

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



Proyecto Especial de Graduación

Evaluación de dietas post destete con larva seca de *Hermetia illucens*, sobre el desempeño productivo de becerras de aptitud cárnica bajo confinamiento

Estudiantes

David Dencker Cortez

Gladys Elena Lau Méndez

Asesores

Celia Trejo, Ph.D.

Jesus Orozco, Ph.D.

Honduras, julio 2023

Autoridades

SERGIO RODRIGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figura.....	6
Índice de Anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos	12
Sitio de Estudio y Condiciones Geo Climáticas	12
Unidad Experimental	12
Tratamientos.....	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	13
Producción de Larva Seca de <i>Hermetia illucens</i>	14
Indicadores Productivos.....	15
Variables por Evaluar	16
Consumo Diario de Alimento.....	16
Ganancia Diaria de Peso (GDP)	16
Peso Final de los Animales.....	16
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	16
Costos Totales.....	16
Consumo Diario de Alimento.....	17
Ganancia Diaria de Peso	17
Pesos de los Animales.....	18
Índice de Conversión Alimenticia.....	19
Costos.....	20
Conclusiones	21

Recomendaciones.....	22
Referencias.....	23
Anexos.....	25

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Composición racial y edad de las becerras.....	12
Cuadro 2 Porcentaje de inclusión de los ingredientes del tratamiento con larva seca de <i>Hermetia illucens</i> y su control.....	13
Cuadro 3 Consumo diario de becerras alimentadas con larva seca de <i>Hermetia illucens</i> y su control.	17
Cuadro 4 Ganancia Diaria de Peso (kg/día) de las becerras en cada tratamiento de 0-62 días.....	18
Cuadro 5 Pesos (kg) a los 0,28, 49 y 62 días en becerras alimentadas con larva seca de <i>Hermetia illucens</i> y su control.....	19
Cuadro 6 Índice de Conversión Alimenticia de las becerras alimentados con larva de <i>Hermetia illucens</i> y su control.....	19
Cuadro 7 Costo total por 76 días de alimentación por tratamiento y costo diario por animal de la ración totalmente mezclada	20

Índice de Figura

Figura 1 Esquema de producción de larva seca de <i>Hermetia illucens</i>	14
--	----

Índice de Anexos

Anexo A Unidad de ganado de carne	25
Anexo B Elaboración del concentrado.....	26
Anexo C Representación de la ración totalmente mezclada	27
Anexo D Dieta con larva seca de <i>Hermetia Illucens</i>	28
Anexo E Dieta control	29

Resumen

Actualmente se buscan ingredientes alternativos para la alimentación de ganado de carne para disminuir costos de producción. Se han desarrollado alternativas de ingredientes tomando como base larvas de insectos como fuente proteica, permitiendo al productor formular nuevas dietas. En esta investigación se buscan alternativas de producción que mejoren ganancias de peso, consumo e índice de conversión alimenticia por medio de la inclusión de larva seca de *Hermetia illucens* (L.) en la suplementación de ganado bovino. Este experimento se realizó bajo un Diseño Completo al Azar (DCA), para la evaluación de los datos se utilizaron pruebas de separación mínima de medias con diferencia de probabilidades. Un total de 20 unidades experimentales fueron distribuidas en dos tratamientos con similares características de genética y edad, todos los animales fueron de raza Brahman. Los tratamientos fueron T1: Concentrado con soya al 4.26% y T2: Concentrado con larva seca de *H. illucens* al 7.53%. El consumo diario de alimento fue para T1: 12.06 kg y T2: 8.78 kg, ($P = 0.001$), la ganancia diaria de peso (GDP) fue T1: 1.77 kg y T2: 1.62 kg, ($P = 0.40$), en cuanto al peso de los animales, lograron alcanzar al finalizar el periodo de investigación pesos de T1: 311.91 ± 31.39 kg y T2: 304.95 ± 27.95 kg, ($P = 0.53$), el índice de conversión alimenticia (ICA) en el T1 fue 8.45 y T2: 6.59, ($P = 0.01$); La inclusión de *H. illucens* en la suplementación animal, demostró resultados similares en los parámetros de desempeño productivo, excluyendo el consumo de alimento diario.

Palabras clave: Ganado bovino, insectos, proteína, suplementación.

Abstract

Currently, alternative ingredients are being sought for beef cattle feed to reduce production costs. Alternative ingredients have been developed based on insect larvae as a protein source, allowing the producer to formulate new diets. In this research, production alternatives are sought to improve weight gain, consumption and feed conversion rate through the inclusion of dried larvae of *Hermetia illucens* (L.) in the supplementation of beef cattle. This experiment was carried out under a Complete Randomized Design (CRD), and tests of minimum separation of means with difference of probabilities were used to evaluate the data. A total of 20 experimental units were distributed in two treatments with similar genetic and age characteristics, all animals were Brahman breed. The treatments were T1: Concentrate with soybean at 4.26% and T2: Concentrate with dry larva of *H. illucens* at 7.53%. The daily feed consumption was for T1: 12.06 kg and T2: 8.78 kg, ($P = 0.001$), the daily weight gain (GDP) was T1: 1.77 kg and T2: 1.62 kg, ($P = 0.40$), as for the weight of the animals, they were able to reach at the end of the research period weights of T1: 311.91 ± 31.39 kg and T2: 304.95 ± 27.95 kg, ($P = 0.53$), the feed conversion index (FCI) in T1 was 8.45 and T2: 6.59, ($P = 0.01$). The inclusion of *H. illucens* in the animal supplementation showed similar results in the productive performance parameters, excluding daily feed intake.

Keywords: Cattle, insects, protein, supplementation.

Introducción

El sector agropecuario de América Latina y el Caribe (ALC), posee un potencial enorme para contribuir a la producción de alimentos y los servicios ecosistémicos mundiales, sin embargo, la producción agrícola y ganadera de la región, estará cada vez más influenciada por factores climáticos y por el comportamiento de la demanda internacional (Romig 2020). La agricultura es importante para muchas de las economías regionales, representando entre el 5 y el 18% del PIB en 20 países de América Latina y el Caribe (Romig 2020). En 2009 el ganado represento el 40% de la producción mundial y contribuyo a la subsistencia y seguridad alimentaria de casi mil millones de personas, aportando 15% de la energía alimentaria mundial y 25% de las proteínas de la dieta que utiliza; además, 60% de los hogares rurales tienen ganado bovino (Callejas et al. 2014).

El peso al destete en animales con propósito cárnico tiene gran importancia, ya que interviene en la determinación de la eficiencia económica de cualquier sistema de producción de bovinos como criterio de selección, un componente para la estimación de rentabilidad en la producción de carne bovina es el crecimiento de las crías, lo que implica un óptimo crecimiento pre y post destete, además de la eficiencia reproductiva de la vaca, asimismo, en la mayoría de las ganaderías de cría para realizar la preselección de sus futuros reproductores lo determinan en base al destete (Montes et al. 2008).

La búsqueda de alternativas de producción intensiva o semi intensiva que mejoren las ganancias del productor y sean amigables con el ambiente es una necesidad, reduciendo al mínimo las emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación de fuentes de agua y compactación de suelos provocada por el pisoteo, es una constante en las investigaciones actuales, dentro de las estrategias alimenticias se han desarrollado alternativas tomando como base larvas de insecto, las cuales han funcionado como una importante fuente proteica con ciertos nutrientes adicionales permitiendo al productor formular nuevas dietas a partir de harinas obtenidas del proceso de disecado de las larvas, encontrándose gran relevancia por ser una fuente de proteína más económica y sostenible en comparación a los concentrados comerciales que actualmente se están utilizando (Molina 2021).

El uso de ingredientes alternativos para la alimentación de los animales destetados en ganado de carne es importante por su alto costo de mantenimiento, debido a esto se buscan nuevas alternativas que aminoren sus costos de producción, una de ellas es la utilización de larva seca de *Hermetia illucens* (L.), se trata de un insecto que se alimenta mayormente de residuos orgánicos como residuos vegetales, estiércol, desechos animales, residuos alimentarios y subproductos agrícolas o paja, perteneciente al orden Díptera, de la familia Stratiomyidae, con metamorfosis completa (Holometábolo) con fases de huevo, larva, pupa y adulto (Lu et al. 2022). Las larvas de *H. illucens*, pasan por un debido proceso hasta llegar al punto óptimo de cosecha en el que se pueda utilizar como alimento animal, la composición nutricional de las larvas de *H. illucens* criadas con residuos orgánicos mezclados oscila entre el 42% y el 47%, 11.8% a 34.8%, 7% a 9%, y 14.6% a 15.9% para proteína bruta (PB), grasa, fibra bruta (FBC), y cenizas, respectivamente. para convertirla en harina, teniendo como resultado un alimento alto en proteína y energía metabolizable libre para su uso (Astuti y Wiryawan 2022).

Estos suplementos buscan aminorar el uso de dietas convencionales de harinas de soya y maíz, que en la actualidad son de mayor costo. Con base al contenido en nutrientes de las *H. illucens*, tienen un gran potencial como ingrediente alimenticio para rumiantes, principalmente en la sustitución de la harina de soya, de pescado y promotores de crecimiento antimicrobianos, ya que también contiene ácidos grasos de cadena media antibacterianos (Astuti y Wiryawan 2022)

El objetivo de esta investigación fue evaluar dietas post destete con larva seca de *H. illucens* sobre el desempeño productivo de becerras de aptitud cárnica bajo confinamiento. De la misma manera evaluar el consumo diario, ganancia diaria de peso, peso final e índice de conversión alimenticia en becerras de razas de ganado de carne bajo un sistema de alimentación intensivo.

Materiales y Métodos

Sitio de Estudio y Condiciones Geo Climáticas

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, esta se encuentra ubicada en el km 30 carretera a Danlí, Tegucigalpa, Honduras, en la unidad de ganado de carne. La temperatura promedio es de 27 °C, con una precipitación anual promedio de 1100 mm y a una altura de 800 msnm. El experimento tuvo una duración de 76 días, efectuando 14 días de adaptación.

Unidad Experimental

El experimento se realizó con 20 becerras de engorde con edades de 15 a 22 meses, donde 15 becerras eran de raza Brahman y los cinco restantes encastes entre razas *Bos taurus* y *Bos indicus* con predominancia de *Bos indicus*, las unidades experimentales se dividieron en dos corrales de piso de tierra para su respectivo tratamiento, en los cuales el tratamiento 1 o dieta control tuvo un peso promedio de 202 ±13.92 kg de peso vivo y el tratamiento dos un peso promedio de 204 ±14.57 kg de peso vivo. Se formularon las dietas de acuerdo con el peso inicial de cada grupo de unidades experimentales. Todas las unidades experimentales recibieron el mismo plan de sanidad, ambos grupos de animales se suplementaron en la época de abril a julio.

Cuadro 1

Composición racial y edad de las becerras

Control		Larva seca de <i>Hermetia illucens</i>	
Composición racial	Edad (meses)	Composición racial	Edad (meses)
BR5SP2A1	22	BR8	16
BR8	20	BR8	16
BR8	20	DM4BR2SM2	15
BR8	22	BR8	16
BR8	20	BR8	16
BR8	15	BR8	22
BR8	22	SP4BR2SM2	21
SP4BR2SM2	21	BR8	21
BR8	21	DM4A2BR1SM1	15
BR8	22	BR8	21

Nota. A: Angus, BR: Brahman, DM: Droughtmaster, SM: Simmental y SP: Senepol.

Tratamientos

El experimento se basó en dos tratamientos, sustituyendo un 27% de harina de soya con larva seca de *H. illucens*. El tratamiento uno constó de ensilaje de sorgo + concentrado con harina de soya al 4.26%, el tratamiento dos constó de ensilaje de sorgo + concentrado con larva seca de *H. Illucens* al 7.53% y harina de soya al 3.11% (Cuadro 2), además se les suministro agua *ad libitum*. Para el balanceo nutricional de la dieta se utilizó el software Beef Cattle Nutrient Requirements Model (BCNRM) 2016 generando dietas isoenergéticas e isoproteicas, con una ganancia diaria de peso de 1.49 kg/día.

Cuadro 2

Porcentaje de inclusión de los ingredientes del tratamiento con larva seca de Hermetia illucens y su control.

Ingredientes	Dietas	
	Control	<i>Hermetia illucens</i>
	Porcentaje de inclusión	
Maíz	36.70	40.59
Soya	4.26	3.11
Coquito	3.60	3.27
Melaza	3.60	4.91
<i>Hermetia illucens</i>	-	7.53
Pollinaza	14.74	-
Sales minerales	1.30	1.30
Ensilaje	35.79	39.29

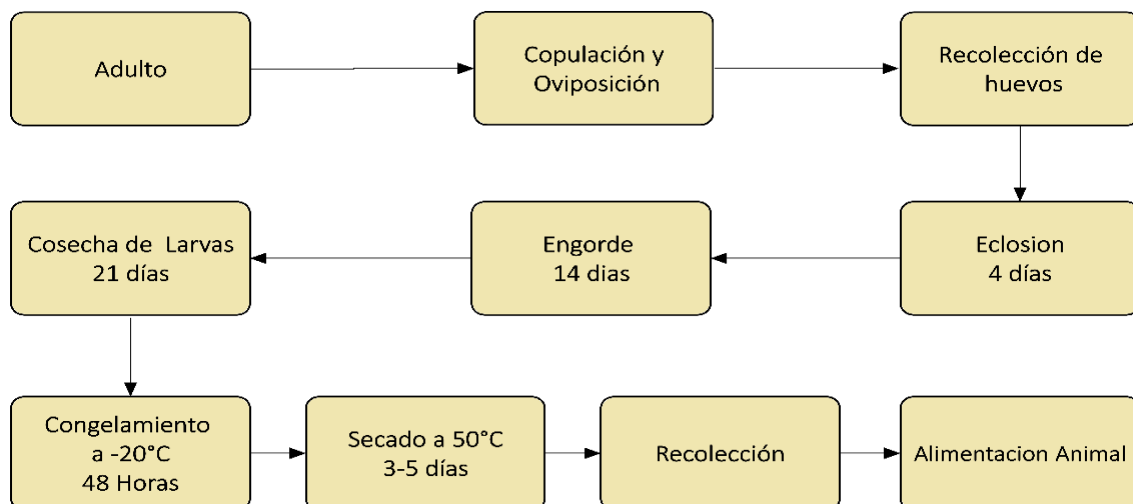
Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El diseño estadístico utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), para la evaluación de los datos se utilizaron pruebas de separación mínima de medias (LSMEANS), diferencia de probabilidades (PDIFF) bajo un arreglo de medidas repetidas en el tiempo. en el programa Statistical Analysis System (SAS®), con un valor de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

Producción de Larva Seca de *Hermetia illucens*

Figura 1

Esquema de producción de larva seca de *Hermetia illucens*



Para la obtención de este ingrediente alternativo se acudió al laboratorio de entomología en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, quienes suministraron las larvas de *Hermetia illucens* (L.) durante todo el periodo experimental. El proceso de producción de larva dura 21 días dependiendo de las condiciones ambientales que se presenten y su alimentación de acuerdo con el nivel de proteína. El alimento proporcionado a las larvas provino del comedor “Doris Stone”, que suplió diariamente 150 kg de residuos orgánicos, sin representar ningún costo de adquisición. El alimento fue suministrado tal cual fue recibido del comedor, no obstante, si este fuese triturado sería más aprovechable para la larva. La producción de *H. illucens* está dividida en dos sectores, destinando un área a la reproducción y otra área a la crianza de larvas. Estas larvas fueron alimentadas continuamente día de por medio para ser utilizadas como alimento animal, ya que, se encuentran con el peso y el tamaño ideal, si la alimentación se extiende una semana más de lo óptimo, las larvas aumentan su porcentaje de quitina lo cual no es digerible para el animal.

Para la obtención de los huevos, los adultos requieren de luz solar para la copulación, seguido de la oviposición. En días con temperaturas bajas la oviposición disminuye, siendo esto una de las

mayores limitantes para la producción, la temperatura por debajo de los 27 °C da como resultado actividad adulta reducida y por consecuencia bajas tasas de apareamiento y oviposición. Diariamente se cosecharon huevos, procurando manipularlos lo menos posible, se colocaron 2 g de huevos por bandeja, estos tardaron cuatro días en eclosionar luego de ser puestos en el alimento. Al momento de la eclosión comenzó la actividad en el alimento al fondo del envase pudiéndose ver hasta tres días después. Al pasar siete días de colocar los huevos en el envase y a medida que las larvas eclosionan y se alimentan, es necesario trasladarlas a compartimentos más grandes para obtener una producción adecuada. Todo lo anteriormente mencionado se realiza en un cuarto de incubación en condiciones ambientales con temperaturas que oscilan entre 25 y 29 °C. Las últimas dos semanas de vida fueron trasladadas al área de engorde en compostera. Una vez están en el tamaño y peso adecuado, se cosecharon separando el estiércol de la larva y consecuentemente son sacrificadas por medio de congelación; luego de verificar que las larvas estuvieran muertas e inmóviles se trasladaron al secador solar, en donde permanecieron y se secaron por cinco días a temperaturas de 40 a 50 °C en donde pierden un 60% del peso inicial ya que la larva es 60% agua y 40% peso seco.

Indicadores Productivos

La ganancia diaria de peso como parámetro reproductivo es el indicador que determina el peso parcial o final de los animales (Riascos Vallejos et al. 2018). La medición de la condición corporal (CC) en bovinos es importante, porque refleja el estado nutricional del animal; asimismo, el acúmulo de grasa corporal muestra variaciones en los resultados de perfil lipídico, debido a que los niveles de colesterol aumentan si el animal está obeso y disminuyen si está mal nutrido. La CC puede justipreciar manifestaciones complejas como la movilización de reservas corporales a diferentes estados fisiológicos del animal. Esto debido a que los animales tienen primacías fisiológicas de sobrevivencia, crecimiento, gestación y producción (Osorio y Vinazco 2010). La altura a nivel de la cruz es un parámetro que es juzgado en relación con una referencia correspondiente a su raza, su edad y en menor medida a su sexo, ayuda a medir masa muscular, observando distancia entre escápulas (Moreno y Diaz 1996).

VARIABLES POR EVALUAR

Las variables evaluadas fueron el consumo diario, la ganancia diaria de peso (GDP), peso final, índice de conversión alimenticia (ICA) y los costos totales de cada tratamiento. Los animales se pesaron individualmente al inicio y posteriormente al día 28, 49 y 62 por medio de la balanza Gallagher W0.

Consumo Diario de Alimento

Esta variable se evaluó restando el rechazo del alimento ofrecido por ración, calculado según la fórmula 1:

$$\text{Consumo Diario (kg)} = \frac{\text{Alimento ofrecido (kg)} - \text{Rechazo (kg)}}{N^{\circ} \text{ Animales}} \quad [1]$$

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Esta variable se evaluó dividiendo la ganancia de peso en cada periodo, entre los días, respectivamente, calculado según la fórmula 2:

$$\text{GDP (kg)} = \frac{[\text{Peso actual (kg)} - \text{Peso anterior (kg)}]}{\text{Días del período}} \quad [2]$$

Peso Final de los Animales

Se hizo un pesaje final a los 62 días para evaluar la ganancia de peso total.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Esta variable se evaluó dividiendo la cantidad de alimento consumido entre el peso ganado, así obteniendo la cantidad de alimento requerida para aumentar 1 kg de peso, calculado según la fórmula 3:

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo de Alimento (kg)}}{\text{Peso ganado (kg)}} \quad [3]$$

Costos Totales

Se evaluaron los costos de alimentación (62 días).

Resultados y Discusión

Consumo Diario de Alimento

Para la variable consumo de alimento, se observó una diferencia ($P = 0.001$), presentando valores de 12.06 kg y 8.78 kg, respectivamente. Según lo reportado por Barragan et al. (2017) *Hermetia illucens* (L.) contiene un alto contenido de proteínas como además posee más grasas de lo necesario para la mayoría de los animales, lo que podría disminuir la disposición del animal a comer, asimismo menciona que, una forma no procesada de *H. illucens* puede afectar su digestibilidad y/o palatabilidad y ser menos aprovechable para las especies que lo ingieren. Lo mismo sucedió con la investigación de Tasci (2023) que demostró que la alimentación con *H. illucens* no superó el consumo en relación a la dieta control la cual incluía soya y trigo. En el estudio de Fukuda et al. (2022) se evidencia que no hubo diferencias significativas, aunque hubo una tendencia a que su dieta control tuviera mayor consumo de alimento sobre la dieta con *H. illucens*.

Cuadro 3

Consumo diario de becerras alimentadas con larva seca de Hermetia illucens y su control.

Tratamientos	Consumo (kg)	EE
Control	12.06	0.12
Larva seca de Hermetia	8.78	0.14
Probabilidad	<0.001	

Nota. EE±: Error Estándar.

Ganancia Diaria de Peso

La ganancia diaria de peso (GDP) no presentó diferencias entre tratamientos ($P > 0.05$) en el primer y segundo periodo, asimismo en la GDP acumulada. Según Fukuda et al. (2022) la inclusión de larva seca de *H. Illucens* no afecta los parámetros productivos como es la GDP. En este estudio, las dietas han sido formuladas para suplir los requerimientos nutricionales en ambos tratamientos, siendo la proteína metabolizable de 1.49 kg/día para cada tratamiento según el software Beef Cattle Nutrient Requirements Model (BCNRM) 2016. En el periodo III se encontraron diferencias ($P = 0.02$) dando como resultado una mejor GDP en la alimentación con larva seca de *H. illucens*, siendo esta de 0.94 y la dieta control 0.52 kg/día. Según Arias et al. (2008) la menor productividad se da en época

lluviosa y está asociada a mayor demanda de energía y menor digestibilidad del alimento suministrado. Esto puede explicar el descenso de la GDP en el periodo III en ambos tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4

Ganancia Diaria de Peso (kg/día) de las becerras en cada tratamiento de 0-62 días.

Tratamientos	GDP (kg)							
	Periodo I	EE	Periodo II	EE	Periodo III	EE	Acumulado	EE
Control	1.04	0.09	1.47	0.11	0.52	0.11	1.77	0.11
Larva seca de <i>Hermetia</i>	1.18	0.14	1.46	0.13	0.94	0.15	1.62	0.08
Probabilidad	0.40		0.93		0.02		0.40	

Nota. GDP: Ganancia diaria de peso. EE: Error Estándar.

Pesos de los Animales

El Cuadro 5 muestra los pesos iniciales tanto los del periodo I, II y III de las becerras en cada tratamiento, T1: 202.00 ±13.92, 277.23 ±27.14, 308.23 ±28.50, 311.91 ±31.39 y T2: 204.00 ±14.57, 262.00 ±24.20, 292.68 ±26.06, 304.95 ±27.95, respectivamente, en el cual no existió diferencias ($P > 0.05$), en todos los pesos de las becerras. El tratamiento control gano en promedio 109.91 kg de peso vivo. El tratamiento con larva seca de *H. illucens*, gano en promedio 100.95 kg de peso vivo. Tomando en cuenta que el tratamiento con *H. illucens* indica un menor consumo y no existe diferencias significativas en los pesos finales, esto puede deberse a que *H. illucens* por ser una proteína de origen animal, posee un mejor perfil de aminoácidos (Gasco et al. 2020), es decir, no toda la proteína se desdobla en proteína microbiana sino que, una parte es trasladada al abomaso (Chalupa 1978), evitando perdidas de energía en el proceso de formación de proteína microbiana traduciéndose a una mejor eficiencia energética, no obstante, Vélez Parra et al. (2022) corrobora que las razas *Bos indicus* llamadas comúnmente cebú, son más resistentes y adaptables a condiciones tropicales como las que se presentaron en esta investigación.

Cuadro 5

Pesos (kg) de becerras alimentadas con larva seca de Hermetia illucens y dieta control.

Tratamientos	Pesos (kg)							
	Peso inicial	EE	Periodo I	EE	Periodo II	EE	Periodo III	EE
Control	202.00	4.40	277.23	8.58	308.23	9.01	311.91	9.93
Larva de Hermetia	204.00	4.60	262.00	7.65	292.68	8.24	304.95	8.84
Probabilidad	0.85		0.17		0.16		0.53	

Nota. EE±: Error Estándar.

Índice de Conversión Alimenticia

Se presentó una diferencia ($P = 0.01$) en la variable de índice de conversión alimenticia (Cuadro 6), con una tendencia a que la dieta con larva seca de *H. illucens* tuviera un mejor valor, siendo este un ICA de 6.59 y 8.45 para el control, este valor es de suma importancia ya que da una idea clara de lo eficiente que puede llegar a ser una producción pecuaria gracias a la suplementación. The Brahman Society (2020) reporta que un ICA ideal para estas razas oscila entre 4.5-7.5, siendo esta una buena medida para controlar el rendimiento del ganado de ceba. Según Mac (2013) el ICA es un indicador utilizado para evaluar un ciclo de alimentación ya finalizado, debido a que involucra varios aspectos a considerar, como la calidad nutritiva de la mezcla, la genética, sanidad, suministro de ración y manejo de los animales. En esta investigación se demuestra que la suplementación con *H. illucens* cumplió los requerimientos de las becerras (Cuadro 5). Tomando en cuenta que en el Cuadro 3 el consumo de alimento de *H. illucens* fue menor, este no repercutió en los pesos finales de los animales ya que no hubo diferencias significativas entre ellos al final del experimento, justificando el mejor ICA.

Cuadro 6

Índice de Conversión Alimenticia de las becerras alimentados con larva de Hermetia illucens y su control.

Tratamientos	ICA	EE
Control	8.45	0.56
Larva seca de Hermetia	6.59	0.34
Probabilidad	0.01	

Nota. ICA: Índice de Conversión Alimenticia. EE±: Error Estándar.

Costos

En cuanto a los costos totales durante los 62 días del experimento, se evidenció que el costo para el tratamiento control, mantuvo niveles más bajos. De acuerdo con Aguilar (2022) desde el mes enero de 2021 los precios del maíz y la soya ya mostraban un crecimiento preocupante, se esperó que las causas que lo provocaban desaparecieran para que a finales del año 2022 se vieran niveles más bajos. El costo total fue mayor para el tratamiento con *Hermetia*, debido a que el laboratorio de entomología de Zamorano actualmente es una planta piloto, cuenta con capacidad limitada de producción. Para llegar a un punto de equilibrio económico en donde la larva alcance un valor que pueda ser comercializada y competir con los precios de harina de soya o de pescado, se requiere producir cinco toneladas de larva al mes, lo que equivale a recibir al menos 3.6 toneladas de residuos al día.

Cuadro 7

Costo total por 62 días de alimentación por tratamiento y costo diario por animal de la ración totalmente mezclada

Tratamientos	Costo total (US\$)	Costo/ración (US\$)
Control	\$2,167.36	\$3.50
Larva seca de <i>Hermetia</i>	\$2,890.53	\$4.66

Conclusiones

La inclusión de larva seca de *Hermetia illucens* (L.) demostró resultados positivos en el desempeño productivo de becerras de aptitud cárnica bajo confinamiento, reduciendo un 27% de inclusión de harina de soya.

No se observó diferencias para las variables de ganancia diaria de peso y pesos finales, sin embargo, las variables de índice de conversión alimenticia y el consumo de los tratamientos si presentaron diferencias significativas.

Recomendaciones

Replicar el experimento usando diferentes formas de presentación de *Hermetia illucens* (L.), como harinas o alimento desgrasado.

Suplementar animales en mejores condiciones de cebadero como: Corral techado con piso de concreto.

Realizar el experimento con diferentes porcentajes de inclusión de *H. illucens*.

Evaluar la inclusión de *H. illucens* en diferentes etapas productivas de razas cárnicas hasta su cosecha.

Realizar un análisis de factibilidad económica para la inclusión de *H. illucens* en dietas de ganado de carne.

Referencias

- Aguilar JdJ. 2022. Maíz y soya 2022: ¿hacia dónde van sus precios? [sin lugar]: Ganaderia.com; [consultado el 10 de jul. de 2023]. <https://www.ganaderia.com/destacado/maiz-y-soya-2022-hacia-donde-van-sus-precios>.
- Arias RA, Mader TL, Escobar PC. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch. med. vet; [consultado el 27 de jun. de 2023]. 40(1). doi:10.4067/S0301-732X2008000100002.
- Astuti DA, Wiryawan KG. 2022. Black soldier fly as feed ingredient for ruminants. Animal Bio Science; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 35(2). <https://www.animbiosci.org/journal/view.php?doi=10.5713/ab.21.0460>.
- Barragan Fonseca KB, 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 30 de jun. de 2023]. 3(2):105–120. doi:10.3920/JIFF2016.0055.
- Callejas N, Aranda H, Rebollar S, De la Fuente M. 2014. Assesment of economic indicators for cow and calf production in Chihuahua state, Mexico. Agron. Mesoam; [consultado el 28 de jun. de 2023]. 25(1). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000100013.
- Chalupa W. 1978. Production of animal protein from nonprotein nitrogen chemicals. Adv Exp Med Biol; [consultado el 13 de jul. de 2023]. 105:473–495. eng. doi:10.1007/978-1-4684-3366-1_25.
- Fukuda EP, Cox JR, Wickersham TA, Drewery ML. 2022. Evaluation of Black Soldier Fly larvae (*Hermetia illucens*) as a protein supplement for beef steers consuming lowquality forage1. Translational Animal Science; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 6(1-6). <https://academic.oup.com/tas/article/6/1/txac018/6515469>.
- Gasco L, Acuti G, Bani P, Dalle Zotte A, Danieli PP, Angelis A de, Fortina R, Marino R, Parisi G, Piccolo G, et al. 2020. Insect and fish by-products as sustainable alternatives to conventional animal proteins in animal nutrition. Italian Journal of Animal Science; [consultado el 13 de jul. de 2023]. 19(1):360–372. doi:10.1080/1828051X.2020.1743209.
- Lu S, Taethaisong N, Meethip W, Surakhunthod J, Sinpru B, Sroichak T, Archa P, Thongpea S, Paengkoum S, Purba RAP, et al. 2022. Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review. Insects; [consultado el 2 de abr. de 2023]. 13(9). eng. doi:10.3390/insects13090831.
- Mac Loughlin RJ, editor. 2013. Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico. VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición; 3 y 4 de octubre; Argentina. Rosario-Argentina: [sin editorial] ; [consultado el 30 de jun. de 2023]. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/105-Conversion_decision_engordes.pdf.

- Molina CF. 2021. Uso de harina de larva de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) en alimentación animal. [Tesis]. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander; [consultado el 27 de ene. de 2023]. https://www.researchgate.net/publication/357033140_Uso_de_harina_de_larva_de_mosca_soldado_negra_Hermetia_illucens_en_alimentacion_animal_EF/link/61b90ae6a6251b553abc2b90/download.
- Montes V D, Vergara G O, Prieto M E, Rodríguez P A. 2008. Estimación de los parámetros genéticos para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza brahman [Tesis de pregrado]. Colombia: Ciudad Universitaria, Montería, Córdoba, Colombia; [consultado 26/01/22]. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682008000100009.
- Moreno A, Diaz C. 1996. Manual práctico para la calificación morfológica. Francia: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades; [consultado el 6 de feb. de 2023]. https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/anexo5unidos_tcm30-563179.pdf.
- Osorio JH, Vinazco J. 2010. El metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas; [consultado el 6 de feb. de 2023]. 9(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-95502010000200007.
- Riascos Vallejos AR, Apráez-Guerrero JE, Vargas M DP, Londoño-Arcila A. 2018. Efecto de la suplementación con ensilaje de estiércol porcino sobre los indicadores productivos en bovinos Hartón del Valle. Orinoquia; [consultado el 6 de feb. de 2023]. 22(1):34–40. doi:10.22579/20112629.477.
- Romig S. 2020. Los sistemas agropecuarios y alimentarios de América Latina y el Caribe están listos para una profunda transformación. Washington: [sin editorial] ; [consultado el 28 de jun. de 2023]. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/11/12/agriculture-food-systems-latin-america-caribbean-changes>.
- Tasci K. 2023. An in vivo evaluation of defatted black soldier fly larvae (bsfl) for beef cattle consuming a basal diet of forage. [sin lugar]: [sin editorial]. ISBN: <https://digital.library.txstate.edu/handle/10877/16626>; [consultado el 28 de jun. de 2023].
- The Brahman Society. 2020. Feed efficiency. [sin lugar]: The Brahman Cattle breeders Society South Africa; [consultado el 13 de jul. de 2023]. <https://brahman.co.za/feed-efficiency-what-to-know/>.
- Vélez Parra V, Torres Gaviria JS, Echeverry López JC, editores. 2022. Bibliographic review about heat stress and its management in *Bos taurus* and its crosses in the tropics. 1ª ed. Pereira, Colombia: [sin editorial]. 1 vol. ISBN: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/88314755-32c8-429c-a93a-0f4cff829f19/content>; [consultado el 28 de jun. de 2023].

Anexos

Anexo A

Unidad de ganado de carne



Anexo B*Elaboración del concentrado*

Anexo C*Representación de la ración totalmente mezclada*

Anexo F*Área de engorde de larvas en compostera*

Anexo G

Costo de los componentes y diferencia de precio entre los tratamientos

Ingredientes	Precio/Kg (US\$)	Control (%)	Costo Control (US\$)	<i>Hermetia illucens</i> (%)	Costo <i>hermetia</i> (US\$)
Maíz	0.48	36.70	17.76	40.59	19.64
Soya	0.73	4.26	3.10	3.11	2.26
Coquito	0.30	3.60	1.08	3.27	0.98
Melaza	0.03	3.60	0.10	4.91	0.14
Hermetia illucens	3.13	-	-	7.53	23.57
Pollinaza	0.05	14.75	0.67	-	-
Sales minerales	2.61	1.30	3.40	1.30	3.40
Ensilaje	0.11	35.79	3.79	39.29	4.16
Total		100.00		100.00	
Costo			29.89		54.14

Nota: Tipo de cambio: 24.51 L/US\$; Costo total para 100 kg de concentrado formulado