

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	08-07-2021	B
Dependencia	Aprobado	Pág.		
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO	1(59)		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTORES	María Paula Mora Jiménez		
FACULTAD	Ciencias agrarias y del ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	José Efraín Salcedo Paredes		
TÍTULO DE LA TESIS	Potencial nutritivo de insectos y su uso en la alimentación avícola		
TITULO EN INGLES	Nutritional potential of insects and their use in poultry feeding		
RESUMEN (70 palabras)			
<p>Considerando que la alimentación representa un 50 a 70% de costos, es fundamental transformar los sistemas de producción animal para lograr abastecer las demandas de origen animal, donde las aplicaciones de nuevos alimentos sean indispensables para conseguir una nutrición animal más sustentable.</p> <p>En este documento se efectúa una revisión bibliográfica para señalar el potencial nutritivo y proteico de los insectos como lo es el <i>Tenebrio molitor</i>, <i>Hermetia illucens</i> y <i>Acheta domesticus</i>. Siendo estos una posibilidad de alimentación para la avicultura, que logre reducir costos de producción, ser amable con el ecosistema y mejorar la productividad de los animales.</p>			
RESUMEN EN INGLES			
<p>Considering that food represents 50 to 70% of costs, it is essential to transform animal production systems in order to supply the demands of animal origin, where the applications of new foods are essential to achieve more sustainable animal nutrition.</p> <p>In this document, a bibliographic review is carried out to point out the nutritional and protein potential of insects such as <i>Tenebrio molitor</i>, <i>Hermetia illucens</i> and <i>Acheta domesticus</i>. These being a possibility of feeding for poultry farming, which manages to reduce production costs, be kind to the ecosystem and improve the productivity of the animals.</p>			
PALABRAS CLAVES	Insectos, nutrición animal, proteína, alternativa, potencial nutritivo.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Insects, animal nutrition, protein, alternative, nutritional potential.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 59	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:



Potencial nutritivo de insectos y su uso en la alimentación avícola

María Paula Mora Jiménez

Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña

Zootecnia

Zoot. José Efraín Salcedo Paredes

26 Julio del 2023

Dedicatoria

Quiero dedicar este logro primeramente a Dios por orientarme hasta este momento, a mis padres David Mora y Nury Jiménez por apoyarme en cada momento de mi vida enseñándome a luchar por lo que quiero, a mis hermanos Sergio Enrique y David Alejandro por permanecer a mi lado y ayudarme a seguir adelante, a mi tía Irma Jiménez por ser esa segunda mamá que siempre estuvo cuando la necesite, a mis demás familiares por acompañarme en todo momento y a mis compañeros de estudio que contribuyeron en este logro.

Agradecimientos

A Dios por haberme dirigido durante toda mi carrera universitaria.

A mis padres, hermanos y tía por ser mis guías a lo largo de este proceso motivándome a realizar este sueño.

A mi alma mater, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña por acogerme en el proceso de formación profesional.

Al docente José Efraín Salcedo Paredes por ser mi director y darme su confianza y contribución para llevar a cabo este logro.

A mis compañeros de estudio por todo su apoyo y respaldo durante mi carrera universitaria.

Contenido

Introducción	8
Resumen.....	9
Abstract	9
Planteamiento del problema.....	10
Formulación del problema	10
Objetivos.....	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos.....	11
Justificación	12
Capítulo 1. Entorno productivo de insectos para la alimentación animal.....	13
1.1 Historia de la entomofagia	13
1.2 Producción avícola en Colombia.....	14
1.3 Escases de materias primas de concentrados	14
1.4 Producción de insectos	15
1.5 Producción de insectos a nivel mundial	16
1.6 Producción de insectos a nivel nacional.....	16
1.7 Elaboración de alimentos a base de insectos.....	17
1.8 Proteína de los insectos	19
1.9 Cualidades nutritivas de los insectos.....	20

1.10	Aplicación de insectos en alimentación animal	20
1.10.1	Producción piscícola	21
1.10.2	Producción porcina	23
1.11	Ventajas de los insectos.....	23
1.12	Desventajas de los insectos	24
Capítulo 2.	Normativas para uso de insectos en la nutrición animal	25
2.1	Retos en la producción de insectos	25
2.2	Reglamentación en el uso de insectos	25
2.2.1	Normativa a nivel internacional.....	25
2.2.2	Normativa a nivel nacional	29
Capítulo 3.	Principales insectos con potencial alternativo en producción avícola	31
3.1	Acheta domesticus (Grillo domestico).....	31
3.2	Tenebrio molitor (Gusano de la harina)	33
3.3	Hermetia illucens (Mosca soldado negra).....	35
Antecedentes	.....	37
Acheta domesticus (Grillo domestico)	.....	37
Tenebrio molitor (Gusano de la harina)	.....	38
Hermetia illucens (Mosca soldado negra)	.....	39
Conclusiones	.....	41
Recomendaciones	.....	43

Referencias..... 44

Lista de figuras

Figura 1. Efecto en los peces al ser alimentados con insectos (Sánchez-Velásquez, et al., 2021)	22
Figura 2. Acheta domesticus adulta hembra (Lapeña Martínez, 2021)	32
Figura 3. Harina de grillo vs Harina de trigo (Proteinsecta,2020).....	33
Figura 4. Tenebrio molitor - Gusano de la harina (Proteinsecta, 2021)	34
Figura 5. Contenido nutricional Tenebrio molitor (Ramírez, 2020).....	35
Figura 6. Estado pupa de Hermetia illucens (NaturaLista Colombia)	36
Figura 7. Resumen generalidades de los insectos (Autor, 2023).....	37

Introducción

La FAO ratifica el notable crecimiento de la humanidad, contemplando que para el 2050 se deberá elaborar 70% más de comida (Vaca, 2020), además, el suministro alimenticio no es el apropiado. Pese a esto, el consumo diario de proteínas animales de una persona incrementará en un 22-25%, de igual manera el crecimiento económico tendrá un alza (FAO y ONU, 2017).

Considerando que la alimentación representa un 50 a 70% de costos, es fundamental transformar los sistemas de producción animal para lograr abastecer las demandas de origen animal, donde las aplicaciones de nuevos alimentos sean indispensables para conseguir una nutrición animal más sustentable. Por consiguiente, es crucial que el productor realice transformaciones con alternativas en fuentes alimenticias más económicas para lograr un desarrollo de los animales. Estas fuentes de nutrientes son probables de obtener mediante la materia vegetal o mediante el uso de insectos, donde se ha demostrado que estos últimos ocasionan un efecto eficaz en la alimentación humana y animal (Altmann, et al., 2020).

En este documento se efectúa una revisión bibliográfica para señalar el potencial nutritivo y proteico de los insectos como posibilidad de alimentación para la avicultura, con la finalidad de reducir costos de producción, ser amable con el ecosistema y mejorar la productividad de los animales. Se tomó en cuenta las principales especies de insectos utilizadas en la nutrición animal como lo es el *Tenebrio molitor*, *Hermetia illucens* y *Acheta domesticus*.

Resumen

Considerando que la alimentación representa un 50 a 70% de costos, es fundamental transformar los sistemas de producción animal para lograr abastecer las demandas de origen animal, donde las aplicaciones de nuevos alimentos sean indispensables para conseguir una nutrición animal más sustentable.

En este documento se efectúa una revisión bibliográfica para señalar el potencial nutritivo y proteico de los insectos como lo es el *Tenebrio molitor*, *Hermetia illucens* y *Acheta domesticus*. Siendo estos una posibilidad de alimentación para la avicultura, que logre reducir costos de producción, ser amable con el ecosistema y mejorar la productividad de los animales.

Palabras clave: Insectos, nutrición animal, proteína, alternativa, potencial nutritivo.

Abstract

Considering that food represents 50 to 70% of costs, it is essential to transform animal production systems to meet the demands of animal origin, where the applications of new foods are essential to achieve more sustainable animal nutrition.

In this document, a bibliographical review is carried out to point out the nutritional and protein potential of insects such as *Tenebrio molitor*, *Hermetia illucens* and *Acheta domesticus*. Being these a possibility of feeding for poultry farming, which manages to reduce production costs, be kind to the ecosystem and improve the productivity of the animals.

Key words: Insects, animal nutrition, protein, alternative, nutritional potential

Planteamiento del problema

Se estima que la fabricación de concentrados presentara un alza del 50% hasta el 2050, por lo tanto, lo que implica un aumento de costos de producción (Arcos, et al., 2018), además esta sobreproducción ocasionara problemas en el ambiente y el suelo productivo (Candelo-Viafara, 2018). Debido a esto se deben implementar alternativas en la alimentación animal para lograr abastecer las necesidades nutricionales y reducir costos de producción, siendo la utilización de insectos una opción muy favorable a esta problemática.

La Revista Semana (2018), hace referencia en su artículo sobre la implementación de insectos como alternativa nutritiva, que en Colombia no hay una conciencia económica sobre los beneficios que implica la utilización de insectos como una opción alimenticia, adicionalmente expone la utilidad de estos para tratar la desnutrición en niños creando seguridad alimentaria.

Este documento mediante una compilación de información, examina a los insectos con mayor utilidad y potencial nutritivo en la alimentación avícola que puedan ser producidos en Colombia para lograr una alternativa sustentable, que además de ser amigable con el medio ambiente y con el hábitat que lo rodea, es accesible al pequeño productor.

Formulación del problema

¿Se generará un cambio favorable en la producción avícola con el implemento de insectos como alimentación?

Objetivos

Objetivo general

Identificar el potencial nutritivo presente en insectos en la nutrición avícola

Objetivos específicos

- Detallar el entorno productivo de insectos para la alimentación animal.
- Analizar los aspectos normativos para el uso de insectos en la nutrición animal.
- Caracterizar los principales insectos con potencial alternativo en la producción avícola.

Justificación

Gracias a la insuficiencia alimenticia y el incremento poblacional, la necesidad de materias primas como la proteína animal continúa siendo la más requerida y debido a esto, los sistemas de producción en la industria animal solicitan mayor cantidad de insumos para equilibrar las exigencias del mercado (Blanco, et al., 2020).

Álvarez (2019) propone la utilidad de los insectos como estrategia alimenticia para aminorar la demanda de insumos y mejorar el ecosistema. Dicha estrategia se hace llamativa debido a que los insectos se reproducen rápidamente, requieren menos espacio de producción, su alimentación se basa en desperdicios orgánicos y pueden ser aprovechados como suplementación para granjas animales (Heckmann, et al., 2018).

Así mismo, los insectos son eficaces convertidores de desperdicios, originando menor cantidad de gases de efecto invernadero, como el metano y amoníaco; además de ser animales descomponedores de desechos, ayudan a generar menor contaminación con una devolución de nutrientes al suelo. Debido a esto, la implementación de insectos en la nutrición animal y humana ha tomado el suficiente auge para que logre estar disponible en diferentes mercados a nivel mundial (Oller, 2018).

Debido a que la producción de insectos en Colombia no es muy tomada en cuenta como alternativa favorable en la alimentación de animales, se presenta la necesidad de realizar una compilación bibliográfica que demuestre las ventajas de esta innovación y sus usos en la nutrición animal, especialmente en el sector avícola.

Capítulo 1. Entorno productivo de insectos para la alimentación animal

1.1 Historia de la entomofagia

Los registros más antiguos de la entomofagia se remontan al siglo VIII a.C en el Medio Oriente, distintas culturas han añadido a los insectos en su nutrición. Actualmente se estima un consumo estimado de 2.111 especies de insectos en distintos países, de los cuales resaltan África, Asia y Australia, aun así, no hay datos específicos sobre su consumo (Losada Luna, et al., 2019).

Por consiguiente, hay producciones que se basan en criar insectos para obtener productos como seda y miel, mientras que otras cultivan de forma intensiva estas especies para su implementación como alternativa alimenticia, con una variedad de productos que van desde harinas para suplemento animal, hasta barras energéticas para deportistas, tortillas de maíz, entre otros (FAO, 2021).

En vista de la necesidad de insumos y la multiplicación del valor de los alimentos concentrados, es cada vez más indispensable conseguir alternativas para remplazar estos recursos. Así pues, una de estas opciones es la producción de insectos, los cuales gracias a su facilidad de obtención y calidad nutricional han sido implementados en la alimentación humana, con un aproximado de dos mil millones de personas durante los últimos 350 millones de años (Imathiu, S. 2020).

El estudio de Market Coherent Insights (2020), evidencia que la demanda internacional poseen una alta densidad de insectos, observado principalmente en países asiáticos, en donde representan un total de 500 millones de dólares. En cambio, en Colombia se resalta el consumo de la hormiga culona además de otras cincuenta especies (Fiebelkorn, et al., 2021).

1.2 Producción avícola en Colombia

En la nota publicada por la revista Portafolio (2021), citado por Mora-Jiménez, et al., (2022), se expone lo afirmado por La Federación Nacional de Avicultura (Fenavi), donde declaró que el sector avícola tuvo un aumento del 3.5% en 2021, en cambio el huevo se extendió un 4% y la producción de pollo un 3.2%, a causa de esto, materias primas como la soya y maíz aumentaron su costo en un 50% afectando directamente a la cadena productiva y el valor final del producto.

Moreno (2022) - Presidente Ejecutivo de Fenavi- informo que el costo de producción de derivados avícolas incremento un 24,2%, representando un 30% en el PIB pecuario, demostrando que, pese a los obstáculos de pre pandemia, la industria logro superarse provisionando a la región con los productos más consumidos en el mercado.

Durante el primer trimestre del 2023, la producción combinada de huevo y pollo mostro un incremento del 1,5% frente al mismo periodo del año anterior. Además, se observó un incremento específico del 2,9% en la producción de pollo y del 2,2% en la producción de huevos en dicho periodo (Sectorial, 2023).

1.3 Escases de materias primas de concentrados

Productos como soya, sorgo, cereales, maíz y demás, son materias primas esenciales en la producción de alimentos concentrados; la disponibilidad y costos de estas en ocasiones genera una problemática para las industrias alimenticias destinada a animales. Debido a lo cual, se genera escases de concentrados afectando a las producciones y al consumidor con el incremento en precios.

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (2021), la cámara de alimentos de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia puntualiza que la carencia de materias primas es debido causas como continuas alzas en precios del frijol y maíz, la aminoración de inventario a causa del incremento de costos, la ausencia de maíz disponible para venta a industrias. Adicional a esto, en el mes de mayo 440 mil toneladas fueron retenidas por demoras en contenedores, generando una amenaza para el sector pecuario del país.

Rudas (2022), señala que en investigaciones efectuados por el DANE, el 43.34% de insumos para alimentos balanceados como aditivo, suplemento o enzimas han padecido un incremento de precios. Se destaca el maíz el mayor demandado por las industrias alimenticias, y al no poder cumplir con estos requerimientos, se recurre a las importaciones aumentando 94% en su precio.

1.4 Producción de insectos

En la actualidad, hay más de 8.000 millones de personas en el planeta y cada día este número incrementa, debido a la cantidad de población se genera una mayor demanda alimenticia y por ende se requiere extender la superficie de cultivos, esta situación origina un cambio de precio en los productos además de mayor contaminación en el ecosistema (UNFPA, 2023).

Los insectos comestibles han experimentado un desarrollo positivo como industria, esto es debido a sus elevados contenidos de proteínas, como el 27-76% en el orden de las Ortópteras (Sánchez 2014, citado por Avendaño, et al., 2020). Gracias a que son animales ectotermos, lo que indica que no destinan energía para sostener su temperatura corporal, sino que la aplican para su crecimiento, debido a esto no requieren de mucho alimento para conseguir el mismo aporte de proteínas que los otros animales destinados al consumo humano (Selaledi, et al., 2020).

1.5 Producción de insectos a nivel mundial

Los insectos han sido utilizados como fuente de alimento desde el principio de los tiempos, es así que la importancia de esta práctica es tomada con más fuerza en el siglo XXI, puesto que se atravesaba por un incremento de costos en las proteínas animales, crecimiento de población, presión ambiental y falta de seguridad alimentaria. Como solución a esta problemática se expone el beneficio de insectos como otra opción alimenticia, los cuales muestran un gran potencial nutricional, además de ser amigable con el medio ambiente y de producción sencilla (FAO, 2013).

Hoy en día se ha apreciado que la ingesta de insectos está vinculada con los países tropicales del tercer mundo, donde según la FAO estas especies presentan mayor variedad, tamaño y su reproducción es constante. Igualmente se cree que el consumo de insectos se ha vuelto significativo en regiones frías como Europa, donde se ha convertido en parte de la cultura gastronómica (FAO y Vantomme, s.f.).

Ayala y Rocha (2015), plantean que la entomofagia ha conseguido popularidad en el mundo debido a los cambios en la nueva cultura culinaria. Mercado (2017), concuerda con esto, debido a que países desarrollados y subdesarrollados la están implementando a gran escala. Es así como nace la alianza APICAL, quien ha impulsado esta forma de alimentación animal y humana a través de emprendimientos en países como Australia, Holanda, Cuba, Alemania, Brasil, Colombia, Austria, Ecuador, entre otros (APICAL, 2021).

1.6 Producción de insectos a nivel nacional

Según la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (s. f), se cree que la ingesta de insectos se encuentra enlazado a las tribus aborígenes colombianas de la cuenca

amazónica, en esta región se cuenta con cucarrones, mariposas y demás, que conforman una fuente alimenticia para sus pobladores.

Bajo la información compilada por Gasca-Álvarez y Costa-Neto (2021), los residentes del municipio de San Jose del Fragua en el Caquetá, manifiestan conciencia hacia los insectos teniendo en cuenta se ecología y biología. Esta población aprovecha estas especies para consumo e implementación en la medicina tradicional, además de tenerlas presentes en sus costumbres religiosas y mitológicas (Marroquín y Serrato, 2014).

La fabricación de alimentos a base de insectos es un hecho cada vez más frecuente en país, donde encontramos empresas como Illusens Colombia, Iberinsect, Feedsagrisolutions S.A.S y Biofly Colombia, las cuales se dedican a fabricar harina de insectos para la nutrición animal de distintas especies aportando al crecimiento de este nuevo mercado. De igual forma, la empresa Arthrofood ha propuesto la elaboración de harina de grillo para alimentación humana, donde mediante la evaluación de esta harina como competencia o insumo nutritivo en industrias avícolas, demostró que dicha opción es más consiente con el ambiente y brinda un apoyo económico al productor mediante una conversión alimenticia eficiente en la producción (Barajas Maldonado, 2018).

1.7 Elaboración de alimentos a base de insectos

Entidades como la FAO han indicado el incremento de la necesidad de alimentos y la escasez de los mismos, así pues, ofrece soluciones a la seguridad alimentaria, como lo es el uso de insectos para la alimentación. Gracias a su composición, forma de producción, conversión alimenticia y poca contaminación, han demostrado ser una manera segura de solventar la demanda presentada en el mundo (Delgado Caicedo y González Vélez, 2019).

Según Martín García (2020), múltiples industrias productoras de concentrados animales han fomentado el uso de insectos como materia prima debido a su utilidad en el sector avícola y acuícola. En el 2010 la fabricación de concentrados para animales obtuvo los 720 millones de toneladas en todo el mundo, según la Federación Internacional de Industrias de Piensos los insectos son considerados una opción a sustituir materias primas como son los cereales, harinas de pescado, maíz y soja (Beltrán Rangel, 2019).

Según Huaripata y Carrasco (2022), en todo el mundo se está incursionando en la producción de insectos, un claro ejemplo es la cría del gusano de la harina y la mosca soldado negra con la finalidad de su uso para concentrados de animales. Países como Sudáfrica y China sobresalen por la producción de diversas especies de insectos para la industria avícola y acuícola con la ayuda de desechos orgánicos.

Organizaciones como la ONU y la FAO (2017) enfatizan la implementación de insectos como alternativa de las materias primas en los alimentos concentrados con diversos usos en industrias como piscicultura, avicultura, porcicultura y demás. Esta práctica se ha viabilizado dado a que los insectos se encuentran en todas las épocas del año, representando una opción rentable, de fácil manejo y producción, y amigable al ambiente, esto en comparación con la agricultura convencional de materias primas, no deteriora el suelo y requiere menos agua.

Berkelaar (2017), en su investigación de la ingesta de insectos, demuestra la relevancia de estos mundialmente, debido a que no es necesario realizar una transformación del insecto para que el animal pueda digerirlo, sino que es posible proporcionarlo directamente en su forma natural, como es el caso de los pollos y los peces que gracias a sus cualidades es viable su alimentación de esta forma. Aun así, estos insectos pueden ser manipulados para lograr una harina y que el productor proporcione a su hato en la dieta.

Considerando los beneficios de los insectos y la gran alternativa de producción que representa, para Colombia es un reto integrar este tipo de producción en las industrias pecuarias para proporcionar un producto con mayor calidad y mejor composición nutricional.

1.8 Proteína de los insectos

Los insectos hacen parte del Phylum Arthropoda, los cuales son organismos invertebrados que se distinguen de los demás por causa de su cuerpo, el cual se fracciona en tres partes que son: cabeza (ojos, partes bucales, un par de antenas), tórax (dos pares de alas y tres pares de patas articuladas) y abdomen (sistema digestivo y reproductor). Estos poseen un exoesqueleto compuesto por quitina, el cual debe atravesar por varias mudas para lograr su crecimiento (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018).

En el proceso de metamorfosis algunos insectos nacen similares a un adulto, sin alas ni aparato reproducción funcional, pero que, mediante mudas sucesivas, logra reproducirse y volar, esto es conocido como metamorfosis incompleta. Mientras que la metamorfosis completa es aquella en la que del huevo nace una larva y mediante distintas mudas se convierte en pupa dando paso a transformaciones que la conviertan en adulto, en estos insectos el periodo de larva es amplia y en ese lugar es donde ocurre la alimentación más intensa, favoreciendo la conversión de los nutrientes consumidos en proteína de gran calidad, esta proteína es la que se aprovecha para la nutrición animal (Von Hackewitz, 2018).

Según Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez (2018), el ciclo de vida de los insectos está sometido a causas ambientales como la humedad relativa, temperatura y la alimentación; las temperaturas cálidas facilitan el crecimiento, mientras que climas muy altos provocan disminución en el desarrollo y en algunos casos la muerte.

1.9 Cualidades nutritivas de los insectos

Palop Gómez, et al. (2018), afirman que, aunque los insectos tengan una alimentación basada en cereales o desperdicios, tienen una gran eficiencia de conversión de alimento, además presentan una composición nutricional de gran valor, con un alto porcentaje de proteína, ácidos grasos, minerales (hierro, fósforo, magnesio, cobre, selenio, manganeso, zinc) y vitaminas (ácido fólico, biotina, riboflavina, ácido pantoténico).

Según la Plataforma Internacional de Insectos para Alimentos y Piensos (2022), los insectos proporcionan un refuerzo inmunológico a los animales gracias a elementos como la quitina; péptidos antimicrobianos los cuales aportan a la salud intestinal, digestibilidad y rendimiento en el desarrollo; y ácido láurico, el cual proporciona cualidades antibacterianas y antivirales a las larvas; además la ingesta de insectos no ha demostrado reacciones alérgicas en los animales.

Los insectos deben ser contemplados como una gran posibilidad de alimento para la alimentación animal, puesto que, debido al contenido químico de algunas especies, estos proporcionan propiedades significativas de minerales, proteína, y demás. Dentro de los insectos más implementados en estudios y análisis para su aplicación en la nutrición animal, se destacan el grillo *Acheta domesticus*, la larva de *Tenebrio molitor* y la mosca *Hermetia illucens*, estos son criados en entornos óptimos para lograr su calidad proteica y desempeño adecuado en la nutrición animal (Nowak, et al., 2016).

1.10 Aplicación de insectos en alimentación animal

Los insectos juegan un papel natural en la alimentación de reptiles, aves, peces, gatos, perros y demás, debido a esto se inició la cría de insectos como nutritivo alimenticio para

animales exóticos como erizos dado a que requieren de estos para suplir su dieta, además la producción de insectos a nivel mundial se ha dado con el fin de reemplazar las proteínas tradicionales en los animales ya sea total o parcial (FAO, 2013).

Científicos de Camerún y Brasil han concluido un estudio en el que demuestra que insectos como el *Tenebrio molitor*, la *Hermetia illucens* y el *Gryllus assimilis*, pueden ser una alternativa nutritiva en la alimentación de aves y peces, es así que sugieren que estos insectos pueden convertirse en una fuente sostenible y rentable de alimento abriendo perspectivas a una producción más sostenible (nutriNews, 2018).

1.10.1 Producción piscícola

Los peces pueden ser afectados por el estrés debido a diversos procedimientos durante su cultivo provocando enfermedades y el descenso en el crecimiento, por lo tanto, es debidamente importante emplear buenas prácticas para cumplir con la sanidad de los animales. Teniendo esto en cuenta, Sánchez-Velásquez, et al., en 2021 analizaron el efecto de la implementación de insectos en la nutrición frente a la reducción del estrés en los peces, donde se destacó la larva de mosca soldado negra que, debido a su aptitud proteica, vitamínica y composición de minerales y ácidos grasos, es idónea para emplearse en la dieta. Además, se puntualizó el efecto que producen algunas especies en esta producción:

Figura 1

Efecto en los peces al ser alimentados con insectos

Insecto	Especie	Efecto en el pez	Referencia
Gusano de seda (<i>Bombyx mori</i>)	Responde a la respuesta antioxidante	Mejora su salud y activa	Sankian, Khramov, Kim, y Lee, 2018
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	Baja la bioacumulación de especies de arsénico		
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	Promueve el crecimiento y mejora la respuesta inmune		
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	Mejora la respuesta antioxidante		
Carpa africana (<i>Tilapia nilotica</i>)	Promueve el crecimiento y mejora la respuesta antioxidante		
Carpa africana (<i>Tilapia nilotica</i>)	Promueve el crecimiento		

Figura 1. Efecto en los peces alimentados con insectos (Sánchez-Velásquez, et al., 2021)

Las larvas del *Tenebrio molitor* son una opción favorable al momento de sustituir la proteína en la nutrición animal, siendo semejante a otras fuentes de proteína como la harina de pescado y de soya. De modo que la implementación de este insecto en la dieta de peces y aves provoca una mejor respuesta a agentes infecciosos, sin generar cambios negativos en el bienestar y en la salud de los animales (Medrano Vega, 2019).

Igualmente, Belghit et. al. (2018), estudiaron el potencial de los insectos en la nutrición de salmón del atlántico determinando que el uso de la harina y aceite de larvas de mosca soldado negra no afectó el consumo voluntario demostrando la buena palatabilidad de las dietas, la digestibilidad y composición corporal fue óptima, además que la composición del cuerpo no se vio alterada.

1.10.2 Producción porcina

Se ha podido demostrar que, gracias a su composición nutricional y contenido de lípidos, aminoácidos y calcio, la harina de larvas de *Hermetia illucens* son aptas para la suplementación de cerdos en desarrollo, sin rechazo por parte de los animales debido a su buena palatabilidad (Newton et al., 1977).

En lechones destetados se incluyó harina de la mosca soldado negra desengrasada en reemplazo de harina de soya donde se determinó que una inclusión del 10% de harina de *Hermetia illucens* desengrasada es óptima para destetar lechones sin afectar el desarrollo, digestibilidad y la morfología intestinal (Biasato, et al., 2019).

Así mismo, Chia et al, 2019, manifestaron que es posible la sustitución de la harina de pescado en un 100% por harina de *Hermetia illucens* en cerdos en crecimiento, puesto que no se encontró alteraciones negativas en el desarrollo ni en el comportamiento, además de no detectar signos de enfermedad. En cambio, la implementación del 6% de la harina de *Tenebrio molitor* en la dieta de lechones destetados produce un mejor desarrollo, incrementando la digestibilidad y la ingesta de alimento sin ocasionar daños perjudiciales en la respuesta inmune (Jin, et al., 2016).

1.11 Ventajas de los insectos

Según la FAO (s. f.), las ventajas más relevantes de la implementación de insectos en las dietas animales son:

- Alimentación a bajo precio
- Poco impacto ambiental
- Rápida reproducción
- Costos de producción bajos

- Poco espacio para su producción con equipos básicos
- Excelente composición de proteína de alto valor, fibras, rico en nutrientes y micronutrientes como lo son el cobre, hierro, magnesio, fósforo, manganeso, selenio y cinc.
- Necesitan menos alimento que otras especies para producir la misma proteína
- Pueden transformar dos kilogramos de alimento en un kilogramo de biomasa
- Buena conversión de alimento en proteína
- Poca amenaza de transmisión de enfermedades zoonóticas
- Alta tasa de crecimiento

1.12 Desventajas de los insectos

Según Avendaño, et al. (2020), algunas de las desventajas presentadas en la implementación de insectos como fuente nutritiva de humanos y animales son:

- Las personas con hipersensibilidad a los crustáceos pueden padecer un efecto alérgico a los insectos.
- Algunos alimentos no procesados se pueden contaminar con *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Campylocabter*.
- Es probable que se encuentren algunos contaminantes en los insectos, pero no se tiene conocimiento de cuales son.
- La reglamentación para el uso de insectos como alternativa alimenticia en algunos países es escasa.

Capítulo 2. Normativas para uso de insectos en la nutrición animal

2.1 Retos en la producción de insectos

Algunos de los retos de la implementación de insectos en la dieta para animales (Atehortua, et al., 2021) son los siguientes:

- Ignorancia y desinformación del sistema de producción con insectos y su efecto en la economía circular.
- Falta de normas para la producción intensiva de insectos
- Ausencia de leyes en varios países sobre el uso de insectos en la alimentación
- Deficiencia de información sobre los niveles de inclusión en las demás especies de producción
- Poca difusión de las ventajas de la aplicación de insectos en la nutrición animal y humana

2.2 Reglamentación en el uso de insectos

Las organizaciones de cada país han implementado leyes y reglamentos para reglamentar las producciones efectuadas con animales, sean con fines científicos o comerciales. Dichas normalizaciones son necesarias para llevar a cabo producciones de insectos con la finalidad de nutrir animales o humanos, para alcanzar esto se debe cumplir la documentación establecida.

2.2.1 Normativa a nivel internacional

En la Unión Europea, según el reglamento (UE) 2017/893 que trata sobre el uso de materias primas en piensos, se permite el uso de proteínas animales procesadas y grasas de invertebrados como ingredientes en la producción de alimentos para animales. De acuerdo con

esta normativa, se pueden utilizar siete especies de insectos en la elaboración de dietas para acuicultura. Estas especies son *Acheta domesticus*, *Gryllus assimilis*, *Grylloides sigillatus*, *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, *Hermetia illucens* y *Musca doméstica*. El reglamento también especifica que tipos de materiales se pueden utilizar como alimentación para los insectos, prohibiendo el uso de residuos orgánicos de origen animal con este fin. No obstante, se permite el uso de grasas derivadas de insectos en la alimentación de animales de cualquier tipo, a diferencia de las proteínas procesadas provenientes de insectos, las cuales están sujetas a ciertas restricciones en su utilización (Lähteenmäki-Uutela, et al., 2021).

Según Sogari, et al., 2019, En estados unidos, la administración Federal de Alimentos y Medicamentos (FDA), es la entidad encargado de respaldar la seguridad de los alimentos destinados a los animales. Varios estados cuentan con regulaciones que se basan en las directrices oficiales de la asociación Estadounidense de Oficiales de Control de Alimentos (AAFCO). A partir de 2016, la AAFCO ha autorizado exclusivamente el uso de una especie de insecto, la mosca *Hermetia illucens*, como alimento para peces de la familia de los salmónidos. Las larvas de estas moscas pueden ser criada como alimento para animales utilizando materiales aprobados para piensos como subproductos de la industria alimentaria y residuos alimentarios no consumidos. Sin embargo, la aprobación de alimentos para mascotas elaborados a base de insectos varía según los estados.

En Canadá, la CFIA (Agencia Canadiense de Inspección de Alimentos) supervisa las regulaciones de alimentos para animales a través de su División de Alimentos para Animales, que forma parte de la Dirección de Salud Animal. En el contexto canadiense, los insectos se consideran una nueva fuente de alimentación, siempre y cuando no tengan un historial previo de uso seguro. Dado que los nuevos alimentos están sujetos a la jurisdicción federal y requieren

autorización, se deben realizar pruebas de seguridad específicas para los alimentos que se basan en insectos. En 2016, la CFIA autorizó el uso de larvas de *Hermetia illucens* como alimento para pollos de engorde. Posteriormente, en 2017, se amplió la autorización para incluir la acuicultura y, en 2018, se permitió su uso en todas las aves de corral. Sin embargo, en Canadá no existen restricciones en cuanto al uso de insectos como alimento para mascotas, lo que ha permitido que estos productos ya estén disponibles en el mercado canadiense (Sogari, et al., 2019).

En Corea del Sur, en 2012, se emitió un reglamento que se centraba en el análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) que prohibía el uso de proteínas de origen animal en la alimentación para animales. Por ende, en ese momento no se permitía la utilización de insectos en la alimentación animal. No obstante, a partir de 2018, las leyes relacionadas con la alimentación fueron modificadas con el propósito de fomentar la industria de insectos. Esto involucro la introducción de la "Ley de control de alimentos para ganado y peces" y la "Ley de promoción y apoyo a la industria de insectos", lo que permitió el uso de insectos específicos como alimento para animales. Algunos ejemplos de insectos autorizados incluyen las larvas de gusanos de la harina, grillos, saltamontes, larvas de la mosca soldado negra y larvas de mosquitos, siempre y cuando sean criados bajo condiciones específicas. Es importante destacar que, si un insecto no está registrado como material de alimentación, no puede ser utilizado legalmente (Jo y Lee, 2016).

Según Jo y Lee, 2016, en China, se ha establecido un marco regulatorio para la producción de insectos, con el objetivo de impulsar su producción. Las principales regulaciones relacionadas con la alimentación animal son las "Medidas administrativas para piensos y aditivos para piensos". Según estas regulaciones, los insectos no autorizados no pueden ser utilizados

como alimento para animales, y cualquier nuevo material para piensos deben ser aprobado y agregado al "Catálogo de materiales para piensos".

En Japón, se requiere una autorización previa para comercialización de nuevos aditivos. La principal regulación en materia de alimentación animal recae en el Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca, que ha establecido la Ley de Garantía de Seguridad y Mejora de la Calidad de los Alimentos, donde los fabricantes de piensos, importadores y distribuidores deben enviar una notificación previa antes de utilizar nuevos piensos y comenzar su negocio (Jo y Lee, 2016).

En Australia, la Autoridad Australiana de Pesticidas y Medicina Veterinaria (AVPMA), es responsable de regular los materiales de alimentación animal. Por lo general, las materias primas empleadas en la nutrición animal no requieren registro si cumplen con ciertas condiciones, como ser exclusivamente para fines nutricionales, ser adecuadas y utilizadas para mantener la salud y rendimiento normales, formar parte de una dieta normal. Además, está prohibido alimentar a los insectos con desechos de cocina, estiércol o productos cárnicos sin procesar (DiGiacomo y Leury, 2019).

Tailandia se destaca como el principal productor mundial de grillos según las Buenas Prácticas Agrícolas para Cricket Farm y la Norma Agrícola Tailandesa 8202-2017. El país ha establecido un estándar para el cultivo de grillos, que establece normas sobre los componentes de la granja, nutrición, suministro de agua, sanidad animal, medio ambiente y mantenimiento de registros. Todo esto tiene como objetivo de producir grillos de alta calidad que sean seguros para los consumidores. Además, existe un interés en sustituir la harina de pescado por harina de insectos en la acuicultura, y también se destaca el potencial de la industria avícola y porcina para la incorporación de alimentos basados en insectos (Lähteenmäki-Uutela, et al., 2021).

En Nigeria, hay un creciente interés en la producción moderna de insectos, y se consumen varias especies de insectos de diferentes órdenes. La Organización Estándar de Nigeria (SON), ha establecido normas para el embalaje, etiquetado y comercialización de estos productos. También se destaca la necesidad de enmendar la Ley NAFDAC para incluir reglamentos que garanticen la seguridad y control de los insectos en los alimentos. Esta ley se aplica tanto a alimentos para animales como a alimentos para mascotas y premezclas, requiriendo el registro de cada producto en el NAFDAC (Lähteenmäki-Uutela, et al., 2021)

En México, no existe una regulación específica que aborde el consumo de insectos como alimento. Por lo tanto, se aplican las disposiciones generales de seguridad alimentaria que rigen para todos los alimentos. Estas directrices se encuentran establecidas en la "Ley Federal de Sanidad Animal" donde incluyen la prevención, inspección y eliminación de enfermedades que repercutan en los animales; la implementación de normas para el bienestar de los animales; así como la regulación de actividades relacionadas con la sanidad animal. También son relevantes las "Especificaciones Zoosanitarias de los Productos Alimenticios para Consumo Animal" (NOM-061-ZOO-1999), las cuales son ampliamente vinculantes en este contexto (Lähteenmäki-Uutela, et al., 2021).

2.2.2 Normativa a nivel nacional

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) se encarga de idear e implementar técnicas con el objetivo de evitar, gestionar y disminuir los peligros relacionados con la salud, tanto para las personas, animales y plantas, incluyendo riesgos biológicos, y químicos. Su enfoque se dirige hacia la protección y el mantenimiento de la producción agrícola, ganadera, forestal, pesquera y acuícola en el país (ICA, s.f).

La resolución 1056 de 17 de abril de 1996 constituida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), dispone las normas que reemplazan, modifican y complementan las decisiones de la supervisión técnica de insumos, los cuales no deben materiales extraños, este debe ser elaborado con buenas prácticas que cumpla con la composición registrada.

La resolución 61252 del 2020 plantea los procesos y condiciones de productores e importadores de alimentos destinados a la nutrición animal, además de las condiciones para el registro de los mismos.

La resolución 2674 de 2013 establece las condiciones sanitarias de los productores que fabriquen alimento, embalen o importen para comercializar en la región necesitan registros de permisos y notificaciones sanitarias.

Capítulo 3. Principales insectos con potencial alternativo en producción avícola

3.1 *Acheta domesticus* (Grillo domestico)

Los insectos pertenecientes al orden Ortóptero se caracterizan por poseer excelentes cantidades de fibra, grasa y proteínas, aun así, estas varían dependiendo de la especie y el cuidado en la producción, un ejemplo son los grillos, los cuales pueden presentar porcentajes de proteína del 23 – 65% según sea su manejo (Quintero Meneses, 2021).

La *Acheta domesticus* en proporción adulta posee un tamaño de 30 mm, contiene 65% de proteína en fase ninfa, además poseen 5% de fibra, 8% carbohidratos y 3% en minerales (Morán y Quintuña, 2021). Por otro lado, el *Gryllus assimilis* logra un tamaño de 9 – 25 mm en cautiverio, con una proteína del 60%, fibra 4,8%, minerales 2,8% y carbohidratos 7,8% (Proteinsecta, 2020). Debido a su composición y proteína, el grillo domestico es mayor demandado.

Para llevarse a cabo una producción de grillo, es necesario una buena producción, se debe considerar el espacio, humedad y calor; la temperatura debe estar máximo a 35C° (Apolo-Arévalo y Lannacone, 2015), mientras que la humedad relativa un 40 – 60%. Para su lugar de producción se puede emplear contenedores de plástico o madera donde la hembra deposita un aproximado de 30 huevos, los cuales contarán con una incubación de 15 días (Guzmán Valiente, et al., 2022).

Muñiz (2019) puntualiza que las características físicas de este insecto son: su cabeza es redonda con unas antenas largas; posee piezas bucales de trituración; el cuerpo es cilíndrico y vigoroso; tiene tres pares de patas, las traseras siendo más desarrolladas permitiéndole saltar y caminar; el tamaño varía entre 9 y 50 milímetros; el peso es de 1 a 10 gramos, poseen variedad de colores desde, negro, amarillo, verde, rojo y marrón.

Figura 2

Acheta domestica



Figura 2. *Acheta domestica* adulta hembra (Lapeña Martínez, 2021)

Para su alimentación esta se basa de frutas, verduras y cereales, sin embargo, para lograr una buena producción requiere alimento de pollo de engorde o un concentrado formulado para grillos (Muñiz, 2019). En los últimos años se ha presenciado la problemática ambiental y el descenso de materias primas, esto conlleva a la implementación de alternativas de producción con nuevas fuentes nutricionales, una de estas es la harina de grillo e insectos en general, puesto que debido a su facilidad de manejo y cría genera menor daño al ecosistema con una producción de 1% de gases de efecto invernadero (Ayala Sorroza, 2019).

La harina de grillo sobresale a causa de su contenido en gluten, vitaminas y minerales como son las vitaminas B2 y B12, el ácido fólico, magnesio, hierro, cobre, fosforo, selenio, zin y manganeso; adicionalmente a esto posee bajas cantidades de carbohidratos. Dicha harina dispone de un máximo de 75 gr de proteína por cada 100 gr de la misma, contribuyendo a la producción de masa muscular (Guzmán Valiente, et al., 2022).

Figura 3

Comparación nutricional

Por 100 g	Harina de grillo	Harina de trigo
Energía	410 kcal	348 kcal
Grasas	6.7 g	19 g
de las cuales saturadas	2.2 g	0.4 g
Hidratos de carbono	11.4 g	71.5 g
De los cuales azúcares	0 g	15.4 g
Fibra	0 g	1.4 g
Proteína	75.9 g	-
Vitamina B12	16.6 µg (664%)	-
Hierro	6.67 mg (47%)	4 mg (24 %)
Fósforo	1045 mg (149 %)	-
Potasio	1304 mg (65 %)	-
Magnesio	128 mg (34 %)	-

Figura 3. Harina de grillo vs Harina de trigo (Proteinsecta,2020)

3.2 *Tenebrio molitor* (Gusano de la harina)

Este gusano es un insecto que forma parte de la orden Coleóptera y la familia Elateridae, se caracteriza por su uso en la alimentación de animales exóticos, aunque en el 2021 fue aprobada su cultivo y comercialización como alimento seguro para consumo humano por medio de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (Reglamento de ejecución, 2021).

Las larvas del *Tenebrio molitor* son de tonalidad marrón y amarillo anaranjado, además posee seis patas pequeñas ubicadas en el tórax, su cabeza pequeña y de color oscuro. En su fase larvaria mide de 1.6 a 3.5 milímetros con un peso entre 130 a 160 mg. Su ambiente ideal de reproducción es una temperatura de 25 a 38 °C y una humedad de 60 a 75% (Tran, et al., 2019). Así pues, en ambientes óptimos la hembra produce un aproximado de 400 - 500 huevos, las larvas emergen en una fase de 5 - 6 días, y la pupa se convierte en escarabajo a los 7 - 9 días,

mientras que en temperaturas más bajas puede durar 20 días para esta transformación (Mendoza Lainez, 2017).

Figura 4

Tenebrio molitor



Figura 4. Tenebrio molitor - Gusano de la harina (Proteinsecta, 2021)

Además de alimentarlo con desechos vegetales su alimentación es posible complementarla con harina de soja, leche desnatada y levadura a fin de alcanzar una capacidad proteica apropiada. Su composición en estado vivo se basa en 20% de proteína, 13% de grasa, 62% de agua y 2% de fibra; por el contrario, las larvas secas poseen 28% de grasa, 53% de proteína, 5% de agua y 6% de fibra, aunque su composición química depende de la alimentación y desarrollo que posea (Medrano Vega, 2019).

Figura 5Resumen perfil nutricional *Tenebrio molitor* por diversos autores (Ramírez, 2020)

NUTRIENTE	AUTORES		
	Hussain et al.(2017)	Bovera et al.(2015)	Khan et al.(2017)
PROTEÍNA CRUDA	45.8	51.9	53
%			
FIBRA CRUDA %	4	7.2	3.1
CENIZA %	2.5	4.7	26.8
MINERALES (G/KG)			
CA	3.8	4.3	2.7
P	7.0	7.1	7.8
AMINOACIDOS ESENCIALES (G/100 G)			
ISOLEUCINA	4.5	2.6	4.6
LEUCINA	5.3	4.5	8.6
LISINA	4.5	1.7	5.4
METIONINA	1.3	1.6	1.5
FENILAMINA	1.5	-	4.0
TREONINA	1.6	2.7	4.0
TRIPTÓFANO	-	1.7	0.6
VALINA	4.4	3.7	6.0

Figura 5. Contenido nutricional Tenebrio molitor (Ramírez, 2020)

3.3 *Hermetia illucens* (Mosca soldado negra)

Esta mosca hace parte de la familia Stratiomyidae y del orden Diptero, en su etapa larvaria posee un tamaño de 10 a 40 milímetros, su color es blanquecino cambiando a marrón en las mudas, mientras que en su etapa adulta tiene una longitud de 15 - 20 milímetros, de color negro, cabeza pequeña y antenas extensas. En la reproducción, la hembra necesita una temperatura de 24 a 40 °C y una humedad de 30 a 90%, pone cerca de 600 huevos, estos necesitan 4 días para

pasar al estado larvario, allí dura 13 a 18 días hasta madurar, además para convertirse en pupa atraviesa siete mudas (Zumbado-Arrieta y Azofeifa-Jiménez, 2018).

Figura 6

Hermetia illucens



Figura 6. Estado pupa de Hermetia illucens (NaturaLista Colombia)

Según Smetana, et al. (2019), las larvas de *Hermetia illucens* posee 45% de proteína cruda, 35% de lípidos, 19 a 37% de ácidos grasos insaturados y aminoácidos esenciales como arginina, lisina y valina, además de un alto porcentaje de micro y macronutrientes. Igualmente, estas larvas poseen niveles nutricionales suficientes para sustituir la harina de pescado y soja en diferentes especies (Heuel, et al., 2021).

Adicional a esto, esta especie es apetecible por su capacidad para transformar desperdicios vegetales y animales en proteína, siendo una elección para facilitar la economía circular y mejorar la sostenibilidad en los sistemas productivos (Kaya, et al., 2021).

Antecedentes

Los insectos mayormente empleados para la industria pecuaria cumplen con ciertas cualidades que los hacen favoritos para dicho uso, estos son:

Figura 7

Resumen generalidades de *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor*, *Hermetia illucens*

(Autor, 2023)

	<i>Acheta domesticus</i>	<i>Tenebrio molitor</i>	<i>Hermetia illucens</i>
Materia seca	29%	43%	92%
Proteína	65%	53%	45%
Fibra	5%	6%	5,70%
Temperatura óptima	25 - 35 °C	25 - 38 °C	24 - 40 °C
Humedad relativa óptima	40 - 60%	60 - 75%	30 - 90%
# Huevos	150 - 300	400 - 500	600
Alimentación	Desechos, alimento pollo de engorde, concentrado para grillos	Desechos, harina soja, leche desnatada, levadura	Desperdicios animales y vegetales
Ventajas	Composición de aminoácidos constante, fácil de cultivar.	Descomponedor de plástico y orgánicos, alto valor proteico.	Descomponedor de materia orgánica, elimina olores de descomposición.

Figura 7. Resumen generalidades de los insectos (Autor, 2023)

Acheta domesticus (Grillo domestico)

Según Blanco y Giraldo (2016), al país llegaron los primeros grillos de la especie *Acheta domesticus* en el 2015, con un cultivo de más de 300 grillos. Hoy por hoy no se encuentra un censo del mercado de harina de grillo en la región, no obstante, existe la empresa Arthrofood que ofrece productos para la alimentación humana.

En estudios realizados por Nova Sierra (2022), se implementó 25% de harina de *Acheta domesticus* en la dieta de gallinas ponedoras y pollos de engorde. En ambas dietas no se presentó

rechazo por parte de los animales, en las gallinas se aumentó el tamaño y la calidad del huevo, mientras que en los pollos se logró una ganancia de peso óptima. Esto demostró que la harina de grillo es adecuada para su suplementación en aves sin afectar negativamente la producción.

Nieto, et. al., (2023), evaluó el impacto de remplazo total de la harina de soja por harina de *Acheta domesticus* como principal fuente proteica en dietas de pollitos machos de crecimiento lento en todo su ciclo productivo dando como resultado la desfavorable respuesta a los altos niveles de inclusión de esta harina a lo largo de las primeras 4 semanas de vida, es así como recomienda sustituir parcialmente la harina de soja por harina de *Acheta domesticus* durante el primer mes de vida y como reemplazo total a partir del segundo mes hasta el fin de su ciclo productivo.

***Tenebrio molitor* (Gusano de la harina)**

En estudios de Biasato, et al. (2018), se analizó el resultado de incorporar harina del gusano de la harina en alimentación de pollos machos, donde se pudo observar la mejoría en el incremento de ingesta y por ende peso corporal.

Así mismo, Kierończyk, et al., en 2018 estudio el impacto de sustituir totalmente el aceite de soya con grasa de *Tenebrio molitor* en las dietas de pollo de engorde demostrando que no se producen efectos desfavorables en la digestibilidad de los nutrientes ni en el crecimiento. Esto lo confirma Benzertiha, et al. (2020) el cual adiciono un 0.2% y 0.3% de grasa del gusano de la harina en la dieta para pollos evidenciando el aumento de rendimiento de crecimiento.

Se investigó la función de larvas secas de *Tenebrio molitor* y *Zophobas morio* fermentada con prebióticos implementado como otra opción a antibióticos en la nutrición de pollos. Las aves fueron infectadas oralmente con *Escherichia coli* y *Salmonella* y posteriormente suplementados

con estas larvas fermentadas, se demostró el aumento de ingesta diaria, ganancia de peso y descenso de mortalidad. Así pues, estas larvas pueden ser implementadas como alternativa favorable a los antibióticos implementados en la avicultura (Islam y Yang, 2017).

***Hermetia illucens* (Mosca soldado negra)**

En estudios realizados por Heuel, et al. (2021), su objetivo fue reemplazar en la alimentación de aves ponedoras la soya por harina y grasa de *Hermetia illucens* proveniente de dos productores que manejan distintas temperaturas, procesamiento de larva y alimentación (un productor comercial y otra producción de menor escala). Se pudo comprobar que el rendimiento de la postura se mantuvo en un 98%, aun así, las larvas de producción comercial mostraron un peso de huevo de 67 g y una masa de huevo de 66 g/día, mientras que las larvas de la producción a menor escala produjeron un peso de huevo de 63 g y una masa de huevo de 61 g/día. Por lo tanto, se evidencio que los alimentos para aves de postura a base de soya se pueden reemplazar completamente por harina o grasa de esta mosca, además de proporcionar un color más intenso en la yema del huevo, se mantuvo la producción sin complicaciones, de igual forma se debe controlar la calidad de la larva para lograr un buen resultado.

Apaza Ayamamani (2020), observó positivamente la aplicación de harina de *Hermetia illucens* con inclusiones de 0%,15%, 25% y 40% en dieta de pollos como reemplazo proteico, no se manifestó ningún rechazo, además de mostrar una buena correlación dentro de la ganancia de peso e ingesta alimenticia, se manifiesta que, a mayor inclusión de harina, mayor será el índice de producción.

Sin embargo, en una investigación realizada por Daszkiewicz, et al. (2022), se evidencio que la inclusión de 50%, 75% y 100% de harina de larvas enteras de la mosca soldado negro en

la dieta de pollos de engorde influyo desfavorablemente en el valor nutricional de la grasa muscular del pectoral mayor, por lo que recomienda mayor estudio para determinar el promedio ideal de inclusión de dicha harina en la nutrición de pollos de engorde.

Hartinger, et al. (2022), estudió el uso simultaneo por separado de la harina de larvas y grasa de larvas de *Hermetia illucens* en la alimentación de pollos, aquí se demostró la factibilidad de reemplazo de un 15% de proteína cruda de harina soya por harina de larva y el reemplazo total de aceite de soya con grasa de larva sin ocasionar un impacto negativo en el rendimiento de los animales. Además, el uso de la harina de esta mosca redujo la concentración de metabolitos microbianos posiblemente dañinos siendo un efecto favorable en la salud intestinal, aun así, recomienda estudiar la digestibilidad en la fase de inicio.

Conclusiones

Las fuentes de materias primas convencionales para la preparación de alimentos balanceados en la producción avícola se ven afectadas por el alza continuo debido a importaciones y demás factores, por lo tanto, se presenta una necesidad de explorar fuentes alternativas que proporcionen los nutrientes necesarios en la dieta animal. Es así que se propone a los insectos, estos representan una oportunidad para el desarrollo del sector agroalimentario, ya que ofrecen una alternativa nutricional viable y económicamente rentable, además de ser una fuente de proteína más sostenible en los sistemas pecuarios, con aminoácidos de alta calidad.

La implementación de insectos como alimento no solo se realiza en la producción avícola, sino también en las producciones porcinas y piscícolas, debido a que su potencial como valor nutritivo, impacto ambiental y condición de producción, hacen de estos una opción viable para la nutrición en las producciones pecuarias.

La industria de cría de insectos va en aumento debido a su gran potencial como fuente de proteína para alimentación animal y humana, es así que algunos países han tenido la necesidad de reglamentar su producción logrando un producto seguro para su uso, no obstante, al haber países sin este tipo de normativa se hace un poco difícil su implemento en el sector alimenticio.

Nutricionalmente los insectos poseen un gran potencial nutritivo, por lo cual pueden ser implementados en la alimentación avícola, entre los más utilizados se encuentran el *Acheta domesticus*, *Tenebrio molitor* y *Hermetia illucens*, pues gracias a su particular contenido de proteína de calidad son vistos como alternativa en la elaboración de alimentos concentrados de animales. La sustitución de la proteína habitual como la soya, por proteína derivada de insectos en los alimentos balanceados para animales presenta buen rendimiento en la producción, con

efectos favorables en los indicadores de ingesta, logrando un aprovechamiento económico significativo.

Debido al corto ciclo de vida de los insectos, su facilidad de producción y su alto contenido nutricional, así como su buen desarrollo en zonas tropicales, Colombia resulta ser un país idóneo para la producción de insectos, el clima del país influye positivamente en aspectos como la reproducción, la eficiencia alimentaria y el rápido crecimiento de los insectos.

Recomendaciones

Se requiere más investigación en la aplicación de insectos en la nutrición animal, considerando otras especies que se puedan cultivar con este fin, aportando una producción de bajo costo, eficiente y con producción limitada de huella ecológica.

Es fundamental continuar con la investigación para mejorar y perfeccionar la información disponible sobre diversos aspectos relacionados con los insectos en la nutrición animal. Esto comprende el análisis de la digestibilidad de los insectos, determinar los niveles óptimos de inclusión en las dietas en los animales, examinar las propiedades funcionales de los insectos e investigar el manejo ideal. Estos estudios adicionales contribuirán a una mejor comprensión y aprovechamiento de los insectos como fuente valiosa de alimento para animales de producción.

Es necesario generar más información sobre el desarrollo tecnológico de los productos basados en insectos, especialmente porque la aprobación de estos como fuente alternativa para la alimentación de animales de producción es reducida. Esto puede ser debido a la inquietud sobre problemas sanitarios, por esto, al enfocarnos en el proceso tecnológico, se puede recalcar que este puede eliminar agentes contaminantes además de ampliar la vida útil de los productos. Mediante estudios y difusión de información confiable sobre los beneficios del procesamiento adecuado, se puede promover una mejor aceptación y admisión de los insectos como fuente segura y eficiente de alimento para animales de abasto.

Referencias

- Apaza Ayamamani, R. B. (2020). Correlación de índices productivos con suplementación de harina de larva de mosca *Hermetia Illucens* a tres niveles versus fuente proteica estándar en alimentación de pollos Ross, Arequipa 2019.
<https://core.ac.uk/download/pdf/287059619.pdf>
- Atehortua, M., Martínez, Y., & Orozco, J. (2021). *Hermetia illucens* (L.) como alimento alternativo en la nutrición avícola. Universidad Zamorano.
<https://www.zamorano.edu/2022/08/02/hermetia-dietas-de-pollos/#:~:text=Las%20larvas%20de%20H.,et%20al.%2C%202021>
- Ayala Sorroza, E. L. (2019). *Desarrollo de un plan de exportación de harina de Acheta Domesticus (Grillo Doméstico) hacia el mercado español* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/41391>
- Apolo-Arévalo, L., & Lannacone, J. (2015). Crianza del grillo (*Acheta domesticus*) como fuente alternativa de proteínas para el consumo humano. *Scientia*, 17(17).
<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Scientia/article/view/389/385>
- Alianza de la industria de insectos comestibles de América Latina (APICAL). (2021). Lanzamiento de APICAL. *Apical*. <https://www.apical.la/post/lanzamiento-de-apical>
- Ayala, L. P., & Rocha, J. E. (2015). Insectos potencialmente comestibles del estado de Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia*, 23(64), 19-25.
<https://www.redalyc.org/pdf/674/67441039003.pdf>
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. *Revista chilena de nutrición*, 47(6), 1029-

1037. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182020000601029&script=sci_arttext

Álvarez Miguel, A. (2019). Desarrollo y evaluación de barritas con alto contenido proteico con incorporación de harina de grillo. <https://riunet.upv.es/handle/10251/114966>

Altmann, BA, Wigger, R., Ciulu, M. y Mörlein, D. (2020). El efecto de los alimentos proteicos alternativos de insectos o microalgas en la calidad de la carne de pollos de engorde. *Diario de la ciencia de la alimentación y la agricultura*, 100 (11), 4292-4302. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.10473>

Arcos, J; Lazaro, R y Mateos, G. (2018). Economía de costes: valoración de materias primas tradicionales y alternativas. *NutriNoticias*. Nº 19-29. <https://nutricionanimal.info/valoracion-materias-primas-tradicionales-alternativas/>

Blanco Miranda, D. A., & Giraldo Carrillo, D. F. (2016). Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo *Acheta domesticus* como principal fuente proteica. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/65/

Benzertiha, A., Kierończyk, B., Kołodziejcki, P., Pruszyńska–Oszmałek, E., Rawski, M., Józefiak, D. y Józefiak, A. (2020). Las comidas ricas en grasas de *Tenebrio molitor* y *Zophobas morio* como aditivos alimentarios funcionales afectan el rendimiento del crecimiento y las características del sistema inmunológico de los pollos de engorde. *Ciencia avícola*, 99 (1), 196-206. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119578646>

Biasato, I., Gasco, L., De Marco, M., Renna, M., Rotolo, L., Dabbou, S., ... & Schiavone, A. (2018). Inclusión de larvas de gusano amarillo de la harina (*Tenebrio molitor*) en dietas para pollos de engorde machos: efectos sobre el rendimiento del crecimiento, la

- morfología intestinal y los hallazgos histológicos. *Ciencia avícola*, 97 (2), 540-548.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911930906X>
- Berkelaar, D. (2017). Insectos para alimentos humanos y para animales.
<https://api.echocommunity.org/pdf/es/a32638b8-6885-437d-b1b8-eb4cad3c6aba/insectos-para-alime-a-animales.pdf>
- Beltrán Rangel, J. S. (2019). Caracterización nutricional de las especies de hormiga culona (*Atta laevigata*) el gusano mojojoy (*Ancognatha scarabaeoides*) y la de grillo común (*Acheta domestica*), en el departamento de Santander, para su implementación en preparaciones gastronómicas. <https://repository.unab.edu.co/handle/20.500.12749/11816>
- Barajas Maldonado, A. (2018). *Harina de grillo, ¿competencia o posible insumo avícola?* Industria avícola. <https://www.industriaavicola.net/blog/harina-de-grillo-competencia-o-posible-insumo-avicola/>
- Blanco, V. C. P., Chavarro, C. F. G., Polanco, Y. M. T., & Ruiz, X. M. C. (2020). Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 24(2), 81-100.
<https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/article/view/199>
- Biasato, I., Renna, M., Gai, F., Dabbou, S., Meneguz, M., Perona, G., ... & Gasco, L. (2019). Inclusión de harina de larva de mosca soldado negra parcialmente desgrasada en dietas para lechones: efectos sobre el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad de los nutrientes, el perfil sanguíneo, la morfología intestinal y las características histológicas. *Revista de ciencia animal y biotecnología*, 10, 1-11.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6379995/>

Belghit, I., Liland, NS, Waagbø, R., Biancarosa, I., Pelusio, N., Li, Y., ... & Lock, EJ.

(2018). Potencial de las dietas basadas en insectos para el salmón del Atlántico (*Salmo salar*). *Acuicultura*, 491, 72-81.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848617322998>

Candelo-Viafara, J. M. (2018). Impactos indirectos de la tasa de cambio y los precios del petróleo en una economía no petrolera: aproximaciones VECM y VAR para el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Finanzas y Política Económica*, 10(2), 403-436.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2248-60462018000200403

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia (Corpoamazonia). (s.f.).

DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL SUR DE LA AMAZONIA COLOMBIANA.

Recuperado de

http://www.corpoamazonia.gov.co/files/Planes/biodiversidad/diagnostico/AMAZONIA_C2.pdf

Chia, SY., Tanga, CM., Osuga, IM., Alaru, AO., Mwangi, DM., Githinji, M., ... & Dicke, M.

(2019). Efecto del reemplazo dietético de harina de pescado por harina de insectos en el rendimiento del crecimiento, perfiles sanguíneos y economía de cerdos en crecimiento en Kenia. *Animales*, 9 (10), 705. <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/10/705/pdf>

Daszkiewicz, T., Murawska, D., Kubiak, D. y Han, J. (2022). Composición química y perfil de ácidos grasos del músculo pectoral mayor en pollos de engorde alimentados con dietas ricas en harina de larvas de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*). *Animales*, 12 (4), 464. <https://www.mdpi.com/1497384>

Delgado Caicedo, J., & González Vélez, J. C. (2019). Kriwe. La entomofagia como alternativa para la seguridad alimentaria y nutricional (SAN).

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/17734>

DiGiacomo, K. y Leury, B.J. (2019). Harina de insectos: ¿una futura fuente de alimentación proteica para cerdos?. *Animal*, 13 (12), 3022-3030.

<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/review-insect-meal-a-future-source-of-protein-feed-for-pigs/3BA7CFB6949955D5170CCE519BBDBE75>

Fiebelkorn, F., Puchert, N. and Dossey, A.T. (2021), “An exercise on data-based decision making: Comparing the sustainability of meat & edible insects”, *American Biology Teacher*, Vol. 82 No. 8, pp. 522–528. <https://online.ucpress.edu/abt/article-abstract/82/8/522/113773>

Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA). (2023). Población mundial.

<https://www.unfpa.org/es/data/world-population-dashboard>

Gasca-Álvarez, HJ, & Costa-Neto, EM. (2021). Los insectos como fuente de alimento para las comunidades indígenas de Colombia: una revisión y perspectivas de investigación. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1-12.

<https://www.wageningenacademic.com/doi/abs/10.3920/JIFF2021.0148>

Guzmán Valiente, R. E., Espinoza Yovera, J. D., García Rijalba, K., Díaz Quiroz, W. P., & Carrasco Talledo, W. S. (2022). Diseño de una planta de producción de harina y barras energéticas a base de grillo en la ciudad de Piura.

<https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5408>

Hartinger, K., Fröschl, K., Ebbing, MA, Bruscek-Pfleger, B., Schedle, K., Schwarz, C. y Gierus, M. (2022). Idoneidad de la harina y la grasa de las larvas de *Hermetia illucens* en

las dietas de los pollos de engorde: efectos sobre el rendimiento animal, la digestibilidad ideal aparente, la histología intestinal y los metabolitos microbianos. *Revista de Ciencia Animal y Biotecnología*, 13 (1), 1-16.

<https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-022-00701-7>

Heuel, M., Sandrock, C., Leiber, F., Mathys, A., Gold, M., Zurbrügg, C., ... & Terranova, M. (2021). La harina y la grasa de larvas de mosca soldado negro pueden reemplazar completamente la torta y el aceite de soja en las dietas para gallinas ponedoras. *Ciencia avícola*, 100 (4), 101034.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579121000687>

Huaripata Pachamango, J., & Carrasco Alcalde, A. R. (2022). EFICIENCIA DE LA LARVA DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia Illucens*) PARA APROVECHAR LOS RESIDUOS ORGÁNICOS MUNICIPALES-CAJAMARCA 2021.

<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/2189>

Heckmann L.H.; Andersen, J.L.; Gianotten, N.; Calis, M.; Fischer, C.H. y Calis, H. (2018). Producción sostenible de gusanos de la harina para piensos y alimentos. En: A. Halloran, R. Flore, P. Vantomme y N. Roos (eds). *Insectos comestibles en sistemas alimentarios sostenibles*. Cham, Suiza. Springer, Cham. Pp. 321-328 https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9_19

Imathiu, S. (2020). Beneficios y preocupaciones de seguridad alimentaria asociados con el consumo de insectos comestibles. *Revista NFS*, 18, 1-11.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235236461930046X>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (s.f). El ICA. <https://www.ica.gov.co/el-ica#:~:text=El%20ICA%20dise%C3%B1a%20y%20ejecuta,pesquera%20y%20acu%C3%A9cola%20de%20Colombia>.

Instituto Colombiano Agropecuario. (2020). Resolución 61252 del 03 de febrero de 2020. Por medio de la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de los fabricantes e importadores de alimentos para animales, así como los requisitos y el procedimiento para el registro de alimentos para animales y se dictan otras disposiciones. <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2020/2020r61252>

Instituto Colombiano Agropecuario. (1996). Resolución 1056 del 17 de abril de 1996. Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones No. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/1ee3b019-9533-4fb6-a32f-45b94ea5459d/Resolucion-1056-de-1996-Por-la-cual-se-dictan-disp.aspx>

Islam, MM y Yang, CJ. (2017). Eficacia de los probióticos de larvas de gusanos de la harina y súper gusanos de la harina como una alternativa a los antibióticos desafiados por vía oral con infección por Salmonella y E. coli en pollos de engorde. *Ciencia avícola*, 96 (1), 27-34. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911931243X>

Jo, Y. y Lee, J. (2016). Alimento de insectos para animales bajo la normativa de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). *Investigación entomológica*, 46 (1), 2-4. <https://www.cabdirect.org/globalhealth/abstract/20163065474>

Jin, XH., Heo, PS., Hong, JS., Kim, NJ y Kim, YY. (2016). La suplementación con gusano de la harina seco (larva de *Tenebrio molitor*) sobre el rendimiento del crecimiento, la

- digestibilidad de los nutrientes y los perfiles sanguíneos en cerdos destetados. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29 (7), 979.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4932593/>
- Kaya, C., Generalovic, TN, Ståhls, G., Hauser, M., Samayoa, AC, Nunes-Silva, CG, ... & Sandrock, C. (2021). Estructura genética de la población mundial y trayectorias demográficas de la mosca soldado negra, *Hermetia illucens*. *Biología BMC* , 19 (1), 94.
<https://link.springer.com/article/10.1186/s12915-021-01029-w>
- Kierończyk, B., Rawski, M., Józefiak, A., Mazurkiewicz, J., Świątkiewicz, S., Siwek, M., ... & Józefiak, D. (2018). Efectos de reemplazar el aceite de soya con grasas seleccionadas de insectos en pollos de engorde. *Ciencia y tecnología de alimentación animal*, 240, 170-183. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840117314815>
- Losada Luna, O. F., Gutiérrez Graviz, J., & Angarita, W. L. (2019). Grianza, microganadería sustentable: resultados proyecto de investigación.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/6903/Grianza_microganaderia_sustentable.pdf?sequence=1
- Lapeña Martínez, J. (2021). *Ciclo biológico Acheta domesticus*. PROTEGREEN.
<https://www.protegreen.com/acheta-domesticus-ciclo-biologico/>
- Lähteenmäki-Uutela, A., Marimuthu, SB y Meijer, N. (2021). Regulaciones sobre insectos como alimento y pienso: una comparación global. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7 (5), 849-856.
<https://www.wageningenacademic.com/doi/epdf/10.3920/JIFF2020.0066?role=tab>

Martín García, R. (2020). Diseño y acondicionamiento de una fábrica de insectos para la obtención de proteína destinada a alimentación animal en Riofrío (Granada).

<https://oa.upm.es/id/eprint/67209>

Market Coherent Insights. (2020), “EDIBLE INSECTS MARKET ANALYSIS”, available at:

<https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/edible-insects-market-3802>

Moreno, G. (2022). Avicultura 2021, Expectativas 2022, transitando por condiciones extremas.

Avicultores, 287, 4–5. <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2022/03/revista-287.pdf>

Ministerio de agricultura. (2021). *Boletín de precios de alimento balanceado para animales no.1 de 2021*.

<https://sioc.minagricultura.gov.co/Boletines/BOLET%20C3%8DN%20DE%20PRECIOS%20DE%20ALIMENTO%20BALANCEADO%20PARA%20ANIMALES%20No.1%20de%202021.pdf>

MERCADO, J. R. (2017). COMIDAS Y DIETAS EN EUROPA Y MESOAMÉRICA.

<https://nanzan->

[u.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=2254&item_no=1&attribute_id=22&file_no=1](https://nanzan-u.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=2254&item_no=1&attribute_id=22&file_no=1)

Marroquín, J. M., & Serrato H., C. (2014). Insectos como fuente de alimento en una población indígena en el departamento de Caquetá, Amazonía Colombiana. *Mundo Amazónico*, 5, 106.

<http://search.ebscohost.com.aure.unab.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=111351286&lang=es&site=ehost-live>

Morán Vargas, P. B., & Quintuña Quintuña, C. L. (2021). *Aprovechamiento del catzo blanco (Platycoelia lutescens), grillo (Acheta domesticus) y tocte (Juglans neotropica) para el*

desarrollo de panificación nutritiva en la ciudad de Guayaquil (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54405>

Mendoza Lainez, E. (2017). Influencia de diferentes dietas en la composición nutricional del insecto comestible *Tenebrio molitor* y estudio de su pardeamiento. <https://academica-e.unavarra.es/handle/2454/26036>

Medrano Vega, L. C. (2019). Larvas de gusano de harina (*Tenebrio molitor*) como alternativa proteica en la alimentación animal.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28001/lcmedranov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de salud y protección social. (2013). Resolución 2674 del 22 de julio de 2013. Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto-ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/604808/1962.pdf/abe38fb4-e74d-4dcc-b812-52776a9787f6>

Muñiz, A. (2019). Todo lo que debes saber sobre la vida del grillo. *Mis animales*, 1.

Mora-Jiménez, M. P., Garzón-Roldan, A., Quintero S, B., Trillos-Carrascal, J. S., Trigos-Claro, M. C., & Torres F, G. A. (2022). Sistema de producción de huevos azules a través de la línea criolla araucana.

https://www.researchgate.net/publication/372572107_SISTEMA_DE_PRODUCCION_DE_HUEVOS_AZULES_A_TRAVES_DE_LA_LINEA_CRIOLLA_ARAUCANA

NaturaLista Colombia. Mosca Soldado Negra (*Hermetia illucens*). (s. f.).

<https://colombia.inaturalist.org/taxa/82177-Hermetia-illucens>

- Nieto, J., Plaza, J., Lara, J., Abecia, JA, Revilla, I., & Palacios, C. (2023). Uso de harina de *Acheta domesticus* como sustituto completo de la soya en la alimentación de pollitos de crecimiento lento. *Ciencia avícola*, 102503.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579123000299>
- Nowak, V., Persijn, D., Rittenschober, D. y Charrondiere, UR. (2016). Revisión de datos de composición de alimentos para insectos comestibles. *Química de los alimentos*, 193, 39-46. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614016781>
- NutriNews. (2018). Investigando el uso de insectos en la alimentación animal. *La Revista De Nutrición Animal*. <https://nutrinews.com/investigando-el-uso-de-insectos-en-la-alimentacion-animal/>
- Newton, GL, Booram, CV, Barker, RW y Hale, OM. (1977). Harina de larvas secas de *Hermetia illucens* como suplemento para cerdos. *Revista de Ciencia Animal*, 44 (3), 395-400.
<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/44/3/395/4698064>
- Nova Sierra, E. M. (2022). Suplementación alimentaria de gallinas ponedoras y pollos de engorde (*Gallus gallus*), con harina de grillo (*Acheta domesticus*) a partir del establecimiento de entomocriaderos en el Municipio de Enciso-Santander.
<https://noesis.uis.edu.co/items/daa1cb0f-f9f6-450e-ab89-f7155a491119>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)/ Organización mundial de la salud (ONU). (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación: aprovechamiento de los sistemas alimentarios para una transformación rural inclusiva*. <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/es/c/1046886/>

- Oller, A. F. (2018). *Investigando el uso de insectos en la alimentación animal*. nutriNews, la revista de nutrición animal. <https://nutrinews.com/investigando-el-uso-de-insectos-en-la-alimentacion-animal/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). Looking at edible insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb4094en>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente1*. <https://www.fao.org/3/i3264s/i3264s00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) & Vantomme, P. (s.f.). Los insectos forestales comestibles, una fuente de proteínas que se suele pasar por alto. <http://www.fao.org/3/i1758s/i1758s06.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s. f.). La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. <https://www.fao.org/edible-insects/en/>
- Proteinsecta. (2021). *Tenebrio Molitor - Gusano de la harina*. <https://proteinsecta.es/tenebrio-molitor-gusano-de-la-harina/>
- Proteinsecta. (2020). Harina de grillos: propiedades, valores nutricionales y más. <https://proteinsecta.es/harina-de-grillos-propiedades-valores-nutricionales-y-mas/>
- Palop Gómez, A., Rodríguez Lázaro, D., Santos Buelga, J. Á., Conchello Moreno, MP, Daschner, Á., González Fandos, E., & Cámara Hurtado, M. (2018). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición*

(AECOSAN) en relación a los riesgos microbiológicos y alergénicos asociados al consumo de insectos (Nº ART-2018-116100). <https://zaguan.unizar.es/record/87728>

Portafolio. (2021). *La avicultura se recuperó más rápido de lo esperado tras paro.*

<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/avicultura-en-colombia-se-recupero-mas-rapido-de-lo-esperado-tras-paro-segun-fenavi-559397>

Plataforma Internacional de Insectos para Alimentos y Piensos (IPIFF). (2022). Building Bridges

between the Insect Production Chain, Research and Policymakers. <https://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/12/IPIFF-researchpriorities-HorizonEurope.pdf>

Quintero Meneses, M. F. (2021). *Evaluación de las actividades biológicas in vitro de los aislados proteicos obtenidos a partir de la harina de grillo (Gryllus assimilis)* (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8126>

Ramírez Pabón, C. O. (2020). Implicaciones del uso de larvas de *Tenebrio molitor* y *Zophobas morio* en la alimentación avícola.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36738/coramirezpabon.pdf?sequence=3>

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 con arreglo al Reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo y se modifica el Reglamento de Ejecución (UE) 2017/2470 de la Comisión”.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32021R0882>

- Rudas, C. E. (2022). En el último mes costos de los concentrados y alimentos para animales subieron 5%. *La república*. <https://www.larepublica.co/empresas/costos-de-los-concentrados-y-alimentos-para-animales-subieron-5-en-el-ultimo-mes-3320264>
- Revista Semana. (2018). Bichos a la carta, ¿la mejor solución para el medioambiente? <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/comer-insectos-alimentacion-saludable/39342/>
- Sánchez-Velázquez, J., Peña-Herrejón, G. A., & García-Trejo, J. F. (2021). La alimentación con insectos ¿Puede reducir el estrés en un pez?. *Digital Ciencia@ UAQRO*, 4(7), 50-59. <https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/624/599>
- Selaledi, L., Mbajiorgu, CA y Mabelebele, M. (2020). El uso del gusano amarillo de la harina (*T. molitor*) como fuente alternativa de proteína en las dietas avícolas: una revisión. *Salud y producción animal tropical*, 52 (1), 7-16. https://www.researchgate.net/publication/335027183_The_use_of_yellow_mealworm_T_molitor_as_alternative_source_of_protein_in_poultry_diets_a_review
- Smetana, S., Schmitt, E. y Mathys, A. (2019). Uso sostenible de la biomasa del insecto *Hermetia illucens* para piensos y alimentos: evaluación del ciclo de vida atribucional y consecuente. *Recursos, Conservación y Reciclaje*, 144, 285-296. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919300515>
- Sogari, G., Amato, M., Biasato, I., Chiesa, S. y Gasco, L. (2019). El papel potencial de los insectos como alimento: una revisión de múltiples perspectivas. *Animales*, 9 (4), 119. <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/4/119>
- Sectorial. (2023). Producción de Pollo Creció 2,9% en Primer Trimestre del 2023. <https://www.sectorial.co/informativa-avicola-itemlist/item/666915-produccion-de-pollo-crecio-2-9-en-primer-trimestre-del-2023>

[de-pollo-crecio-29-en-primer-trimestre-del-2023#:~:text=Fenavi%20estima%20un%20aumento%20en,2023%20es%20de%2017.000%20millones](#)

Tran G., Gnaedinger, C. y Mélin C. (2019). *Gusano de la harina (Tenebrio molitor)*. Feedipedia - Programa de INRAE, CIRAD, AFZ y FAO. <https://www.feedipedia.org/node/16401>

Vaca Monteros, J. G. (2020). *Evaluación de dietas en la cría y reproducción de grillos (Acheta Domesticus Linnaeus) para la obtención de harina en la Granja experimental la Pradera-Chaltura* (Bachelor's thesis).

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10548>

Von Hackewitz, L. (2018). El grillo doméstico *Acheta domesticus*, una fuente potencial de proteína para el consumo humano. <https://stud.epsilon.slu.se/13728/>

Zumbado-Arrieta, M., & Azofeifa-Jiménez, D. (2018). Insectos de importancia agrícola. <https://copa.acguanacaste.ac.cr/handle/11606/514>