

**Uso de Alimentos No Convencionales en Porcicultura Colombiana:
Evaluación Nutricional y Económica**

Yuli Fernanda Ovalle Salazar

Asesor

Yessica Lorena Guzmán Barragán

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente - ECAPMA

Zootecnia

2025

Dedicatoria

Agradezco a Dios por darme esta oportunidad, por darme la fuerza, la sabiduría y la vida para alcanzarlo.

A mi esposo y madre

Daniel Alcázar Beltrán y María Nubia Salazar por su apoyo incondicional, por siempre creer en mí y animarme en esos momentos en los que sentí que no iba a lograrlo.

A mi hermano Edwar Fabián Salazar y mi tía Solany Parra, por brindarme su apoyo cuando enfrenté limitaciones y por ser un pilar fundamental en este camino.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por la oportunidad de haber llegado hasta aquí, por darme la fortaleza y la sabiduría para adquirir nuevos conocimientos. Expreso mi más sincero agradecimiento a mi directora de proyecto, Ángela María Cadavid Pulido, por su orientación constante, su disposición para guiarme y por brindarme herramientas que enriquecieron mi formación académica.

Resumen

La producción porcina en Colombia enfrenta el desafío del aumento constante en los costos de los alimentos convencionales, que constituyen la mayor parte del gasto operativo de las granjas. Ante esta situación, los alimentos no convencionales, como subproductos agrícolas y residuos agroindustriales, emergen como una alternativa con potencial económico y ambiental. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto nutricional y económico de su inclusión en la dieta de cerdos en etapa de crecimiento, con el fin de determinar su viabilidad como opción sostenible y rentable para pequeñas y medianas explotaciones.

El estudio se desarrolló mediante un enfoque descriptivo y analítico, revisando literatura científica reciente y comparando indicadores productivos y financieros de diferentes insumos, entre ellos la harina de insectos y el salvado de arroz. Los hallazgos señalan que estos ingredientes poseen un perfil nutricional adecuado, capaz de mantener o incluso mejorar parámetros clave como la ganancia de peso y la calidad de la carne (Bodjona et al., 2022). En términos económicos, se estima que su incorporación podría reducir los costos de alimentación en un 20 a 30 %, incrementando la competitividad de los productores (Martínez et al., 2022).

Además de los beneficios productivos y financieros, se destacan aportes en sostenibilidad, al disminuir la huella ambiental y fomentar el aprovechamiento eficiente de recursos locales. En conclusión, la adopción de alimentos no convencionales representa una estrategia viable para mejorar la rentabilidad y promover prácticas más responsables en la industria porcina, aunque su implementación exige superar retos asociados a la estandarización, la disponibilidad y la inocuidad.

Palabras clave: Producción porcina, alimentos no convencionales, nutrición animal, sostenibilidad, rentabilidad

Abstract

Pork production in Colombia faces the challenge of steadily rising costs for conventional feed, which accounts for most of the farm's operating expenditure. In this situation, non-conventional foods, such as agricultural by-products and agro-industrial wastes, emerge as an alternative with economic and environmental potential. The objective of this study is to evaluate the nutritional and economic impact of their inclusion in the diet of pigs in the growth stage, in order to determine their viability as a sustainable and profitable option for small and medium-sized farms.

The Study was developed through a descriptive and analytical approach, reviewing recent scientific literature and comparing production and financial indicators of different inputs, including insect flour and rice bran. The findings indicate that these ingredients have an adequate nutritional profile, capable of maintaining or even improving key parameters such as weight gain and meat quality (Bodjona et al., 2022). In economic terms, it is estimated that its incorporation could reduce feed costs by 20 to 30%, increasing the competitiveness of producers (Martínez et al., 2022).

In addition to the productive and financial benefits, sustainability contributions are highlighted by reducing the environmental footprint and promoting the efficient use of local resources. In conclusion, the adoption of non-conventional feed represents a viable strategy to improve profitability and promote more responsible practices in the pig industry, although its implementation requires overcoming challenges associated with standardization, availability and safety.

Keywords: pig production, non-conventional feed, animal nutrition, sustainability, profitability

Tabla de Contenido

Introducción	10
Definición del Problema	12
Formulación del problema	13
Justificación	14
Objetivos.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos.....	16
Marco Teórico.....	17
Antecedentes	17
Alimentos no convencionales	18
Tipos de Alimentos No Convencionales.....	19
Perspectiva de sustentabilidad	29
Impacto Nutricional	30
Impacto Económico	30
Sostenibilidad y economía circular	31
Sostenibilidad en alimentación porcina.	32
Marco Legal	34
Diseño Metodológico	36

Alcance del proyecto.....	36
Métodos de búsqueda de información	37
Investigación documental	37
Análisis de información	38
Evaluación Nutricional y Económica	38
Criterios de inclusión y exclusión de literatura.....	45
Selección de alimentos priorizados (HMSN y subproductos agroindustriales).....	46
Conclusiones.....	47
Recomendaciones diferenciadas por tipo de productor	50
Pequeños productores (≤ 100 cerdos):.....	50
Cronograma.....	52
Desafíos y limitaciones.....	55
Referencias bibliográficas.....	58

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Harina De Larva De Mosca Soldado Negro (Hlmsn)</i>	20
Figura 2 <i>Mosca Soldado Negro</i>	23
Figura 3 <i>Cronograma de Actividades</i>	52

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Clasificación y descripción taxonómica</i>	22
Tabla 2 <i>Comparativo de requerimientos nutricionales según etapa del cerdo</i>	24
Tabla 3 <i>Contenido proteico (% PC) y perfil de aminoácidos (g/100 g de PC) de larva de mosca soldado negro (HLMSN).</i>	25
Tabla 4 <i>Comportamiento productivo de los cerdos en la etapa final del periodo de ceba.</i>	29
Tabla 5 <i>Comparativa de normativas ICA, FAO y estándares internacionales.</i>	35
Tabla 6 <i>Comparación de tiempos y eficiencia</i>	41
Tabla 7 <i>Matriz FODA</i>	44
Tabla 8 <i>Criterios De Búsqueda Documental</i>	45

Introducción

La producción porcina ha sido históricamente dependiente de alimentos convencionales como maíz, soja y trigo. Sin embargo, la creciente demanda global de estos recursos y el incremento de sus precios han generado una presión económica significativa sobre los productores. Según la FAO (2017), los costos de alimentación representan entre el 60 % y el 70 % del presupuesto de las explotaciones porcinas, situación que afecta directamente la rentabilidad y sostenibilidad del sector.

En este escenario, los alimentos no convencionales surgen como alternativas viables y económicas, capaces de cumplir con las expectativas de los porcicultores en términos de productividad y de los consumidores en cuanto a la calidad del producto. Estos insumos incluyen subproductos agrícolas, residuos agroindustriales y nuevas fuentes proteicas que, además de su valor económico, pueden contribuir a disminuir la dependencia de insumos tradicionales y a reducir la huella ambiental de la producción.

Desde una perspectiva nutricional, la calidad y el valor nutritivo de estos ingredientes deben ser comparables a los alimentos convencionales para garantizar que la salud y el rendimiento de los animales no se vean comprometidos. Investigaciones recientes han demostrado que algunos de ellos presentan perfiles adecuados e incluso beneficiosos para el crecimiento y la calidad de la carne porcina (Bodjona et al., 2022). No obstante, su variabilidad en composición y disponibilidad representa un desafío para su incorporación sistemática en las dietas.

En este marco, resulta pertinente analizar el impacto de los alimentos no convencionales en términos de productividad, costos y sostenibilidad, generando conocimiento que sirva de base para la toma de decisiones en la industria porcina. Este estudio tiene como objetivo evaluar el

impacto nutricional y económico del uso de alimentos no convencionales en la etapa de crecimiento porcino, con el fin de determinar su viabilidad como alternativa sostenible que mejore la eficiencia productiva y la rentabilidad de las explotaciones.

Definición del Problema

La producción porcina enfrenta un desafío creciente debido a su alta dependencia de ingredientes convencionales como maíz, soja y trigo, la creciente demanda global de estos recursos ha incrementado los costos de producción, afectando la rentabilidad y sostenibilidad del sector.

En este contexto, los alimentos no convencionales como subproductos agrícolas, residuos industriales y fuentes alternativas de proteína representan una opción viable para reducir costos y mejorar la eficiencia del sistema productivo; No obstante, la variabilidad en su composición nutricional, disponibilidad y costos de procesamiento genera incertidumbre sobre su impacto en el desempeño animal y en la viabilidad económica de su uso en la industria porcina.

Analizar estos factores resulta fundamental para determinar la efectividad y sostenibilidad de los alimentos no convencionales en la alimentación porcina.

Formulación del problema

¿En qué medida la inclusión de alimentos no convencionales en la dieta de los cerdos puede reducir los costos de alimentación y garantizar un desempeño productivo adecuado, sin comprometer la rentabilidad y sostenibilidad de las granjas porcinas?

Justificación

La creciente demanda mundial de productos cárnicos, en particular de carne de cerdo, ha generado una presión considerable sobre los recursos tradicionales utilizados en la alimentación porcina. Ingredientes como maíz y soja fundamentales en las dietas porcinas han experimentado aumentos significativos en sus precios debido a factores como el cambio climático, el uso de suelos agrícolas para biocombustibles y las fluctuaciones del mercado global. Esta situación impacta de forma directa la rentabilidad de las explotaciones porcinas y motiva a los productores a buscar alternativas más sostenibles y económicas (Díaz, 2023).

En este contexto, esta investigación descriptiva se centra en la alimentación no convencional, identificando su potencial como herramienta para disminuir la dependencia de los insumos tradicionales. Estos alimentos incluyen subproductos agrícolas como salvado de arroz y pulpa de frutas, residuos industriales y recursos no tradicionales como la harina de insectos, que poseen un alto potencial para reducir los costos de alimentación en porcicultura. Esto contribuye a mitigar la volatilidad de precios y a mejorar la sostenibilidad de las operaciones.

Asimismo, es crucial evaluar si estos alimentos cumplen con los requerimientos nutricionales de los cerdos, garantizando un crecimiento óptimo y buena salud animal. Aunque estudios preliminares muestran resultados prometedores en digestibilidad y composición nutricional, se requiere un análisis detallado para confirmar su eficacia en diferentes condiciones de producción y en diversas etapas de crecimiento (Hernández, 2023).

Desde la perspectiva económica, el uso de alimentos no convencionales puede generar ahorros significativos y permitir la tecnificación de las granjas mediante la reinversión de utilidades. La reducción de costos, que actualmente representan más del 60 % de los gastos operativos, puede mejorar notablemente la rentabilidad de las pequeñas y medianas

explotaciones. Además, fomenta una economía circular en el sector agrícola, reduciendo desperdicios y aprovechando recursos locales (Martínez et al., 2022).

Finalmente, esta investigación tiene un componente ético y ambiental, en línea con los actuales desafíos de sostenibilidad. La producción porcina debe adaptarse a prácticas alimentarias responsables y ecológicas (Liem, 2023), respaldando políticas que promuevan el uso de recursos alternativos para beneficiar tanto a los productores como al medio ambiente (Sarmiento-Franco, 2018).

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el impacto nutricional y económico del uso de alimentos no convencionales en la etapa de crecimiento (engorde) porcino, con el fin de determinar su viabilidad como alternativa sostenible, mejorando la eficiencia productiva y su rentabilidad.

Objetivos Específicos

Identificar dos alimentos no convencionales que presenten beneficios económicos potenciales en el proceso de alimentación porcina, considerando la rentabilidad general.

Evaluar el efecto de los alimentos no convencionales en el crecimiento y la salud de los cerdos.

Analizar el valor nutricional de diversos alimentos no convencionales utilizados en la alimentación porcina.

Marco Teórico

Antecedentes

La industria agropecuaria de Colombia está representada en gran medida por la producción porcina, la cual contribuye significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) del país. Para el año 2023, su producción alcanzó un volumen de 564.778 toneladas, representando un crecimiento del 7,3% comparado con el año anterior. Este incremento consolidó a la porcicultura como la actividad pecuaria con el mejor desempeño en dicho año, contando con una participación del 8,5% en el crecimiento del PIB agropecuario. Adicionalmente, con relación a empleabilidad, la industria porcina genera una variedad de vacantes en áreas de producción primaria, procesamiento y comercialización. (PorkColombia, 2024).

Así las cosas, la producción porcina ocupa un puesto de alto valor dentro de la dinámica productiva de proteína de origen animal en el país, el cual en cada año se espera que haya un crecimiento sostenido favorecido por el desarrollo de sistema de producción tecnificados e impulsado por el incremento en la demanda de consumo de carne y subproductos porcinos, los cuales se destinan a diferentes sectores de la cadena de comercialización agroalimentaria del país.

Durante la etapa de ceba o engorde, los cerdos requieren una alimentación balanceada en la que se incluya fuentes de energía y proteínas. Tradicionalmente, se utilizan como ingredientes el maíz y la soja; sin embargo, las fluctuaciones en los precios y la disponibilidad de estos insumos han impulsado la búsqueda de alternativas más amigables con el medio ambiente y económicas.

La inclusión de subproductos locales, como residuos de la industria azucarera (melaza y bagazo), subproductos del procesamiento de frutas y vegetales (pulpas y cáscaras) o las harinas

de insectos han demostrado ser una estrategia positiva para diversificar la dieta de los porcinos, reducir costos y mejorar la eficiencia en términos de productividad.

Aunque no se cuenta con datos concretos sobre la contribución exacta de la porcicultura al Producto Interno Bruto (PIB) nacional a corte 2024, en términos generales el sector agropecuario representó el 9,7% del valor agregado de la economía en el primer trimestre del año (Minagricultura, 2024). Por otra parte, es importante destacar que la industria porcina colombiana ha duplicado su valor en los últimos cuatro años, superando los 4.600 millones de dólares, (América Economía, 2024).

De esta forma, podemos constatar la relevancia que tienen la producción porcina nacional en el mercado de productos alimenticios y de cómo esta genera un movimiento dentro de la economía, el desarrollo social, tecnológicos y productivo, lo que hace relevante avanzar en procesos de generación de alimentos con materia primas nacionales que hagan disminuir la dependencia a productos como maíz y soya, que son altamente demandado para alimentación de animales y la población humana mundial, dando lugar a mejoras en la rentabilidad de las unidades de producción porcinas.

Alimentos no convencionales

Se consideran alimentos no convencionales aquellos que, aunque no forman parte habitual de las dietas animales, han demostrado un valor nutricional y funcional. Incluyen harinas de insectos, subproductos agroindustriales, residuos de cosecha y plantas forrajeras de rápido crecimiento.

En porcicultura, estos alimentos no solo ayudan a reducir costos, sino que también pueden mejorar el perfil nutricional de las dietas (Martínez et al., 2022). Incluso, experiencias

empíricas indican que la carne obtenida de cerdos alimentados exclusivamente con estos insumos presenta mejor sabor, lo que resulta atractivo para los consumidores.

Aunque su uso se ha dado de forma empírica durante décadas, en los últimos años se han desarrollado investigaciones que respaldan su efectividad, ya sea como sustitutos totales o parciales de los insumos tradicionales, en algunos casos, los resultados han igualado el rendimiento de los alimentos convencionales; en otros, se han identificado limitaciones, lo que ha motivado ajustes en la formulación de raciones para cubrir los requerimientos energéticos y proteicos.

Desde el punto de vista económico, los alimentos alternativos suelen tener un menor costo debido al uso de materias primas provenientes de otros sectores productivos o de cultivos con baja demanda comercial.

Tipos de Alimentos No Convencionales

Los alimentos no convencionales (ANC) para cerdos incluyen una amplia variedad de productos y subproductos que no forman parte de las dietas tradicionales, pero que pueden complementar o sustituir ingredientes como el maíz y la soja.

Ejemplos de ANC

Subproductos de la industria del aceite de palma o de cultivos como arroz y trigo, ricos en nutrientes esenciales y poco aprovechados por la industria porcina (García & Rodríguez, 2024).

Harina de insectos, como la obtenida de la larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), reconocida por su alto contenido proteico (Müller et al., 2023).

Harina de Insectos

La harina de insectos se presenta como una alternativa innovadora y sostenible a las fuentes tradicionales de proteínas en la alimentación porcina. Con un contenido proteico “entre 37 y 63%, puede contener entre 7 y 39% de grasa cruda y 9 a 28% de ceniza, diferencias influenciadas por el sustrato utilizado para su cultivo, su contenido energético y la densidad de siembra.

Un mayor contenido energético en el sustrato genera mayor contenido de grasa, mientras que un menor contenido energético genera mayor contenido proteico, por lo que se ha evaluado principalmente para sustituir fuentes de proteína en la engorda de cerdos, pollos y en la acuicultura. (Pérez M., et al ,2023), para la obtención de esta harina se requiere como insumos la mosca soldada, tal como se parecía en la Figura 1, a fin de obtener sus larvas, y transformarlas en harina:

Figura 1

Harina de larva de mosca soldado negro (HLMSN)



Nota. Harina de Larva de mosca soldado (HLMSN) Fuente: Pérez M., Cañedo H., Félix, R. & González, M. (2023)

La producción de harina de insectos genera un impacto ambiental significativamente menor en comparación con la producción de proteínas convencionales, como la soja o el maíz. Los insectos requieren menos recursos, como agua y espacio, y su cría produce menos emisiones de gases de efecto invernadero (Díaz & Watanabe, 2023). Además, el uso de residuos orgánicos como sustrato para su alimentación contribuye a una economía más circular, aprovechando subproductos que de otro modo serían desechados.

Dado el aumento de la demanda global de carne de cerdo y las fluctuaciones en los precios de ingredientes tradicionales, la harina de insectos se posiciona como una solución viable para mejorar la sostenibilidad y la rentabilidad de la industria porcina. Su incorporación en las dietas de los cerdos no solo ayuda a mitigar los costos de alimentación, sino que también se alinea con las tendencias hacia prácticas agrícolas más responsables y ecológicas. (Hernández & Cervera, 2023)

Se estima que el mercado de ingredientes a base de insectos alcance los 1,89 mil millones de dólares en 2024, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 8,90%, proyectándose que llegue a 2,91 mil millones de dólares en el año 2029. (Mordor Intelligence, 2024)

Por otra parte, en Colombia, la investigación sobre el uso de insectos en la alimentación animal está en etapas iniciales. Recientes estudios se centran en la producción de alimentos a base de insectos, especialmente en forma de harina, para garantizar su seguridad en el consumo humano y animal, (Infobae, 2024).

En este sentido se verifica a la mosca soldado negro como uno de los insectos importantes para la inclusión en el esquema alimenticio, por ello se detalla su taxonomía y se observa su estructura fisiológica en la Tabla 1 para ampliar el conocimiento sobre la misma:

Tabla 1*Clasificación y descripción taxonómica*

Taxonomía de la mosca soldado-negra	
Dominio:	Eucariota
Reino:	Animalia
Clase:	Insecta
Orden:	Díptera
Suborden:	Brachycera
Familia:	Stratiomyidae
Subfamilia:	Hermetiinae
Género:	Hermetia
Especie:	H. illucens

Nota. Esta tabla presenta la clasificación taxonómica de la mosca soldado-negra Fuente:

Copro.com (s.f.).

El cultivo de la mosca soldado negro es un proceso sencillo y eficiente, ya que la vida completa de este insecto dura aproximadamente 45 días, mientras que el desarrollo del huevo a la etapa larvaria toma cerca de 18 días. Esta cría puede realizarse en diversos entornos, desde zonas remotas de difícil acceso hasta traspatios, utilizando estructuras tipo invernadero cerrado con ventilación y soportes como camas, paneles o bandejas para alojar tanto los residuos orgánicos como las larvas, en la figura 2 se puede apreciar un ejemplar de mosca soldado en la etapa adulta.

Figura 2*Mosca Soldado Negro*

Nota. Ejemplo de mosca soldado en su estadio adulto. Fuente: *Nutrinews*. (2022).

En instalaciones avanzadas, se emplean naves cerradas con control ambiental, la composición química y el tamaño de los insectos son influenciados por la especie de insecto y el tipo de alimento que consumen durante su crianza. Por ejemplo, la mosca soldado-negra (BSF) hembra puede producir entre 400 y 600 larvas, con cada larva consumiendo aproximadamente 0,5 g de materia orgánica al día. Durante su fase adulta, las moscas BSF no ingieren alimentos, lo que significa que acumulan reservas de proteínas y grasas durante su etapa larval (Chiarle, 2021).

Esto implica que el tipo de alimento proporcionado a las larvas influye directamente en su contenido final de grasa y proteína. Esta característica es prometedora, ya que permite manipular las características nutricionales de los productos finales para satisfacer las necesidades específicas de diversos sistemas de producción y diferentes tipos de animales, como los cerdos destetados en comparación con los cerdos en terminación. Esto abre la posibilidad de personalizar la alimentación animal, optimizando así su rendimiento en función de las demandas nutricionales específicas de cada etapa de producción. (Chiarle, 2021), tal como se explica en la Tabla 2.

Tabla 2*Comparativo de requerimientos nutricionales según etapa del cerdo*

Etapa de crecimiento del cerdo		
Requerimientos nutricionales	Destete	Engorde
Proteínas	20-22%	16-18%
Grasas	Moderadas 4-8%	Mayor 6-12%
Energía	Energía moderada digestible	Alta
Fibra	Bajo en fibra	Toleran una fibra alta

Nota. Esta tabla muestra los requerimientos nutricionales según la etapa del cerdo. Elaboración propia, 2025.

La posibilidad de ajustar la composición nutricional de la harina de insectos según las necesidades de cada etapa del ciclo de crecimiento de los cerdos es una gran ventaja. Por ejemplo, durante el destete, se pueden utilizar insectos con mayor cantidad de proteína y menos grasa para apoyar el crecimiento rápido y el desarrollo saludable de los animales.

En cambio, cuando los cerdos están en la fase de engorde, se podría optar por insectos con mayor contenido de grasa, como se refiere en la Tabla 3, lo que ayuda a proporcionar la energía necesaria y favorece la acumulación de grasa para optimizar la producción de carne. Esta flexibilidad hace que la dieta sea más eficiente y adecuada a las demandas nutricionales de cada etapa.

Tabla 3

Contenido proteico (% PC) y perfil de aminoácidos (g/100 g de PC) de larva de mosca soldado negro (HLMSN).

HLMSN	
Proteína cruda (%)	60.0
Aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína cruda)	
Arginina	5.0
Histidina	3.3
Treonina	4.1
Metionina	7.9
Valina	1.2
Fenilalanina	4.6
Isoleucina	2.6
Leucina	2.9
Lisina	4.7
Triptófano	0.72

Nota. Se hace una descripción del contenido proteico(%P) y perfil de aminoácidos(g/100) de la larva de mosca soldado negro Fuente: Pérez M., Cañedo H., Félix, R. & González, M. (2023)

Además de su alto contenido de proteína cruda (PC), estos insectos presentan un alto contenido mineral, destacando el calcio, que representa aproximadamente un 10% de cenizas. El perfil de aminoácidos esenciales de las larvas de BSF ha demostrado ser favorable para la alimentación de cerdos en etapa de engorde, lo que respalda su inclusión en las dietas de estos

animales. La comparación de la composición de aminoácidos de las larvas de BSF con las fuentes de proteína convencional para cerdos revela su adecuación como ingrediente en la nutrición animal, lo que sugiere un potencial significativo para mejorar la sostenibilidad en la producción animal. (Veldkamp & Bosch, 2015).

Finalmente, tomando sustento con los estudios mencionados, una de las investigaciones que toma mayor fuerza, fue la realizada por Spranghers, et al, (2018), denominada: “Efectos antimicrobianos intestinales y valor nutricional de las prepupas de la mosca soldado negro (*Hermetia illucens L.*) para lechones destetados”. Se llevaron a cabo dos estudios para evaluar los efectos de la grasa de larvas de mosca soldado negro (BSF) en el microbiota intestinal de los cerdos, uno en condiciones in vitro y otro in vivo.

En el estudio in vitro, se simuló la digestión en el intestino delgado superior de los cerdos utilizando un medio de incubación compuesto por dieta sintética, tampón fosfato (pH 5) y un inóculo microbiano obtenido de un cerdo donante. Se añadieron niveles incrementales de grasa de BSF (0,12, 0,29, 0,58 y 0,87 g C12:0/100 ml) y se incubó a 37 °C durante 4 horas. Al final del periodo, se cuantificaron coliformes, D-estreptococos, lactobacilos y bacterias anaerobias totales.

Los resultados mostraron que una concentración de 0,58 g C12:0/100 ml redujo significativamente el crecimiento de D-estreptococos y lactobacilos, con efectos antimicrobianos más pronunciados a 0,87 g, logrando una reducción de aproximadamente 2 log para los D-estreptococos.

Por su parte, en el experimento in vivo, cerdos destetados (21 días de edad, $6,18 \pm 0,56$ kg de peso) fueron asignados a cuatro tratamientos dietéticos durante 15 días, con siete repeticiones y dos animales por corral. Las dietas incluyeron: 4% o 8% de prepupas de BSF con

grasa, 5,4% de prepupas de BSF desgrasadas y una dieta control basada en soja como fuente de proteína y grasa.

Se evaluó el microbiota intestinal, parámetros de salud intestinal, rendimiento productivo y digestibilidad. Aunque in vivo la reducción de D-estreptococos fue menor (0,5 log), no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a ganancia diaria de peso, consumo de alimento o conversión alimenticia. La digestibilidad fecal aparente de la proteína fue similar entre las dietas (77-78%), aunque la digestibilidad ileal fue menor para la dieta con 8% de grasa de BSF (67,4%) comparada con el control (69,7%). Por otro lado, las dietas con 4% de grasa y las desgrasadas mostraron una digestibilidad ileal superior (73,3%).

En conclusión, el uso de larvas de BSF permite sustituir una parte importante de los ingredientes derivados de la soja sin comprometer el rendimiento de los cerdos. Sin embargo, es importante tener precaución con la proporción de grasa incluida en la dieta para no afectar la digestibilidad de los animales.

Subproductos Agroindustriales

Según Garzón Albarracín, en un estudio finalizado en 1997 en Pie de Monte Llanero, analizo fuentes de energía y proteína no convencionales para porcinos, como lo es subproductos locales, con resultados positivos en la ganancia de peso y reducción de costos de producción. Este estudio subraya la viabilidad económica y el potencial nutricional de estos alimentos alternativos en sistemas de producción porcina para pequeñas o medianas empresas.

Los subproductos locales, pueden incluir residuos de la industria azucareras, como la melaza y bagazo; residuos del procesamiento de frutas y vegetales, como pulpas o cáscaras; y otros desechos de cultivos locales; también se ha observado en pequeñas granjas porcícolas la

siembra y uso de plátano, dando un buen manejo, lo que se conoce como agua maza que son los residuos de comida, pero en estados de descomposición.

Si se da un buen uso de estos desechos de cocina se pueden usar como alimento para los animales pero que cuente con todos los parámetros de inocuidad, los cuales incluyen el asegurar la correcta conservación y almacenamiento previniendo la proliferación de patógenos, evitar el uso de dichos residuos en estado de descomposición, debido a que pueden contener toxinas perjudiciales para los animales y más adelante para los consumidores e implementar procesos de tratamiento controlado, asegurando el cumplimiento los estándares de inocuidad establecidos por el Manual de Bioseguridad para Producción Porcina (Asociación PorkColombia, 2023)

Según el estudio de Zárate et al, (2015) en Colombia, resaltan la inclusión de levaduras como es la *Saccharomyces cerevisiae*, que se obtiene de subproductos de la caña de azúcar, en dietas de cerdo en etapa de cepa. Estos subproductos logran incrementar la ganancia de peso y mejorar la conversión alimenticia en comparación con las dietas convencionales, promoviendo la sostenibilidad del sistema, como lo explica la Tabla 4:

Tabla 4*Comportamiento productivo de los cerdos en la etapa final del periodo de ceba.*

Viable /tratamientos	Testigo(0%levadura)	Tto2(1,5%levadura)	Tto2(2,5%levadura)
Peso inicial (kg)	70,67	69,33	69,67
Peso final (kg)	92,23	89,33	89
Ganancia de peso acumulada (kg)	21,67 <u>a</u>	20 <u>a</u>	19,3 <u>a</u>
Ganancia de peso diaria	0,77 <u>a</u>	0,71 <u>a</u>	0,69 <u>a</u>
Consumo de alimentos (kg)	83,09 <u>a</u>	82,11 <u>a</u>	82,03 <u>a</u>
Conversión alimenticia (kg alimento / kg ganancia)	3,88 <u>a</u>	4,11 <u>a</u>	4,28 <u>a</u>
Eficiencia alimenticia (kg ganancia /kg alimento)	0,26 <u>a</u>	0,24 <u>a</u>	0,24 <u>a</u>

Nota. Esta tabla muestra el comportamiento productivo de los cerdos en la etapa final del periodo de ceba Fuente: Zárate, Hernández, Valbuena & Aguilar (2015)

Perspectiva de sustentabilidad

Según el Instituto de Ciencias Agropecuarias (2023), los subproductos agroindustriales, como los derivados del maíz y soja, pueden reemplazar ingredientes convencionales, ofreciendo una alternativa sustentable y con menor impacto ambiental en la producción porcina. Esto no solo contribuye al reciclaje de recursos, sino que también mejora la rentabilidad del sistema

productivo. Los estudios que se plantean a continuación permiten estructurar la evaluación económica y nutricional.

Impacto Nutricional

El impacto nutricional de los alimentos no convencionales en la producción de cerdos ha sido ampliamente investigado en los últimos años. Los alimentos no convencionales pueden ofrecer ventajas nutricionales, como niveles más altos de ciertos aminoácidos, minerales y grasas saludables. En muchos casos, estos alimentos son ricos en proteínas, lo que permite reemplazar parcialmente ingredientes convencionales como la soja (Martínez et al., 2022).

En la harina de trigo de insectos, se ha comprobado que aporta no solo proteínas de alta calidad, si no también lípidos, lo que mejora el perfil nutricional de la carne de cerdo, además de promover una mayor ganancia de peso en menos tiempo (Müller et al., 2023).

Algunos estudios indican que la incorporación de alimentos no convencionales puede mejorar la conversión de los cerdos, lo que implica un mejor aprovechamiento de los nutrientes y una reducción en la cantidad de alimento necesaria para alcanzar un peso óptimo para el mercado (Smith et al, 2023).

Impacto Económico

El uso de alimentos no convencionales en la alimentación porcina no solo tiene beneficios nutricionales, sino que también puede tener un impacto positivo en la rentabilidad de la producción. Según estudios recientes, la inclusión de estos insumos en las dietas porcinas puede reducir significativamente los costos de producción, debido a la disponibilidad y bajo precio de muchos de estos alimentos (García & Rodríguez, 2024)

Usar alimentos no convencionales puede reducir los costos en aproximadamente un 30% debido a su disponibilidad y bajo precio, en comparación con los alimentos convencionales. Al

mismo tiempo, esta práctica puede aumentar la rentabilidad de la producción en un 20% gracias a la reducción de costos y el aprovechamiento de recursos alternativos.

Por ejemplo, los subproductos agroindustriales son a menudo más baratos que los insumos convencionales, lo que permite una reducción del 20-30 % en los costos de alimentación, uno de los rubros más importantes en la producción porcina. Además, al utilizar subproductos o alimentos localmente disponibles, se reduce la dependencia de los precios fluctuantes del mercado global de soja y maíz (Martínez et al, 2022).

El impacto económico también debe evaluarse considerando la sostenibilidad. El uso de alimentos no convencionales contribuye a una producción más amigable con el medio ambiente, lo que puede atraer incentivos financieros y abrir nuevos mercados, especialmente aquellos que valoran producción sostenible (Bonos, & Garcia,2020).

Sostenibilidad y economía circular

Incorporar subproductos locales en la alimentación porcina es una estrategia sostenible que disminuye el desperdicio y reduce la dependencia de ingredientes costosos e importados. En regiones como América Latina, donde la producción de caña de azúcar, maíz y frutales es abundante, el uso de estos residuos en dietas porcinas contribuye al reciclaje de nutrientes y a la disminución de la huella ambiental del sistema productivo. Además, estudios como los realizados en Colombia y en Cuba han demostrado que la inclusión de subproductos puede disminuir los costos de producción en un 30-50% sin afectar el crecimiento de los cerdos. (Sarmiento-Franco, 2018).

Sostenibilidad en alimentación porcina.

En la producción porcina, el manejo integral es clave para lograr un desarrollo óptimo. Las pequeñas y medianas granjas porcícolas enfrentan actualmente desafíos en la generación de ingresos debido al incremento de los costos de alimentación (Mancini et al., 2023). Alimentar a los animales adecuadamente, con un plan de nutrición enfocado en su línea de producción y adaptado a su etapa de engorde, permite agregar valor a la producción, generando mayores ingresos y mejorando la funcionalidad de las granjas (Yusuf et al., 2022).

En este contexto, la economía y la minimización de costos son fundamentales, ya que un cerdo bien alimentado produce menos desechos y, por tanto, menos contaminantes (García-Gudiño et al., 2022). Sin embargo, los altos costos de los alimentos comerciales dificultan mantener la sostenibilidad en la producción porcina, lo que subraya la importancia de explorar alimentos no convencionales. Este tipo de alimentación, si es de buena calidad, podría ser una solución viable para reducir costos y contribuir a la sostenibilidad de la producción (Días & Oliveira, 2023).

La sostenibilidad en la producción porcina involucra minimizar la huella ambiental mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el uso responsable de recursos. Al incluir alimentos no convencionales, no solo se reduce el impacto ecológico, sino que se crean sistemas más resilientes y económicamente competitivos. (Mancini, 2023).

Muchos alimentos no convencionales provienen de subproductos agrícolas y residuos, los cuales, si no fueran aprovechados, terminarían como desechos. Al integrarlos en la dieta porcina, se reduce la demanda de recursos que serán necesarios para cultivar alimentos convencionales como el maíz o la soja. (Yusuf et al., 2022).

Así que la producción de alimentos convencionales requiere fertilizantes y pesticidas, que generan emisiones y contaminan los suelos. Los alimentos no convencionales, en cambio, aprovechan residuos de otras industrias, disminuyendo la huella de carbono de la producción animal y cerrando el ciclo de nutrientes. (Kebreab, 2021)

Al no depender tanto de monocultivos, se disminuye la presión sobre ecosistemas naturales y se reduce el riesgo de deforestación. Además, los subproductos de la alimentación porcina pueden reintegrarse a la tierra como fertilizantes, mejorando la calidad de los suelos. (Díaz, 2023). Al reutilizar subproductos, los productores pueden reducir los costos de alimentación, que representan hasta el 70% de los gastos en la producción porcina. Esto genera un sistema económico más sostenible, con menos dependencia de insumos externos. (Jhonsson, 2020).

La aplicabilidad es que, alimentos alternativos puede ser aplicados en sistemas de producción porcinos que van desde crías traspatios, pequeña, mediana y gran escala, considerando la efectividad de estos alimentos alternativos en la producción de cerdos, lo que mejora la producción y reduce la dependencia a las materias primas convencionales que, por la variabilidad de los precios del dólar y el incremento de la demanda mundial, haciendo de estos sistemas más sustentables a nivel local.

Marco Legal

En Colombia, la regulación de la alimentación animal, incluyendo la utilización de insumos no convencionales en la porcicultura, está principalmente bajo la supervisión del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). El Decreto 1840 de 1994 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural establece que la fabricación, importación y comercialización de alimentos para animales requieren autorización y registro ante el ICA. Esta entidad es la encargada de garantizar que los insumos cumplan con los estándares de inocuidad y calidad, salvaguardando tanto la salud pública como el bienestar animal.

En este marco, el ICA ha emitido resoluciones específicas, como la Resolución 1056 de 1996, que regula el registro de alimentos balanceados, incluyendo aquellos con ingredientes no convencionales, y la Resolución 76509 de 2020, que formaliza los requisitos para la certificación en Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en la producción porcina. No obstante, aún no existe una normativa exclusiva que regule el uso de alimentos no convencionales en cerdos, lo cual genera vacíos frente a su evaluación nutricional, la estandarización de su calidad y la verificación de inocuidad.

A nivel gremial, la Asociación Porkcolombia – Fondo Nacional de la Porcicultura ha publicado manuales de bioseguridad que orientan el manejo sanitario, el control de riesgos infecciosos y la inocuidad de los productos derivados de la porcicultura. Aunque no son de carácter obligatorio, estas guías complementan la normativa oficial y promueven prácticas seguras en las granjas.

Desde una perspectiva crítica, el marco legal colombiano avanza en la certificación de procesos y el control de insumos, pero muestra rezagos frente a estándares internacionales como los de la FAO o la Unión Europea, que establecen protocolos más detallados para la evaluación

de subproductos alternativos. Este rezago implica que los productores colombianos dependan de la interpretación de normas generales, lo cual limita la innovación y la rápida adopción de ingredientes no convencionales, esto se puede evidenciar en la Tabla 5.

Tabla 5

Comparativa de normativas ICA, FAO y estándares internacionales.

Entidad / Norma	Enfoque principal	Aspectos regulados	Limitaciones / Observaciones
ICA – Colombia (Decreto 1840/1994; Res. 1056/1996; Res. 76509/2020)	Inocuidad y control de alimentos balanceados	Registro de alimentos, control de subproductos, BPG en porcicultura	No existe normativa específica para harinas de insectos ni protocolos claros sobre alimentos alternativos
FAO – Codex Alimentarius	Seguridad alimentaria y sostenibilidad global	Directrices sobre inocuidad, control de contaminantes y uso de subproductos agrícolas en alimentación animal	Carácter orientativo, depende de adopción por cada país
Unión Europea (Reglamento CE 2017/893 y posteriores)	Incorporación de proteínas alternativas	Regula uso de harinas de insectos (BSF, Tenebrio) en acuicultura y porcicultura; requisitos de trazabilidad e inocuidad	Alto nivel de exigencia técnica y costos de cumplimiento; Colombia aún no ha adoptado esquemas similares
EE. UU. – FDA (Food and Drug Administration)	Seguridad e innovación alimentaria	Autorización de aditivos, control de subproductos y monitoreo de inocuidad	Proceso regulatorio estricto que retrasa la aprobación de nuevos ingredientes

Nota. Se hace un comparativo de normativas ICA, FAO y estándares internacionales para la evaluación de subproductos alternativos.

Diseño Metodológico

El enfoque metodológico de esta investigación se apoya en un abordaje cualitativo, con el propósito de analizar la viabilidad del uso de alimentos no convencionales en la porcicultura. Se adoptó un diseño no experimental de tipo transversal y descriptivo, siguiendo las directrices propuestas por Hernández y Baptista (2017).

El proceso se desarrolló en tres fases:

Revisión documental: búsqueda en bases de datos académicas (Scopus, ScienceDirect, Redalyc, Scielo) y repositorios institucionales.

Selección de fuentes: aplicación de criterios de inclusión (artículos entre 2015–2025, acceso completo, relevancia temática) y exclusión (duplicados, fuentes no académicas).

Análisis y síntesis: clasificación de la información en categorías (nutrición, economía, sostenibilidad, marco legal).

Alcance del proyecto

El presente estudio abordará la evaluación del uso de alimentos no convencionales en la producción porcina en la etapa de ceba o engorde, centrándose en sus impactos nutricionales y económicos. Se analizarán diversas fuentes alternativas de alimentación, incluyendo subproductos agrícolas, residuos industriales y otras materias primas no tradicionales, con el fin de determinar su viabilidad en la alimentación de cerdos.

Desde una perspectiva nutricional, se estudia la composición y calidad de estos ingredientes en comparación con los alimentos convencionales, considerando su aporte en términos de proteína, energía, digestibilidad y posibles efectos en la salud y el rendimiento de los animales. Asimismo, se evalúa las ventajas y desafíos que su implementación representa para la

industria porcina, incluyendo factores como la variabilidad en la composición de estos insumos y su disponibilidad en el mercado.

En términos económicos, se analiza el impacto del uso de alimentos no convencionales en la reducción de los costos de producción, considerando su adquisición, procesamiento e integración en la dieta porcina. Se realiza un análisis de costos-beneficios para determinar la rentabilidad y sostenibilidad de su implementación en granjas porcinas.

El estudio también considera el marco legal y normativo aplicable en Colombia para la utilización de estos insumos, asegurando el cumplimiento de los estándares de inocuidad y calidad en la alimentación animal.

El estudio servirá como referente de futuras investigaciones para consolidar el uso de alimentos no convencionales en porcicultura colombiana.

Métodos de búsqueda de información

Con el fin de recopilar la mayor cantidad de información referente al uso de alimentos no convencionales en porcicultura colombiana y estando alineado a los objetivos propuestos, se emplearon fuentes secundarias para dicho proceso, las cuales se consideraron que fueran publicada en los últimos cinco años.

Investigación documental

Se centra en la recopilación y análisis de información previamente publicada sobre el tema. Entre ellos se incluyeron las fuentes publicadas de las siguientes características:

Revisión de literatura científica: Artículos en bases de datos académicas como Scopus, ScienceDirect, Google Scholar, PubMed, Redalyc y SciELO, que aborden estudios sobre el impacto nutricional y económico de los alimentos alternativos en porcicultura.

Revisión normativa/ legal: Consulta de regulaciones nacionales sobre el uso de insumos alternativos en alimentación animal, como las emitidas por el ICA.

Informes técnicos y documentos de organizaciones del sector: Revisión de estudios de instituciones como PorkColombia, la FAO, el ICA y la OMS, que ofrecen datos sobre sostenibilidad y eficiencia en la producción porcina.

Tesis y trabajos de investigación previos: Revisión de investigaciones realizadas en universidades y centros de investigación que aporten antecedentes sobre la viabilidad de los alimentos no convencionales.

Análisis de información

Basados en el planteamiento del marco teórico donde se pueden considerar diversas investigaciones enfocadas en el tema propuesto y a partir de los que se identificó se seleccionaron las experiencias más significativas a partir de dos alimentos no convencionales, harina de mosca soldado negro y subproductos agroindustriales, y de esta forma proceder con la evaluación y análisis de pertinencia de uso de éstos.

Evaluación Nutricional y Económica

Con base en la información expuesta dentro del marco teórico y teniendo en cuenta que el objetivo general de la presente investigación es importante resaltar:

Harina de mosca soldado negro - HMSN (Pérez, et al, 2023)

Composición nutricional:

Proteína cruda: 37-63%, dependiendo del manejo en la producción.

Grasa: Hasta 45%, rica en ácido láurico, con propiedades antimicrobianas.

Digestibilidad Variable según el nivel de inclusión. Altas concentraciones pueden reducir la digestibilidad ideal de la proteína, pero las formulaciones equilibradas muestran valores similares a los alimentos convencionales.

Ventajas

Sostenibilidad en la producción, capacidad de convertir residuos orgánicos en alimentos, reducción del impacto ambiental.

Limitaciones

Déficit en aminoácidos como metionina y cistina, necesidad de ajustes en la formulación de dietas.

Subproductos agroindustriales - excedentes de la industria alimentaria (Aguia, Chicaiza, Diéguez & Caicedo, 2019).

Composición nutricional

Proteína cruda: Variable (10-40%), dependiendo del subproducto.

Fibra: Alta en algunos casos, lo que puede limitar la digestibilidad en los cerdos.

Energía: Menor comparada con alimentos convencionales debido a una menor densidad energética en algunos subproductos.

Ventajas

Disponibilidad local, bajo costo y reducción de desperdicios.

Adaptación a sistemas de economía circular y sostenibilidad

Limitaciones

Variabilidad en la calidad y composición.

Necesidad de procesamientos adicionales (molienda, cocción) para mejorar la digestibilidad y el contenido nutricional.

Alimentos convencionales (Harina de soja y maíz)

Composición nutricional

Proteína cruda: Soja ~44% (3tres3, 2018).

Energía metabolizable: Alta, especialmente con combinaciones de maíz y soja.

Aminoácidos esenciales: Bien balanceados, especialmente con suplementos comerciales.

Ventajas

Consistencia en calidad y disponibilidad (Minervet S.A., 2021).

Fórmulas bien documentadas y ampliamente aceptadas (Nutrinews, 2021).

Limitaciones:

Alto costo, especialmente en contextos de fluctuaciones del mercado.

Impacto ambiental más alto debido al uso intensivo de recursos para la producción de materias primas como el maíz y la soja.

Adicionalmente, conocer los tiempos de producción es algo que resulta importante dentro del proceso de evaluación, lo cual se ve reflejado en la Tabla 6:

Tabla 6*Comparación de tiempos y eficiencia*

Parámetro	HMSN	Subproductos	Alimentos
		Agroindustriales	Convencionales
Tiempo de producción	50-55 días	1-7 días (procesamiento)	100-120 días (cultivo)*
Costos	Medios Moderada	Bajos Variable	Altos
Disponibilidad	(infraestructura necesaria)	(dependiente de oferta local)	Alta (mercado global)
Sostenibilidad ambiental	Alta	Alta	Baja

Nota. Esta tabla muestra los diferentes tiempos y eficiencia de subproductos y alimentos convencionales, Elaboración propia, 2025.

El uso de alimentos no convencionales en la alimentación porcina ha ganado interés en Colombia debido a los costos crecientes de los ingredientes convencionales (como maíz y soya), la necesidad de sostenibilidad y el aprovechamiento de subproductos agroindustriales. Sin embargo, su viabilidad depende de diversos factores que deben ser evaluados cuidadosamente, como la disponibilidad, la calidad nutricional, los costos de producción, y el impacto en la salud animal y el rendimiento.

Actualmente, la incorporación de alimentos no convencionales en la alimentación porcina está sujeta a una serie de requisitos establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en la Resolución 76509 de 2020, entre los cuales se encuentran:

Registro de Alimentos Balanceados: Todos los alimentos balanceados utilizados en la alimentación porcina deben contar con el registro del ICA. Esto asegura que los productos han sido evaluados y cumplen con los estándares de calidad y seguridad establecidos.

Uso de Subproductos de la Industria Alimenticia: Al emplear subproductos de la industria alimenticia o productos y subproductos de cosecha, es imperativo garantizar que estos no representen riesgos para la salud de los animales ni para la inocuidad de los productos obtenidos de ellos.

Materias Primas Modificadas Genéticamente: Si se utilizan materias primas provenientes de organismos o materiales modificados genéticamente en la alimentación animal, estas deben contar con la aprobación del ICA, conforme a las normativas vigentes que regulan este aspecto.

Uso de Promotores de Crecimiento: En caso de emplear promotores de crecimiento en la dieta porcina, es obligatorio que estos productos tengan registro ICA y que su etiquetado autorice expresamente su uso en porcicultura.

Almacenamiento de Alimentos: Los alimentos deben ser almacenados bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura, preferiblemente sobre estibas y evitando el contacto directo con las paredes, para prevenir contaminaciones y deterioro de estos.

Buenas Prácticas para la Alimentación Animal (BPAA): Las granjas dedicadas a la producción porcina deben implementar las BPAA, que incluyen, entre otros aspectos, el uso de alimentos balanceados registrados, la correcta gestión de subproductos y el cumplimiento de las normativas relacionadas con organismos genéticamente modificados.

La implementación de alimentos no convencionales en la alimentación porcina puede ofrecer ventajas económicas significativas. Los costos asociados a la Harina de larva mosca soldado negra (HMSN) incluyen:

Costo de Producción: Un estudio de 2021 reportó que el costo de producción por kilogramo de larva de mosca soldado negro fue de aproximadamente 0.14 USD. (Rosario, 2021).

Precio de Mercado: La harina de larva de mosca soldado negro, con un contenido proteico del 55%, tiene un precio estimado de 312 USD por tonelada métrica. (Pérez, Cañedo, Félix & González, 2023).

Comparación con Harina de Soya: La harina de soya, con un 48% de proteína cruda, se cotiza alrededor de 445 USD por tonelada métrica. Esto indica que la HMSN puede ser una alternativa más económica y con mayor contenido proteico. (Pérez, Cañedo, Félix & González, 2023).

En términos de tiempo y sostenibilidad, la HMSN es altamente eficiente considerando su ciclo corto y su uso de residuos, pero requiere ajustes en las dietas para equilibrar el perfil de aminoácidos esenciales. Los alimentos convencionales son confiables y siguen siendo la opción más predecible en términos de rendimiento, aunque presentan notorias limitaciones económicas y tiene mayor impacto ambiental.

Para porcicultura en Colombia, una combinación estratégica de harina de mosca soldado negro y subproductos agroindustriales podría optimizar tiempos, costos y sostenibilidad, complementando los alimentos convencionales en fases específicas del crecimiento porcino.

Matriz FODA

A través de la creación de una matriz FODA se permite generar un análisis más detallado de manera interna y externa de la incidencia y la importancia del desarrollo del proyecto favorecer o limitar el desarrollo de este y así plantear a su vez estrategias acertadas y sostenibles, lo que se puede observar en la Tabla 7.

Tabla 7

Matriz FODA

Análisis		Análisis Interno	
FODA		Fortalezas	Debilidades
Análisis Externo	Oportunidades	<p>Generar oportunidades de negocios para el sector pecuario.</p> <p>Ofrecer al sector de alimentos para animales materias primas alternativas para la producción de ABA.</p> <p>Hacer más sostenibles y rentable la producción de proteína de origen animal.</p> <p>Incremento de los niveles de rentabilidad de los sistemas de producción</p>	<p>No contar con la producción masiva de materias primas como la harina de soldados negra.</p> <p>Inexistencia de raciones óptimas para la inclusión de materias primas alternativas en la alimentación animal.</p> <p>Los alimentos alternativos no tienen registro ICA para ser usado en forma masiva</p>
	Amenazas	<p>La aceptación de los productores en el uso de materias primas alternativas en la alimentación animal.</p>	<p>Presentarse competencia desleal de parte de las productoras de alimentos concentrado-convencionales.</p>

La calidad del producto es limitada en el reconocimiento por parte del agro tiendas y productores.	No se tiene un estudio de mercado que de cuenta de la capacidad de la demanda de alimentos alternativos propuesto
--	---

Nota. Esta tabla muestra el Análisis DOFA, Elaboración propia, 2025.

Criterios de inclusión y exclusión de literatura

Se empleó una búsqueda documental en bases de datos académicas (Scopus, Web of Science, Google Scholar) y repositorios nacionales (SIB, UNAD). Se aplicaron los siguientes criterios mencionados en la Tabla 8.

Tabla 8

Criterios De Búsqueda Documental

Criterio	Definición
Tipo de estudio (inclusión)	Artículos, tesis y reportes técnicos con datos empíricos o revisiones sistemáticas sobre alimentación porcina.
Periodo (inclusión)	Publicaciones 2010–2025; se admiten estudios previos si son seminales.
Idioma (inclusión)	Español e inglés.
Población (inclusión)	Cerdos en destete, crecimiento y engorde.
Intervención (inclusión)	Uso de harina de insectos (HMSN/BSF) y subproductos agroindustriales en dietas porcinas.
Comparadores	Dietas convencionales (maíz/soya) o mezclas parciales.

Exclusión	Estudios sin metodología clara, sin grupo de comparación o sin indicadores productivos/económicos reportados.
-----------	---

Nota. Esta tabla muestra los criterios de búsqueda documental para el desarrollo de la monografía, Elaboración propia, 2025

Selección de alimentos priorizados (HMSN y subproductos agroindustriales)

Se priorizaron la harina de larva de mosca soldado negro (HMSN/BSF) y los subproductos agroindustriales por: (i) evidencia de adecuación proteica y perfil de aminoácidos para cerdos; (ii) disponibilidad creciente y potencial de producción local; (iii) reducción esperada de costos de alimentación (20–30%) reportada por literatura reciente; (iv) alineación con sostenibilidad (aprovechamiento de residuos y menor huella ambiental). La comparación consideró indicadores productivos (ganancia diaria, conversión alimenticia), de salud intestinal y digestibilidad, así como costos directos de insumos, logística y procesamiento.

Para cada fuente se definieron niveles de inclusión recomendados por etapa (destete/engorde) y alertas técnicas (p. ej., proporción de grasa en HMSN que puede afectar la digestibilidad ileal si se excede), además de requisitos de inocuidad para subproductos (almacenamiento, ausencia de descomposición y cumplimiento del Manual de Bioseguridad porcino).

Conclusiones

La implementación de alimentos no convencionales en la alimentación porcina representa una alternativa estratégica para enfrentar los desafíos económicos y ambientales del sector porcino son elevados y la sostenibilidad es cada vez más una prioridad. A lo largo de la investigación se han analizado diversos tipos de alimentos no convencionales, como la harina de mosca soldado negro (HMSN) y los subproductos agroindustriales, destacando sus potenciales beneficios y limitaciones.

Viabilidad Económica

Los alimentos no convencionales, como la HMSN y los subproductos agroindustriales, pueden contribuir a una reducción significativa de los costos de alimentación en las granjas porcinas. La harina de mosca soldado negro, por ejemplo, tiene un alto contenido proteico y una estructura grasa beneficiosa, lo que lo convierte en una opción más económica y sostenible que los ingredientes tradicionales. Además, los subproductos agroindustriales pueden aprovecharse como recursos locales de bajo costo, lo que mejora la rentabilidad en las granjas.

Sostenibilidad Ambiental

El uso de alimentos no convencionales tiene un impacto positivo en la sostenibilidad ambiental al reducir el desperdicio de recursos y la necesidad de cultivo intensivo de materias primas convencionales. La capacidad de estos ingredientes de convertir residuos orgánicos en alimentos nutritivos contribuye a una economía circular, reduciendo la huella ambiental del sector porcino.

Desafíos en la Implementación

Aunque los beneficios económicos y ambientales son prometedores, también existen desafíos en la implementación de estos alimentos. La variabilidad en la calidad de los

subproductos y la necesidad de ajustes en las dietas para compensar deficiencias nutricionales (como aminoácidos esenciales en la HMSN) son factores que deben ser cuidadosamente gestionados. Además, algunos de estos alimentos requieren procesamientos adicionales que incrementan los costos operativos y logísticos.

Efectos en la Nutrición y Salud Animal

Los alimentos no convencionales, cuando se incluyen adecuadamente en la dieta, pueden mejorar la eficiencia de conversión alimenticia y apoyar la salud animal. Sin embargo, su uso debe ser bien formulado para evitar efectos adversos sobre la digestibilidad y el rendimiento de los animales. Es esencial realizar un monitoreo constante de la salud animal y ajustar las formulaciones nutricionales según sea necesario.

Desarrollo de Nuevas Estrategias Nutricionales

La utilización de alimentos no convencionales abre un campo de investigación y desarrollo en la formulación de dietas equilibradas que incluyan ingredientes innovadores. Esto requiere una capacitación continua de los productores y un apoyo técnico en la formulación de raciones, así como en el uso de herramientas de evaluación nutricional que permitan optimizar los resultados.

La evidencia revisada indica que los alimentos no convencionales —en particular la harina de larva de mosca soldado negro (HMSN) y diversos subproductos agroindustriales— pueden sustituir parcialmente insumos convencionales sin comprometer el desempeño productivo, siempre que se respeten niveles de inclusión y condiciones de inocuidad.

Desde el punto de vista económico, la literatura sugiere reducciones del costo de alimentación del orden del 20–30% cuando existe disponibilidad local y logística adecuada. Técnicamente, la HMSN requiere controlar el porcentaje de grasa para evitar caídas en la

digestibilidad ileal a niveles altos; en subproductos, la estandarización de calidad y el cumplimiento de protocolos sanitarios son determinantes.

En síntesis, la adopción de estas fuentes es viable y coherente con la sostenibilidad del sistema porcícola colombiano, si se implementa con criterios técnicos claros, abastecimiento responsable y evaluación económica caso a caso.

Recomendaciones para la Industria Porcina

Para facilitar la integración efectiva de estos alimentos en la industria porcina, es crucial contar con una normativa clara y protocolos técnicos que guíen su uso adecuado. Además, se recomienda promover la colaboración entre instituciones académicas, gubernamentales y productores para maximizar el potencial de estos ingredientes alternativos y garantizar su viabilidad económica y nutricional.

Recomendaciones prácticas

Considerando el desarrollo de productos alimenticios alternativos para la nutrición de cerdos es importante que se desarrollen formulaciones de raciones que cubran los requerimientos nutricionales de proteína, energía y demás nutrientes para las etapas de levante y ceba de cerdos, esto con el fin que los animales reciban la cantidad d nutrientes que para lograr que esto cumplan los pesos requeridos en los tiempos necesario que hagan viable un sistema de producción. Por otro lado, es necesario consolidar una estructura para la producción masiva de larvas de soldado negro que den lugar a suplir la demanda de harina de larvas para sostener la producción de alimentos para cerdos.

Recomendaciones diferenciadas por tipo de productor

Pequeños productores (≤ 100 cerdos):

Priorizar subproductos locales de bajo costo (p. ej., salvado de arroz) con controles básicos de calidad e inocuidad.

Iniciar con inclusiones bajas de HMSN (4–5%) y escalar según respuesta productiva.

Implementar registros simples de costos y desempeño para evaluar rentabilidad.

Medianos productores (101–500 cerdos):

Establecer acuerdos con proveedores de HMSN y subproductos para garantizar suministro estable.

Estandarizar molienda, almacenamiento y rotación para mantener la calidad nutricional.

Evaluar escenarios económicos: sustitución parcial de proteína vs. energía, y costos logísticos.

Grandes productores (> 500 cerdos):

Considerar integración con plantas de procesamiento de residuos orgánicos o convenios con agroindustrias.

Implementar protocolos de aseguramiento de calidad (muestreo periódico de nutrientes, micotoxinas) y trazabilidad.

Desarrollar pilotos A/B para optimizar niveles de inclusión por etapa (destete/engorde) y ajustar en función de KPIs (GMD, CA, costos/kg).

Nivel territorial y política pública:

Fomentar líneas de crédito y asistencia técnica para infraestructura de acopio y procesamiento.

Estandarizar guías sanitarias para subproductos y promover investigación aplicada en
HMSN local.

Impulsar compras públicas sostenibles que valoren menores huellas ambientales.

Desafíos y limitaciones

Los alimentos no convencionales son aquellos que no forman parte de la dieta habitual de los animales en sistemas de producción convencionales, pero que tienen un potencial nutritivo significativo. Estos alimentos suelen incluir subproductos agrícolas, residuos industriales y recursos naturales locales que son menos costosos y pueden reducir la dependencia de grano tradicionales. (Rev. Colomb. Ciencia. Pecú., 2009).

La importancia en la producción porcina en la producción tiene una importancia creciente debido a la necesidad de reducir los costos de producción y minimizar el impacto ambiental. Además, en algunas regiones, estos alimentos son una alternativa viable para pequeños productores.

El uso de alimentos no convencionales en la producción porcina tiene una importancia creciente debido a la necesidad de reducir los costos de producción y minimizar el impacto ambiental. Además, en algunas regiones, estos alimentos son una alternativa viable para pequeños productores. (Smith & Jones, 2018).

A pesar de sus múltiples beneficios, el uso de alimentos no convencionales presenta algunos desafíos. Uno de ellos es la variabilidad en calidad nutricional de estos alimentos, ya que su composición puede depender del procesamiento o de las condiciones del cultivo. Además, algunos alimentos no convencionales pueden contener anti nutrientes o toxinas que deben ser tratados adecuadamente antes de su inclusión en las dietas animales (Cruz y López, 2022).

La sostenibilidad porcina es una pieza clave de la agricultura animal, que a su vez es importante para la sostenibilidad global y aunque en nuestro país, y más exactamente por el Instituto Colombiano de Agricultura, aún no se encuentra reglamentada la producción de alimentos no convencionales, en Colombia ya se están realizando esfuerzos significativos para

producir harina a base de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), aunque la industria está en etapas de desarrollo. Algunos proyectos y estudios mencionados destacan el potencial de esta harina como alternativa sostenible para alimentación animal, especialmente para peces, aves y cerdos.

Por ejemplo, iniciativas como "Insectos por la Paz", liderada por la Universidad Nacional de Colombia, han explorado la producción de larvas de mosca soldado negro como una fuente rica en proteínas y grasas. Estas iniciativas han capacitado comunidades en técnicas de producción y procesamiento de larvas, promoviendo su uso en sistemas agropecuarios locales, Además, se han propuesto modelos de plantas para la producción de harina de mosca en regiones como Santander, centrados en utilizar residuos orgánicos como sustrato, reduciendo costos y el impacto ambiental. Aunque todavía no es una práctica extendida a gran escala, estas iniciativas están estableciendo la base para su implementación comercial en el país.

Por otra parte, se encuentran desarrollando prácticas para incorporar subproductos agroindustriales en la alimentación porcina como parte de estrategias de economía circular y sostenibilidad. Por ejemplo:

Subproductos agrícolas en el Guaviare: Se han realizado investigaciones sobre el uso de subproductos locales como yuca, soya integral cocida y caña de azúcar en dietas porcinas. Estas alternativas han mostrado resultados positivos en la ganancia de peso de los animales y en la reducción de costos alimenticios, aunque los resultados varían dependiendo de la combinación dietética (Agrosavia, s.f.).

Economía circular en Antioquia: Proyectos en esta región se centran en utilizar desechos porcinos (como la porcinoza) para generar biol como fertilizante y energía renovable. Este

enfoque subraya la tendencia hacia la sostenibilidad en el sector, integrando residuos de la producción porcina en ciclos productivos más amplios.

Uso de residuos agroindustriales: Hay esfuerzos en la integración de subproductos de la industria alimentaria (como cáscaras o excedentes) para generar alimentos funcionales o para alimentación animal. Estas iniciativas, aunque más generalizadas en Latinoamérica, tienen aplicación potencial en el sector porcino colombiano (Preciado, et al, 2022)

Esto indica que Colombia está explorando y adoptando prácticas para aprovechar residuos y subproductos agroindustriales en la producción porcina, en línea con objetivos de sostenibilidad y reducción de desperdicios.

Referencias bibliográficas

- 3tres3. (2018). Harina de soja. 3tres3. https://www.3tres3.com/latam/articulos/harina-de-soja-44-48-pb_12159/
- 3tres3. (2019). Variabilidad de la composición química y del valor nutricional de la harina de soja. 3tres3. https://www.3tres3.com/latam/articulos/composicion-quimica-y-valor-nutricional-de-la-harina-de-soja_12224/
- Aguiar, S., Chicaiza, E., Diéguez-Santana, K., & Caicedo, W. (2019). Composición química de subproductos agroindustriales destinados para la alimentación de cerdos. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/subproductos-alimentacion-cerdos.html>
- AméricaEconomía. (2024, marzo 13). Industria porcina de Colombia duplicó su valor en los últimos cuatro años. AméricaEconomía. <https://www.americaeconomia.com/negocios-e-industrias/industria-porcina-de-colombia-duplico-su-valor-en-los-ultimos-cuatro-anos>
- Animal Frontiers. (2022). Sustainability in swine production. *Animal Frontiers*, 12(6), 5–6. <https://doi.org/10.1093/af/vfac086>
- Asociación Porkcolombia. (2023). Manual de bioseguridad para la producción porcina (Versión web). Formainedita E.U. https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2023/12/Manual-Bioseguridad-Version-WEB-1_compressed.pdf
- Chiarle, A. (2021). Harina de insectos: ¿La proteína del futuro en la industria porcina? *nutriNews, Revista de Nutrición Animal*. <https://nutrinews.com/harina-de-insectos-la-proteina-del-futuro-en-la-industria-porcina/>

- Díaz, R., & Watanabe, T. (2023). Desafíos y oportunidades para la producción porcina sustentable en un mercado global cambiante. *Sustainability*, 15(4), 2345.
<https://doi.org/10.3390/su15042345>
- FAO. (2017). *Cerdos y nutrición y los alimentos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/ap_nutrition.html
- García, M. & Rodríguez, A. (2024). Impacto económico del uso de subproductos agroindustriales en la producción porcina. *Economía y Agroindustria*, 45(1), 121-133.
<https://doi.org/10.1016/j.ea.2024.01.001>
- Garzón V. (1997). Informe Técnico: Evaluación de fuentes convencionales y no convencionales de energía y proteína en la alimentación de cerdos en el piedemonte llanero. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12234/3978_2_23970.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- González, C., & Pinedo, P. J. (2022). Assessment of alternative feed sources in pig production: Nutritional and economic impacts. *Livestock Science*, 254, 104806.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104806>
- Hernández, J., & Cervera, C. (2023). Evaluación nutricional de ingredientes no convencionales para piensos porcinos: implicaciones para el crecimiento y la salud. *Animales*, 13(5), 781.
<https://doi.org/10.3390/ani13050781>
- Infobae (2024). Insectos en la dieta nutricional de los colombianos: serían para el consumo humano y animal. https://www.infobae.com/colombia/2024/11/13/insectos-en-la-dieta-nutricional-de-los-colombianos-serian-para-el-consumo-humano-y-animal/?utm_source

Instituto Colombiano Agropecuario (2020). Resolución 76509.

<https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/2020/2020r76509>

Instituto Colombiano Agropecuario (1996). Resolución 1056.

<https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-ica/resoluciones-oficinas-nacionales/1996/1996r1056>

Ministerio de Agricultura (2024). En el primer trimestre de 2024, el agro jalonó la economía, al registrar un crecimiento del 5,5%.

https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/En-el-primer-trimestre-de-2024%2C-el-agro-jalon%C3%B3-la-econom%C3%ADa%2C-al-registrar-un-crecimiento-del-5%2C5.aspx?utm_source

Ministerio de Agricultura (1994). Decreto 1840. [https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-nacionales/decretos/1994/1840-\(1\)](https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-nacionales/decretos/1994/1840-(1))

Minervet S.A. (2021). Importancia del maíz en la producción animal. Veterinaria Digital.

https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-maiz-en-la-produccion-animal/?utm_source

Mordor Intelligence (2024). Tamaño del mercado de ingredientes a base de insectos y análisis de participación tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029).

https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/insect-based-ingredients-market?utm_source

Müller, P., Hernández, F. & Escobar, M. (2023). Harina de insectos como fuente proteica en la alimentación porcina. *Revista de Nutrición Animal*, 32(4), 340-352.

Nutrinews (2021). Harina de soja y su papel en la alimentación animal.

https://nutrinews.com/harina-de-soja-y-papel-en-la-alimentacion-animal/?utm_source

Perez-Velazquez, Martin, Cañedo-Orihuela, Hugo, Félix-Berumen, Reyna D., & González-Félix,

Mayra L. (2023). Harina de larva de mosca soldado negro y de organismos unicelulares como alternativas proteicas para alimentos acuícolas. *Epistemus (Sonora)*, 17(34), 77-84.

Epub 08 de diciembre de 2023. <https://doi.org/10.36790/>

PorkColombia (2024). Crecimiento real, estable y continuo, distintivo de la porcicultura

colombiana. *Revista Pork Colombia*. Ed. 275. Enero – Febrero 2024. ISSN 0122-4220.

<https://porkcolombia.co/wp-content/uploads/2024/06/REVISTA-PORKCOLOMBIA-ED-275-DIGITAL.pdf>

Preciado-Saldaña, Alejandra M.; Ruiz-Canizales, J.; Villegas-Ochoa, Mónica A.; Domínguez-Avila, J. Abraham; González-Aguilar, Gustavo A. Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 23, núm. 2, 2022 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C., México.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81373798002>

Rosario, A. (2021). Plan de negocios para la producción de *Hermetia illucens* en la universidad

Zamorano, Honduras. Editor: Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.

<https://bdigital.zamorano.edu/items/104774ad-9ab4-4792-b403-d394f26f190c>

Ruiz, J. & López, T. (2022). Uso de moringa en la alimentación animal: un enfoque hacia la sostenibilidad. *Revista Científica Agropecuaria*, 23(2), 98-109.

<https://doi.org/10.1016/j.agro.2022.08.008>

Sarmiento-Franco, L., Sandoval-Castro, C., Espinosa-Ruiz, E., & Saucedo-Sánchez, J. (2018).

*Uso de recursos alimentarios alternativos en la producción porcina: un enfoque sostenible. <https://doi.org/10.1186/s40781-018-0176-y>

Smith, J. A., & Jones, P. L. (2018). "Alternative feed resources for pig production in developing countries". *Journal of Animal Nutrition*, 12(3), 101-109.

<https://academic.oup.com/af/article/12/6/18/6901650>

Smith, RJ, Pérez, D. y Torres, A. (2023). Alternativas sostenibles a la soja en la alimentación porcina. *Revista de Agricultura Sostenible*, 40(2), 190-202.

Spranghers, T., Michiels, J., Vrancx, J., Owyn, A., Eeckhout, M., De Clercq, P., and De Smet, S. (2018). Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae for weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology*, 235, 33-42. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.012>

Veldkamp, T. & Bosch, G. (2015). Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 204, 1-12.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.004>.

Zhou, Y., & Liu, H. (2023). Utilization of unconventional feed resources for sustainable pig production: A review. *Animals*, 13(2), 300. <https://doi.org/10.3390/ani13020300>