

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



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto de la inclusión de harina de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en la
dieta sobre el desempeño productivo de terneras de ganado lechero en
la etapa de crecimiento**

Estudiantes

Sebastián Melgar Rosales

Otto Xavier Villatoro Rodríguez

Asesores

Marielena Moncada Laínez, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Honduras, junio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA ODILA TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Anexo.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	11
Ubicación del Estudio.....	11
Proceso de la Harina de Ajonjolí.....	11
Tratamientos.....	12
Variables Evaluadas	13
Peso Final (kg)	13
Circunferencia de la Caja Torácica (CCT).....	13
Altura de la Cruz (cm).....	14
Consumo de Alimento Diario (CAD).....	14
Consumo de Alimento Total (CAT).....	14
Ganancia Diaria de Peso (GDP en kg/día)	14
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	15
Análisis de Costos.....	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	15
Resultados y Discusión.....	16
Peso Final	16
Circunferencia de la Caja Torácica	17

Altura de la Cruz.....	17
Consumo de Alimento Diario	18
Consumo de Alimento Total	19
Ganancia Diaria de Peso	19
Índice de Conversión Alimenticia.....	20
Análisis de Costos.....	20
Conclusiones	22
Recomendaciones.....	23
Referencias.....	24
Anexo	27

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Distribución racial de las terneras para cada tratamiento	12
Cuadro 2 Composición de la dieta control.....	13
Cuadro 3 Composición de la dieta con inclusión de ajonjolí	13
Cuadro 4 Pesos obtenidos bajo el efecto de cada tratamiento.....	16
Cuadro 5 Circunferencia de la caja torácica para cada tratamiento.....	17
Cuadro 6 Altura a la cruz a lo largo del experimento para cada tratamiento	18
Cuadro 7 Consumo de alimento diario y total expresados en kg de materia seca.....	19
Cuadro 8 Ganancia Diaria de Peso e Índice de Conversión Alimenticia de cada tratamiento	20
Cuadro 9 Costos de alimentación (USD) por cada ternera para ambos tratamientos	21

Índice de Anexo

Anexo A Análisis bromatológico de la harina de ajonjolí.....	27
--	----

Resumen

Los subproductos agroindustriales, actualmente son una alternativa muy eficaz para los productores que buscan dietas balanceadas y de menor costo. La harina de ajonjolí no es muy utilizada debido a su poca disponibilidad, pero sus aportes en valores proteicos y su grado de digestibilidad en cuanto a proteína son altos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de la harina de ajonjolí (*Sesamun indicum*) en la dieta de crecimiento sobre el desempeño de las terneras en cuanto a ganancia diaria de peso, índice de conversión alimenticia, altura de la cruz, circunferencia torácica y consumo de alimento y el costo de la alimentación, en la unidad de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana. Se utilizaron 30 terneras de las razas Holstein, Pardo Suizo y sus encastes. Estas fueron alimentadas con una dieta a base de ensilaje de sorgo y concentrado con soya como fuente de proteína (control), para el segundo tratamiento se ofreció una alimentación a base de ensilaje y concentrado con harina de ajonjolí como sustituto parcial de la harina de soya. Las variables peso, altura de la cruz, circunferencia de la caja torácica, índice de conversión alimenticia, ganancia diaria de peso y consumo de alimento no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, demostrando que el tratamiento con harina de ajonjolí es un sustituto que iguala los rendimientos productivos en comparación con la harina de soya. Al realizar el análisis de costos, se encontró una diferencia en cuanto al costo de alimento por kilogramo de peso ganado de USD 0.09 a favor del tratamiento con la inclusión de harina de ajonjolí.

Palabras clave: Desempeño productivo, reemplazos, subproductos agroindustriales.

Abstract

Agroindustrial by products are currently a very effective alternative for producers seeking balanced diets. One of these nutritional substitutes is sesame meal, which unfortunately is not well known due to its availability, but its contribution in protein values and its digestibility in terms of protein are very high. The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of sesame (*Sesamun indicum*) meal on the productive performance of dairy cattle calves in the growth stage on daily weight gain, feed conversion ratio, withers height, thoracic circumference, feed intake and feed cost, in the dairy cattle unit of the Escuela Agrícola Panamericana. Thirty Holstein and Brown Swiss female calves were used. These were fed a diet based on sorghum silage and concentrate with soybean as a protein source (control), for the second treatment a diet based on silage and concentrate with sesame meal as a partial substitute for soybean meal was offered. The variables: weight, height at withers, thoracic circumference, feed conversion rate, daily weight gain and feed intake did not show differences ($P > 0.05$) between treatments, demonstrating that the sesame meal treatment is a substitute that is similar in productive yields compared to soybean meal. The cost analysis showed a difference in feed cost per kilogram of weight gained of USD 0.09 in favor of the diet with the inclusion of sesame meal.

Keywords: Agroindustrial by products, digestibility, productive yields.

Introducción

El sector lechero, progresivamente, está integrando la economía mundial caracterizada por importaciones y exportaciones (Gamarra 2001). De acuerdo con la FAO en el año 2021, alrededor de 150 millones de hogares en todo el mundo se dedican a la producción de leche. La producción lechera mundial ha pasado de 530 millones de toneladas en 1988 a 843 millones de toneladas en 2018 (FAO 2021). El producto interno bruto ganadero (PIBG), compuesto por los rubros de carne y leche bovina, representan el 1.3% del producto interno bruto regional (PIB). La producción lechera para el año 2019, fue de 2.5 millones de toneladas, con un promedio de 2.16 millones de vacas en ordeño diario (Mena 2014). En Honduras se producen 1.8 millones de litros de leche diarios de los cuales el 60% es del sector artesanal y el 40% de las plantas industriales (CATIE 2016).

La crianza de terneras es una de las etapas más importantes en la explotación bovina lechera. Las terneras nacen en un corral de partos al cual se le debe proporcionar un ambiente adecuado y sin riesgos a contraer enfermedades, para obtener un potencial productivo eficiente (Lainfiesta Fortin 2014; Barberena Gonzalez y Araujo Balseca 2017). La importancia de realizar un correcto sistema de levante de crianza de terneras es eficientizar la ganancia de talla y peso en el menor tiempo, sin afectar su desarrollo y crecimiento fisiológico, sin ignorar un factor económico óptimo. Una buena crianza de terneras tiene como meta principal obtener una ternera, sana y vigorosa, que alcance los mejores rendimientos de crecimiento en un corto periodo de tiempo (Lainfiesta Fortin 2014).

Las terneras alimentadas adecuadamente durante la etapa de crianza presentan mejor eficiencia de conversión de alimento a leche cuando son adultas, para ello es necesario alcanzar una ganancia diaria de peso de, aproximadamente, 750 g desde el nacimiento hasta el parto, para el caso de las razas Holstein y Pardo suizo (Hortigüela et al. 2017). En la actualidad, el factor económico da un gran impacto en las lecherías, ya que se caracterizan por depender de dietas balanceadas a base de granos básicos. La soya (*Glycine max*) es el principal grano utilizado para proveer proteína a diferentes animales, especialmente a los rumiantes, pero debido a sus elevados costos, en muchos casos los diferentes sistemas de levante se ven obligados a realizar fuertes inversiones para la obtención de

este producto. Dada esta problemática los productores han optado por sustitutos nutricionales que provean a las dietas balanceadas los nutrientes suficientes para reducir o incluso eliminar dichos productos.

Las necesidades nutricionales de cada especie se llenan suministrando una ración adecuada que contenga proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales siempre que el animal tenga una buena función digestiva y el apetito adecuado (INATEC 2016). La proteína de la soya contiene todos los aminoácidos esenciales, la mejor fuente de calcio y fósforo de los granos de cereales (Muncker Alzate 2010). La soya por su composición es relativamente baja en metionina y triptófano. Además, la soya contiene una gran cantidad de factores antinutritivos termolábiles y termoestables (Solà-Oriol 2018). Una alternativa viable en los sistemas de alimentación en rumiantes son los frutos o semillas de oleaginosas, como el ajonjolí (*Sesamum indicum*). La harina de ajonjolí como subproducto de la agroindustria es ligeramente bajo en lisina, pero rico en otros aminoácidos, especialmente en cisteína, metionina, arginina y leucina; sin embargo, en cuanto a factores anti nutricionales se reporta la presencia de ácido fítico (2.4-5%), oxalatos y factores antigénicos, los cuales se mantienen estables al tratamiento térmico. La harina de ajonjolí contiene entre 44 y 50% de proteína, de 10 a 12% de extracto etéreo, 5 a 7% de fibra cruda y de 5 a 12% de cenizas (García Balbuena 2020a).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la inclusión de la harina de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en dietas para terneras en etapa de crecimiento de seis a nueve meses en comparación con dietas a base de harina de soya como fuente proteica, considerando parámetros productivos y económicos como ganancia diaria de peso, ganancia de altura de la cruz, circunferencia torácica, ganancia total de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y análisis de costos.

Materiales y Métodos

Ubicación del Estudio

El presente proyecto se realizó en la sección de vaquillas perteneciente a la Unidad de Aprendizaje y Producción (UAP) Ganado Lechero de la Escuela Agrícola panamericana, Zamorano. Ubicada en el Valle del río Yeguaré a 32 km de Tegucigalpa, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. La temperatura promedio es de 26 °C, la elevación de 800 msnm, con precipitaciones anuales de 1,100 mm. El estudio se realizó entre los meses de abril a mayo del año 2022.

Proceso de la Harina de Ajonjolí

En cuanto a la extracción del aceite de ajonjolí se caracteriza por ser similar a la obtención de aceite soya. Como primer paso se da la extracción del aceite del ajonjolí, se realiza el proceso de extrusión, en donde se usa un equipo tipo mono tornillo que produce el calentamiento de la semilla mediante un rozamiento mecánico, consiguiendo romper las celdas o moléculas que contienen el aceite, permitiendo así una mejor extracción del aceite en el prensado. El subproducto de este proceso se le denomina torta de ajonjolí la cual si se desea en partículas más pequeñas se le somete a un molino para ser posteriormente empacado y dar por finalizada la harina de ajonjolí (Buffa y Gonzalez Castro 2013). En el Anexo A se encuentra el análisis bromatológico de la harina de ajonjolí utilizado en esta investigación.

Unidades Experimentales

Se utilizaron 30 terneras, de seis a 10 meses de edad, durante la etapa de crecimiento, de las razas Holstein, Pardo Suizo y sus encastes. Los animales utilizados no debían provenir de partos distócicos y ser hijas de vacas entre la segunda y quinta lactancia.

Cuadro 1

Distribución racial de las terneras para cada tratamiento

Raza	Tratamiento	
	Control	Ajonjolí
Holstein Puro	8	4
Holstein Encaste	6	10
Pardo Puro	1	1
Total	15	15

Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos:

Tratamiento Control: Terneras alimentadas con el concentrado convencional, el cual incluye harina de soya como fuente principal de proteína.

Tratamiento ajonjolí: Terneras alimentadas con concentrado a base de harina de ajonjolí y harina de soya como fuente de proteína.

Manejo y Alimentación

Las terneras en ambos tratamientos recibieron dos semanas de adaptación en los corrales experimentales. Durante este periodo se les proporcionó el concentrado convencional que incluye harina de soya como fuente principal de proteína. La alimentación se realizó dos veces por día, a las siete de la mañana y a la una y media de la tarde respectivamente. Además, el rechazo de alimento fue pesado treinta minutos antes del siguiente periodo de alimentación. El agua durante todo el experimento se ofreció *ad libitum* al igual que el consumo de minerales en salitreros.

Cuadro 2*Composición de la dieta control*

Ingredientes	Cantidad (%)
Maíz grano (molido fino)	49.50
Harina de soya	19
Afrecho de trigo	12
Harina de coquito de palma	6
200302 núcleo novillas Mod030920	5
Carbonato de calcio	1.5
Sal común	0.8
Melaza de caña	6.20
Total	100

Cuadro 3*Composición de la dieta con inclusión de ajonjolí*

Ingredientes	Cantidad (%)
Maíz grano (molido fino)	52.30
Harina de soya	13.60
Salvado de trigo	3
Harina de ajonjolí	10
Harina de coquito	6
200302 núcleo novillas Mod030920	5
Carbonato de calcio	1.3
Sal común	0.8
Melaza de caña	8
Total	100

VARIABLES EVALUADAS***Peso Final (kg)***

Se utilizó una balanza digital marca Gallagher, modelo W310. Se recolectó la información de peso cuatro veces, la primera en el día 0 del experimento, a los días 15, 30, 45 (final).

Circunferencia de la Caja Torácica (CCT)

La circunferencia se obtuvo una cinta métrica graduada, colocándola alrededor de la ternera ubicándola en la región del tórax. Se midió cuatro veces a lo largo del experimento, a los 0, 15, 30 y 45 días.

Altura de la Cruz (cm)

La altura se determinó utilizando una cinta métrica graduada, colocándola de manera vertical desde la pezuña hasta la región de la cruz. Se midió cuatro veces a lo largo del experimento, día 0, a los 15, 30 y 45 días.

Consumo de Alimento Diario (CAD)

Se evaluó a partir del alimento ofrecido y el alimento no consumido, por diferencia se obtuvo el consumo de alimento (ecuación 1).

$$CA: \text{Alimento ofrecido diario} - \text{Alimento no consumido diario} \quad [1]$$

Donde:

Alimento ofrecido diario = Cantidad de alimento ofrecido a la ternera según su consumo con base seca.

Alimento no consumido diario = Alimento que no fue consumido por la ternera, lo cual se interpreta como alimento rechazado con base seca.

Consumo de Alimento Total (CAT)

Se evaluó a partir del consumo de alimento diario, siendo este la suma del consumo diario durante los 45 días de experimentación, expresado con base seca.

Ganancia Diaria de Peso (GDP en kg/día)

Las terneras se pesaron al inicio del experimento y cada 15 días hasta finalizar el experimento. Se calculó utilizando la fórmula de ganancia diaria de peso (ecuación 2).

$$GDP: \frac{\text{peso final} - \text{peso inicial}}{45 \text{ días}} \quad [2]$$

Donde:

Peso final = peso que han ganado las terneras al transcurrir 15 días.

Peso inicial= Peso al inicio de cada etapa de muestreo, antes de suministrar el alimento balanceado.

45 días= Tiempo transcurrido entre una toma de muestras con la siguiente.

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

La conversión alimenticia se determinó dividiendo los kilogramos de alimento consumidos entre la ganancia diaria de peso (ecuación 3).

$$ICA: \frac{\text{consumo de alimento diario(kg)}}{\text{Ganancia diaria de peso}} \quad [3]$$

Donde:

Alimento consumido (kg)= El alimento consumido por la ternera expresado en kilogramos.

Ganancia diaria de peso (kg)= Valor que indica la ganancia de peso de la ternera al día.

Análisis de Costos

Se calcularon tomando en cuenta únicamente los costos de alimentación en ambos tratamientos a lo largo de la etapa de crecimiento.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizaron 30 terneras de las razas Holstein, Pardo suizo y sus encastes, en un diseño completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, con dos tratamientos y quince repeticiones por tratamiento, considerando cada ternera como una unidad experimental. Se utilizó una prueba T- Student, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS[®]) versión 9.4.

Resultados y Discusión

Peso Final

En el Cuadro 4 se presentan los valores obtenidos para la variable peso. No hubo diferencias ($P > 0.05$) en el peso inicial, lo cual indica que ambos tratamientos iniciaron bajo las mismas condiciones y fueron uniformes para la variable peso. Además, no hubo diferencias ($P > 0.05$) en las variables de peso final y peso ganado bajo el efecto de los diferentes tratamientos en la etapa de experimentación; García Balbuena (2020a) obtuvo un peso final de 268.75 kg al suministrar una dieta con similar composición a terneras, investigación en la cual no reportaron diferencias ($P > 0.05$) para la variable de peso final. Así mismo, Godoy de León y F. Chico (1991) en la investigación efecto de la inclusión de pasta de ajonjolí en la respuesta productiva de becerras en el trópico, no encontraron diferencias estadísticas en las variables de peso inicial y final de terneras alimentadas con forraje, urea y ajonjolí. Por el contrario, Khan et al. (1998) evaluaron el efecto de reemplazar la torta de ajonjolí con excrementos de aves de corral sobre el crecimiento y la utilización de nutrientes a niveles de 50 y 100% en terneros en crecimiento y obtuvieron que los animales alimentados con torta de ajonjolí ganaron más peso vivo que los alimentados con la dieta de control. Además, según Herano et al. (2002), el cambio de peso corporal fue similar cuando se alimentó con harina de ajonjolí a un nivel de 200 g/d en pequeños rumiantes específicamente en cabras.

Cuadro 4

Pesos obtenidos bajo el efecto de cada tratamiento

Tratamiento	Peso (kg)		
	Inicial	Final	Peso Ganado
Control	188.80 ± 22.01	229.30 ± 21.79	40.55 ± 2.43
Ajonjolí	188.10 ± 21.74	229.10 ± 21.83	41.02 ± 1.73
EE±	7.98	7.96	0.77
Valor P	0.96	0.99	0.21

Nota. EE± Error Estándar

Circunferencia de la Caja Torácica

No se registró diferencia ($P > 0.05$) en la variable inicial de circunferencia de la caja torácica inicial para ambos tratamientos, lo cual demuestra que el inicio de ambos tratamientos fue uniforme. De igual manera, no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) para las variables de caja torácica final y caja torácica ganada (Cuadro 5). De acuerdo con Medina et al. (2015) el incremento del diámetro de la circunferencia, indica que la circunferencia inicial influye en la circunferencia final, además que el incremento en la circunferencia de la caja torácica de los animales esta influenciada directamente por el peso ganado, energía metabolizable y el consumo de agua, lo cual explica los resultados ($P > 0.05$). Por otra parte, se pueden observar los valores obtenidos para la variable de circunferencia de la caja torácica final, los cuales concuerdan con los obtenidos por Bermudez Fong (2022), quien indica que los valores ideales para terneras de razas grandes con una edad de 7 a 12 meses son 146.30 ± 12.78 cm.

Cuadro 5

Circunferencia de la caja torácica para cada tratamiento

Tratamiento	Circunferencia de la caja torácica (cm)		
	Inicial	Final	Circunferencia ganada
Control	133.70 ± 6.23	141.70 ± 5.38	7.93 ± 7.93
Ajonjolí	134.70 ± 4.35	143.10 ± 4.08	8.33 ± 8.33
EE±	1.96	1.74	0.40
Valor P	0.19	0.31	0.08

Nota. EE± Error estándar

Altura de la Cruz

En el Cuadro 6 se muestran los valores obtenidos para la variable altura inicial, altura final y altura ganada. No hubo diferencias ($P > 0.05$) en la variable de altura inicial, lo cual corrobora que ambos tratamientos fueron uniformes bajo la variable altura. Además, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en las variables de altura final altura ganada bajo el efecto de los diferentes tratamientos en la etapa de experimentación. De acuerdo con Bermudez Fong (2022) los valores ideales de altura de la cruz para terneras de razas grandes con una edad de siete a 12 meses son (117.81 ± 7.06), estos

valores concuerdan con los obtenidos para este experimento. Por otra parte Monge-Rojas y Elizondo- (Salazar 2017) señalan que la altura de la cruz influye en el crecimiento y adecuado desarrollo de los reemplazos de lechería, factor que es clave para obtener las mejores vacas en producción, ya que influye en diversos parámetros productivos.

Cuadro 6

Altura a la cruz a lo largo del experimento para cada tratamiento

Tratamiento	Altura (cm)		
	Inicial	Final	Altura Ganada
Control	110.90 ± 3.15	114.90 ± 2.87	3.93 ± 0.61
Ajonjolí	110.50 ± 3.11	115.0 ± 3.11	4.47 ± 0.92
EE±	1.14	1.09	0.28
Valor P	0.97	0.76	0.13

Nota. EE± Error estándar

Consumo de Alimento Diario

En el Cuadro 7 se muestran los valores obtenidos para la variable consumo diario de alimento con base en materia seca, la cual no presentó diferencias ($P > 0.05$) bajo el efecto de ambos tratamientos. En la variable estadística de consumo de alimento fue menor con lo reportado por Flores Aguirre (2007), quien indica que el consumo diario de materia seca en una dieta con 0% de inclusión de ajonjolí debe ser de 8.21, los datos obtenidos en este experimento se encuentran por debajo de los descritos anteriormente, esto es debido a que evaluaron animales con mayor edad. Por otra parte, Romero Domínguez (2017) indica que, el consumo de materia seca afecta directamente el rendimiento animal. Asimismo, es el principal determinante de los nutrientes utilizados para cumplir los requisitos de mantenimiento y producción. Sin embargo, de acuerdo con Arias Barahona (2003) terneras de reemplazo con un peso entre 150 y 250 kg deben consumir en promedio 4.1 a 6.4 kg de materia seca al día, esto concuerda con los datos presentados en el Cuadro 7 donde se evaluaron terneras entre 188 a 219 kg de peso.

Cuadro 7

Consumo de alimento diario y total expresados en kg de materia seca

Tratamiento	kg/día	Consumo Acumulado (kg)
Control	5.65 ± 0.35	254.4 ± 15.61
Ajonjolí	5.64 ± 0.36	253.6 ± 16.29
EE±	0.07	3.36
Valor P	0.81	0.77

Nota. EE± Error estándar.

Consumo de Alimento Total

En el Cuadro 7 se detalla los valores obtenidos para la variable de consumo total de alimento con base en materia seca. No hubo diferencias ($P > 0.05$) en el consumo total de alimento, lo cual indica que las ofertas de alimento dadas a cada tratamiento se repartieron de manera uniforme a lo largo del experimento.

Ganancia Diaria de Peso

Tomando como referencia el Cuadro 8, se detallan los valores obtenidos para la variable ganancia diaria de peso. No se presentaron diferencias ($P > 0.05$) en la ganancia diaria de peso, lo cual refleja que ambos tratamientos se desempeñaron de igual forma durante la fase experimental (Cuadro 8). Según estudios realizados por García Balbuena (2020b), en donde se analizó un nivel de inclusión del 10% de torta de ajonjolí y 10% de torta de soya, en los cuales la ganancia diaria de peso (GDP) no se mostró diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos, promediando 0.84 kg. Además, de acuerdo con lo reportado por López Trujillo et al. (2002), quienes evaluaron la sustitución de 9% de pasta de soya por harina de algodón en una dieta integral en hembras de raza Beefmaster y Charolais obtuvieron ganancias de peso similares cuando las dietas de crecimiento incluían soya, pero los aumentos de peso de los Charolais fueron superiores ($P \leq 0.05$) cuando la dieta contenía harina de algodón (1.49 vs 1.19 kg/día). De acuerdo con el estudio realizado por Arias Barahona (2003) para terneras en similares condiciones con las del experimento, la ganancia diaria de peso debe ser 0.95 ± 0.24 kg/día, lo cual concuerda con los datos obtenidos en este estudio.

Cuadro 8

Ganancia Diaria de Peso e Índice de Conversión Alimenticia de cada tratamiento

Tratamiento	GDP (kg/día)	ICA
Control	0.90 ± 0.05	6.40 ± 0.33
Ajonjolí	0.91 ± 0.04	6.30 ± 0.26
EE±	0.02	0.10
Valor P	0.26	0.35

Nota. EE± Error Estándar

Índice de Conversión Alimenticia

Como se muestra en el Cuadro 8, se reflejan los valores analizados para la variable índice de conversión alimenticia. No hubo diferencias ($P > 0.05$) en el índice de conversión alimenticia dada durante el transcurso del experimento, lo cual indica que, en los dos tratamientos la conversión de alimento a kilogramo de peso ganado se realizó de una manera uniforme. Sin embargo, de acuerdo con García Balbuena (2020a) el índice de conversión alimenticia fue mejor ($P \leq 0.05$) en el tratamiento con un porcentaje de inclusión del 10% de pasta de soya, como fuente de proteína siendo 2.04% superior que el tratamiento de pasta de ajonjolí con un porcentaje de inclusión del 10%.

Durante el estudio realizado por Omar (2002) se afirma que la adición de harina de ajonjolí a niveles del 10% y 20% mejoró la digestibilidad de la proteína cruda y la fibra, la ganancia diaria promedio, la tasa de conversión alimenticia y el costo de la ganancia de alimento/kg en corderos Awassi en crecimiento en comparación con una ración alimentada con el control.

Análisis de Costos

En el Cuadro 9 se presentan los costos de alimentación evaluados para este experimento. El mayor costo de alimentación lo presentaron las terneras bajo el tratamiento (control), con una diferencia USD 0.09 por kg ganado durante la etapa de experimentación. A pesar de que no se tuvo diferencias ($P > 0.05$) en ninguna de las variables analizadas, se encontró una diferencia en cuanto al costo diario de alimento USD 0.07 a favor del tratamiento con la inclusión de harina de ajonjolí. Es indispensable encontrar nuevas estrategias de alimentación que representen mejor eficiencia. A pesar

de la disponibilidad, bajo costo y diversas propiedades nutricionales encontradas en algunos ingredientes que potencialmente pudieran influir en la eficiencia económica y productiva, estos no se aprovechan de manera óptima (Guerrero Rodríguez 2013). De acuerdo con Arriaza Altamirano y Sandoval Banegas (2017) la alimentación es uno de los factores que elevan los costos en la producción, una de las alternativas para bajar el costo, pero mantener un alto valor nutritivo en la dieta sería la utilización de subproductos o productos que estén disponibles durante todo el ciclo de producción.

Cuadro 9

Costos de alimentación (USD) por cada ternera para ambos tratamientos

Tratamiento	Precios (USD)		Costo/animal (USD)		
	kg de ensilaje	kg de concentrado	Costo diario	Costos/kg ganado	Costo total
Control	0.032	0.58	1.77	1.96	79.65
Ajonjolí	0.032	0.55	1.70	1.87	76.66

Nota. Tasa de cambio 1 USD = L 24.57

Conclusiones

Bajo las condiciones de este estudio, los parámetros productivos evaluados no mostraron diferencias para ambos tratamientos.

La harina de ajonjolí, como fuente proteica, puede sustituir parcialmente a la harina de soya en dietas para terneras sin afectar su desempeño productivo.

En el análisis de costos de alimentación se obtuvo una reducción de USD 0.09 por kg de peso ganado a favor del tratamiento de ajonjolí, disminuyendo los costos de alimentación a largo plazo.

Recomendaciones

Evaluar distintos niveles de inclusión de harina de ajonjolí en dietas para terneras en etapa de crecimiento.

Dar seguimiento a este grupo de terneras bajo la inclusión de harina de ajonjolí en el desempeño productivo cuando entren a su primera lactancia.

Evaluar el desempeño productivo de terneras bajo los mismos tratamientos en etapas posteriores.

Referencias

- Arias Barahona RP. 2003. Determinación del consumo de materia seca de vaquillas Holstein de reemplazo [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 38 p; [consultado el 9 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0f8681b0-39fa-47a5-899a-b563c36557f4/content>.
- Arriaza Altamirano OF, Sandoval Banegas LR. 2017. Comparación técnica del desempeño de vaquillas lecheras de reemplazo con cuatro dietas basadas en ensilajes [Tesis]. Honduras: EAP Zamorano. 21 p; [consultado el 9 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/40122fd8-46f8-4d16-8938-5cafe89c1970/content>.
- Barberena Gonzalez RJ, Araujo Balseca SB. 2017. Evaluación del sistema de crianza intensivo de terneras con leche entera y el sistema convencional con lactoreemplazador [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 19 p; [consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1301&context=zootecnia>.
- Bermudez Fong JM. nov. 2022. Evaluación del crecimiento de vaquillas Holstein en torno a diferentes parámetros desde el nacimiento hasta la primera lactancia [Tesis]. Honduras: EAP Zamorano. 20 p; [consultado el 9 de jun. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/334c6f7d-f7c6-42e6-9c8c-d1ee619276e3/content>.
- Buffa JA, Gonzalez Castro EM. dic. 2013. Desarrollo de una industria de extracción de aceites y harinas de soja [Tesis]. Córdoba, Argentina: Centro Regional Universitario Córdoba, Instituto Universitario Aeronautico. 142 p; [consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://rdu.iua.edu.ar/bitstream/123456789/1049/1/TRABAJO%20FINAL%20DE%20GRADO-Final-5-12-13.pdf>.
- [CATIE] Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 2016. Caracterización de la cadena de producción de carne y leche en la ganadería en honduras: Entregando Múltiples Beneficios Ambientales Globales Mediante el Manejo Sostenible de los Paisajes Productivos. Tegucigalpa, Honduras: [sin editorial]; [consultado el 11 de nov. de 2021]. 61 p. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rirep/v12n2/a02v12n2.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2021. Producción y productos lácteos: Producción: Producción lechera. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 11 de nov. de 2021.000Z; consultado el 11 de nov. de 2021.293Z]. es. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>.
- Flores Aguirre LR. jun. 2007. Determinación del valor nutricional de la Rezaga de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en dietas para bovinos en engorda intensiva [Tesis]. Guadalajara, Méjico: Ceentro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 67 p. http://repositorio.cucba.udg.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/4546/Flores_Aguirre_Leopoldo_Raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Gamarra MR. 2001. Situación actual y perspectivas de la ganadería lechera en la cuenca de lima. Perú: [sin editorial]; [consultado el 11 de nov. de 2021]. 13 p. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rirep/v12n2/a02v12n2>.
- García Balbuena A. 2020a. Efecto de la inclusión de pasta de ajonjolí (sesamun indicum) en la respuesta productiva de becerras en el trópico [Tesis]. Cuajinicuilapa, Guerrero, México:

- Universidad autónoma de Guerrero. 52 p; [consultado el 11 de nov. de 2021]. http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/2542/TE_12464067_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- García Balbuena A. 2020b. Efecto de la inclusión de pasta de ajonjolí (*Sesamun indicum*) en la respuesta productiva de becerras en el trópico [Tesis]. Mexico: Universidad autónoma de Guerrero. 52 p; [consultado el 7 de jun. de 2022]. http://mpbovinatropico.uagro.mx/images/TESINAS/2020_Adn_Garca_Balbuena.pdf.
- Godoy de León S, F. Chico C. 1991. Suplementación de bovinos alimentados con forraje de pobre calidad con fuentes de proteínas de diferentes tasas de degradación ruminal [Tesis]. Maracay, Venezuela: Instituto de Investigaciones Zootécnicas. 94 p; [consultado el 9 de jun. de 2022]. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/25-forraje_pobre_proteica.pdf.
- Guerrero Rodríguez P. nov. 2013. Obtención y evaluación de grasa protegida por medio de saponificación y encapsulado para su aplicación en la alimentación de rumiantes [Tesis]. Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 94 p; [consultado el 5 de jun. de 2022]. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/6872/GUERRERO%20RODR%C3%8DGUEZTE%2C%20PEDRO%20%20TESIS%20MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Herano Y, Kashima T, Inagaki N, Uesaka K, Yokota H, Kita K. 2002. Dietary Sesame Meal Increases Plasma HDL-cholesterol Concentration in Goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*; [consultado el 8 de jun. de 2020]. 15(11):1564–1567. <https://www.animbiosci.org/journal/view.php?number=20306>. doi:10.5713/ajas.2002.1564.
- Hortigüela L, Lissarrague C, Pinto de Almeida Castro A, Bilbao GN. 2017. Nutrición de terneros Holstein en tambos de la Cuenca Mar y Sierras [Tesis]. Tandil, Argentina: Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 47 p; [consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/111482/%5b104%5d%20Estudio%20esquemas%20de%20extensi%C3%B3n%20para%20la%20ganader%C3%ADA%20en%20Centroam%C3%A9rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [INATEC] Instituto Nacional Tecnológico. 2016. Manual del protagonista: Nutrición animal. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 11 de nov. de 2021]. 140 p. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1301&context=zootecnia>.
- Khan MJ, Shahjalal M, Rashid MM. 1998. Effect of replacing Til Oil cake by poultry excreta on growth and nutrient utilization in ngrowing bull calves [Thesis]. Bangladesh: Bangladesh Agricultural University. 6 p; [consultado el 8 de jun. de 2022]. <https://www.animbiosci.org/upload/pdf/11-60.pdf>.
- Lainfiesta Fortin J. 2014. Identificación del sistema de crianza y evaluación del desarrollo de hembras de reemplazo, de la raza jersey con registro en el municipio de san José Pinula, departamento de Guatemala [Tesis]. Guatemala: Universidad de Sancarlos de Guatemala. es. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/1581>.
- López Trujillo R, García Elizondo R, Mellado Bosque M, Acosta Ortiz J. 2002. Crecimiento y características de la canal de bovinos Charolais y Beefmaster alimentados con dos fuentes de proteína y dos niveles de grasa sobrepasante [Tesis]. México: Técnica Pecuaria, Instituto Nacional

- de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 9 p; [consultado el 8 de jun. de 2022]. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61340304.pdf>.
- Medina LM, Jacho G, Ron Garrido L, Caicedo J. 2015. Validación de dos activadores prebióticos en el desarrollo de terneras medias Ayrshire sobre los 3,000 m.s.n.m. en Sangolquí, Pichincha. SIEMBRA. 2(1):34–38. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/115>. doi:10.29166/siembra.v2i1.115.
- Mena M. abr. 2014. Estudio de los esquemas de extensión para la ganadería en Centroamérica: casos de Honduras, Nicaragua y Costa Rica [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 16 p; [consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/111482/%5b104%5d%20Estudio%20esquemas%20de%20extensi%3%b3n%20para%20la%20ganader%3%ada%20en%20Centroam%3%a9rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Monge-Rojas CR, Elizondo-Salazar JA. 2017. Alojamiento individual o en parejas: Su efecto sobre el consumo de alimento balanceado y el crecimiento en terneras Jersey. *Nutrición Animal Tropical*; [consultado el 9 de jun. de 2022]. 11(1):38. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutrianimal/article/view/29171/29159>. doi:10.15517/NAT.V11i1.29171.
- Muncker Alzate MP. 2010. Inclusión en la dieta de terneras prurumiantes fuente de proteína de origen animal o vegetal en la lechería especializada La Cañada Tuta Boyacá Fase 1 [Tesis]. Bogotá: Universidad de La Salle. 50 p; [consultado el 11 de nov. de 2021]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1301&context=zootecnia>.
- Omar JMA. 2002. Effects of feeding different levels of sesame oil cake on performance and digestibility of Awassi lambs. *Small Ruminant Research*; [consultado el 8 de jun. de 2022]. 46(2-3):187–190. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448802001736>. doi:10.1016/S0921-4488(02)00173-6.
- Romero Domínguez LA. 2017. Efecto del nivel de consumo de materia seca por terneras sobre su performance al destete [Tesis]. Perú: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Alas Peruanas. 48 p; [consultado el 9 de jun. de 2022]. https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12990/3266/Tesis_Materia_Seca_Terneras.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Solà-Oriol D. 2018. Fichas de materias primas y aditivos: Harina de soja (44-48% PB). [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 11 de nov. de 2021.000Z; consultado el 11 de nov. de 2021.719Z]. http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/2542/TE_12464067_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Anexo

Anexo A

Análisis bromatológico de la harina de ajonjolí

Análisis bromatológico de				la harina de				ajonjolí.	
Nombre de muestra:		TCM AJONJOLI							
Fecha de análisis:		13/10/2020							
Parámetro		Resultado Base húmeda		Resultado base seca					
Humedad (%)		6.49%		-					
Materia seca (%)		93.51%		100%					
Grasa A (%)		5.16		5.52					
Grasa B (%)		5.77		6.17					
Proteína (%)		45.96		49.15					
Fibra (%)		9.06		9.69					
Almidón (%)		0.87		0.93					
Azúcar (%)		5.22		5.58					
Fibra neutro detergente (%)		9.38		10.03					
Fibra ácido detergente (%)		12.34		13.20					