

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

Ingeniera Agronómica



Proyecto especial de graduación

**Comparación de la sustitución parcial de harina de soya por harina de ajonjolí
(*Sesamum indicum*) en la dieta de terneras en crecimiento**

Estudiantes

Carlos Danilo Echeverry Trejo

Carlos Salomón Neira Ortega

Asesores

Marielena Moncada, Ph.D.

John Jairo Hincapié, D.Sc.

Jose Alexander Moncada, Ing. Agr.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Resumen	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Materiales y Métodos.....	10
Ubicación del Estudio.....	10
Animales Utilizados.....	10
Tratamientos.....	10
Manejo y Alimentación	10
Variables Evaluadas	11
Peso Final (kg)	11
Circunferencia de la Caja Torácica (CCT).....	11
Altura de la Cruz (cm).....	12
Consumo de Alimento Diario (CAD).....	12
Consumo de Alimento Total (CAT).....	12
Ganancia de Peso Diario (GDP en kg/día).....	12
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	13
Análisis y Costos.....	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	13
Resultados y Discusión.....	14
Peso Final	14
Conclusiones	20
Recomendaciones.....	21
Referencias.....	22

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Composición de la dieta control.....	11
Cuadro 2 Composición de la dieta con inclusión de ajonjolí	11
Cuadro 3 Peso ganado por etapa (kg) y total del experimento por cada tratamiento.....	14
Cuadro 4 Valores medios de aumento de circunferencia (cm) y ganancia total de circunferencia.	15
Cuadro 5 Valores medios de aumento de altura de la cruz (cm) y ganancia total de altura.....	15
Cuadro 6 Consumo diario de materia seca (kg/día) y consumo total de alimento (kg) por tratamiento.	16
Cuadro 7 Ganancia diaria de peso total (kg/día) y por etapas en ambos tratamientos.....	17
Cuadro 8 Índice de conversión alimenticia por cada etapa y acumulado en el experimento.....	18
Cuadro 9 Costo individual y total de alimentación (US\$) por tratamiento	19

Resumen

El costo más elevado en la producción de ganado lechero es la alimentación de dichos animales. Sin embargo, actualmente una opción viable para abaratar costos es el uso de los subproductos agroindustriales, como la harina de ajonjolí. El objetivo del presente experimento fue comparar los efectos de inclusión de harina de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en la sustitución parcial de harina de soya en dietas de terneras en etapa de crecimiento evaluando el desempeño productivo, en la Unidad de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana. Se utilizaron 24 terneras raza Holstein y sus encastes. Estas fueron alimentadas con ensilaje de maíz con concentrado, usando soya como fuente proteica (control) y en el segundo tratamiento se ofreció ensilaje y un concentrado con una sustitución parcial de la soya del 10% por harina de ajonjolí. Las variables analizadas fueron ganancia de peso (cm), altura de la cruz (cm), circunferencia de la caja torácica (cm), ganancia diaria de peso (kg), índice de conversión alimenticia y consumo. No se encontraron diferencias en ninguna variable ($P > 0.05$) a excepción de las variables de índice de conversión alimenticia 7.42 vs 6.06 y la ganancia diaria de peso 0.76 kg/día vs. 0.94 kg/día para el control y el tratamiento de ajonjolí, respectivamente en ambas etapas de este estudio ($P \leq 0.05$). La harina de ajonjolí puede ser usada como un sustituto parcial de la soya sin afectar negativamente el desempeño productivo de las terneras. De acuerdo con el estudio junto al análisis de costo, se encontró una diferencia de US\$ 0.06 por cada kilogramo de peso ganado a favor del tratamiento de control, con un costo total de diferencia de US\$ 3.8.

Palabras clave: Desempeño productivo, subproductos agroindustriales, suplemento proteico, terneras Hostien.

Abstract

The highest cost in dairy calf rearing is related to their feeding system. However, a viable option to lower costs currently is the use of agro-industrial by-products, such as sesame meal. The objective of this experiment was to compare the effects the inclusion of sesame meal (*Sesamum indicum*) as a partial substitution of soybean meal in diets of growing calves by evaluating their productive performance at the calf house at Zamorano University. 24 Holstein and crossbred female cows and calves were used. These animals were fed corn silage and commercial feed daily, using soybean as a protein source (control) and in the second treatment silage and commercial feed were offered with a partial substitution of 10% soybean by sesame meal. The variables analyzed were weight gain (cm), height of the withers (cm), rib cage circumference (cm), daily weight gain (kg), feed conversion rate and consumption. No differences were found in any variable ($P > 0.05$) except for the feed conversion ratio (7.42) vs (6.06) for control and sesame treatment, respectively. The daily weight gain for the control (0.76 kg/day) and sesame meal treatment (0.94 kg/day), differed ($P \leq 0.05$) in both periods of this study. Sesame meal can be used as a partial substitution for the control without negatively affecting the productive performance of calves. At the end of the study, a cost analysis showed a difference in cost per kilogram of weight gained of US\$ 0.06 in favor of the control treatment, with a difference in total cost of US\$ 3.8.

Keywords: Agro-industrial by-products, Holstein calves, productive performance, protein supplement.

Introducción

En los tres últimos decenios, la producción de leche mundial ha aumentado en más del 59%, pasando de 530 millones de toneladas en 1998 a 843 millones de toneladas en el 2018; la leche es uno de los productos más importantes y valiosos de la agricultura. Según FAO (2023) en el 2013 una producción de 770 millones de litros estuvieron valuados en 328,000 millones de dólares estadounidenses, ocupando así el tercer lugar de tonelaje de producción y fue determinado como el producto agrícola más importante en términos monetarios a nivel global.

La crianza de terneras es una de las etapas más importantes en la explotación bovina lechera. Las terneras nacen y entran en una maternidad intensiva a la cual se le debe proporcionar un ambiente propicio para evitar enfermedades (Barberena Gonzalez et al. 2017) La etapa lactante, es una de las etapas más críticas, en el desarrollo del futuro de nuestras terneras de reposición. La etapa denominada como crianza artificial comprenden el periodo de los primeros 90 días de vida de la ternera (Fattore 2011).

En primera instancia para el desarrollo de una vaquilla de reemplazo, la ternera debe pasar un sistema de evaluación de diferentes aspectos, con esto se determina que vaquillas van a relevar al hato productor actual, la prospección del número de animales a criar no se conceptualiza. La crianza de terneras es una actividad de prioridad económica desde una perspectiva productiva, ya que dependiendo de un manejo que se dé en los primeros meses de vida se verá reflejado en la futura producción de leche. Se ha demostrado que la alimentación que se ofrece es un aspecto importante para la crianza exitosa de terneras (García Balbuena 2020).

En todo hato lechero, las vaquillas constituyen el reemplazo de vacas adultas que cumplen su ciclo de vida productiva. También estas sustituyen a aquellas que contienen problemas reproductivos que conforman el grupo de descarte. La importancia de una buena crianza de terneras es la capacidad de poder obtener terneras sanas, vigorosas y con una ganancia corporal en un corto periodo de tiempo (Lainfiesta Fortín 2014).

La principal habilidad que tienen los rumiantes es la de poder digerir y aprovechar forrajes al estado fresco o conservados para cubrir sus requerimientos nutricionales. Para poder realizar esto, cuentan con un complejo estómago, compuesto por cuatro compartimientos que alberga una gran cantidad de microorganismos como bacterias, protozoos y hongos, ubicados mayormente en el rumen (Muncker Alzate 2010).

En el caso de los bovinos según, las necesidades de proteínas se expresan en proteína digestible (PD), y para el caso de vacas lecheras, estas necesidades rodean los 70-100 g de PD por cada kg de materia seca consumida; asimismo para estimular la función del rumen, se necesita una cierta cantidad de fibra. Esta fibra es necesaria para mantener el nivel de grasa de la leche producida por los animales, los niveles óptimos de fibra en el caso de las vacas lecheras rondan entre el 17-22% de materia seca (Intagri 2021).

Generalmente un bovino suele consumir una cantidad de materia seca del orden del 2-3% de su peso vivo y estará en función de su producción lechera. Los dos tercios de esta materia se aportan en forma de forraje (Infocarne 2019). La harina de ajonjolí ha sido utilizada en raciones alimenticias para cerdos, aves y ganado lechero, tomando en cuenta su composición física y química según la extracción de aceite, se debe tomar en consideración que la semilla de ajonjolí es una gran fuente de energía y proteína, debido que contiene del 17 a 23% de proteína cruda con una gran cantidad de metionina y 42 a 50% de aceite. Chiriboga et al. (2014) estipulan que la pasta de ajonjolí por otro lado cuenta con 44 a 50% de proteína, de 10 a 12% de extracto etéreo, 10 a 12% de ceniza y cuenta con una cantidad de fibra cruda de 5 a 7%.

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 González Castro 2013).

El objetivo de esta investigación fue comparar los efectos de inclusión de harina de ajonjolí en la sustitución parcial de harina de soya en dietas de terneras en etapa de crecimiento evaluando el desempeño productivo y económico.

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 de Leche de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicado en el Valle del Rio Yegüare a 30 Km de Tegucigalpa, perteneciente al municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. Cuenta con una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio de 26 °C, precipitaciones anuales de 1,100 mm. Este estudio se realizó en la época lluviosa, de agosto a noviembre del año 2022.

Animales Utilizados

Se seleccionó un grupo de 24 terneras de ocho a 11 meses de edad de forma aleatoria en un rango inicial de peso de 193 a 256 kg. Se realizó la subdivisión de dos grupos experimentales con 12 terneras cada uno siendo de la raza Holstein y sus encastes. Ninguno de los animales utilizados debería provenir de partos distócicos o presentar defectos genéticos.

Tratamientos

Tratamiento de control: Se utilizó concentrado a base de soya como fuente proteica, en la alimentación de terneras.

Tratamiento experimental: se utilizó concentrado a base de harina de ajonjolí como sustituto parcial de la harina de soya en un 10% como suplemento proteico en la alimentación de terneras.

Manejo y Alimentación

La alimentación se realizó en un sistema de estabulación completa, brindando alimento dos veces por día, 50% de la ración a las 7 am y el otro 50% a la 1:00 pm. Ambos grupos experimentales, recibieron un periodo de adaptación de dos semanas en los mismos corrales que permanecieron hasta el final del experimento. Durante este periodo se le proporcionó al grupo control el concentrado convencional a base de harina de soya como fuente principal de proteína y al tratamiento experimental el concentrado con la sustitución parcial de harina de ajonjolí. Ambos tratamientos se

le ofreció ensilaje a base de maíz, el concentrado según el tratamiento, heno, sales minerales y agua *ad libitum* durante todo el tiempo del experimento.

Cuadro 1

Composición de la dieta control

Ingredientes	Cantidad (%)
Maíz grano (molido fino)	49.5
Harina de soya	19
Harina coquito de Palma	6
Afrecho de trigo	12
200302 núcleo novillas Mod 30920	5
Sal común	0.8
Maleza de caña	6.2
Carbonato de calcio	1.5
Total	100

Cuadro 2

Composición de la dieta con inclusión de ajonjolí

Ingredientes	Cantidad (%)
Maíz grano (molido fino)	52.3
Harina de ajonjolí	10
Harina de soya	13.6
Harina coquito de Palma	6
Salvado de trigo	3
200302 núcleo novillas Mod 30920	5
Sal común	0.8
Maleza de caña	8
Carbonato de calcio	1.3
Total	100

Variables Evaluadas

Peso Final (kg)

La duración total de la investigación fue de 60 días en los cuales se realizaron tres pesajes en ambos grupos experimentales durante todo el experimento, para monitorear el peso se utilizó una balanza digital marca Gallagher, modelo W310. Se recolectó la información de peso tres veces en el experimento en el día 0, a los días 30 y 60 (pesaje final).

Circunferencia de la Caja Torácica (CCT)

La circunferencia se midió usando una cinta métrica graduada, colocándola en cada ternera en la región torácica, en el día 0, 30 y 60 del experimento.

Altura de la Cruz (cm)

La altura de la cruz se calculó usando una cinta métrica graduada, colocándola de forma vertical en la base de la pezuña hasta la región más alta de la paleta. La medición se realizó tres veces durante este experimento en el día 0, 30 y 60.

Consumo de Alimento Diario (CAD)

Se evaluó a partir del alimento ofrecido y el alimento no consumido por las vaquillas en el lapso de 24 horas, por diferencia se obtuvo el consumo de alimento (Fórmula 1). Para obtener el alimento consumido se restaba el alimento rechazado (pesado media hora antes de la alimentación de las 7:00 am) al alimento total ofertado del día anterior.

$$CA: \text{Alimento ofrecido diario} - \text{Alimento rechazado diario} \quad [1]$$

Donde:

Alimento ofrecido diario = Cantidad de alimento ofrecido a las terneras para su consumo con base en materia seca.

Alimento rechazado diario = Alimento que no fue consumido por las terneras con base en materia seca.

Consumo de Alimento Total (CAT)

Se evaluó a partir del consumo de alimento diario. Se dividió en dos etapas para calcular un consumo de los 0-30 días y de los 31-60 días, así como un consumo acumulado de los 60 días que duró el experimento. Todo lo anterior se consideró con base en la materia seca de la dieta.

Ganancia de Peso Diario (GDP en kg/día)

La ganancia diaria de peso se calculó usando la fórmula 2 considerando el peso de los animales y el tiempo entre una pesa y otra.

$$GDP: \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Tiempo}} \quad [2]$$

Donde:

Peso final = peso ganado al final de cada etapa (30 y 60 días)

Peso inicial = Peso al inicio de cada etapa de muestreo, antes de suministrar el concentrado

Tiempo = Tiempo transcurrido entre pesajes

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

La conversión alimenticia se determinó dividiendo en kilogramos, el alimento consumido diario entre la ganancia diaria de peso (Fórmula 3).

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

Donde:

Consumo de alimento diario (kg) = El alimento consumido por la vaquilla en kilogramos.

Ganancia diaria de peso de peso = Valor que indica la ganancia de peso en kilogramos que obtuvo la ternera en promedio diario.

Análisis y Costos

Se calcularon los costos de alimentación basados en el consumo para cada uno de los lotes experimentales en la etapa de crecimiento durante los 60 días del experimento.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizaron 24 terneras raza Holstein (puras y encastadas) en dos grupos experimentales de doce terneras cada uno, utilizando un diseño completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, con doce repeticiones por tratamiento, considerando cada ternera como una unidad experimental. Se realizó una prueba T-Student, con un nivel de significancia ($P \leq 0.05$), utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS®) versión 9.4.

Resultados y Discusión

Peso Final

En el Cuadro 3, se observan las ganancias para cada toma de datos respectiva a la ganancia total de peso de los tratamientos. No hubo diferencia ($P > 0.05$) en cuanto a las dos etapas del experimento con una duración de 30 días cada una.

Cuadro 3

Peso ganado por etapa (kg) y total del experimento por cada tratamiento.

Tratamiento	Peso Ganado (kg)					
	0-30 días	EE ±	31-60 días	EE ±	Peso ganado	EE±
Control	31.38	2.06	23.06	1.56	54.44	14.08
Ajonjolí	30.45	2.34	28.22	1.78	58.67	17.16
Valor P	0.76		0.09		0.32	

Nota. EE: Error estándar

Se presentaron resultados similares en la investigación de García (2020), quien obtuvo una ganancia de peso de 30 kg después los 40 días utilizando una dieta estructurada similar a la utilizada en la presente investigación, la cual contó con una inclusión de 10% de pasta de ajonjolí, demostrando que la digestibilidad de materia seca no tiene variación en este tipo de dietas. Los datos obtenidos por Melgar Rosales y Villatoro Rodríguez (2022) utilizando harina de ajonjolí en la dieta de terneras Holstein y Pardo Suizo mostraron una ganancia total de 41 kg en un periodo de 45 días en vaquillas con edades de seis a 10 meses de edad, lo cual está dentro de los rangos de la presente investigación. Sin embargo, el experimento realizado por Chalan Pisco (2015), obtuvo rangos de ganancia de peso promedio de 66 kg totales bajo parámetros en la sierra peruana con una duración en un periodo de 90 días, lo cual muestra que los datos obtenidos en el presente experimento se encuentran dentro de los rangos óptimos de ganancias de peso para terneras en etapa de desarrollo.

Circunferencia de la Caja Torácica

En el Cuadro 4, se muestra el aumento de circunferencia de la caja torácica en las etapas de monitoreo del experimento en el cual se aprecia que no se encontraron diferencias en ninguna de las mismas ($P > 0.05$), lo cual demuestra un desarrollo homogéneo entre los dos tratamientos.

Cuadro 4

Valores medios de aumento de circunferencia (cm) y ganancia total de circunferencia.

Tratamiento	Circunferencia caja torácica (cm)					
	0-30 días	EE±	31-60 días	EE±	Gcirc total	EE±
Control	149.72	2.2	154.66	2.18	4.94	1.18
Ajonjolí	147	2.06	152.83	2.12	5.83	1.21
Valor P	0.33		0.51		0.48	

Nota. EE: Error estándar; Gcirc: ganancia total de circunferencia en centímetros.

En un estudio realizado por Bermúdez (2012), donde se evaluó el crecimiento y desarrollo en vaquillas Holstein hasta los 17 meses de edad en el hato de reemplazos en la unidad de ganado lechero en Zamorano, obtuvo rangos de circunferencia de 146 ± 12.78 , estando por debajo de los rangos presentados en el presente experimento. Según lo definido por Medina et al. (2015) el desarrollo y aumento del tamaño de la circunferencia indica que la circunferencia inicial tiene un impacto en la circunferencia final. La cual está directamente influenciada por factores como el peso ganado, la cantidad de energía que es metabolizada y el consumo de agua en el incremento de la caja torácica de los animales.

Altura de la Cruz

En el Cuadro 5, se puede observar el aumento de altura de la cruz entre pesajes y la ganancia total de la altura de la cruz. Al final del experimento se puede observar que no hubo diferencias ($P > 0.05$).

Cuadro 5

Valores medios de aumento de altura de la cruz (cm) y ganancia total de altura.

Tratamiento	Altura a la cruz (cm)					
	0-30 días	EE±	31-60 días	EE±	Galt Total	EE±
Control	123.64	1.8	129.16	1.84	5.52	0.86
Ajonjolí	123.51	0.88	129.5	0.92	5.93	0.71
Valor P	0.94		0.86		0.88	

Nota. EE: Error estándar; Galt: ganancia de altura de peso.

Según un estudio realizado por Cerna Hernández y Sierra Hernández (2012), se observa una ganancia de altura de 109 cm en vaquillas de razas Pardo Suizo, Holstein y Jersey puras y encastadas de cuatro a ocho meses de edad, en promedio de todo el experimento, quedando en un rango inferior al experimento actual, en el cual se consigue un promedio total de 129 cm. De acuerdo con el

experimento realizado por Bermudez Fong (2012) se deben tener los valores de altura de la cruz en terneras de razas grandes con una edad de entre siete a doce meses son de 117.81 ± 7.06 , lo cual está en el rango del presente experimento.

Así mismo en el experimento realizado por Dávila Corea y Guillen Lizardo (2022), en la evaluación de concentrado ALCON® como suplemento alimenticio en vaquillas lecheras de raza grandes las cuales son Holstein y Pardo Suizo con sus respectivos encastes en edades de seis a ocho meses, obtuvieron un rango de altura de 109.80 cm los cuales están por debajo de los resultados obtenidos en el presente 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 la lechería siendo el factor clave en obtener ganado con buenas características productivas.

Consumo Diario y Total

En el Cuadro 6, se evidencia el consumo en base de materia seca de ambos tratamientos, y consumo total en base seca, en el cual no se encontraron diferencias ($P > 0.05$).

Cuadro 6

Consumo diario de materia seca (kg/día) y consumo total de alimento (kg) por tratamiento.

Tratamiento	Consumo en Base Seca (Kg)			
	Consumo Diario	EE±	Consumo Total	EE±
Control	5.22	0.41	313.2	2.07
Ajonjolí	5.33	0.34	319.8	2.03
Valor P	0.34		0.37	

Nota. EE: Error estándar

Los consumos descritos en el Cuadro 6 donde se evaluó el consumo diario presentan similitudes al experimento realizado por Gallegos et al. (2002) donde evaluó la pasta de palmiste, en terneras Holstein de 11 meses, obteniendo un consumo promedio en base seca de 7.03 kg, el cual es considerado un rango óptimo para producción.

Según lo explicado por Romero Domínguez (2017) el consumo de materia seca afecta directamente el rendimiento del animal, participando como el principal determinante de absorción de los nutrientes para cumplir requisitos de mantenimiento y producción. El presente experimento

evaluado muestra un menor consumo de materia seca a comparación del experimento realizado por (García Balbuena 2020) quien obtuvo un promedio de 7.66 kg de consumo de materia seca al evaluar la inclusión de pasta de ajonjolí en becerras en el trópico. Así mismo según lo estipulado por Arias Barahona (2003), las terneras que están en un peso de alrededor de 250 kg deben consumir un promedio de 6.4 kg de materia seca, lo cual es similar a los resultados obtenidos en este experimento.

Ganancia Diaria de Peso

En el Cuadro 7 se puede observar la variable de ganancia diaria de peso en la que se encontró diferencia en la segunda etapa de ganancia diaria de peso del experimento ($P \leq 0.05$), sin embargo, se obtuvo un promedio total de ganancia diaria de peso sin diferencias ($P > 0.05$) en ambos tratamientos.

Cuadro 7

Ganancia diaria de peso total (kg/día) y por etapas en ambos tratamientos

Tratamiento	GDP (kg)					
	0-30 Días	EE±	31-60 Días	EE±	GDP Total	EE±
Control	1.04	0.06	0.76	0.05	0.91	0.05
Ajonjolí	1.01	0.07	0.94	0.06	0.97	0.06
Valor P	0.74		0.009		0.31	

Nota. EE: Error estándar; GDP: ganancia diaria de peso

Esta variación se puede deber a factores climáticos tal y como lo menciona Arias Barahona (2003) los cuales pueden variar por temperatura, radiación solar, precipitaciones, entre otras, siendo importante resaltar que su rango promedio de ganancia diaria de peso fue igual a la nuestra en la primera etapa de 1.01 kg/día en GDP del tratamiento experimental de dieta con ajonjolí. Según Cerna Hernández y Sierra Hernández (2012) quienes evaluaron suplementación alimenticia en terneras Holstein, Pardo Suizo, Jersey y encastes en un promedio de edad de cuatro a ocho meses de edad, obtuvieron una GDP de 0.86 kg/día, lo cual está dentro de nuestros parámetros de investigación.

Se encontró un rango menor de promedio de ganancia diaria de peso en el experimento realizado Benalcazar Barros y Muñoz Gonzalez (2001) quienes tuvieron un promedio de GDP de 0.87 kg/día en terneras Holstein y Pardo Suizo con sus respectivos encastes. En la investigación llevada a cabo por García Balbuena (2020) se examinó la inclusión de la pasta de ajonjolí por torta de soya en

un 10% para la alimentación de terneras, en los cuales los resultados demostraron una diferencia significativa entre los tratamientos, teniendo un promedio de 0.84 kg/día.

Índice de Conversión Alimenticia

En el Cuadro 8 se presentan los valores de índice de conversión alimenticia en los cuales se pueden observar que en la segunda etapa del experimento si se encontraron diferencias ($P > 0.05$) a favor del ajonjolí que muestra un menor índice de conversión alimenticia.

Cuadro 8

Índice de conversión alimenticia por cada etapa y acumulado en el experimento.

Tratamiento	ICA					
	0-30 Días	EE±	31-60 Días	EE±	ICA Total	EE±
Control	5.04	0.35	7.42	0.5	5.8	0.47
Ajonjolí	5.45	0.43	6.06	0.36	5.5	0.45
Valor P	0.53		0.04		0.06	

Nota. EE: Error estándar; ICA: índice de conversión alimenticia

Los datos obtenidos en el presente experimento son similares a los datos obtenidos por Benalcazar Barros y Muñoz Gonzalez (2001) quienes evaluaron la aplicación de monensina sódica y levaduras en vaquillas Holstein y Pardo Suizo, donde se obtuvo un índice de conversión de 6.14 KG en hembras. Así mismo Melgar Rosales y Villatoro Rodríguez (2022) quienes evaluaron la harina de ajonjolí en terneras Holstein y Pardo Suizo con sus respectivos encastes obtuvieron un índice de conversión alimenticia de 6.30 kg estando por debajo de los parámetros recolectados en el presente experimento, los cuales se encuentran en los rangos promedios de producción. En un estudio realizado por García Balbuena (2020) se evidenció un mejor índice de conversión alimenticia en pasta de soya con un valor de 8.03 contra la pasta de ajonjolí en la cual se obtuvo un índice de conversión alimenticia de 10.07, siendo un rango inferior a los obtenidos en este experimento. Además, se puede observar en el índice acumulado, logrando un índice conversión alimenticia de 5.5, similar al tratamiento control.

Análisis de Costos

En el Cuadro 9, se presentan los costos de alimentación evaluados a lo largo de este experimento. El menor costo se presenta en las vaquillas bajo el tratamiento control con una

diferencia de seis centavos de dólar en costo por kilogramo ganado, lo cual muestra una diferencia de US\$ 3.3 en la dieta del tratamiento experimental.

Cuadro 9

Costo individual y total de alimentación (US\$) por tratamiento

Tratamiento	Precio (US\$)			Costo/animal (US\$)		
	Ensilaje kg	Concentrado Kg	Heno kg	Costo diario de alimento	Ganancia Diaria de Peso (kg /día)	Costos/kg ganado
Control	0.05	0.57	0.02	1.82	0.91	2
Ajonjolí	0.05	0.59	0.02	1.88	0.97	1.9

Nota. Tasa de Cambio: \$ 1 = L 24.62

Conclusiones

Bajo las condiciones de este estudio, se encontraron diferencias significativas en las variables ganancia diaria de peso e índice de conversión alimenticia, a favor de la utilización de la harina de ajonjolí durante la etapa de los 31-60 días.

La harina de ajonjolí como base proteica puede reemplazar parcialmente a la harina de soya sin causar ningún efecto en los indicadores de crecimiento de terneras de ganado lechero.

En el costo de alimentación diario se obtuvo un valor menor de US\$ 0.06 para el tratamiento control, en comparación de la dietan con ajonjolí, sin embargo, en la dienta con ajonjolí se evidencio una mejor ganancia de peso (kg/día) en comparación a la dieta control, justificando el aumento en costro diario de alimento.

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 y evaluar el desempeño productivo cuando entren a su primera lactancia, para determinar el efecto del presente estudio a mediano y largo plazo.

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 [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 38 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0f8681b0-39fa-47a5-899a-b563c36557f4/content>.
- Barberena Gonzalez RJ, Araujo Balseca SB, (None). 2017. Evaluación del sistema de crianza intensivo de terneras con leche entera y el sistema convencional con lactoreemplazador [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 18 p; [consultado el 8 de ene. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/daa0dfcf-69ef-4759-8518-5b5ffe7ce166/content>.
- Benalcazar Barros LF, Muñoz Gonzalez A. 2001. Efectos de monensina sódica (Rumensin®) y levaduras (Procreatin-7®) en vaquillas y toretes de la raza Holstein, Pardo Suizo y encastes AFS [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 31 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a267ca51-3ec2-47f2-8ec8-6c2c7fbbca8b/content>.
- Bermudez Fong JM. 2012. Evaluación del crecimiento de vaquillas Holstein en torno a diferentes parámetros desde el nacimiento hasta la primera lactancia [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 20 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/334c6f7d-f7c6-42e6-9c8c-d1ee619276e3/content>.
- Cerna Hernández OR, Sierra Hernández MR. 2012. Desempeño productivo y análisis económico de vaquillas de ganado de leche suplementadas con tres dosis de Profosmin Vita® [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 15 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ed1dbb9e-34cd-4bfe-b924-b24fefb58c67/content>.
- Dávila Corea LE, Guillen Lizardo WA. 2022. Evaluación del Efecto de Dos Programas de Alimentación en el Desempeño Productivo de Terneras de Ganado de Leche [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 24 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a5d1215e-4c0c-4597-8e61-a16328b890f7/content>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. 2023. Producción y productos lácteos: Producción. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 1 de ago. de 2023; consultado el 1 de ago. de 2023]. es. <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>.
- Fattore RO. 2011. Cría de terneras para reemplazo. Argentina: Eurotec Nutrition Argentina S.R.L; [actualizado el 1 de ago. de 2023; consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/cria-terneras-reemplazo-t25827.htm>.
- García Balbuena A. 2020. Efecto de Inclusión de Pasta de Ajonjolí (Sesamun indicum) en la Respuesta Productiva de Becerras en el Tropicó [Tesis de Posgrado]. México: Universidad Autónoma de Guerrero; [consultado el 1 de ago. de 2023]. http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/2542/TE_12464067_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Infocarne. 2019. Necesidades nutricionales en los bovinos. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 23 de may. de 2023; consultado el 1 de ago. de 2023]. https://www.infocarne.com/bovino/necesidades_nutricionales_bovinos.htm.
- Intagri. 2021. Requerimientos Nutricionales en Bovinos | Intagri S.C. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 1 de ago. de 2023; consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/requerimientos-nutricionales-en-bovinos>.
- Melgar Rosales S, Villatoro Rodríguez OX. 2022. 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 [Proyecto Especial de Graduación]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 27 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/09c75fdf-3800-4452-b310-aaba513e4d71/content>.
- 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. *Nut. Anim. Trop.* 11(1):38. doi:10.15517/nat.v11i1.29171.
- Muncker Alzate MP. 2010. Inclusión en la dieta de terneras prerumiantes fuente de proteína de origen animal o vegetal en la lechería especializada La Cañada Tuta Boyacá Fase 1 [Tesis]. Colombia: Universidad de La Salle; [consultado el 1 de ago. de 2023]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1301&context=zootecnia>.
- Romero Domínguez LA. 2017. Efecto del Nivel de Consumo de Materia Seca por Terneras Sobre su Performance al Destete. Peru: Universidad Alas Peruanas. 48 p; [consultado el 1 de ago. de 2023]. https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12990/3266/Tesis_Materia_Seca_Terneras.pdf?sequence=1&isAllowed=y.