

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Uso de harina de la larva *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) como  
fuente alternativa de proteína en la dieta de cerdos en crecimiento**

Estudiante

Karen Lizeth Sánchez Ulcuango

Asesores

Rogel Castillo, M.Sc

Jesús Orozco, Ph.D.

Katerin Aguilar, Lcda.

Honduras, febrero 2023

**Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRIGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos .....	11
Localización .....	11
Metodología.....	11
Unidades Experimentales .....	12
Tratamientos.....	12
Variables Evaluadas .....	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	13
Resultados y Discusión.....	14
Consumo Diario de Alimento (CDA).....	14
Ganancia Diaria de Peso (GDP) .....	15
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	17
Uniformidad del Lote (%).....	18
Conclusión.....	21
Recomendaciones.....	22
Referencias.....	23
Anexos.....	26

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Composición química de la harina de <i>Hermetia illucens</i> .....	11
Cuadro 2 Composición de las dietas evaluadas usando diferentes niveles de inclusión de harina de <i>Hermetia illucens</i> en cerdos en etapa de crecimiento.....	12
Cuadro 3 Consumo diario de alimento de cerdos en etapa crecimiento con la inclusión de harina de larvas de <i>Hermetia illucens</i> en la dieta .....	15
Cuadro 4 Ganancia diaria de peso de cerdos en etapa de crecimiento con la inclusión de harina de larvas de <i>Hermetia illucens</i> en la dieta .....	16
Cuadro 5 Índice de conversión alimenticia en cerdos en etapa de crecimiento con inclusión de harina de larvas de <i>Hermetia illucens</i> en la dieta .....	18
Cuadro 6 Uniformidad del lote en cerdos en etapa de crecimiento con inclusión de harina de larvas de <i>Hermetia illucens</i> en la dieta.....	20

**Índice de Anexos**

Anexo A Análisis bromatológico de harina de <i>Hermetia illucens</i> .....	26
Anexo B Perfil de aminoácidos de harinas proteicas usadas en dietas de cerdos.....	27

## Resumen

La producción de carne de cerdo es un mercado cada vez más competitivo, en el que el poricultor debe aplicar estrategias rentables de producción, como el uso de ingredientes alternativos en los piensos. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la inclusión parcial de harina de larva de la mosca, *Hermetia illucens* (L.), como fuente alternativa de proteína en los parámetros productivos de cerdos en crecimiento (70 – 105 días). Se evaluaron el consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP), índice de conversión alimenticia (ICA), y uniformidad de lotes. Se utilizaron 140 cerdos de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc y sus cruces, distribuidos en tres tratamientos con cuatro repeticiones, T1: sin *Hermetia*, T2: 2.5% de *Hermetia*, T3: 5% de *Hermetia*. El diseño estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar (DCA) y la separación de medias fue evaluada a través de la prueba de rangos múltiples Duncan con un nivel de significancia de 95%. Los resultados en la variable de CDA no mostraron diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ) con una media general óptima de 2.01 kg/día. Para las variables GDP e ICA las diferencias fueron significativas ( $P \leq 0.05$ ) con resultados favorables para los tratamientos con inclusión de *Hermetia*. En cuanto a la variable de uniformidad del lote, evaluada en base al coeficiente de variación de los pesos finales, tampoco presentó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) con una media de 15.28%. El tratamiento con 5% de inclusión de *H. illucens* superó los rangos óptimos de parámetros productivos para todas las variables. Estos datos brindan información sobre el potencial de la harina de larvas de *H. illucens* como alternativa proteica de la harina de soya para la alimentación de cerdos.

*Palabras clave:* Digestibilidad, ganancia de peso, harina de insectos, proteína alternativa, sostenibilidad, sustitución.

### Abstract

Pork production is an increasingly competitive market, in which the pig farmer must apply profitable production strategies, such as the use of alternative feed ingredients. The objective of this research was to determine the effect of the partial inclusion of fly larvae meal, *Hermetia illucens* (L.), as an alternative protein source on the productive parameters of growing pigs (70 - 105 days). Daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed conversion ratio (FCR), and flock uniformity were evaluated. A total of 140 pigs of Yorkshire, Landrace, Duroc and their crossbreeds were used, distributed in three treatments with four replicates, T1: no *Hermetia*, T2: 2.5% *Hermetia*, T3: 5% *Hermetia*. The statistical design used was a completely randomized design (CRD) and the separation of means was evaluated through the Duncan multiple range test with a significance level of 95%. The results for the DFI variable showed no statistically significant difference ( $P > 0.05$ ) with an overall optimal mean of 2.01 kg/day. For the variables DWG and FCR the differences were significant ( $P \leq 0.05$ ) with favorable results for the treatments with inclusion of *Hermetia*. Regarding the flock uniformity variable, evaluated based on the coefficient of variation of final weights, there was also no significant difference ( $P > 0.05$ ) with a mean of 15.28%. The treatment with 5% inclusion of *H. illucens* exceeded the optimal ranges of productive parameters for all variables. This data provides information on the potential of *H. illucens* larval meal as a protein alternative to soybean meal for pig feeding.

*Keywords:* Alternative protein, digestibility, insect meal, sustainability, substitution, weight gain.

## Introducción

El crecimiento de la población y la mejora en el nivel de ingresos ha estimulado el consumo de carnes, entre ellas, la carne de cerdo que es una de las más consumidas a nivel mundial a pesar de restricciones religiosas y culturales en algunos países (OCDE y FAO 2022). En el año 2017, el consumo per cápita de carne de cerdo fue de 12.2 kg, superado por la carne de pollo y seguido por la carne de res, sin embargo, la producción porcina no satisfacía la demanda de consumo; este comportamiento se mantiene con una proyección similar para el año 2026 y 2031 (OCDE y FAO 2017, 2022). En este sentido, la producción de carne de cerdo para el 2023 se estima en 111.0 millones de toneladas, que representa un incremento de 1% en relación con el 2022 (USDA 2022).

Debido al aumento de la demanda mundial de carne, las especies de rápido crecimiento con un alto índice de conversión alimenticia, como los cerdos, pueden contribuir a la seguridad alimentaria como fuente de proteínas y representar una fuente de seguridad financiera para el porcicultor (FAO 2012; Benítez et al. 2015). Entre los principales productores y consumidores de carne de cerdo están China con el 45%, la Unión Europea con el 19.8%, y Estados Unidos con el 9.7% de la producción (OCDE y FAO 2017). Sin embargo, Estados Unidos anticipa una disminución debido a la escasez de suministros porcinos, el aumento de costo de los piensos y las limitaciones laborales (FAO 2021).

La alimentación porcina representa entre el 65 y 80% de los costos totales de producción, por lo que la optimización de los recursos alimenticios es una prioridad (FAO 2012; Benítez et al. 2015). La mejor manera de optimizar la alimentación de los cerdos es con dietas específicas para cada etapa fisiológica considerando su óptimo desarrollo, el alcance de los objetivos productivos, y la rentabilidad para la granja. Es necesario también considerar que el uso y tipo de los ingredientes en la dieta depende mucho de la disponibilidad de estos en la zona de producción o de las facilidades o precio de importación (García et al. 2012).

La alimentación convencional del cerdos se basa en una dieta de maíz y sorgo como fuentes de energía, harinas de soya, pescado, carne, hueso o subproductos de la leche como principales

fuentes de proteína, además de vitaminas, minerales y aditivos no nutricionales; dependiendo de la etapa de desarrollo unos ingredientes se utilizan más o menos que otros (Campabadal 2009). Una dieta debe contener los ingredientes en las cantidades y proporciones correctas, ya que estos tienen diversas características fisicoquímicas, toxicológicas, nutritivas y efectos productivos (García et al. 2012).

El alimento debe suplir los requerimientos nutricionales del cerdo a fin de obtener los parámetros productivos esperados. De acuerdo con Campabadal (2009) y FAO (2012), cerdos de 70 días de edad y con un peso alrededor de 30 kg entran en la fase de crecimiento, esperando un peso de 60 a 70 kg en aproximadamente 45 días. En esta etapa, el animal necesita una dieta de alto valor proteico, que permita una alta deposición de músculo y por ende mantener o mejorar el peso esperado. Según la tablas de requerimiento de [NCR] National Research Council (2012), los cerdos en crecimiento deben mantener dietas con niveles de proteína bruta alrededor del 18%. Sin embargo, los altos precios de la fuente de proteína para piensos reducen la rentabilidad del sector, retando al porcicultor a buscar alternativas alimenticias que mantengan el desempeño productivo del hato (Gutiérrez et al. 2017).

El consumo de insectos en la dieta humana y animal se ha intensificado en los últimos años y se ha vuelto un fuerte modelo de negocio, ya que representa una fuente de proteína de calidad, barata y sostenible (Veldkamp y Vernooij 2021). En animales, el consumo de insectos es una opción a través de la elaboración de harinas, alimentos concentrados y larvas deshidratadas o vivas; la harina de insectos es un polvo obtenido a partir de larvas que han sido criadas, secadas y molidas (Avendaño et al. 2020). La inclusión parcial de harina de insectos en la dieta de cerdos es una alternativa para reducir la dependencia de la materia prima convencional como la soya y maíz y diversificar la matriz alimentaria de los piensos (Veldkamp y Vernooij 2021).

*Hermetia illucens* (L.) es una especie de insecto que habita en regiones tropicales y templadas cálidas de América, pertenece al orden Díptera y a la familia Stratiomyidae (Barragán et al. 2017). De

acuerdo con Figueredo y Albarracín (2021), es uno de los insectos más utilizados y con el mayor potencial para la dieta animal, debido a sus características fisiológicas y productivas: ciclo corto de 42 - 77 días, capacidad reproductiva de 500 - 1000 huevos, las larvas son capaces de consumir de 25 - 500 mg/día de materia fresca, son polífagas, representando una reducción de desechos del 50 - 55%, y mantienen una baja vulnerabilidad a enfermedades durante su manejo en comparación a otros insectos usados en la alimentación animal.

Las larvas de *H. illucens* (L) tienen un alto nivel nutricional dependiendo del sustrato en el cual son criadas y, como harina, esta llega a presentar entre un 40 a 60% de proteína (Arango et al. 2004; Avendaño et al. 2020). Estos valores superan al principal ingrediente proteico de la dieta de cerdos, que es la harina de soya con 44 a 48% (FEDNA 2019). Otro factor para considerar es que la harina de *H. illucens* permite un porcentaje de digestibilidad de proteínas entre el 78 al 98% (Avendaño et al. 2020). En cuanto al perfil de aminoácidos esenciales muestra un porcentaje de lisina, alanina, metionina, histidina, y triptófano superior a la harina de soya (Barragán et al. 2017).

Estudios de inclusión parcial de harina de *H. illucens* en aves de corral y peces han mostrado resultados productivos favorables (Maurer et al. 2016; Li et al. 2017; Schiavone et al. 2017; Stadlander et al. 2017). En la producción porcina los estudios son escasos, pero con resultados que incentivan a continuar con la investigación. Así lo demuestran Spranghers et al. (2018) y Yu et al. (2019), donde la inclusión parcial de *H. illucens* en cerdos posdestete y de levante ha significado una fuente de proteínas más digeribles, mejora en la salud intestinal y por lo tanto representa una mejora en el crecimiento, estimando una reducción de la edad de cosecha, a lo que concluyen que la harina de soya puede ser reemplazada por la harina de *H. illucens* sin efectos adversos en el rendimiento.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la harina de larva de *H. illucens* en la dieta de cerdos en crecimiento sobre el consumo diario de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia, y uniformidad del lote.

## Materiales y Métodos

### Localización

El experimento se realizó en octubre, noviembre y diciembre del 2022 en las instalaciones de la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicada en el Valle del río Yeguaré, a 32 km al Sureste de Tegucigalpa, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. La granja está localizada aproximadamente a 800 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación promedio de 90.9 mm y una temperatura de 21.6 °C, durante los meses de estudio.

### Metodología

Para la elaboración de la harina se utilizaron larvas frescas del Laboratorio de Entomología de Zamorano. Las larvas fueron congeladas a -20 °C por aproximadamente 48 horas y secadas en un secador solar durante 3 - 4 días; luego fueron trituradas en un molino eléctrico, posteriormente se enviaron muestras de harina al laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano para obtener su composición química (Cuadro 1), y finalmente añadirla en el concentrado para cerdos en crecimiento con 2.5% y 5% de inclusión.

### Cuadro 1

*Composición química de la harina de Hermetia illucens.*

Elementos	Unidades	Concentración <sup>1</sup>
Humedad	g/100g	4.00
Materia seca	g/100g	96.00
Cenizas	g/100g	4.36
Proteína	g/100g	40.58
Grasas	g/100g	41.45
Fibra cruda	g/100g	9.61
Carbohidratos digeribles	g/100g	0.00
Energía total	Kcal/kg	5,738.10

Notas. Concentración promedio. <sup>1</sup>Valores en base húmeda

## Unidades Experimentales

Se utilizaron 140 cerdos de 70 a 105 días de edad, de las razas Yorkshire, Landrace, Duroc, y sus cruces, a los cuales se le asignaron los tratamientos al azar. Los cerdos se ubicaron en corrales de 5 × 3 m, con pisos de cemento, bebederos automáticos tipo chupete, y comederos de acero tipo tolva.

## Tratamientos

Se evaluaron dos niveles de inclusión de harina de larva de *Hermetia illucens* para dietas isoproteicas e isoenergéticas (Cuadro 2) de cerdos en etapa de crecimiento:

Tratamiento 1 (control): sin harina de *H. illucens*

Tratamiento 2: 2.5% de harina de *H. illucens*

Tratamiento 3: 5% de harina de *H. illucens*

## Cuadro 2

*Composición de las dietas evaluadas usando diferentes niveles de inclusión de harina de Hermetia illucens en cerdos en etapa de crecimiento.*

Ingredientes	Dieta		
	Control	2.5% <i>Hermetia</i>	5% <i>Hermetia</i>
Composición en %			
Maíz	62.35	59.82	61.27
Aceite	2.00	2.00	1.00
Harina de <i>Hermetia</i>	0.00	2.50	5.00
Harina de soya	29.50	28.00	25.50
Carbonato de calcio	1.15	0.63	0.13
BIOFOS	0.92	1.00	1.07
Lisina	0.23	0.17	0.13
Melaza	3.00	5.00	5.00
Metionina	0.05	0.08	0.105
Sal común	0.50	0.50	0.50
Vitaminas para cerdos	0.30	0.30	0.30
Total	100.00	100.00	100.00

## **Variables Evaluadas**

### ***Consumo Diario de Alimento (kg)***

El alimento se ofreció *ad libitum* y para la medición de consumo se pesó diariamente lo proporcionado y el rechazo al final de la etapa de alimentación.

### ***Ganancia Diaria de Peso (kg)***

Los cerdos se pesaron al inicio y al final de la etapa de alimentación 70 y 105 días de edad, respectivamente.

### ***Índice de Conversión Alimenticia***

Se calculó dividiendo el consumo diario de alimento entre la ganancia diaria de peso.

### ***Uniformidad del Lote (%)***

Se realizó el cálculo para el peso final basado en el coeficiente de variación para los pesos finales.

## **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones, con 12 unidades experimentales. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para las variables de consumo diario de alimento (CDA) índice de conversión alimenticia (ICA), ganancia diaria de peso (GDP) y uniformidad de lote, para esta última se utilizó a cada cerdo como unidad experimental. La separación de medias se realizó con la prueba de rangos múltiples de Duncan. El nivel de significancia exigido fue de  $P \leq 0.05$ . Para analizar los datos se utilizó el programa InfoStat/L – Software Estadístico versión 2020 (Di Renzo et al. 2010).

## Resultados y Discusión

### Consumo Diario de Alimento (CDA)

Los tratamientos no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) para esta variable, manteniendo un CDA promedio de 2.01 kg/día (Cuadro 3). De acuerdo con García et al. (2012), los cerdos con edades entre las ocho semanas y los cinco o seis meses de edad mantienen un consumo diario de 1.5 a 2.3 kg. En los tres tratamientos el consumo se mantuvo dentro del rango óptimo; es decir, que la inclusión de harina de *H. illucens* al 2.5% y al 5% no afectó el consumo del alimento. En este sentido, se puede inferir que la harina no tiene efectos adversos en la palatabilidad, tal como lo mencionan Barragán et al. (2017), la harina de larvas de *H. illucens* resulta ser un ingrediente adecuado para la dieta de cerdos por su alto nivel de aminoácidos, calcio, y su buena palatabilidad.

Según Quiles y Hevia (2008) y FAO (2012), el consumo voluntario de alimento o apetito del cerdo es influenciado por factores fisiológicos (edad, genética, sexo, olfato y gusto), ambientales (temperatura, humedad, tipo de comedero, espacio), dietarios (calidad de alimento) y sociales (tamaño y mezcla de lotes). Un ejemplo es el estudio presentado por (Arnaiz et al. 2009), donde concluyen que lechones expuestos a temperatura ambiente recomendada obtuvieron un mayor consumo de alimento y ganancia de peso que los lechones expuestos a una temperatura superior a la recomendada.

La composición química de la harina de larvas de *H. illucens* también juega un papel importante en el consumo. De acuerdo con Barragán et al. (2017), los altos niveles de minerales en la dieta de monogástricos provoca disminución de la ingesta de alimento y otros factores adversos. De igual forma Valdivié (2016), menciona que un excesivo contenido de calcio puede provocar un desbalance en la relación calcio: fósforo en las dietas de crecimiento, ya que, el exceso de calcio disminuye la digestibilidad de fósforo y el consumo de alimento, en especial en dietas con inclusión de harina de *H. illucens* superiores a 2.5%; situación que no fue observada en el presente estudio.

### Cuadro 3

*Consumo diario de alimento de cerdos en etapa crecimiento con la inclusión de harina de larvas de *Hermetia illucens* en la dieta.*

Tratamientos	Consumo diario de alimento (CDA) <sup>n.s</sup>
	(kg/día)
Control	2.10 ± 0.07
2.5% harina de <i>Hermetia</i>	1.96 ± 0.08
5% harina de <i>Hermetia</i>	1.97 ± 0.07
Valor de P	0.42
C.V	7.18

Notas. n.s: No son significativamente diferentes ( $P > 0.05$ ). C.V: coeficiente de variación

### Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Para este indicador productivo se observaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ), en los tratamientos con *Hermetia* se obtuvo mayor GDP que en el control (Cuadro 4). De acuerdo con Campabadal (2009), el cerdo debe tener una ganancia promedio mayor a 0.66 kg/día desde su nacimiento hasta cosecha, para optimizar su tiempo de salida al mercado, sin embargo la ganancia de peso se diferencia en cada etapa productiva, para cerdos en desarrollo (81-111 días) estima una ganancia óptima de 0.70 a 0.80 kg/día. De igual manera, Mínguez et al. (2020), recomienda una ganancia óptima de 0.78 kg/día en cerdos en etapa de desarrollo (60 – 119 días) y plantea una ganancia menor o igual a 0.65 kg/día como nivel crítico de acción; también presentan datos de una empresa de genética, donde los cerdos (hembras y machos castrados) de 70 a 105 días mantienen una GDP promedio de 0.85 kg/día. Según lo anterior, el tratamiento control del estudio se encuentra dentro de los rangos óptimos y los tratamientos con inclusión de harina de larva de *H. illucens* sobrepasan el rango estimado.

Spranghers et al. (2018), en su estudio con 4% de inclusión de *Hermetia* en cerdos de destete, no obtuvieron diferencias significativas en ganancia diaria de peso. Por el contrario, Yu et al. (2019) en su estudio con 4% de inclusión de *Hermetia* en cerdos de finalización, observaron una disminución de consumo pero un aumento en el peso final y la ganancia diaria promedio. De acuerdo con Campabadal (2009) esto se debe a que cada etapa fisiológica presenta una GDP específica y otros

factores que afectan son el consumo y calidad de la dieta. Para el presente estudio, de acuerdo con los datos obtenidos en la variable de CDA y que todos los cerdos son de la misma etapa fisiológica, se infiere que la influencia proviene de la calidad de la dieta.

La calidad nutritiva de *H. illucens* es comparable o superior a la harina de soya y su contenido de proteínas y minerales varía de acuerdo con la cantidad y calidad de alimento que reciben las larvas, por ejemplo larvas alimentadas con estiércol de cerdos o vacas tienen mayor contenido de proteína que larvas alimentadas con subproductos de la industria alimentaria (Barragán et al. 2017). Sin embargo, Figueredo y Albarracín (2021) consideran que la diferencia de proteína por sustratos no es un problema para el balanceo de dietas, ya que la variación es mínima. Por su parte Newton et al. (1977), hace énfasis en que la calidad de la dieta no solo depende del porcentaje de proteína sino de los aminoácidos que esta aporta, y menciona que en una dieta con harina de *Hermetia* es necesario la adición de aminoácidos esenciales que carece como metionina. Barragán et al. (2017) añade que *H. illucens* contiene los aminoácidos esenciales que se necesita en la dieta de los cerdos al igual que lo tiene la harina de soya. Sin embargo, la harina de soya los tiene en menor cantidad, por lo cual el desempeño de los aminoácidos se ve limitado por el o los aminoácidos en menor cantidad, afectando al rendimiento del cerdo y en este caso a la ganancia de peso.

#### Cuadro 4

*Ganancia diaria de peso de cerdos en etapa de crecimiento con la inclusión de harina de larvas de Hermetia illucens en la dieta.*

Tratamientos	Ganancia Diaria de Peso (GDP)
	(kg/día)
Control	0.77 ± 0.02 <sup>a</sup>
2.5% harina de <i>Hermetia</i>	0.85 ± 0.02 <sup>b</sup>
5% harina de <i>Hermetia</i>	0.92 ± 0.02 <sup>c</sup>
Valor de P	0.001
C.V	17.70

*Notas.* Medias con letras distintas indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). C.V: coeficiente de variación

### Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

El estudio encontró diferencia ( $P \leq 0.05$ ), las dietas con inclusión de harina de larva de *H. illucens* mostraron una disminución del ICA en comparación con la dieta control (Cuadro 5). De acuerdo con Mínguez et al. (2020), el índice de conversión alimenticia esperado es de 2.30 con un límite crítico de 2.60, también muestran datos de una empresa de genética con un ICA promedio de 2.02 en cerdos (hembras y machos castrados) de 70 a 105 días de edad, lo cual indica que los resultados obtenidos con inclusión de harina de *H. illucens* a 2.5% y 5% son óptimos, mientras que el tratamiento control sobrepasa el límite crítico.

Spranghers et al. (2018), en su estudio con inclusiones de harina de *H. illucens* al 4% y 8% en la dieta de cerdos destetados, no encontraron diferencia significativa para ninguna de las variables de rendimiento (GDP, CDA e ICA) con respecto a la dieta común de maíz y soya, por lo cual concluyeron que la harina de *H. illucens* es óptima como ingrediente de la dieta de lechones destetados; sin embargo, sí se encontró diferencia en cuanto a digestibilidad en la dieta de 4% de inclusión.

En cuanto a la materia prima de las dietas y su digestibilidad, la presencia de nutrientes poco o nada digestibles afecta en los valores del ICA (Mínguez et al. 2020). De acuerdo con Veldkamp y Vernooij (2021), los coeficientes de digestibilidad de harina de larva de *H. illucens* son comparables con los coeficientes de digestibilidad de la harina de soya, excepto en el caso de la metionina que fue parcialmente inferior en la harina de *H. illucens*.

El ICA es un indicador de la eficiencia con que el alimento está siendo utilizado por el animal. Al representar el alimento uno de los mayores costos de producción, el ICA es la clave de la rentabilidad de un sistema porcino (Campabadal 2009). La conversión alimenticia engloba un conjunto de factores como genética, calidad y disponibilidad del alimento, manejo y sanidad que pueden afectar en mayor o menor medida sobre el ICA (Mínguez et al. 2020).

Otro factor que puede afectar en esta variable, de acuerdo con Pierozan et al. (2016), es el número de cerdos por corral y el tipo de comederos también afectan el ICA; así lo demuestra en su

estudio donde obtuvo un mayor consumo de alimento y una mejora en el ICA al trabajar con grupos pequeños de menos de 20 cerdos por corral a comparación de trabajar con grupos grandes. Se presentó también una mejora en el ICA al utilizar comederos de descarga lineal que no generan desperdicio de alimentos. Sin embargo, esto no afectó en el presente estudio ya que se trabajó con 11 y 12 animales por corral respetando el espacio requerido por cerdo y el comedero utilizado tipo tolva de descarga lineal no permite el desperdicio de alimento.

### Cuadro 5

*Índice de conversión alimenticia en cerdos en etapa de crecimiento con inclusión de harina de larvas de *Hermetia illucens* en la dieta.*

Nivel de inclusión	Índice de Conversión Alimenticia (ICA)
	(kg/día)
Control	2.70 ± 0.06 <sup>b</sup>
2.5% harina de <i>Hermetia</i>	2.31 ± 0.07 <sup>a</sup>
5% harina de <i>Hermetia</i>	2.19 ± 0.06 <sup>a</sup>
Valor de P	0.0012
C.V	5.28

*Notas.* Medias con letras distintas indican diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). C.V: Coeficiente de Variación

### Uniformidad del Lote (%)

La variable de peso final presentó diferencias ( $P \leq 0.05$ ), el tratamiento con *Hermetia* al 5% presentó mayor peso final que el control. Investigaciones de Arango et al. (2004) y Campabadal (2009), concuerdan que el peso final mínimo para cerdos que rondan los 105 días de edad es de 60 a 70 kg; es decir que los tratamientos de 2.5% de inclusión de harina de *Hermetia* y control no alcanzaron el peso esperado, a comparación del tratamiento de 5% que si lo hizo con un peso mínimo ideal de 60 kg. Sin embargo, ambos tratamientos con inclusión de harina de *Hermetia* superaron el peso obtenido por el tratamiento control, en un 4 y 8% respectivamente. Se puede inferir que la inclusión de harina de *Hermetia* es favorable al peso final de los cerdos, tal como lo demuestra Yu et al. (2019), en su investigación con 4% de inclusión de larvas de *H. illucens*.

En cuanto al coeficiente de variación (CV), no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos (Cuadro 6). De acuerdo con Camino (2015), la medida del coeficiente de variación expresada en porcentaje es la más usada para describir la variación de una población, a través de la división de la desviación típica por la media, esta medida permite establecer rangos objetivo para cada fase productiva. De igual manera, Camino (2015) y López et al. (2019), mencionan que la estandarización de CV para la etapa de destete es de 20%, en etapa de transición de 12 – 15% y en etapa de engorde - cebo de 8 – 12%. De acuerdo con estos parámetros de CV, el presente estudio sobrepasa los valores óptimos en cada tratamiento. Se obtuvo el menor porcentaje de variabilidad en el tratamiento de 2.5% con 13.93% es decir que es el lote más uniforme en cuanto al peso final. En comparación con los otros tratamientos, el de 5% obtuvo mayor variabilidad con 15.97%, no es el lote más homogéneo, pero es el que presentó cerdos con pesos finales mayores.

Camino (2015), señala que en caso de tener un CV por encima del CV estandarizado es un indicativo de que la población es poco homogénea y que es necesario investigar las causas para reducir la variabilidad. Según Rehfeldt et al. (2010), entre los factores que alteran la variabilidad de peso en cerdos está el bajo peso al nacimiento que está asociado a menores índices de crecimiento posnatal, relacionado con el hecho de que en el desarrollo prenatal los lechones más pequeños forman menos fibras musculoesqueléticas; lo cual demuestran en su estudio con camadas de lechones, donde se obtuvo cerdos con pesos significativamente diferentes desde el nacimiento hasta el matadero. Otro factor importante es el aumento de variabilidad en lotes mixtos, ya que las hembras presentaron mayor peso que los machos castrados y estos a su vez menor peso que machos enteros (Camino 2015). En el presente estudio se obvian estos factores ya que se trabajó con unidades experimentales homogéneas en cuanto a peso inicial, genética, y sexo.

**Cuadro 6**

*Uniformidad del lote en cerdos en etapa de crecimiento con inclusión de harina de larvas de *Hermetia illucens* en la dieta.*

Nivel de inclusión	Promedio de peso final (kg)	CV (%)
Control	54.97 ± 8.56 <sup>a</sup>	15.64
2.5% harina de <i>Hermetia</i>	57.44 ± 7.73 <sup>b</sup>	13.93
5% harina de <i>Hermetia</i>	59.95 ± 9.18 <sup>c</sup>	15.05
Promedio (± DE)	57.44 ± 8.77	15.28
Valor de P	0.0001	0.46

*Notas.* Medias con letras distintas indica diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). C.V: coeficiente de variación

### **Conclusión**

La inclusión de harina de larvas de *Hermetia illucens* en la etapa de crecimiento de 70 a 105 días, afectó positivamente en la ganancia diaria de peso y el índice de conversión alimenticia, sin tener impacto en el consumo diario de alimento; tampoco presentó diferencias en la uniformidad de lote, pero sí en el peso final.

### Recomendaciones

Evaluar el efecto de inclusión de harina de larvas de *H. illucens* con mayor porcentaje de inclusión en la etapa de crecimiento hasta finalización.

Desgrasar la harina de larvas de *H. illucens* para obtener mayor concentración proteica y por ende de aminoácidos.

Evaluar los niveles de grasa de la harina de larvas de *H. illucens* para determinar su efecto en la vida de anaquel.

Realizar un análisis del perfil de aminoácidos de la harina de *H. illucens* para determinar su efecto sobre los resultados obtenidos.

Realizar un análisis de costos de producción de harina de *H. illucens* en Zamorano para determinar su rentabilidad.

## Referencias

- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2021. Meat market review: Emerging trends and outlook. Roma; [consultado el 10 de nov. de 2022]. <https://www.fao.org/3/cb7886en/cb7886en.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [MAGyP] Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, [INTA] Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2012. Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. Argentina: [sin editorial]. 277 p. ISBN: 978-92-5-306794-7; [consultado el 10 de nov. de 2022]. <https://www.fao.org/3/i2094s/i2094s.pdf>.
- [FEDNA] Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. 2019. Tablas FEDNA 2019, 4ª edición. España. OECD-FAO Agricultural Outlook; [consultado el 15 de dic. de 2022]. <https://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>.
- [NCR] National Research Council. 2012. Nutrient Requirements of Swine. Washington, D.C.: National Academies Press. ISBN: 978-0-309-22423-9.
- [OCDE] Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2017. OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026. [sin lugar]: Organization For Economic Co-Operation & Development. ISBN: 9789264275478.
- [OCDE] Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos, [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022. OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031. Paris: OECD Publishing. 90 p. ISBN: 9789264675377.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2022. Livestock and poultry: world markets and trade. Estados Unidos: [sin editorial]; [consultado el 2 de nov. de 2022]. <https://www.fas.usda.gov/report-release-announcement/livestock-and-poultry-world-markets-and-trade-6>.
- Arango P, Vergara R, Mejía H. 2004. Análisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de la harina de larvas de *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyiidae) en Angelópolis-Antioquia, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín; [consultado el 15 de dic. de 2022]. 57(2). <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914073009.pdf>.
- Arnaiz V, Ribeiro A, Kessler, Aezandre, Raber, Marcos, Kuana S. 2009. Efecto del peso al destete, temperatura ambiental y energía metabolizable del pienso en lechones recién destetados. Revista Brasileira de Ciências Agrarias; [consultado el 10 de dic. de 2022]. 4(4):472–478. 1981-1160. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119012569017>.
- Avendaño C, Sánchez M, Valenzuela C. 2020. Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. Revista chilena de nutrición; [consultado el 12 de sep. de 2022]. 47(6):1029–1037. doi:10.4067/S0717-75182020000601029.
- Barragán K, Dicke M, van Loon J. 2017. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review. Journal of Insects as Food and Feed; [consultado el 8 de ene. de 2023]. 3(2):105–120. <https://avingstan.com/wordpress/wp-content/uploads/2019/08/Barragan-Fonseca-et-al-2017-Nutritional-value.pdf>.

- Benítez A, Gómez A, Hernández J, Navarrete R, Moreno L. 2015. Evaluación de parámetros productivos y económicos en la alimentación de porcinos en engorda. *Abanico veterinario*; [consultado el 10 de dic. de 2022]. 5(3). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-61322015000300036](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322015000300036).
- Camino T. 2015. Variabilidad de pesos al final del engorde. *PorciNews*; [consultado el 1 de feb. de 2023]. (2):36–42. <https://issuu.com/grupoagrinews/docs/porcinews-julio-2015>.
- Campabadal C. 2009. Guía Técnica para Alimentación de Cerdos. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería; [consultado el 12 de sep. de 2022]. 44 p. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>.
- Di Renzo J, Balzarini M, González L, Csanoves F, Tablada M, Walter C. 2010. InfoStat. 2020. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba; [consultado el 10 de dic. de 2022]. <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=15>.
- Figueredo JA, Albarracín MA. 2021. Alternativas de alimentación de monogástricos a base de larvas de Soldado Negro (*Hermetia illucens*): Revisión de literatura. *Revista Colombiana de Zootecnia RCZ*; [consultado el 10 de dic. de 2022]. 7(12):35–48. <http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/102/99>.
- García A, Loera Y de, Yagüe A, Guevara J, García C. 2012. Alimentación práctica del cerdo. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*; [consultado el 5 de oct. de 2022]. 6(1):21–50. doi:10.5209/rev\_RCCV.2012.v6.n1.38718.
- Gutiérrez F, Guachamin D, Portilla A. 2017. Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos (*Sus scrofa domestica*) Nanegal- Pichincha. *Revista de Ciencias de la Vida - La Granja*. 26(2):155. doi:10.17163/lgr.n26.2017.13.
- Li S, Ji H, Zhang B, Zhou J, Yu H. 2017. Defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal in diets for juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian): Growth performance, antioxidant enzyme activities, digestive enzyme activities, intestine and hepatopancreas histological structure. *Aquaculture*. 477(3):62–70. doi:10.1016/j.aquaculture.2017.04.015.
- López S, Gasa J, Solà D. 2019. Estudio y gestión de la variabilidad de peso vivo a lo largo del ciclo del porcino en condiciones comerciales. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. ISBN: 9788449082450; [consultado el 10 de dic. de 2022]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/665099>.
- Maurer V, Holinger M, Amsler Z, Früh B, Wohlfahrt J, Stamer A, Leiber F. 2016. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2(2):83–90. doi:10.3920/JIFF2015.0071.
- Mínguez M, Porcaro J, Fernández MB. 2020. Evaluación de consumo, ganancia media diaria y conversión alimenticia en cerdos en etapa de desarrollo y terminación [Tesis]. Argentina: Universidad Nacional de la Provincia de Buenos Aires. 39 p; [consultado el 10 de dic. de 2022]. <https://ridaa.unicen.edu.ar/server/api/core/bitstreams/5a2be8dc-16ee-429e-b9b4-52efe79e2716/content>.
- Newton GL, Booram CV, Barker RW, Hale OM. 1977. Dried *Hermetia Illucens* Larvae Meal as a Supplement for Swine. *Journal of Animal Science*. 44(3):395–400. doi:10.2527/jas1977.443395x.

- Pierozan CR, Agostini PS, Gasa J, Novais AK, Dias CP, Santos RSK, Pereira M, Nagi JG, Alves JB, Silva CA. 2016. Factors affecting the daily feed intake and feed conversion ratio of pigs in grow-finishing units: the case of a company. *Porcine Health Manag.* 2:7. eng. doi:10.1186/s40813-016-0023-4.
- Quiles A, Hevia M. 2008. Factores que influyen en el consumo de pienso en los cerdos (I). *Producción Animal*; [consultado el 2 de ene. de 2023]. 23(248):6–19. 1578-1526. [https://www.researchgate.net/publication/323868900\\_Factores\\_que\\_influyen\\_en\\_el\\_consumo\\_de\\_pienso\\_en\\_los\\_cerdos\\_I](https://www.researchgate.net/publication/323868900_Factores_que_influyen_en_el_consumo_de_pienso_en_los_cerdos_I).
- Rehfeldt C, Hartung M, Kuhn G. 2010. El peso al nacimiento de los cerdos influye en la calidad de la canal y la carne. Alemania: Instituto de Investigación para la Biotología de los Animales de Producción; [consultado el 1 de feb. de 2023]. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/139-peso\\_nacimiento.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/139-peso_nacimiento.pdf).
- Schiavone A, Cullere M, Marco M de, Meneguz M, Biasato I, Bergagna S, Dezzutto D, Gai F, Dabbou S, Gasco L, et al. 2017. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality. *Italian Journal of Animal Science.* 16(1):93–100. doi:10.1080/1828051X.2016.1249968.
- Sprangers T, Michiels J, Vrancx J, Ovyne A, Eeckhout M, Clercq P de, Smet S de. 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. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.08.012.
- Stadlander T, Stamer A, Buser A, Wohlfahrt J, Leiber F, Sandrock C. 2017. *Hermetia illucens* meal as fish meal replacement for rainbow trout on farm. *Journal of Insects as Food and Feed.* 3(3):165–175. doi:10.3920/JIFF2016.0056.
- Valdiviá M. 2016. Los insectos como fuentes de proteína y otros nutrientes. Cuba: Instituto de Ciencia Animal; [consultado el 8 de ene. de 2023]. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/los-insectos-como-fuentes-t33131.htm>.
- Veldkamp T, Vernooij AG. 2021. Use of insect products in pig diets. *Journal of Insects as Food and Feed*; [consultado el 12 de ene. de 2023]. 7(5):781–793. doi:10.3920/JIFF2020.0091.
- Yu M, Li Z, Chen W, Rong T, Wang G, Li J, Ma Xianrong. 2019. Use of *Hermetia illucens* larvae as a dietary protein source: Effects on growth performance, carcass traits, and meat quality in finishing pigs. *Meat Sci*; [consultado el 12 de sep. de 2022]. 158:107–837. doi:10.1016/j.meatsci.2019.05.008.

## Anexos

## Anexo A

Análisis bromatológico de harina de *Hermetia illucens*



**Carrera de  
Agroindustria Alimentaria**

Honduras  
Vialto del Yaguare, km 30  
carretera de Tegucigalpa a Danli,  
Francisco Morazán, Honduras, C.A.  
Tel: (504) 2276-2000 ext. 2001 / 20004  
Fax: (504) 2776-6247  
zamorano@zamorano.edu

United States  
1701 Pennsylvania Ave. NW,  
Suite 300,  
Washington, DC 20006  
Tel: (202) 461-2242  
Fax: (202) 580-6559  
wsc@zamorano.edu

---

**Informe de ensayos**

**Reporte LAAZ 20221003**  
**EAP Zamorano**  
Emitido por: Ing. Maria Morales

**Resultados**

**I. 20221003-I: Hermetia – Análisis Proximal Químico Completo.**

20221003-I	Unidades	Concentración <sup>1</sup>	Límite de Cuantificación	Método de Referencia
Humedad	g/100g	4.00	-	AOAC 950.468 <sup>2</sup>
Cenizas	g/100g	4.36	-	AOAC 923.03 <sup>2</sup>
Proteína	g/100g	40.58	2.80	AOAC 2001.11 <sup>2</sup>
Grasa	g/100g	41.45	0.30	AOAC 2003.06 <sup>2</sup>
Fibra cruda	g/100g	9.61	-	AOAC 962.09
Carbohidratos Digeribles (ELN)	g/100g	0.00	-	2(CFR)101.9 <sup>2</sup>
Energía bruta	kcal/kg	5.738.10	-	2(CFR)101.9 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Referencia disponible en: [https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=83407833d681d24c8f307c45c78b14&nc=rs&node=ns21.2.101\\_19&rgn=div8](https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=83407833d681d24c8f307c45c78b14&nc=rs&node=ns21.2.101_19&rgn=div8)  
<sup>2</sup>Concentración promedio  
 Valores en base Húmeda  
<sup>3</sup>Métodos Acreditados por A2LA (Certificado No. 3592-01)

**2. 20221003-I: Hermetia – Perfil de Ácidos Grasos (PAG).**

20221003-I	Análisis	Unidad	Concentración <sup>1</sup>	Límite de detección	Método de referencia
	<b>TOTAL GRASA SATURADA</b>	%	34.73	0.01	AOCS Cc 2b-11
13.0	ÁCIDO DODECANÓICO (LAURICO)	%	13.19	0.01	AOCS Cc 2b-11
14.0	ÁCIDO TETRADECANÓICO (MIRÍSTICO)	%	4.29	0.01	AOCS Cc 2b-11
16.0	ÁCIDO HEXADECANÓICO (PALMÍTICO)	%	11.14	0.01	AOCS Cc 2b-11
17.0	ÁCIDO HEPTADECANÓICO (MARGARICO)	%	0.29	0.01	AOCS Cc 2b-11
18.0	ÁCIDO OCTADECANÓICO (ESTEARICO)	%	5.81	0.01	AOCS Cc 2b-11
	<b>TOTAL GRASA MONOSATURADA</b>	%	28.46	0.01	AOCS Cc 2b-11
18:1 (n-7)	ÁCIDO HEXADECENÓICO (PALMITOLEICO)	%	3.08	0.01	AOCS Cc 2b-11
18:1 (n-7) c9	ÁCIDO OCTADECENÓICO (OLEICO)	%	15.33	0.01	AOCS Cc 2b-11
	<b>TOTAL GRASA POLINSATURADA</b>	%	25.89	0.01	AOCS Cc 2b-11
18:2 (n-6) 9,12	ÁCIDO OCTADECADIENÓICO (ALFA LINOLEICO)	%	24.93	0.01	AOCS Cc 2b-11
18:3 (n-3) 9,12,15	ÁCIDO OCTADECATRIENÓICO (LINOLENÓICO)	%	1.96	0.01	AOCS Cc 2b-11
	<b>TOTAL GRASA TRANS</b>	%	0.00	0.01	AOCS Cc 2b-11

<sup>1</sup>Concentración promedio

ÚLTIMA LÍNEA

  
 Autorizado por:  
**Luis Fernando Maldonado Ph. D.**

---

Fecha de emisión  
2019-09-14  
[www.zamorano.edu](http://www.zamorano.edu)

Página 2 de 2  
**Labor Omnia Vincit**

## Anexo B

*Perfil de aminoácidos de harinas proteicas usadas en dietas de cerdos*

Contenido, %	Fuente alternativa		Fuentes comunes de proteína		
	Harina de larvas <sup>1</sup>	Harina de larvas <sup>2</sup>	Harina de soya*	Harina de sangre*	Harina de pescado*
<b>PC</b>	62	42	46	83,5	61
<b>Arginina</b>	3,7	2,2	3,38	3,44	3,81
<b>Histidina</b>	5,2	1,9	1,22	5,04	1,32
<b>Isoleucina</b>	2,2	2,0	2,14	0,69	2,49
<b>Leucina</b>	4,4	3,5	3,55	10,97	4,40
<b>Lisina</b>	4,1	3,4	2,83	7,55	2,32
<b>Metionina</b>	0,8	0,9	0,61	1,04	1,61
<b>Fenilalanina</b>	2,4	2,2	2,39	6,16	2,38
<b>Treonina</b>	2,2	0,6	1,81	4,17	2,55
<b>Triptófano</b>	0,6	0,2	0,64	1,46	0,59
<b>Valina</b>	3,6	3,4	2,24	7,35	3,04

Fuente: Elaboración propia. <sup>1</sup>Producto comercial de Enterra Feed Corporation, grasa 10%. <sup>2</sup>Producto obtenido por Newton, 1977, grasa:35%. \* Valores tomados de las Tablas brasileñas.