja.

Características de la harina obtenida:

- **Bandeja con mogolla y zanahoria:** el choque térmico se aplicó a 200 °C durante 5 minutos, seguido de una deshidratación a 55 °C durante 6 horas, obteniéndose un rendimiento final del 36,8 %.

La harina resultante presentó una textura gruesa, color beige claro y aroma a tostado debido al proceso térmico.

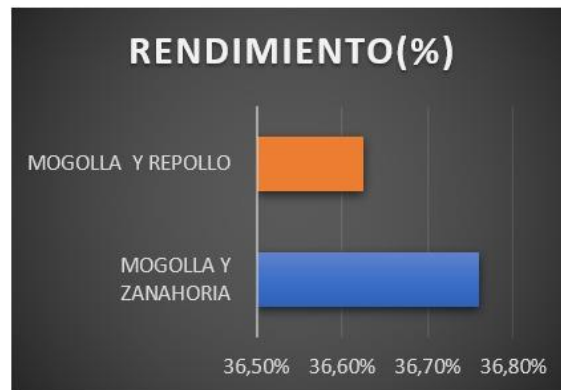
- **Bandeja con mogolla y repollo:** el choque térmico se realizó a 170 °C durante 5 minutos y posteriormente la deshidratación a 55 °C por 6 horas, con un rendimiento del 36,6 %.

En este caso, la harina obtuvo un color beige oscuro, textura gruesa y ligeramente grasosa, con un aroma característico a tostado.

Se observó que cuando la temperatura del choque térmico fue inferior a 200 °C, las larvas no alcanzaron una cocción adecuada, generando una coloración negra intensa tras la deshidratación y afectando negativamente la calidad sensorial y visual de la harina. Por tanto, se determinó que el control preciso de la temperatura inicial es un factor crítico que incide directamente en las propiedades físicas y organolépticas del producto final.

Figura 32

Rendimiento larva deshidratada



Nota. Se observa el rendimiento en porcentaje de las larvas deshidratadas.

Figura 33*Larva Cosechada Viva*

Nota. Se muestra la cantidad de materia prima (larvas cosechadas) y su harina obtenida.

Harina seleccionada

De acuerdo con todo lo anterior mencionado la harina seleccionada fue harina compuesta por larva de *tenebrio molitor* alimentadas con mogolla de trigo y repollo, esta decisión fue tomada debido a que se evidenciaron buenos resultados en cría y cosecha de la larva (tamaño, peso y densidad en bandeja), estas observaciones fueron fundamentales para la selección de la harina.

- **Caracterización de los contenidos nutricionales de las harinas seleccionadas para la comparación con los requerimientos nutricionales de especies menores (pollos, porcinos peces-mojarra-).**

Resultados microbiológicos de la harina de *tenebrio molitor*

El análisis microbiológico se efectuó conforme a los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 685, la cual define los requisitos y métodos de ensayo aplicables a las harinas de subproductos de origen animal destinadas a la alimentación animal.

Siguiendo las disposiciones de dicha norma, se realizó la evaluación microbiológica correspondiente. Los resultados obtenidos —anexados en el presente documento— evidencian que la muestra cumple con las especificaciones técnicas y los límites microbiológicos establecidos, (ver tabla9) garantizando su inocuidad y aptitud para uso en alimentación animal. (Ver apéndice G), (ver tabla 10)

Tabla 10*Resultado análisis microbiológico de la harina de tenebrio molitor***RESULTADOS**

PARAMETRO	RESULTADO	LIM INFE.	LIM SUPE.	UNIDAD	TECNICA
Deteccion de <i>E. coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	ufc/g	Rcto placa Chromocult/NTC 4458
Rcto <i>Clostridium sulfito reductor</i>	Menos de 10	Menos de 10	200	ufc/g	Rcto en tubo SPS
Deteccion de <i>Salmonella spp/25 g</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	ufc/25 g	NTC 4574/ISO 6579-1
Rcto Mohos y levaduras	Menos de 10	Menos de 10	1.000	ufc/g	Rcto placa YGC/NTC 5698
Recuento de mesofilos	70	Menos de 10	100.000	ufc/g	R. placa P.Count/ISO 4833:2003
Recuento de coliformes	Menos de 10	Menos de 10	100	ufc/g	Rcto placa Chromocult/NTC 4458

Nota. En la tabla 10, se muestra la normatividad que se aplicó para la harina de tenebrio molitor en análisis microbiológicos

Especificaciones técnicas según la norma técnica NTC 685**Tabla 11***Requisitos técnicos según la norma NTC 685*

Requisitos	Máximo
Aislamiento E. Coli	Ausente
Recuento de Clostridium sulfito reductor,	20×10^1
UFC/g	
Detección de salmonella/25 g	Ausente
Recuento de Mohos y levaduras UFC/g	10×10^2

Recuento de mesófilos, UFC/g	10x10 ⁴
Coliformes, UFC/g	10x10 ²

Nota: En la tabla 11, se registra los parámetros microbiológicos según la norma técnica NTC 685.

Resultados fisicoquímicos de la harina de *Tenebrio molitor*

Se recolectó una muestra representativa de la larva procesada con una masa neta de 267 g}. Esta alícuota fue la totalidad del material remitido al laboratorio para su caracterización y análisis bromatológico. (Ver tabla 12), (ver apéndice I)

Tabla12

Resultados fisicoquímicos

RESULTADOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	TÉCNICA
Humedad	5,21	%	NTC 529
Proteína	38,35	%	NTC 4657
Cenizas	4,70	%	NTC 282
Grasa	35,54	%	NTC 668
Fibra	8,65	%	NTC 668
Carbohidratos	7,55	%	CÁLCULO
Valor calórico	503,46	Kcal/100g	CÁLCULO

"Válido únicamente para la muestra analizada"

OBSERVACIONES

Análisis contratación externa

Nota. En la tabla 12, se muestran los resultados fisicoquímicos del laboratorio Labalime.

Análisis comparativo entre la muestra 105089 y la tesis “Tenebrio molitor” (Producción y valoración nutricional de harina de larva de tenebrio molitor como fuente proteica no tradicional para su uso en la alimentación animal)

El siguiente cuadro resume los parámetros físico-químicos comparados entre ambos análisis.

Tabla 13

Comparación de resultados

Parámetro	Muestra 105089	Tesis Tenebrio molitor	Interpretación
Humedad (%)	5,21	12,93	Menor humedad en la muestra 105089, mayor estabilidad.
Proteína (%)	38,35	43,88	Mayor proteína en tesis; posible efecto dieta o secado.
Grasa (%)	35,54	33,15	Valores similares, alto contenido energético.
Cenizas (%)	4,70	3,00	Muestra 105089 con mayor aporte mineral.
Fibra (%)	8,65	3,73	Mayor fibra por más quitina o molienda gruesa.
Carbohidratos (%)	7,55	7,03	Valores prácticamente equivalentes.
Energía (Kcal/100g)	503,46	502,03	Alta densidad energética en ambas muestras.

Nota: En la tabla 13, se observa la comparación realizada entre la muestra 105089 y la muestra que se encuentra en la tesis “(Producción y valoración nutricional de harina de larva de Tenebrio Molitor como fuente proteica no tradicional para su uso en la alimentación animal) “(Ver apéndice I) tomada de (Ramos Lazo, 2020)

Análisis de la comparación

Variación en la humedad

La muestra 105089 presenta una humedad significativamente menor (5,21 %) en comparación con los valores reportados en la tesis (12,93 %), otorgando mayor estabilidad y menor riesgo microbiológico.

Contenido de proteína

La tesis reporta 43,88 % de proteína, mientras que la muestra 105089 presenta 38,35 %. Aunque ambos valores son altos, la diferencia puede deberse a dieta, etapa de cosecha o parámetros de secado.

Contenido de grasa

Ambas muestras muestran valores elevados (33–35 %), confirmando la alta densidad energética del Tenebrio molitor.

Cenizas

La muestra 105089 presenta mayor valor de cenizas (4,70 % vs. 3,0 %), indicando mayor aporte mineral.

Fibra

La muestra 105089 muestra mayor contenido de fibra (8,65 %), representando más quitina en la muestra.

Energía

Los valores energéticos son equivalentes, confirmando la densidad calórica del Tenebrio molitor.

Requerimientos nutricionales para especies menores (pollos, porcinos peces-mojarra-)**Tabla 14***Requisitos nutricionales del pollo engorde*

Nutriente	Inicio (0-3 sem)	Crecimiento (3-6 sem)	Finalización (6-8 sem)	Función principal
Energía metabolizable (kcal/kg)	3,2	3,2	3,2	Metabolismo y actividad
Proteína bruta (%)	23,0	20,0	18,0	Desarrollo muscular
Lisina (%)	1,10	1,00	0,85	Síntesis proteica
Metionina (%)	0,50	0,38	0,32	Salud hepática y plumas
Metionina + Cisteína (%)	0,90	0,72	0,60	Antioxidante y crecimiento
Treonina (%)	0,80	0,74	0,68	Digestión y inmunidad
Valina (%)	0,90	0,82	0,70	Desarrollo muscular
Calcio (%)	1,00	0,90	0,85	Formación ósea
Fósforo disponible (%)	0,45	0,40	0,35	Metabolismo energético
Sodio (%)	0,20	0,18	0,16	Equilibrio osmótico
Vitaminas (A, D, E, K, B)	Requeridas en microgramos/kg	Requeridas en microgramos/kg	Requeridas en microgramos/kg	Funciones inmunológicas y metabólicas

Nota. En la tabla 14, se muestra los requisitos nutricionales que debe tener el pollo (Aviagen, 2022)

Tabla 15*Requisitos nutricionales de porcinos*

Categoría	Energía (kcal/kg)	Proteína (%)	Lisina (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)	Vitamina A (UI/kg)	Vitamina D (UI/kg)
Lechones (5-10 kg)	3,400-3,500	22-23	1,45-1,50	0,90-1,00	0,70-0,80	5	500
Lechones (10-25 kg)	3,300-3,400	20-21	1,30-1,35	0,80-0,90	0,65-0,75	4	400
Cerdos en crecimiento (25-50 kg)	3,200-3,300	18-19	1,10-1,20	0,70-0,80	0,60-0,70	3	400
Cerdos en engorde (50-100 kg)	3,100-3,200	16-17	0,90-1,00	0,60-0,70	0,50-0,60	2,5	300
Cerdas gestantes	3,000-3,100	13-14	0,60-0,70	0,60-0,70	0,50-0,60	3	400
Cerdas lactantes	3,300-3,400	16-18	0,90-1,00	0,80-0,90	0,65-0,75	4	500
Verracos adultos	3,000-3,100	13-14	0,60-0,70	0,60-0,70	0,50-0,60	3	400

Nota. En la tabla 15, se muestra los requisitos nutricionales de los porcinos (Cromwell, 2015)

Tabla 16*Requerimientos Nutricionales para mojarra*

Nutriente	Alevines (1-5 g)	Juveniles (5-50 g)	Engorde (>50 g)	Función principal
Proteína cruda (%)	38-45	30-38	24-30	Crecimiento muscular y tisular
Lípidos (%)	8-10	6-8	4-6	Fuente de energía y ácidos grasos esenciales
Carbohidratos (%)	25-30	30-35	35-40	Energía digestible, ahorro de proteína
Fibra cruda (%)	<4	<5	<6	Regulación digestiva
Energía digestible (kcal/kg)	3,000-3,200	2,800-3,000	2,500-2,700	Metabolismo y actividad
Calcio (%)	1,0-1,5	0,8-1,2	0,6-1,0	Formación ósea y muscular
Fósforo disponible (%)	0,8-1,2	0,6-1,0	0,5-0,8	Metabolismo energético y óseo
Lisina (%)	5,5-6,0	4,5-5,0	3,5-4,5	Aminoácido esencial para crecimiento
Metionina + Cistina (%)	2,0-2,5	1,5-2,0	1,2-1,5	Síntesis proteica y salud hepática
Vitaminas (A, D, E, K, B)	Requeridas en microgramos/kg	Requeridas en microgramos/kg	Requeridas en microgramos/kg	Funciones antioxidantes, inmunológicas y metabólicas

Nota. En la tabla 16, se muestra los requerimientos nutricionales para la mojarra (El-Sayed, 2006)

10. Conclusiones

El establecimiento de los alimentos para las unidades de cría permitió observar que la mogolla de trigo demostró ser el sustrato base más eficiente, proporcionando los mayores rendimientos de biomasa larval viva. Las dietas mogolla-repollo y mogolla-zanahoria superaron a todas las demás formulaciones, lo que se atribuye a la combinación de un elevado contenido de carbohidratos complejos y una granulometría óptima en la mogolla, que facilita la ingestión y la movilidad larval, resultando en una alta eficiencia de conversión alimenticia (ECA) y morfometría favorable. El papel del componente hidratante fue esencial para estimular el consumo. Tanto la zanahoria como el repollo funcionaron eficazmente, aportando humedad, textura blanda y compuestos solubles de sabor dulce. El repollo contribuyó a beneficios adicionales en la estructura del sustrato o el aporte de micronutrientes, mientras que la zanahoria fue clave para obtener larvas con morfometría óptima. Los factores limitantes identificados fueron la granulometría inadecuada y el déficit nutricional. Dietas como la cebada (granulometría gruesa) y la avena (granulometría fina) afectaron la biodisponibilidad y la movilidad larval. Por otro lado, las dietas con maíz y sorgo produjeron los rendimientos más bajos, confirmando que su bajo contenido nutricional y el desequilibrio de aminoácidos esenciales limitaron gravemente el desarrollo somático y la tasa de crecimiento larval.

Los resultados del análisis microbiológico más importantes para la seguridad alimentaria (animal y humana) demuestran que el producto está libre de los principales patógenos, lo cual es fundamental para su comercialización y uso en la formulación de alimentos. Los resultados indican que el producto final de Tenebrio Molitor es seguro por tener Ausencia de E. Coli y S salmonella

sp y de Alta Calidad porque cuneta con recuentos de Mesófilos, Mohos y Clostridium muy por debajo de los límites reglamentarios.

La harina de Tenebrio molitor analizada presenta un perfil nutricional adecuado para su uso en la alimentación de especies menores. Su alto contenido de proteína, junto con un elevado aporte energético por su grasa y una baja humedad, la convierten en un ingrediente eficiente y estable para formular dietas de pollos, porcinos y mojarra. Los niveles de fibra, cenizas y carbohidratos se encuentran dentro de rangos aceptables, favoreciendo una buena digestibilidad. En comparación con los requerimientos nutricionales de estas especies, la harina demuestra ser una alternativa viable que puede mejorar la eficiencia productiva, siempre que su inclusión se maneje adecuadamente dentro de la formulación. En conjunto, los resultados confirman su potencial como materia prima estratégica en sistemas agroindustriales de producción animal.

11. Recomendaciones

Se recomienda utilizar mogolla de trigo como componente principal del sustrato, debido a su excelente desempeño en la generación de biomasa larval y su adecuada granulometría, la cual facilita la ingestión, movilidad y conversión alimenticia del *Tenebrio molitor*. Este insumo debe ser procesado hasta alcanzar una granulometría intermedia, que permita mantener la estructura y aireación del medio.

Con base en los resultados obtenidos, se sugiere priorizar el uso de mogolla-repollo y mogolla-zanahoria como dietas integrales, ya que ambas combinaciones aportan un balance nutricional y estructural favorable. El repollo puede considerarse la mejor opción en términos de eficiencia global y reducción de residuos, mientras que la zanahoria resulta ideal para obtener larvas con morfometría homogénea y tamaño comercialmente deseable.

Es fundamental mantener un nivel óptimo de humedad mediante la adición controlada de fuentes vegetales frescas como zanahoria o repollo. Se recomienda monitorear la humedad relativa del sustrato entre 55–65 %, evitando tanto la desecación como la saturación, que podrían afectar la supervivencia y el comportamiento larval.

Se debe regular la cantidad de larvas por kilogramo de sustrato para minimizar la competencia intraespecífica. Se recomienda realizar pruebas de densidad iniciales entre 3.000 y 5.000 larvas/kg de sustrato, ajustando según la formulación dietaria y las condiciones ambientales, a fin de optimizar el crecimiento y reducir la selección natural no deseada.

Debe evitarse el uso de granos como maíz, sorgo, avena o cebada como sustratos principales, ya que su granulometría y bajo valor proteico o de aminoácidos esenciales generan

resultados deficientes en rendimiento y desarrollo larval. Su incorporación, de requerirse, debe ser limitada o combinada con fuentes de mayor valor nutricional.

Durante la elaboración de harina, se recomienda mantener un tratamiento térmico mínimo de 200 °C durante 5 minutos, garantizando la cocción completa y la obtención de propiedades organolépticas adecuadas (color dorado uniforme y textura fina). Este parámetro debe ser validado mediante control de humedad residual y pruebas sensoriales del producto final.

Referencias Bibliográficas

ALIMENTOS Y BEBIDAS, P. t. (s.f.). *HOSOCAWA MICRON B.V.* Obtenido de HOSOCAWA MICRON B.V: https://hosokawa-micron-bv.es/procesamiento-solidos/alimentos-bebidas/insectos-proteina-polvo?utm_

Arnold van Huis, J. V. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security.* Obtenido de Edible insects: Future prospects for food and feed security.: https://www.fao.org/4/i3253e/i3253e.pdf?utm_source=chatgpt.com

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). (2023). Obtenido de ANDI: <https://www.andi.com.co/Home/Camara/17-industria-de-alimentos-balanceados>

Beesigamukama, D. (2020). *Exploring Black Soldier Fly Frass as Novel Fertilizer for Improved Growth, Yield, and Nitrogen Use Efficiency of Maize.* *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(5), 475–485. Obtenido de Exploring Black Soldier Fly Frass as Novel Fertilizer for Improved Growth, Yield, and Nitrogen Use Efficiency of Maize. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(5), 475–485.: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.574592/full>

bejar, S. c. (junio de 2022). *UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID* . Obtenido de UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID : [file:///D:/Downloads/TFG_SERGIO_CORREDOR_BEJAR%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/TFG_SERGIO_CORREDOR_BEJAR%20(2).pdf)

Bovera, F. L. (2016). Use of Tenebrio molitor larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. *Revista de Ciencia Animal* , 639–647.

- Desarrollo., C. M. (1987). *Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo*. Obtenido de Nuestro futuro común (Informe Brundtland). Naciones Unidas.: https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LLECTURE_1/CMMA-D-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Europea., C. (12 de enero de 2005). *Reglamento (CE) no 183/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo*. Obtenido de Reglamento (CE) no 183/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo: <https://www.google.com/search?q=https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/%3Furi%3DCELEX:02005R0183>
- FAO. (2011). *Introducción a la alimentación animal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Introducción a la alimentación animal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <https://www.fao.org/4/a1564s/a1564s03.pdf>
- FAO. (2013). *edible insets future prospects for food and security* . FAO forestry paper.
- FAO. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Producción y sanidad de especies menores.: <https://www.fao.org/animal-health/es>
- FAO, I. U. (2023). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023*. FAO. Obtenido de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. FAO.: <https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/es/c/1655094/>
- Feng, S. (22 de Junio de 2018). *Tenebrio molitor L. , entomofagia y procesamiento en ingredientes terapéuticos listos para usar: una revisión*. Obtenido de Tenebrio molitor L. , entomofagia

- y procesamiento en ingredientes terapéuticos listos para usar: una revisión: Tenebrio molitor L., entomophagy and processing into ready to use therapeutic ingredients: a review Games, M. D. (11 de Agosto de 2015). *Uso de la larva de Tenebrio (Tenebrio molitor) como aditivo proteico, en la alimentación de codornices (Coturnix coturnix japonica)*. Obtenido de Uso de la larva de Tenebrio (Tenebrio molitor) como aditivo proteico, en la alimentación de codornices (Coturnix coturnix japonica).: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1596>
- González, M. (2024). *The Green Protein: Environmental Benefits of Edible Insects Farming*. Obtenido de HusFarm: <https://husfarm.com/article/the-green-protein-environmental-benefits-of-edible-insects-farming>
- Gutiérrez-Castorena, M. d. (2011). *Sustratos orgánicos y su uso en la agricultura. Universidad Autónoma Chapingo*. Obtenido de Sustratos orgánicos y su uso en la agricultura. Universidad Autónoma Chapingo.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792021000100143&script=sci_arttext_plus
- Ghosh, S. L.-R. (2017). Nutritional composition of five commercial edible insects in South Korea. En S. L.-R. Ghosh, *Nutritional composition of five commercial edible insects in South Korea* (págs. 686–694). corea: Journal of Asia-Pacific Entomology, 20(3).
- Huis.A, V. (06 de Febrero de 2020). *Insectos como alimento y pienso: un nuevo sector agrícola emergente: una revisión. Journal of Insects as Food and Feed* , 6 (1), 27-44. Obtenido de Insectos como alimento y pienso: un nuevo sector agrícola emergente: una revisión. Journal of Insects as Food and Feed , 6 (1), 27-44.: https://brill.com/view/journals/jiff/6/1/article-p27_4.xml?trk=public_post_comment-text

ICA. (2019). *Manual de uso de enmiendas orgánicas en la agricultura sostenible en Colombia*.

Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario .

Makkar, H. P. (2014). Insects in animal feed: Research and policy needs. *Animal Feed Science and Technology*, 1-33.

marcelo rivera, a. g. (noviembre de 2024). *diseño de planta de produccion de harina de larva de escarabajo(tenebrio molitor) en la rtegion piura*. Obtenido de diseño de planta de produccion de harina de larva de escarabajo(tenebrio molitor) en la rtegion piura: [file:///D:/Downloads/DPY_Informe_Final_Proyecto_MOLI_FLOUR%20\(2\).pdf](file:///D:/Downloads/DPY_Informe_Final_Proyecto_MOLI_FLOUR%20(2).pdf)

Morales-Ramos, J. A. (2014). *Insect mass production: Technologies for research and commercial production*. Academic Press. Obtenido de Insect mass production: Technologies for research and commercial production. Academic Press.: https://www.researchgate.net/publication/304714699_Insect_Mass_Production_Technologies

Nelson, D. L. (2017). *Principles of biochemistry (7.^a ed.)*. W.H. Freeman. Obtenido de Principles of biochemistry (7.^a ed.). W.H. Freeman.: http://111.68.96.114:8088/get/PDF/David%20L.%20Nelson%2C%20Micheal%20M.%20Cox-Lehninger%20Principles%20of%20biochemistry%2C7th%20ed_12966.pdf

Nuno Ribeiro, M. A. (1 de octubre de 2018). Una revisión de la literatura científica sobre condiciones óptimas para la cría masiva de Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Entomological Science*, 53(4), 434-454,. Obtenido de <https://doi.org/10.18474/JES17-67.1>

- Olaya Montes, A., Polanía Hincapié, K. L., & Balanta Martínez, V. J. (octubre de 2021). Impacto de la ganadería sobre la calidad del suelo y pasturas en el Caquetá. Universidad de la Amazonia. Obtenido de https://www.uniamazonia.edu.co/arainmba/wp-content/uploads/2022/02/03.-Impacto_ganaderia_1_baja2.pdf
- Oonincx, D. G. (2012). *Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment*. *PLOS ONE*, 7(12), e51145. Obtenido de Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment. *PLOS ONE*, 7(12), e51145.: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0051145>
- Pauline Kooh, V. J.-P. (24 de octubre de 2020). *PubMet central*. Obtenido de PubMet central: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7690899/?utm>
- proinsecta. (2020). *proinsecta-Harina de insectos*. Obtenido de proinsecta-Harina de insectos: <https://www.proteinsecta.com/en/2020/03/19/harina-de-insectos-todo-lo-que-necesitas-saber/>
- PROTIBERIA. (s.f.). *protiberia*. Obtenido de protiberia: https://protiberia.com/ciclo-de-vida-del-tenebrio/?utm_source=chatgpt.com
- Ramos-Elorduy, J. (2019). *Anthropo-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability*. *Entomological Research*, 39(5), 271–288. Obtenido de Anthropo-entomophagy: Cultures, evolution and sustainability. *Entomological Research*, 39(5), 271–288.: https://www.researchgate.net/publication/227801711_Anthropo-entomophagy_Cultures_evolution_and_sustainability

Ramos Lazo, D. I. (18 de junio de 2020). *PRODUCCIÓN Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HARINA DE LARVA DE Tenebrio molitor COMO FUENTE PROTEICA NO TRADICIONAL PARA SU USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL*. Obtenido de PRODUCCIÓN Y VALORACIÓN NUTRICIONAL DE HARINA DE LARVA DE Tenebrio molitor COMO FUENTE PROTEICA NO TRADICIONAL PARA SU USO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL:

<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1172e88f-f528-4412-9b7e-7505ef1f57a7/content>

Rumpold, B. A. (2013). . *Nutritional composition and safety aspects of edible insects*. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823. Obtenido de . Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823.: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23471778/>

Rumpold, B. A. (2013). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17(1), 1-11.

Rural, M. d. (2020). *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Guía técnica de fertilización en Colombia.

Rural, M. d. (s.f.). *Guía técnica de fertilización en Colombia*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/Resoluci%C3%B3n%20169%20del%2015%20de%20julio%20de%202020%20-%20Insumos%20V%20Firmada%20GPerez.pdf>

- Sarria, P. I. (02 de mayo de 2013). *Alimento importado, flaqueza de la producción pecuaria nacional*. Obtenido de Agencia UNAL:
<https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/alimento-importado-flaqueza-de-la-produccion-pecuaria-nacional>
- scale companions*. (4 de febrero de 2024). Obtenido de *scale companions*:
<https://scalecompanions.com/es/como-criar-gusanos-de-la-harina/>
- sistema integrado de la informacion taxonomica . (28 de mayo de 2025). *ITIS*. Obtenido de ITIS:
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=187243#null
- Tran G., G. C. (12 de junio de 2019). *feedipedia-sistema de informacion de recursos de alimentacion* . Obtenido de <https://feedipedia.org/node/16401>
- UNEP. (2019). *Environmental impact assessment guidelines. United Nations Environment Programme*. Obtenido de Environmental impact assessment guidelines. United Nations Environment Programme.: <https://www.unep.org/resources/assessment/assessing-environmental-impacts-global-review-legislation>
- Van Huis, A. v. (2013). *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. Roma: FAO Forestry Paper 171.
- Van Huis, A. V. (2013). Potential of insects as food and feed in assuring food security. En F. a. Nations., *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. (págs. 67-76). Roma: FAO Forestry Paper 171.

- van Huis, A. &. (2021). *Insects as food and feed: From production to consumption*. Obtenido de Insects as food and feed: From production to consumption.: <https://research.wur.nl/en/publications/insects-as-food-and-feed-from-production-to-consumption>
- Vantomme, A. v. (2013). *Edible insects*. (F. F. PAPER, Ed.) Obtenido de Edible insects: <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>
- Vega, L. C. (2019). *Larvas de gusano de harina (Tenebrio molitor) como alternativa proteica en la alimentación animal*. Obtenido de Larvas de gusano de harina (Tenebrio molitor) como alternativa proteica en la alimentación animal: <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/28001/1/lcmedranov.pdf>
- WHO., F. &. (2018). *Code of Practice on Good Animal Feeding*. Obtenido de Code of Practice on Good Animal Feeding.: <https://www.fao.org/feed-safety/resources/resources-details/en/c/1054052/>
- Yan, X. L. (01 de Enero de 2022). *BRILL*. Obtenido de BRILL: https://brill.com/view/journals/jiff/9/3/article-p325_7.xml

Apéndices

Apéndice A. Hoja registro harina *tenebrio molitor*

Registro Harina Tenebrio Molitor

Octubre 2025

	Dieta	Fecha Procesamiento	Cantidad De Materia Prima (Larva) (G)	Cantidad De Harina Obtenida(G)	Rendimiento (%)	Color Diferente A L Color De La Larva	Olores Diferentes A La Larva	Textura	Observaciones
1	Salvado Y Zanahoria	15/10/2025	681	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
2	Mogolla Y Zanahoria	15/10/2025	710	261	36,8%	Beige claro	tostado	Gruesa- grasosa	Choque térmico 200°C x 5 min, deshidratación 55°C por 06 horas. En horno eléctrico
3	Harina De Cebada Y Zanahoria	15/10/2025	420	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
4	Harina De Sorgo Y Zanahoria	15/10/2025	281	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
5	Harina De Maiz Y Zanahoria	15/10/2025	60	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
6	Harina De Avena Y Zanahoria	15/10/2025	291	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
7	Salvado Y Repollo	15/10/2025	539	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
8	Mogolla Y Repollo	15/10/2025	729	267	36,6%	Beige oscuro	tostado	Gruesa- grasosa	Choque térmico 170°C x 5 min, deshidratación 55°C

									por 06 horas. En horno eléctrico
9	Harina De Cebada Y Repollo	15/10/2025	469	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
10	Harina De Sorgo Y Repollo	15/10/2025	261	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
11	Harina De Maiz Y Repollo	15/10/2025	108	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa
12	Harina De Avena Y Repollo	15/10/2025	291	NA	NA	NA	NA	NA	Por bajo rendimiento no se procesa

Apéndice B. Hoja registro de hidratación, % humedad, temperatura en bandejas

Registro de Hidratación Suministrada

Octubre 2025

Dias	Fecha			Hidratación	Cantidad Gr	% Humedad Ambiente	Temperatura Ambiente °C	Observaciones
	Dia	Mes	Año					
2	11	6	2025	Repollo	70	68	26	Los adultos de cada bandeja se comportan de manera óptima ante la hidratación suministrada
				Zanahoria	70			
5	14	6	2025	Repollo	70	67	26	
				Zanahoria	70			
8	17	6	2025	Repollo	70	68	27	
				Zanahoria	70			
11	20	6	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
14	23	6	2025	Repollo	70	72	25	
				Zanahoria	70			
17	26	6	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
20	29	6	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
23	2	7	2025	Repollo	70	67	26	
				Zanahoria	70			

62	10	8	2025	Repollo	70	67	26	<p>población de la larva está aumentando considerablemente se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se observa en algunas bandejas un aumento de densidad de población</p> <p>se resalta algunas bandejas con alta densidad y otras con una densidad un poco mínima</p> <p>se resalta algunas bandejas con alta densidad y otras con una densidad un poco mínima</p> <p>se resalta algunas bandejas con alta densidad y otras con una densidad un poco mínima</p> <p>se resalta algunas bandejas con alta densidad y otras con una densidad un poco mínima</p>
				Zanahoria	70			
65	13	8	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
68	16	8	2025	Repollo	70	67	27	
				Zanahoria	70			
71	19	8	2025	Repollo	70	69	26	
				Zanahoria	70			
74	22	8	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
77	25	8	2025	Repollo	70	70	25	
				Zanahoria	70			
80	28	8	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
83	31	8	2025	Repollo	70	70	26	
				Zanahoria	70			
86	3	9	2025	Repollo	70	67	26	
				Zanahoria	70			
89	6	9	2025	Repollo	70	68	27	
				Zanahoria	70			
92	9	9	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
95	12	9	2025	Repollo	70	70	26	
				Zanahoria	70			

98	15	9	2025	Repollo	70	68	27	<p>una densidad un poco mínima se resalta algunas bandejas con alta densidad y otras con una densidad un poco mínima se resalta algunas bandejas con alta densidad y otras con una densidad un poco mínima se resalta algunas bandejas con alta densidad y otras con una densidad un poco mínima se puede observar que en todas las bandejas las larvas siguen adaptando a la hidratación, cabe resaltar que en algunas existen mayor densidad se puede observar que en todas las bandejas las larvas siguen adaptando a la hidratación, cabe resaltar que en algunas existen mayor densidad se puede observar que en todas las bandejas las larvas siguen adaptando a la hidratación, cabe resaltar que en algunas existen mayor densidad se puede observar que en todas las bandejas las larvas siguen adaptando a la hidratación, cabe resaltar que en algunas existen mayor densidad</p>
				Zanahoria	70			
101	18	9	2025	Repollo	70	69	26	
				Zanahoria	70			
104	21	9	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
107	24	9	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
110	27	9	2025	Repollo	70	70	25	
				Zanahoria	70			
112	30	9	2025	Repollo	70	68	26	
				Zanahoria	70			
116	3	10	2025	Repollo	70	72	26	
				Zanahoria	70			
120	6	10	2025	Repollo	70	70	27	
				Zanahoria	70			

122	9	10	2025	Repollo	70	68	26	hidratación, cabe resaltar que en algunas existen mayor densidad se puede observar que en todas las bandejas las larvas siguen adaptando a la hidratación, cabe resaltar que en algunas existen mayor densidad
				Zanahoria	70			

Apéndice C. Hoja registro del peso larva cosechada

Registro Del Pesaje De La Larva Cosechada

Octubre 2025

#Bandeja	Bandeja	Fecha			Peso De Larva De Descarte (Gr)	Peso De Larva Optima (Gr)	Observaciones
		Dia	Mes	Año			
1	Salvado Y Zanahoria	11	10	2025	10	681	debido a su alta densidad de larvas se registró un poco de canibalismo entre larvas
2	Mogolla Y Zanahoria	11	10	2025	17	710	bandeja con mayor densidad de larvas, se observa canibalismo entre ellas
3	Harina De Cebada Y Zanahoria	11	10	2025	0	420	baja densidad de larvas, por esta razón no presenta canibalismo, pero no se contó con resultados óptimos.
4	Harina De Sorgo Y Zanahoria	11	10	2025	0	281	cantidad de larvas de un tamaño aproximado de 1,30 cm, el cual es un tamaño no favorable.

5	Harina De Maíz Y Zanahoria	11	10	2025	0	60	tamaño larva de 1 cm, se determina que la alimentación suministrada no es apta.
6	Harina De Avena Y Zanahoria	11	10	2025	0	291	larvas de tamaño favorable, baja densidad en bandeja, se observa que la alimentación afectó al desarrollo
7	Salvado Y Repollo	11	10	2025	15	539	densidad considerable, se observa una perdida mínima de larvas
8	Mogolla Y Repollo	11	10	2025	2	729	comportamiento óptimo, perdidas mínimas, un buen tamaño
9	Harina De Cebada Y Repollo	11	10	2025	0	469	baja densidad de larvas, poca aceptación en la alimentación
10	Harina De Sorgo Y Repollo	11	10	2025	0	261	baja densidad de larvas, poca aceptación en la alimentación
11	Harina De Maiz Y Repollo	11	10	2025	0	108	baja densidad de larvas, poca aceptación en la alimentación
12	Harina De Avena Y Repollo	11	10	2025	0	291	baja densidad de larvas, poca aceptación en la alimentación

Apéndice D. Hoja registro tiempo colonización escarabajo adulto

Registro De Tiempo De Colonización Del Adulto							Octubre 2025	
Fecha De Ingreso			Bandeja Colonizada	Cantidad De Adultos	Fecha De Retiro			Dias De Permanencia
DIA	MES	AÑO			Dia	Mes	Año	
10	6	2025	salvado y zanahoria	500	10	7	2025	30
10	6	2025	mogolla y zanahoria	500	10	7	2025	30
10	6	2025	harina de cebada y zanahoria	500	10	7	2025	30

10	6	2025	harina de sorgo y zanahoria	500	10	7	2025	30
10	6	2025	harina de maíz y zanahoria	500	10	7	2025	30
10	6	2025	harina de avena y zanahoria	500	10	7	2025	30
10	6	2025	salvado y repollo	500	10	7	2025	30
10	6	2025	mogolla y repollo	500	10	7	2025	30
10	6	2025	harina de cebada y repollo	500	10	7	2025	30
10	6	2025	harina de sorgo y repollo	500	10	7	2025	30
10	6	2025	harina de maíz y repollo	500	10	7	2025	30
10	6	2025	harina de avena y repollo	500	10	7	2025	30

Apéndice E. Hoja registro alimentación *tenebrio molitor*

Registro De Alimentación Suministrada

Octubre 2025


#Bandeja	Bandeja	Fechas						Consumo Total Gr
		22/08/2025	5/09/2025	12/09/2025	19/09/2025	26/09/2025	3/10/2025	
1	salvado	X	X	X	X	X	X	3000
2	mogolla	X	X	X	X	X	X	3000
3	harina de cebada	X	X	X	X	X	X	3000
4	harina de sorgo	X	X	X	X	X	X	3000
5	harina de maíz	X	X		X		X	2000
6	harina de avena	X	X		X		X	2000
7	salvado	X	X	X	X	X	X	3000
8	mogolla	X	X	X	X	X	X	3000
9	harina de cebada	X	X	X	X	X	X	3000
10	harina de sorgo	X	X	X	X	X	X	3000
11	harina de maíz	X	X		X		X	2000
12	harina de avena	X	X		X		X	2000
	Observaciones	Ingreso de alimentación 500gr	Cambio completo de cama 500gr	Ingreso de alimentación 500gr	Cambio completo de cama 500gr	Ingreso de alimentación 500gr	Cambio completo de cama 500gr	

Apéndice F. Costos trabajo de grado

	Consumo X 500gr	Costo 500gr	Costo Total
salvado	6	\$ 1.200	\$ 7.200,00
mogolla	6	\$ 1.200	\$ 7.200,00
harina de cebada	6	\$ 3.800	\$ 22.800,00
harina de sorgo	6	\$ 1.800	\$ 10.800,00
harina de maíz	4	\$ 1.500	\$ 6.000,00
harina de avena	4	\$ 4.600	\$ 18.400,00
salvado	6	\$ 1.200	\$ 7.200,00
mogolla	6	\$ 1.200	\$ 7.200,00
harina de cebada	6	\$ 3.800	\$ 22.800,00
harina de sorgo	6	\$ 1.800	\$ 10.800,00
harina de maíz	4	\$ 1.500	\$ 6.000,00
harina de avena	4	\$ 4.600	\$ 18.400,00
zanahoria	68,88	\$ 2.200	\$ 151.536,00
repollo	68,88	\$ 2.000	\$ 137.760,00
		total	\$ 434.096,00

	Costo und	cantidad	costo total
Bandejas	\$ 8.000	12	\$ 96.000
Colador	\$ 14.000	1	\$ 14.000
Cuchara	\$ 3.500	1	\$ 3.500
Horno Deshidratador	\$ 420.000	1	\$ 420.000
Guantes X 100	\$ 15.900	1	\$ 15.900
Tabicax 100	\$ 20.000	1	\$ 20.000
Cofia X 100	\$ 15.000	1	\$ 15.000
Vinagre X 3,8 Lt	\$ 8.000	1	\$ 8.000
Bascula	\$ 21.600	1	\$ 21.600
Termohigrómetro	\$ 46.000	1	\$ 46.000
Análisis Bromatológicos	\$ 380.000	1	\$ 380.000
		Total	\$ 944.000

Apéndice G. Resultado análisis microbiológico harina de *tebriio molitor*



LABALIME SAS
Laboratorio de Aguas, Alimentos y Bebidas
Nit. 900.712.236-1

www.labalime.com

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Muestra No	115089
Empresa	OÑSCAR FLOREZ
Dirección	Calle 29 # 29-87 Apto 1703 Floridablanca- S/der
Producto	TENEBRIO MOLITOR
Objeto del Análisis	Control de Calidad Microbiologica
Fecha de producción	14-10-2025 00:00:00
Lugar de Recolectión	Traida al Laboratorio
Responsable del Muestreo	El Solicitante
Fecha de Recepción	20-10-2025 14:25:00
Fecha de Análisis	20-10-2025

RESULTADOS


PARAMETRO	RESULTADO	LIM INFE.	LIM SUPE.	UNIDAD	TECNICA
Deteccion de <i>E. coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	ufc/g	Rcto placa Chromocult/NTC 4458
Rcto <i>Clostridium sulfito reductor</i>	Menos de 10	Menos de 10	200	ufc/g	Rcto en tubo SPS
Deteccion de <i>Salmonella spp/25 g</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	ufc/25 g	NTC 4574/ISO 6579-1
Rcto Mohos y levaduras	Menos de 10	Menos de 10	1.000	ufc/g	Rcto placa YGC/NTC 5698
Recuento de mesofilos	70	Menos de 10	100.000	ufc/g	R. placa P.Count/ISO 4833:2003
Recuento de coliformes	Menos de 10	Menos de 10	100	ufc/g	Rcto placa Chromocult/NTC 4458

NOTA : RESULTADO VALIDO SOLO PARA MUESTRA ANALIZADA Y NO PUEDE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION

NORMA: NTC 685 (Cuarta actualizacion)

CONCEPTO: LA MUESTRA CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS ESTABLECIDAS

En <https://labalime.com> VALIDAR MUESTRA verifícas este documento con el código de seguridad: 3345264



FABIO ANAYA PAYARES
Director
Reg 0303

Formato F-INF-01 - Pág. 1 de 1


Calle 33 No. 20-29 / Piso 2 - Tel: 642 4296 - 6700506 Cel: 317 440 1537 - 318 775 8722 - 318 695 3250 / labalime@hotmail.com

Bucaramanga - Santander - Col

Apéndice H. Evidencia de procesamiento de la harina de *tenebrio molitor*



Apéndice I. Resultados microbiológicos harina de *Tenebrio molitor*



LABALIME SAS
Laboratorio de Aguas, Alimentos y Bebidas
NIT. 900.712.236-1

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

<p>Muestra No. 115089 Empresa OSCAR FLOREZ Producto Tenebrio Molitor Objeto del análisis Control de calidad fisicoquímica Fecha de Produccion 14/10/2025 Lugar de recoleccion Traida al Laboratorio Responsable del muestreo El solicitante Fecha de Recepcion Octubre 20 del 2025 Hora: 14:25 Fecha de análisis Octubre 20 del 2025</p>	
--	--


RESULTADOS

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	TÉCNICA
Humedad	5,21	%	NTC 529
Proteína	38,35	%	NTC 4657
Cenizas	4,70	%	NTC 282
Grasa	35,54	%	NTC 668
Fibra	8,65	%	NTC 668
Carbohidratos	7,55	%	CÁLCULO
Valor calórico	503,46	Kcal/100g	CÁLCULO

"Válido únicamente para la muestra analizada"

OBSERVACIONES

Análisis contratación externa



FABIO ANAYA PAYARES
 Director
 Reg 0303

Calle 33 No. 20-29 / Piso 2 - Tel: 642 4296 - 6700506 Cel: 317 440 1537 - 318 775 8722 - 318 695 3250 / labalime@hotmail.com
 Bucaramanga - Santander - Col

Apéndice J. Resultados de comparación tesis

(Producción y valoración nutricional de harina de larva de *tenebrio molitor* como fuente proteica no tradicional para su uso en la alimentación animal)




INFORME DE ENSAYOS N° 3864-2020
PÁGINA 2 DE 2

Análisis de Composición Proximal
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

LARVA DE TENEBRIO MOLITOR (HARINA)

LAB	DETERMINACIÓN	Resultado	UNIDADES
FG	Carbohidrato	6.46	%
FG	Cenizas	3.20	%
FG	Energía	836.82	Kcal/100g
FG	Fibra Cruda	2.46	%
FG	Grasa	30.14	%
FG	Humedad	7.82	%
FG	Proteína (N x 6.25)	44.43	%

ABREVIATURAS:
% : Expresado en porcentaje
Kcal/100g : Calorías por 100 gramos

MÉTODOS UTILIZADOS:
Análisis de Composición Proximal | Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FG 14/10/2020 al 23/10/2020
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/10/2020


Dr. Miguel Valdivia Martínez
 Gerente Técnico

Fin del Informe

PAPA F. A. S. E. | Versión: 01 | Fecha de Emisión: 27/09/19 | Edición por: ST | Revisado por: CAC | Aprobado por: DG | Página 2 de 2

Av. Quilones 8-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
 Teléfono: ++51 (0)54 273320 / 274515 RPC 96376885 RPM #954603110
 e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS - Calidad a su servicio - BHIOS LABORATORIOS - Calidad a su servicio - BHIOS LABORATORIOS - Calidad a su servicio