



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado al

H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener

del título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA:

Harinas de grillo doméstico *Acheta domesticus*, Mosca soldado negra

Hermetia illucens, Gusano de la harina *Tenebrio molitor* como

alternativas en la alimentación de bovino.

AUTOR:

Luigy Jareth Monserrate Bastidas

TUTORA:

Ing. Dayaneth Fabiola Rivera Troya, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en el estudio de tres tipos de harinas que provienen de los siguientes insectos, el grillo doméstico, la mosca soldado negra y el gusano de la harina, con el objetivo de determinar su potencial como una alternativa en la alimentación de los bovinos, esta última un problema que en la actualidad se ve reflejada en la deforestación de grandes extensiones de bosques, para el cultivo de pasto un alimento tradicional en la industria ganadera. Por la relevancia de la investigación se integró contenido de alta relevancia y concreto que brinde la mayor información basada en aspectos importantes como: el sistema de producción, composición física-nutricional, microbiológica, y su aporte nutricional en relación a los requerimientos nutricionales de los bovinos. Esta tendencia a nivel mundial hace que las harinas de insectos se conviertan en un punto de interés para la generación de productos alimenticios dirigidos para la alimentación de los bovinos, en donde cada harina presenta grandes cualidades nutricionales que aportarían al desarrollo de los bovinos en diferentes etapas de crecimiento, es más un ejemplo de aquello es la harina del gusano de la harina que entre su composición se encuentra el calcio y el fósforo, la harina de mosca soldado negra, tiene un importante contenido de proteína y la de grillo doméstico presenta variedad de ácidos grasos.

Palabras claves: *Harinas de insectos, sustentabilidad, deforestación, componentes nutricionales.*

SUMMARY

The present research focuses on the study of three types of flours that come from the following insects, the house cricket, the black soldier fly and the mealworm, with the aim of determining their potential as an alternative in cattle feed, the latter a problem that is currently reflected in the deforestation of large areas of forests. for the cultivation of grass, a traditional food in the livestock industry. Due to the relevance of the research, highly relevant and concrete content was integrated that provides the most information based on important aspects such as: the production system, physical-nutritional composition, microbiological, and its nutritional contribution in relation to the nutritional requirements of cattle. This worldwide trend makes insect meals become a point of interest for the generation of food products aimed at feeding cattle, where each meal has great nutritional qualities that would contribute to the development of cattle in different stages of growth, it is more an example of that is the meal worm meal that among its composition is calcium and calcium. Phosphorus, black soldier fly meal, has a significant protein content and domestic cricket flour has a variety of fatty acids.

Keywords: *Insect meals, sustainability, deforestation, nutritional components.*

ÍNDICE

RESUMEN	2
SUMMARY	3
ÍNDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento Problema	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos Del Estudio	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5 Línea De Investigación.....	5
2 DESARROLLO.....	6
2.1 Marco Conceptual	6
2.1.1. Insectos Para La Obtención De Harinas.	6
2.1.2. Grillo Doméstico (Acheta domesticus).	6
2.1.2.1. Sistema De Producción Del Grillo Doméstico.....	6

2.1.3.	Mosca Soldado Negra (Hermetia Illucens).	7
2.1.3.1.	Sistema De Producción De Mosca Soldado Negra.	8
2.1.4.	Gusano De La Harina (Tenebrio Molitor).	8
2.1.4.1.	Sistema De Producción De Gusano De La Harina.	9
2.1.5.	Proceso De Elaboración De Las Harinas De Insectos.	9
2.1.5.1.	Elaboración De Harina De Grillo Domestico.	9
2.1.5.2.	Elaboración De La Harina De Larvas De Mosca Soldado Negra.	10
2.1.5.3.	Elaboración De La Harina De Gusano De La Harina.	10
2.1.6.	Composición Física-Nutricional De Las Harinas De Insectos.	10
2.1.6.1.	Composición Física-Nutricional De La Harina De Grillo Doméstico.	10
2.1.6.2.	Composición Física-Nutricional De La Harina De Mosca Soldado Negra.	11
2.1.6.3.	Composición Física-Nutricional De La Harina De Gusano De La Harina.	12
2.1.7.	Composición Microbiológica De Las Harinas De Insectos	13
2.1.7.1.	Composición Microbiológica De La Harina De Grillo Doméstico.	13
2.1.7.2.	Composición Microbiológica De La Harina De Mosca Soldado Negra.	14
2.1.7.3.	Composición Microbiológica De La Harina Del Gusano De La Harina Tenebrio Molitor.	14
2.1.8.	Requerimientos Nutricionales De Los Bovinos	15
2.1.8.1.	Requerimientos Nutricionales En Función De Las Edades.	16

2.1.8.2. Niveles Nutricionales En Bovinos De 3-4 años.	16
2.1.8.3. Requerimientos Nutricionales Según La Etapa De Desarrollo.	17
2.2. Marco Metodológico	18
2.3. Resultados	19
2.4. Discusión De Resultados	22
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	25
3.1. Conclusiones.....	25
3.2. Recomendaciones.....	26
4. REFERENCIAS Y ANEXOS.....	27
4.1. Referencias.....	27
4.2. Anexos.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición física-nutricional de la harina de grillo doméstico.....	11
Tabla 2. Composición física-nutricional de la harina de mosca soldado negra	12
Tabla 3. Determinación microbiológica de la harina de grillo doméstico.....	13
Tabla 4. Determinación microbiológica de la harina del gusano de la harina	14
Tabla 5. Requerimientos nutricionales para terneros.....	16
Tabla 6. Requerimiento nutricional de los bovinos en sus diferentes etapas.....	17
Tabla 7. Técnicas e instrumentos de investigación	18
Tabla 8. Conjunto de características de los insectos estudiantes	19
Tabla 9. Compuestos nutricionales de las harinas de insectos.....	20
Tabla 10. Composición microbiológica de las harinas de insectos.....	21

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1 Introducción

El constante crecimiento poblacional requiere el aumento de alimentos de origen animal, entre los que se pueden destacar la carne y la leche de rumiantes (Castillo et al., 2024). Sin embargo, esto provoca un daño colateral al medio ambiente, ya que se requiere mayor espacio para su alimentación, causando así la deforestación de los bosques. En este sentido la investigación tiene como objetivo principal “Indagar sobre las harinas de grillo doméstico *Acheta domesticus*, Mosca soldado negra *Hermetia illucens*, Gusano de la harina *Tenebrio molitor* como alternativas en la alimentación de bovino”.

Es de carácter urgente acoger estrategias de alimentación que estén de la mano con la sustentabilidad, debido a que la alimentación animal es un componente crítico para lograr mitigar los daños producidos al medio ambiente y económico dentro del sector ganadero. Por otro lado, en la actualidad el contenido proteico presente en los pastos es bajo (Drewery, 2022).

Se abre un campo donde se pretende identificar y utilizar recursos alimentarios innovadores y que sean sustentables, en este escenario los insectos podrían ser una solución viable. Porque tienen la capacidad de producir empleando subproductos contribuyendo a al manejo de residuos orgánicos, de esta manera se da como resultado una competencia nutricional reducida entre los humanos y los animales de producción (Adhikari et al., 2021).

La producción de harina de insectos en los últimos años se ha venido actualizando con el propósito de transformarlas en una fuente de proteína que sea sustentable,

además se aprovecha la elevada eficiencia que estos tienen de conversión. Los insectos requieren de bajas necesidades de alimento, son capaces de utilizar subproductos, agua y espacios reducidos, principalmente si son comparadas con otras materias primas proteicas como la soja (Cerisuelo, 2021).

Los insectos están siendo propuestos como posibles alternativas a las proteínas vegetales que tradicionalmente se ofrecen a los animales, las harinas representan fuentes prometedoras de proteína, fibra, grasa y aminoácidos, que pueden ser incorporadas a la alimentación de los bovinos. La fácil adaptación que tiene la producción de insectos en diferentes países, su papel de suma relevancia en la bioconversión de desechos y la disminución del uso de la tierra los muestra como fuentes de proteína dietética para los bovinos, siendo así una fuente respetuosa con el medio ambiente (Toral et al., 2022).

En esta investigación pretendo ofrecer mediante un análisis las diferentes posibilidades de incorporar las harinas de insectos en la alimentación de los bovinos, además de valorar los aportes nutricionales de cada uno, para mencionar así la mejor alternativa sobre la alimentación tradicional a base de pasto.

1.2 Planteamiento Problema

La alimentación de bovinos se vincula principalmente con la producción de cultivos forrajeros, esto plantea una preocupación ambiental, ya que son causantes de la tala de grandes extensiones de bosques, lo que promueve la deforestación. El informe de la FAO explica que la ganadería utiliza el 30% de la superficie terrestre del planeta y ocupa un 33% de toda la superficie cultivable, destinada a producir forraje. En

Latinoamérica el 70% de los bosques Amazónicos que han sido deforestados se han destinados a la producción de pastizales (Corral et al., 2021).

De igual manera en el Ecuador, en el año 2020 el área de pastos cultivados ocupa 2.1 millones de hectáreas, en función al año anterior se registró un crecimiento del 3.4%, este incremento provoca paulatinamente la deforestación de los bosques, en este contexto la superficie en la Costa destinada a la alimentación bovina corresponde al 54.4% (INEC, 2021).

Por otro lado, la falta de investigaciones limita de forma drástica la búsqueda de nuevas matrices alimenticias que sean una alternativa más sustentable y sobre todo que aporte los nutrientes esenciales a los bovinos para su desarrollo, en este sentido las harinas de insectos son un campo relativamente nuevo y presenta múltiples aplicaciones por su aporte nutricional, sin embargo, su utilización como alimento para bovinos es muy limitada.

1.3 Justificación

El estudio de las harinas de insectos como alternativas para la alimentación de bovinos se fundamenta en su aporte nutricional, ya que presenta alto contenido proteico, de grasa cruda, ceniza, aminoácidos, fibra, entre otros nutrientes. Lo que los convierte en un matriz alimentaria de alto valor nutricional (Durán et al., 2024). Además, la alimentación de los insectos es de bajo costo porque incluyen subproductos orgánicos de la industria alimentaria, contribuyendo de esta forma a la conversión de los mismos (Avendaño et al., 2020).

En cuanto a su aplicación como suplemento está enfocada a sectores concretos: acuicultura, gallinas, conejos, cerdos (Ahmed et al., 2021). Sin embargo, su consumo

para rumiantes no está normalizado (Domingues et al., 2020) y podría ser una solución viable frente a la problemática identificada. Además, la investigación sobre alimentación proveniente de insectos es menos habitual y la literatura publicada se basa en su mayoría en experimentos in vitro (Hong & Kim, 2022).

En definitiva, esta investigación aborda la necesidad de suplir esos vacíos de conocimientos sobre las harinas de insectos y su amplio campo de aplicación, lo que contribuye a la innovación por la puesta en práctica en la producción de alimentos para bovinos, de igual forma aporta aspectos importantes que incrementan el interés científico.

1.4 Objetivos Del Estudio

1.4.1. Objetivo General

Indagar sobre las harinas de grillo doméstico *Acheta domesticus*, Mosca soldado negra *Hermetia illucens*, Gusano de la harina *Tenebrio molitor* como alternativas en la alimentación de bovino.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Estudiar las materias y los procesos de obtención de harina de grillo doméstico *Acheta domesticus*, Mosca soldado negra *Hermetia illucens*, Gusano de la harina *Tenebrio molitor*.
- Identificar la composición física-nutricional y microbiológica de las harinas de insectos propuestas.
- Reconocer los requerimientos nutricionales en función a las etapas de desarrollo de los bovinos.

1.5 Línea De Investigación

Dominio de investigación: Recursos Agropecuarios, Ambiente, Biodiversidad y Biotecnología.

Línea de investigación: Desarrollo Agropecuario, Agroindustria, Sostenible y Sustentable.

Sublínea: Procesos Agroindustriales y Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.

La presente investigación tiene como temática: Harinas de grillo doméstico *Acheta domesticus*, Mosca soldado negra *Hermetia illucens*, Gusano de la harina *Tenebrio molitor* como alternativas en la alimentación de bovino, por tanto, se vincula las sublíneas de Procesos Agroindustriales y Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, esto se debe se aprovechan las harinas de insectos en la aplicación para la alimentación de bovinos, además su incorporación como matrices alimentarias nuestra solución a los efectos negativos que este esta actividad genera al medio ambiente.

2 DESARROLLO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1. Insectos Para La Obtención De Harinas.

2.1.2. Grillo Doméstico (*Acheta domesticus*).

Su nombre científico es *Acheta domesticus*, comúnmente se lo llama el grillo doméstico, se considera que probablemente sea nativo del sudeste de Asia, entre los años 1950 y 2000, presenta un color típico de gris o parduzco, este insecto crece en un rango de 16–21 milímetros, es decir (0,63–0,83 pulgadas) de longitud. Los machos y las hembras son muy similares, sin embargo, las hembras tendrán un ovipositor que surge de la parte posterior, alrededor de 12 milímetros (0,47 pulgadas) de largo (Fundes Strategy, 2019).

2.1.2.1. Sistema De Producción Del Grillo Doméstico.

El sistema de producción del grillo doméstico se efectúa en una especie de corrales rectangulares, por lo general de 1,3 a 3 m de ancho, de 2,3 a 5 m de longitud, además de paredes de 0,5 m de altura. Los materiales utilizados para su construcción son: cemento, ladrillo, barro, madera, cartón, metal, polietileno de alta densidad o fibra de vidrio, con pisos lisos para impedir la presencia de fugas, se puede obtener aproximadamente 15 kg de grillos (Arévalo Arévalo et al., 2022).

Dentro de estos sistemas se deben controlar ciertos parámetros como la temperatura que, para este insecto de estar entre 28° y 32 °C, la humedad relativa del 40% al 70%, estos son los rangos ideales para alcanzar una producción, donde se alcance una madurez entre los 31 a 41 días. En cuanto a su alimentación el grillo doméstico se puede alimentar con residuos vegetales y concentrados de animales

domésticos, un punto importante es la limpieza de los contenedores de agua y alimento para impedir el crecimiento de hongos y bacterias (Cruz Fagua et al., 2021).

2.1.3. Mosca Soldado Negra (*Hermetia Illucens*).

La mosca soldado negra conocida por las siglas (BSF), tiene como nombre científico *Hermetia illucens*, es una mosca (Díptera) de la familia *Stratiomyidae* que tiene un gran potencial que promete una alternativa rentable para el reciclaje de residuos orgánicos (Silva & Hesselberg, 2020). Aunque la BSF tiene como hábitat las regiones tropicales, subtropicales y del norte de América, ahora se presenta con mayor frecuencia en áreas tropicales y templadas del mundo.

Entre una de las características de la BSF está que no son buenos voladores y por lo que pasan la mayor parte del día descansando sobre las plantas, además viven aproximadamente dos semanas en el agua. A diferencia de otras moscas, este tipo no muerden ni ingieren alimentos porque no presentan un aguijón, ni órganos digestivos. Tienen una longitud entre 15 y 20 mm y el macho BSF tiene un abdomen bronceado, mientras que la hembra es de color marrón rojizo (Amrul et al., 2022).

Si bien se resaltó anteriormente la mosca soldado negra no tiene la capacidad de alimentarse, pero sus larvas son capaces de ingerir una gran variedad de desperdicios orgánicos, entre ellos: excremento, restos animales, desechos de comida, lixiviados y residuos agroindustriales. La biomasa larvaria tiene una presencia que es rica en proteína y grasa, esto la hace útil para la alimentación animal y producción de biodiesel (Escobar et al., 2024).

Resaltan más características de este insecto, en su etapa adulta tienen colores oscuros en las alas, antenas que son dos veces más largas que su cabeza. Las patas

son negras y en la zona del abdomen tienen una pigmentación blanca. Su torso es alargado, igual al de una avispa, generalmente se encuentran junto a infraestructuras de crianza de animales o los cultivos (Del Hierro et al., 2021).

2.1.3.1. Sistema De Producción De Mosca Soldado Negra.

El cultivo de la mosca soldado negro es un proceso sencillo y rápido, porque su ciclo de vida es de aproximadamente 45 días, y los huevos toma alrededor de 18 días alcanzar la etapa larvaria. Este sistema se puede implementar en zonas remotas o realizarse en traspatios, empleando estructuras parecidas a invernaderos cerrados con ventilación y con camas, bandejas para contener los residuos orgánicos y las larvas. También pueden utilizarse naves cerradas con condiciones ambientales controladas, representan mayor costo, pero son más productivas (Perez et al., 2023).

La hembra es responsable de la postura de los huevos, es capaz de depositar en sitios determinados hasta 1000 huevos los que dependen de las condiciones medioambientales estos tienden a eclosionar a los 4 días aproximadamente y así iniciar el proceso larvario. Dentro de estos sistemas se debe tener en cuenta que es muy importante controlar las condiciones climáticas ideales, especialmente temperatura (24 - 40°C) y humedad relativa (50 – 70%) (Molina, 2021).

2.1.4. Gusano De La Harina (Tenebrio Molitor).

El gusano de la harina es un insecto holometábolo, tiene una metamorfosis completa, presenta cuatro etapas de vida: huevo, larva, pupa y adulto, se completa en 4 a 5 meses. Probablemente tiene su origen en el Mediterráneo y en la actualidad se distribuye mundialmente debido a la migración y el comercio. Históricamente, los gusanos de la harina eran considerados una plaga que afectaba los granos acopiados,

de ahí su nombre (molitor significa "molinero" en latín). Sin embargo, en las últimas décadas se han realizado investigación para fines alimentarios y manejo de residuos (Moruzzo et al., 2021).

2.1.4.1. Sistema De Producción De Gusano De La Harina.

El gusano de la harina tiene un pequeño impacto ambiental, esto se debe a que necesitan pocos recursos para su cría. Los espacios de tierra destinados para conseguir un 1 kg de proteína comestible del gusano de la harina es menor que la de los pollos, el ganado vacuno y los cerdos. Además, su huella hídrica por tonelada comestible (m^3/t) que se asocia a la producción de gusanos de la harina se compara a la de la carne de pollo e inferior a la de la carne de cerdo y de res (Derler et al., 2021).

En cuanto a los requerimientos nutricionales para su cría, pueden cultivarse en una gran variedad de sustratos y subproductos derivados de la industria alimentaria, esto los convierte en una gran herramienta de bioconversión, reduciendo las pérdidas de alimentos y encajando en el concepto de CE sostenible, tienen un gran potencial para la producción de alimentos ricos en varios nutrientes esenciales para los animales (Pinotti et al., 2019).

2.1.5. Proceso De Elaboración De Las Harinas De Insectos.

2.1.5.1. Elaboración De Harina De Grillo Domestico.

El proceso está constituido de seis fases: se comienza por la selección de la materia prima, los grillos deben estar completos; luego se pasa a la etapa de congelamiento a $8^{\circ}C$ durante 60 minutos; la tercera fase es el secado, con una temperatura de $80^{\circ}C$ hasta 24 horas, la cuarta fase es la molienda, se puede utilizar un

molino casero o industrial; como quinta fase, se ejecuta un secado a 80 °C durante 8 horas; finalmente se envasa la harina en bolsas plásticas (Pulido et al., 2020).

2.1.5.2. Elaboración De La Harina De Larvas De Mosca Soldado Negra.

Las larvas se recolectaron en el décimo día de crecimiento (etapa pre pupal), luego se tamizaron y se lavaron en un tambor separador durante 10 minutos a 90 °C (sistema de limpieza HPM, Roba Kowo, Polonia). A continuación, las larvas se secaron durante 1 h a 130 °C, luego durante 23 h a 80 °C para obtener materia seca constante con un secador de cámara de flujo de aire (HiProMine SA, Poznań, Polonia). Después de eso, las larvas se trituraron para obtener harina de insectos (Homska et al., 2022).

2.1.5.3. Elaboración De La Harina De Gusano De La Harina.

El método de preparación de esta harina ha sido relativamente similar en todas las investigaciones realizadas hasta la fecha. Primero, las larvas se secan mediante liofilización (por ejemplo, liofilizador durante 48 h a una temperatura de -96 °C y vacío) o un horno (por ejemplo, horno de circulación de aire a 40 °C durante 48h) y luego se pulverizan hasta que queden en forma de polvo (Sete et al., 2022).

2.1.6. Composición Física-Nutricional De Las Harinas De Insectos.

2.1.6.1. Composición Física-Nutricional De La Harina De Grillo Doméstico.

De acuerdo a la investigación realizada por González, que determinó el contenido de proteína bruta en la harina de grillo doméstico es del 60%, en cuanto al porcentaje de grasa es del 20%, este valor es mucho menor que otras especies de insectos como: la mosca común y el gusano de harina. De acuerdo a los ácidos grasos presentes identificó el palmítico, oleico y linoleico, además su aporte en carbohidratos es

generalmente baja. Con respecto al contenido de minerales destacan el calcio y el fósforo, esta harina es rica en vitamina B12 (González, 2019).

Por otro lado, la composición física-nutricional de la harina de grillo doméstico se muestra en la “tabla 1” que indica los parámetros de alto valor nutricional como el contenido de materia seca de 98.1 %, proteína fue de 63,3 % y fibra un 14.14 %.

Tabla 1

Composición física-nutricional de la harina de grillo domestico

Parámetros nutricionales	Media ± DS
Humedad (%)	5,54 ± 1,179
Materia Seca (%)	93.1 ± 1,22
Proteína Cruda (%MS)	63,3
Extracto Etéreo (%MS)	8,5±3,1
Ceniza (%MS)	5,6 ± 2,4
Fibra Cruda (%MS)	14.14
Lisina	3,42

Fuente: Reátegui et al., (2020).

2.1.6.2. Composición Física-Nutricional De La Harina De Mosca Soldado Negra.

En cuanto a la composición física-nutricional de la harina de mosca soldado negra, se exponen en la “tabla 2” los resultados de la investigación desarrollada por Reátegui y otros, en donde mencionan que contiene altos niveles de proteína cruda (42-50%) rica en aminoácidos esenciales y grasa (18-27%) entre otros nutrientes, entre los cuales está el contenido de fibra que es del 6,60% y un porcentaje de ceniza de 9,78% (Durán et al., 2024).

Tabla 2

Composición física-nutricional de la harina de mosca soldado negra

Parámetros nutricionales	Media \pm DS
Humedad (%)	5,94 \pm 1,179
Materia Seca (%)	94,21 \pm 1,22
Proteína Cruda (%MS)	42,16 \pm 3,67
Extracto Etéreo (%MS)	19,38 \pm 3,45
Ceniza (%MS)	9,78 \pm 3,63
Fibra Cruda (%MS)	6,60 \pm 1,06
Extracto Libre de Nitrógeno (%MS)	25,72 \pm 4,76

Fuente: Reátegui et al., (2020).

Por otro lado, analizando el contenido de ácidos grasos se tiene que representan hasta 76%, seguidas de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA; hasta 32%) y ácidos grasos poliinsaturados (PUFA; hasta 23%). De los AGS, el ácido láurico (C12:0) fue el constituyente principal (hasta un 52%). Además, el ácido palmítico (C16:0) y el ácido oleico (C18:1 n-9) constituyeron un alto porcentaje de los ácidos grasos identificados en las larvas (12-22% y 10-25%, respectivamente). Se encontraron ácidos grasos con una longitud de cadena de carbono de 12 a 18 carbonos (C12:0 a C18:3) en todas las larvas, independientemente de su dieta (Ewald et al., 2020).

2.1.6.3. Composición Física-Nutricional De La Harina De Gusano De La Harina.

La composición de ácidos grasos de las larvas de *T. molitor* respecto a los ácidos grasos saturados (AGS) de las larvas de *T. molitor*, el ácido mirístico (C14:0) oscila entre el 2,12% y el 5,21%, el ácido palmítico (C16:0) oscila entre el 9,33% y el 17,21% y el ácido esteárico (C18:0) oscila entre 0,26% y 3,06%. El ácido palmitoleico (C16:1) oscila entre 9,33% y 17,24%, el ácido oleico (C18:1n9) oscila entre 40,78% y 49,71%, el ácido linoleico (C18:2n6) oscila entre 24,19% y 35,58% (Yoo et al., 2019).

El contenido de proteína cruda (base de materia seca) de las larvas de *T. molitor* tiene un promedio de 52,4%. La fibra se encuentra en sus cutículas y varía del 4,19% al 22,35%. El contenido de grasa cruda (base de materia seca) tiene un promedio de 30,8%, y puede variar dependiendo de si ha sido desgrasado o no. En cuanto a la composición de ácidos grasos de las larvas de *Tenebrio molitor* (base MS), se ha informado que los porcentajes de SFA y ácidos grasos insaturados varían del 22,2% al 23,3% y del 77,7% al 79,0%. Respectivamente (Hong et al., 2020).

El contenido mineral de las larvas de *T. Molitor*, en función al de calcio oscilan entre el 0,04% y el 0,50%, los valores de fósforo fluctúan entre el 0,70% y el 1,04%. Además, el sodio está presente entre el 0,21% y el 0,36%, y los valores de potasio oscilan entre el 0,85% y el 1,12%. En cuanto al hierro su contenido está entre 63,0 y 100,0 mg/kg, por último, la cantidad de zinc para las larvas de *T. molitor* se encuentra entre 102,0 y 117,4 mg/kg (Lestingi, 2024).

2.1.7. Composición Microbiológica De Las Harinas De Insectos

2.1.7.1. Composición Microbiológica De La Harina De Grillo Doméstico.

En los resultados de los análisis microbiológicos de la harina de grillo doméstico recogidos en la “tabla 3”, muestran que los valores de Coliformes y *Escherichia coli*, se redujeron después del segundo recuento, mientras que no se reportaron hongos, levaduras y *Salmonella*. Estos resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el “Reglamento (UE) 2021/1372 DE LA COMISIÓN de 17 de agosto de 2017”.

Tabla 3

Determinación microbiológica de la harina de grillo doméstico

Determinación	Resultados		Especificaciones
Recuento de Coliformes totales	1,100 NMP/g	240 NMP/g	*****
Escherichia coli	<3.0 NMP/g	<3.0 NMP/g	*****
Recuento de Hongos y Levaduras	0 UFC/g	0 UFC/g	10 ³ UFC/g
Salmonella spp.	Ausencia	Ausencia	Ausencia/25g

Fuente: Medina & Rivas, (2020).

2.1.7.2. Composición Microbiológica De La Harina De Mosca Soldado Negra.

Los análisis microbiológicos para este tipo de harina son un paso crítico para determinar su consumo por animales. Los límites máximos permitidos según el “Reglamento (UE) 2021/1372 DE LA COMISIÓN de 17 de agosto de 2021”, para los alimentos de consumo animal no deben superar en el caso de los aerobios mesófilos de 10⁶ a 10⁸ UFC/g, para E. coli de 10² UFC/g, no hay presencia de Salmonella en 25g. Los resultados obtenidos de la harina indican que la presencia de aerobios mesófilos fue de 1,7 x 10³ UFC/g, el de coliformes fue de < 10 UFC/g, y no hubo presencia de Salmonella spp (Gómez, 2022).

2.1.7.3. Composición Microbiológica De La Harina Del Gusano De La Harina Tenebrio Molitor.

El análisis microbiológico de la harina del gusano de la harina representados en la “tabla 4”, establecidos por la Unión Europea mostró resultados muy importantes, ya que las bacterias patógenas como la Salmonella spp., y la Listeria monocytogenes no se detectaron.

Tabla 4

Determinación microbiológica de la harina del gusano de la harina

Harina de Gusano de la harina	
Criterios Microbiológicos	Resultados
Recuento total de colonias aerobias	$\leq 10^5$ UFC (**)/g
Levaduras y mohos	≤ 100 UFC/g
Escherichia coli	≤ 50 UFC/g
Salmonella spp.	No detectada en 25 g
Listeria monocytogenes	No detectada en 25 g
Anaerobios sulfito-reductores	≤ 30 UFC/g
Bacillus cereus (presunto)	≤ 100 UFC/g
Enterobacterias (presunta)	< 10 UFC/g
Estafilococos coagulasa positivos	≤ 100 UFC/g

Fuente: Unión Europea, (2021).

2.1.8. Requerimientos Nutricionales De Los Bovinos

La alimentación del ganado bovino se convirtió en un eslabón importante al momento de determinar la rentabilidad de un hato, no sólo por la necesidad de cubrir los requerimientos nutricionales que tienen los bovinos, sino también por los costos de estas materias primas. Dentro del segmento de la nutrición, un predio pecuario se debe enfocar en un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales, que satisfaga sus requerimientos nutricionales tanto en calidad como en cantidad, esto puede generar un buen desempeño, lo cual se evidencia en los parámetros zootécnicos productivos y reproductivos (Garzón et al., 2020).

Los bovinos necesitan una gran variedad de nutrientes que son indispensables para su mantenimiento y productividad. Estos se pueden agrupar en categorías que son: energía, proteína, minerales, vitaminas y el agua. El agua siendo el más requerido, seguido por la energía y proteína, las vitaminas y minerales tienen un porcentaje mínimo

de requerimiento, pero son de suma importancia para el desarrollo del animal en cada etapa (Pezo & Ruiz, 2019).

2.1.8.1. Requerimientos Nutricionales En Función De Las Edades.

En cuanto a los requerimientos por rango de edades la “tabla 5”, recoge los resultados de la investigación de Cerda, donde muestran como varían los requerimientos en función de la edad y también el peso de los terneros, focaliza puntos clave como la proteína cruda, la fibra, el calcio y el fósforo.

Tabla 5

Requerimientos nutricionales para terneros

Edad: (meses)	3-6	7-12	13-18	19-22
Peso: (kg)	125	275	400	550
Proteína cruda	16	15	14	12
Extracto etero	1.72	1.46	1.43	1.37
Fibra cruda	1.10	0.97	0.88	0.88
Ca (Calcio)	0.5-0.6	0.4-0.5	0.4-0.5	0.4-0.5
P (Fosforo)	0.38	0.34	0.30	0.28
Minerales	0.30	0.3	0.30	0.28

Fuente: Cerda, (2020).

2.1.8.2. Niveles Nutricionales En Bovinos De 3-4 años.

Dentro de los requerimientos se pueden reconocer ciertos niveles esenciales dentro de este rango de edades, para lograr una eficiencia productiva.

Proteína y energía: Para este rango de edades se debe suministrar una dieta que represente alrededor de 17% de proteína y 1,26 Mcal/Kg de energía.

Vitaminas y minerales: En este aspecto se necesita incorporar vitaminas como: A, D, E, además de minerales como el calcio y fósforo.

Materia seca y agua: Los valores requeridos en sentido de la materia seca oscilan entre 2,6 a 4,2 de su PV/d, esto ayuda al aumento de masa muscular. Con lo que respecta al agua se debe proporcionar entre 2,2 a 4,2 litro/k (Rendón, 2020).

2.1.8.3. Requerimientos Nutricionales Según La Etapa De Desarrollo.

Los requerimientos nutricionales de los bovinos no solo se concentran en los rangos de las edades, si no que involucra las etapas por las que pasan, aquí también se necesitan cantidades de nutrientes para poder obtener un desarrollo idóneo.

La tabla 6 plasma los nutrientes esenciales que necesitan los bovinos en las diferentes etapas de crecimiento. El fósforo es fundamental para el correcto funcionamiento de la microbiota del rumen, y el calcio es primordial para la formación y maduración de los huesos.

Tabla 6

Requerimiento nutricional de los bovinos en sus diferentes etapas

Nutrientes	Crecimiento	Engorde	Reproducción	Lactancia
Energía (Mcal/Kg)	2.3-2.7	2.2-2.6	2.0-2.4	2.4-2.8
Proteína bruta (%)	15-18	12-16	10-14	18-20
Calcio (%)	0.7-0.9	0.6-0.8	0.5-0.7	0.8-1.0
Fósforo (%)	0.3-0.5	0.3-0.5	0.2-0.4	0.4-0.6
Fibra (ADF) (%)	15-20	15-20	20-25	15-20
Fibra (NDF) (%)	25-35	25-35	30-40	25-35
Vitamina A (UI/Kg)	5,000-10,000	5,000-10,000	5,000-10,000	5,000-10,000
Vitamina D (UI/Kg)	500-1,000	500-1,000	500-1,000	500-1,000
Vitamina E (UI/Kg)	20-30	20-30	20-30	20-30

Fuente: Bridge Capital, (2023).

2.2. Marco Metodológico

La presente investigación será abordada desde el enfoque cualitativo, debido a que se recolecta información para alcanzar cada uno de los objetivos planteados, además es de carácter exploratoria, porque la exploración permitirá identificar la información más relevante y actualizada del tema, por último, se realizará un diseño de investigación documental.

En virtud al diseño de investigación se realizará una recopilación de información de alto impacto, proveniente de revistas científicas, libros, sitio web, artículos que aporten las bases teóricas necesarias para respaldar la utilización de las harinas de insectos en la alimentación de bovinos. Los sitios donde se extrajo información son: NLM, MDPI, Science, Ecuadorian Science Journal, EPISTEMUS, Journal of Animal Science and Biotechnology, Redalyc, Google Académico.

A continuación, en la “tabla 7” se describen las variables, técnicas e instrumentos empleados en la recolección de información:

Tabla 7

Técnicas e instrumentos de investigación

Variables	Técnicas	Instrumentos	
		Categorías	Registros
Objetivo 1			
Materias Primas	Análisis documental	Artículo científico	A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (<i>Hermetia illucens</i>), publicado en el año 2022
		Informe	Productos Potenciales y sus Cadenas de Valor. Publicado en el año 2019
		Artículo científico	Mealworm (<i>Tenebrio molitor</i>): Potential and Challenges to

			Promote Circular Economy, publicado en el año 2021.
Procesos	Análisis documental	Revista	Prototipo agroindustrial de harina de Acheta domesticus (Orthoptera: Gryllidae) para consumo humano, publicada en el año 2020
Objetivo 2			
Fisicoquímico		Documento	Sustrato proteico a base de larvas de hermetia illucens alimentadas con residuos orgánicos, para alimentación de animales menores y crianza acuícola, publicado en el año 2021
Microbiológico	Análisis documental	Artículo científico	Evaluación de la digestibilidad ileal de nutrientes de larvas secas del gusano de la harina (Tenebrio molitor) en comparación con tres subproductos de proteínas animales en cerdos en crecimiento
Nutricional		Artículo científico	Mealworm (Tenebrio molitor Larvae) as an Alternative Protein Source for Monogastric Animal: A Review, publicado en el año 2020
Objetivo 3			
Requerimientos nutricionales de los bovinos	Análisis documental	Artículo científico	Formulación de raciones para carne y leche, publicado en el año 2020

2.3. Resultados

La “tabla 8” muestra información que se basa en las características de los insectos, como su ciclo de vida, reproducción, patologías y depredadores, condiciones ambientales, alimentación e infraestructura.

Tabla 8

Conjunto de características de los insectos estudiantes

Características	Insectos	Descripción	Referencia
Ciclo de vida	Grillo doméstico	31 a 41 días	(Cruz Fagua et al., 2021).
	Mosca soldado negra	45 días	(Perez et al., 2023).
	Gusano de la harina	120 a 150 días	(Moruzzo et al., 2021).
Reproducción	Grillo doméstico	50 huevos	(Fundes Strategy, 2019).
	Mosca soldado negra	1000 huevos	(Amrul et al., 2022).
	Gusano de la harina	70 – 170 huevos	(Derler et al., 2021).
Patologías y depredadores	Grillo doméstico	El virus del ADN (baculovirus y densovirus) y los virus del ARN (discitrovirus e iflavirus). Depredadores como aves, arañas y reptiles.	(Eilenberg et al., 2021).
	Mosca soldado negra		
	Gusano de la harina		
Condiciones ambientales	Grillo doméstico	Temperatura de 28° a 32°C y la humedad de 40% al 70%.	(Arévalo Arévalo et al., 2022).
	Mosca soldado negra	Temperatura de 24 a 40°C y humedad de 50% a 70%.	(Molina, 2021).
	Gusano de la harina	Temperatura de 25°C y humedad de 70%.	(Derler et al., 2021).
Alimentación	Grillo doméstico	Residuos vegetales y desechos animales.	(Cruz Fagua et al., 2021).
	Mosca soldado negra	Excrementos, lixiviados, residuos agroindustriales.	(Escobar et al., 2024).
	Gusano de la harina	Desechos orgánicos.	(Pinotti et al., 2019).
Infraestructura	Grillo doméstico	Corrales rectangulares de cemento, madera, metal o cartón.	(Arévalo et al., 2022).
	Mosca soldado negra	Estructuras como invernaderos que poseen ventilación, con bandejas	(Perez et al., 2023).

		para contener los residuos y las larvas.	
	Gusano de la harina	Se utilizan cajas de cartón, de papel que sirvan de contenedores para el depósito para las larvas.	(Derler et al., 2021).

Por otro lado, la composición nutricional de cada una de las harinas estudiadas es el pilar fundamental en esta investigación, a continuación, en la “tabla 9” se muestran compuestos de relevancia para la alimentación de los bovinos.

Tabla 9

Compuestos nutricionales de las harinas de insectos

Compuesto	Insectos	Contenido	Referencia
Fósforo	Grillo doméstico	-	(González, 2019).
	Mosca soldado negra	-	-
	Gusano de la harina	0.70% al 1.04%	(Lestingi, 2024).
Calcio	Grillo doméstico	-	(González, 2019).
	Mosca soldado negra	-	-
	Gusano de la harina	0.04% al 0.50%	(Lestingi, 2024).
Fibra	Grillo doméstico	14.14%	(Reátegui et al., 2020).
	Mosca soldado negra	6.60%	(Reátegui et al., 2020).
	Gusano de la harina	22.35%	(Hong et al., 2020).
Grasa	Grillo doméstico	20%	(González, 2019).
	Mosca soldado negra	27%	(Duran et al., 2024).
	Gusano de la harina	30.8%	(Hong & Kim, 2022).
Proteína	Grillo doméstico	60% al 63.3%	(Reátegui et al., 2020).
	Mosca soldado negra	42.16%	(Reátegui et al., 2020).
	Gusano de la harina	52.4%	(Hong et al., 2020).

La “tabla 10” recoge la información que hace referencia a la composición microbiológica de las harinas de los insectos estudiados.

Tabla 10

Composición microbiológica de las harinas de insectos

Parámetro	Insectos	Contenido	Referencia
Microbiológico	Grillo doméstico	No presencia de bacterias como <i>Escherichia coli.</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , además del control de levaduras y mohos, todos los resultados estuvieron dentro de los rangos permitidos.	“Reglamento (UE) 2021/1372 DE LA COMISIÓN de 17 de agosto de 2021”
	Mosca soldado negra		
	Gusano de la harina		

Los resultados en base a los requerimientos nutricionales de los bovinos fueron recogidos en “la tabla 5 en la página 14” donde se especifica que en relación a la edad de los terneros varía la composición de la dieta suministrada que gira entorno a nutrientes claves como: proteína, fibra, calcio y fósforo. De igual forma “la tabla 6 en la página 15” mostró que los requerimientos en función de la etapa de desarrollo presentan variaciones significativas en cuanto al calcio y fósforo, que según Bridge Capital, (2023), el fósforo es importantes para el correcto funcionamiento del microbiota del rumen, y el calcio es primordial para la formación y maduración de los huesos.

2.4. Discusión De Resultados

Las características a considerar de cada uno de los insectos son recogidas por “la tabla 8 en la página 17 y 18”, entre ellas las de mayor impacto que permitirán identificar la alternativa con mayor viabilidad en cuanto a tiempo, propagación e infraestructura. En este sentido el grillo doméstico tiene un ciclo de vida de 31 a 41 días, la mosca soldado negra posee un periodo de 45 días, relativamente mayor al del grillo

doméstico, sin embargo, el gusano de la harina tiene un tiempo superior de 120 a 150 días.

En cuanto a la reproducción el grillo doméstico es la de menor proporción porque solo deposita alrededor de 50 huevos, la mosca soldado negra 1000 huevos siendo este insecto el de mayor propagación, y el gusano de la harina una cantidad de 70-170 huevos.

Por otro lado, la infraestructura empleada para el grillo doméstico puede ser de diferentes materiales como: cemento, madera o incluso cartón, la mosca soldado negra necesita de un invernadero con mayores requerimientos de ventilación y bandejas de alimentación, por último, para el gusano de la harina se puede utilizar cajas de cartón, lo cual abarata costos en su sistema de producción.

En “la tabla 9 en la página 18” muestra los parámetros nutricionales de proteína, calcio, fibra, fósforo y grasa, que corresponde a cada insecto con la finalidad de realizar una comparación objetiva. De acuerdo al parámetro nutricional del contenido de proteína la harina de “Grillo doméstico” es la que más porcentaje posee, con un intervalo de 60% a 63.3%, seguida de la harina del “Gusano de la harina” con un 52.4% y por último la harina de “Mosca soldado negra” que presenta 42.16%.

El contenido de calcio y fósforo se presentó solo en la harina del “Gusano de la harina” con una equivalencia de 0.04%-0.50% y 0.70%-1.04% en el orden anterior mencionado, las otras dos harinas no mostraron equivalencia en su composición.

La harina del “Gusano de la harina” presentó mayor equivalencia en cuanto al contenido de fibra con un rango mínimo de 4.19% y máximo de 22.35%, la harina de “Grillo doméstico” un 14.14% y por último la “Mosca soldado negra” de 6.60%.

La grasa es el último parámetro a comparar, en donde la harina del “Gusano de la harina” resalta con un 30.8%, superior a la de la “Mosca soldado negra” que tiene un 27% y por último el “Grillo doméstico” con un porcentaje de 20% en su harina.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

El aporte de proteína, grasa, fibra y minerales de las harinas de insectos las convierten en potenciales alternativas como materias primas para la elaboración de alimentos que se incorporen en la dieta de los bovinos, ya que son componentes esenciales dentro de los requerimientos nutricionales que necesitan los bovinos en las diferentes etapas de desarrollo.

De acuerdo al contenido proteico la harina de grillo doméstico es la que presenta mayor proporción en un intervalo del 60 al 63.3% de proteína lo que hace que pueda ser empleada en la composición de la dieta de bovinos en todas las etapas de desarrollo.

Por otro lado, la harina de gusano de la harina es la única que reportó contenidos de calcio 0.04% al 0.50% y fósforo 0.70% al 1.04%, que recordemos que son fundamentales para el correcto funcionamiento del microbiota del bovino así como de la resistencia de los huesos.

En cuanto a la mosca soldado negra a pesar de no destacar de forma sobresaliente en la composición nutricional, presenta una propagación mucho mayor con una capacidad de 1000 huevos en una sola postura, además de su ciclo de vida relativamente corto de 45 días, por lo cual es la alternativa que mayor disponibilidad y eficiencia presenta.

Realizando una comparación exhaustiva se puede determinar que la alternativa con mayor aporte nutricional es la harina de gusano de la harina, ya que destaca sobre las otras por sus aportaciones muy significativas de fibra, grasa, calcio, fósforo, representando así una buena alternativa para la alimentación de los bovinos, en los

rangos de 3 a 22 meses en el caso de terneros y se puede incorporar a todas las etapas de desarrollo desde el crecimiento hasta la lactancia, a pesar de que su ciclo de vida sea tardío se pueden obtener un producto de mucho más valor nutricional.

3.2. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones, se puede detallar las siguientes recomendaciones:

- Analizar las diferentes alternativas para bioconversión de desechos orgánicos, mediante insectos con alto valor nutricional y bajo costo.
- Impulsar la investigación sobre las harinas de insectos y sus diferentes aplicaciones como una matriz alimentaria al sector de producción animal, además realzar sus beneficios mediante experimentación que demuestran sus aportes nutricionales.
- Incentivar el uso de estas harinas para la aplicación como suplemento alimenticio en los bovinos, considerando factores como costos, impacto al medio ambiente y a la salud.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias

- Adhikari, P., Aryal, N., Ghimire, A., & Khanal, P. (2021). Sustainable biowaste recycling using insects. *Clean Energy and Resources Recovery: Biomass Waste Based Biorefineries, Volume 1*, 399–420. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85223-4.00007-5>
- Ahmed, E., Fukuma, N., Hanada, M., & Nishida, T. (2021). Insects as novel ruminant feed and a potential mitigation strategy for methane emissions. *Animals*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/ani11092648>
- Amrul, N., Ahmad, I., Basri, N., Suja, F., Jalil, N., & Azman, N. (2022). A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *Sustainability (Switzerland)*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/su14084565>
- Arévalo Arévalo, H., Vernot, D., & Barragán Fonseca, K. (2022). Perspectivas de uso sostenible del grillo doméstico tropical (*Gryllobates sigillatus*) para la alimentación humana en Colombia. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 69(3), 310–324. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v69n3.98890>
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insects: An alternative for animal and human feeding. *Revista Chilena de Nutricion*, 47(6), 1029–1037. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182020000601029>
- Bridge Capital. (2023, April 6). *Nutricion para el ganado bovino por etapas*. Rumiantes. <https://ibridgecapital.org/es/nutricion-para-el-ganado/>
- Castillo, C., Muiño, R., Benedito, J. L., & Hernández, J. (2024). La introducción de las harinas de insectos como suplemento en la ración en rumiantes: una estrategia a adoptar a corto

plazo ante la escasez de materias primas. *Informacion Tecnica Economica Agraria*.

<https://doi.org/10.12706/itea.2023.021>

Cerda, R. (2020). Formulación de raciones para carne y leche. *InterSedes*, 14(19), 128–153.

Cerisuelo, A. (2021). *Materias Primas Harinas de Insectos*.

https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/8242/2021_Cerisuelo_Harina.pdf

?sequence=2&isAllowed=y

Corral, A., Zambrano, L., Pincay, D., & Calo, S. (2021).

Impactos ambientales generados por la ganadería en la provincia de santo domingo de Tsáchilas. *Publicación Cuatrimestral*, 5(2), 69–78.

<https://orcid.org/0000-0001-8339-2051>

Cruz Fagua, D., Arévalo Arévalo, H., & Vernot, D. (2021). *Artrópodos. Producción de grillos*

de forma sustentable. Universidad de La Sabana, Minciencias, Gobernación de Cundinamarca, ArthroFood. <https://doi.org/10.5294/978-958-12-0594-3>

Del Hierro, A., Anrango, M., Ortiz, D., & Sánchez, L. (2021). Captura y cría de la mosca

soldado negra (*Hermetia Illucens*) para la biodegradación de desechos orgánicos en Puerto Quito, Ecuador. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 341–354.

<https://doi.org/https://doi.org/10.46480/esj.5.3.164>

Derler, H., Lienhard, A., Berner, S., Grasser, M., Posch, A., & Rehorska, R. (2021). Use them

for what they are good at: Mealworms in circular food systems. *Insects*, 12(1), 1–14.

<https://doi.org/10.3390/insects12010040>

Domingues, C., Rossi, J., Ruviaro, C., Freire, D., & Mauad, J. (2020). Understanding the

factors influencing consumer willingness to accept the use of insects to feed poultry,

cattle, pigs and fish in Brazil. *PLoS ONE*, 15(4).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224059>

Drewery, M. (2022, November 28). *Feeding insects to cattle could make meat and milk production more sustainable*. <https://theconversation.com/feeding-insects-to-cattle-could-make-meat-and-milk-production-more-sustainable-176223>

Duran, A., Pro-Matínez, A., Mendoza, S., Sosa, E., Pérez, A., González, F., & Zárate, D. (2024). Larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens* L.) en la nutrición animal: una innovación en la alimentación avícola. *Agro-Divulgación*, 4(2), 27–31.
<https://doi.org/10.54767/ad.v4i2.251>

Eilenberg, J., Haenen, O., Van der Fles-Ker, H., Van Campenhout, L., Van Oers, M., & Shoelitsz, B. (2021). *The basics of edible insect rearing* (T. Veldkamp, J. Claeys, O. L. M. Haenen, J. J. A. van Loon, & T. Spranghers, Eds.). Wageningen Academic Publishers. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-902-2>

Escobar, Q., Parra, B., García, J., & Aguirre, H. (2024). Pretratamiento de residuos orgánicos para la alimentación de la mosca soldado negra (*hermetia llucens*): una revisión. *Perspectivas de La Ciencia y La Tecnología*, 198–215. <https://doi.org/doi:10.61820/pct.vi.1080>.

Ewald, N., Vidakovic, A., Langeland, M., Kiessling, A., Sampels, S., & Lalander, C. (2020). Fatty acid composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) – Possibilities and limitations for modification through diet. *Waste Management*, 102, 40–47.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.014>

- Fundes Strategy. (2019). *Cadena De Valor Insectos Descubre Productos Potenciales y sus Cadenas de Valor*. <https://cita.ucr.ac.cr/sites/default/files/2024-05/Informe%20Cadena%20Valor%20Insectos%20FUNDES%202019.pdf>
- Garzón, G., Giraldo, Ó., Gamboa, J., & Girón, R. (2020). Compuesto sólido de pvh como fuente de proteína para alimentación de ganado bovino. *Revista Actitud*, 17(1), 50–57.
- Gómez, C. (2022). *Elaboración y caracterización nutricional de harina de larva de mosca doméstica (musca domestica)*. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/191269/Elaboraci%C3%B3n-y-caracterizaci%C3%B3n-nutricional-de-harina-de-larva-de-mosca-dom%C3%A9stica-%28Musca-domestica%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, M. (2019). *Uso de harinas de insectos en la alimentacion de rumiantes: Valoración proteica y tratamiento con taninos*. 1–96. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/191764/1/Tesis%20de%20Mara.pdf>
- Homska, N., Kowalska, J., Bogucka, J., Ziółkowska, E., Rawski, M., Kierończyk, B., & Mazurkiewicz, J. (2022). Dietary Fish Meal Replacement with *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* Larval Meals Improves the Growth Performance and Nutriphysiological Status of *Ide (Leuciscus idus)* Juveniles. *Animals*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/ani12101227>
- Hong, J., Han, T., & Kim, Y. Y. (2020). Mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) as an alternative protein source for monogastric animal: A review. In *Animals* (Vol. 10, Issue 11, pp. 1–20). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani10112068>

- Hong, J., & Kim, Y. Y. (2022). Insect as feed ingredients for pigs. In *Animal Bioscience* (Vol. 35, Issue 2, pp. 347–355). Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0475>
- INEC. (2021). *Boletín Técnico Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. www.ecuadorencifras.gob.ec
- Lestingi, A. (2024). Alternative and Sustainable Protein Sources in Pig Diet: A Review. In *Animals* (Vol. 14, Issue 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/ani14020310>
- Medina, R., & Rivas, A. (2020). *Prototipo agroindustrial de harina de Acheta domesticus (Orthoptera: Gryllidae) para consumo humano*. <https://revistaagrocienza.wordpress.com/>
- Molina, C. (2021). Uso de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en alimentación animal. *Zootecnica*.
- Moruzzo, R., Riccioli, F., Espinosa, S., Secci, C., Poli, G., & Mancini, S. (2021). Mealworm (*Tenebrio molitor*): Potential and challenges to promote circular economy. In *Animals* (Vol. 11, Issue 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ani11092568>
- Perez, M., Cañedo, H., Felix-Berumen, R., & González, M. (2023). Harina de larva de mosca soldado negro y de organismos unicelulares como alternativas proteicas para alimentos acuícolas. *EPISTEMUS*, 17(34), 77–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.36790/epistemus.v17i34.280>
- Pezo, D., & Ruiz, A. (2019). Aspectos nutricionales en la producción de leche. In *Centro agronomico tropical de investigacion y enseñanza*.

- Pinotti, L., Giromini, C., Ottoboni, M., Tretola, M., & Marchis, D. (2019). Review: Insects and former foodstuffs for upgrading food waste biomasses/streams to feed ingredients for farm animals. *Animal*, *13*(7), 1365–1375. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003622>
- Pulido, V., González, C., Tapia, Y., & Celis, X. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances En Investigación Agropecuaria*, *24*(2), 81–100. <https://www.redalyc.org/journal/837/83765240007/html/>
- Reátegui, J., Barriga, X., Obando, A., Moscoso, G., Manrique, P., & Salazar, I. (2020). *Hermetia illucens* larva (Diptera: Stratiomyidae) meal as a protein ingredient for partial replacement of soybean meal in the feed of *Cavia porcellus* (Guinea pig): effect on the consumption, weight gain and feed conversion. *Scientia Agropecuaria*, *11*(4), 513–519. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.06>
- Rendón, J. (2020). *Evaluación de dietas alimenticias sobre el rendimiento productivo de ganado bovino de carne en la comuna las balsas*. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5403/1/UPSE-TIA-2020-0014.pdf>
- Sete, R., Da Silva, C., Da Silva, E., Hegel, P., Barão, C., & Cardozo-Filho, L. (2022). Composition and oxidative stability of oils extracted from *Zophobas morio* and *Tenebrio molitor* using pressurized n-propane. *The Journal of Supercritical Fluids*, *181*(105504). <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2021.105504>
- Silva, G., & Hesselberg, T. (2020). A Review of the Use of Black Soldier Fly Larvae, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), to Compost Organic Waste in Tropical Regions. *Neotropical Entomology*, *49*, 151–162. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13744-019-00719-z>

Toral, P., Hervás, G., González, M., Mendoza, A., Robles, L., & Frutos, P. (2022). Insects as alternative feed for ruminants: comparison of protein evaluation methods. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00671-2>

Unión Europea. (2021). *REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2021/882 DE LA COMISIÓN*. <https://www.boe.es/doue/2021/194/L00016-00020.pdf>

Yoo, J. S., Cho, K. H., Hong, J. S., Jang, H. S., Chung, Y. H., Kwon, G. T., Shin, D. G., & Kim, Y. Y. (2019). Nutrient ileal digestibility evaluation of dried mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae compared to three animal protein by-products in growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(3), 387–394. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.064>

4.2. Anexos

Figura 1: Grillo doméstico Figura 2: Mosca soldado negra Figura 3: Gusano de la harina



Figura 4: Ciclo de vida grillo domestico

Figura 5: Ciclo de vida mosca soldado negra



Figura 6: Ciclo de vida Gusano de la harina



Figura 7: Aportes de las harinas

