

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



Proyecto Especial de Graduación
**Evaluación del desempeño productivo en novillos de engorde en sistema
intensivo (feedlot) en la Unidad de Ganado de Carne, Zamorano**

Estudiantes

Johny Dagoberto Gomez Sevilla

José Jorge Morazán Mejía

Asesores

Celia Trejo, Ph.D.

Yordan Martinez, D.Sc.

Honduras, agosto 2023

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRIGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento Ciencia y Producción Agrícola

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos	12
Ubicación Experimental	12
Unidad Experimental	12
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	12
Tratamientos.....	12
Variables Evaluadas	13
Ganancia Diaria de Peso (GDP)	13
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	13
Consumo Diario.....	13
Rendimiento en Canal Caliente.....	14
Peso Final de Los Animales	14
Costos Totales	14
Alimentación y Manejo	14
Resultados y Discusión.....	15
Ganancia diaria de peso.....	15
Peso inicial y Final	16
Consumos.....	17
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	18
Rendimiento en Canal Caliente.....	19
Costos.....	20

Conclusiones	22
Recomendaciones	23
Referencias.....	24

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Arreglo de los tratamientos utilizados en el experimento.....	13
Cuadro 2 Cantidad de los ingredientes del suplemento formulado.....	14
Cuadro 3 Ganancia Diaria de Peso (kg/día) de los novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo.	16
Cuadro 4 Peso inicial y final de los novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo.	17
Cuadro 5 Consumo diario de novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo.	18
Cuadro 6 Relación de índice de Conversión Alimenticia (kg de alimento MS/kg de peso) de novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo	19
Cuadro 7 Rendimiento de las cosechas medidos en peso en canal caliente.....	20
Cuadro 8 Costo total por 120 días de alimentación por tratamiento y costo diario por animal de la ración totalmente mezclada.	21

Resumen

La nutrición y alimentación en el ganado de carne es de suma importancia para una buena producción. La henificación y ensilaje es un proceso de conservación de forraje que ha evolucionado y se deben complementar en el uso de dietas calientes. El objetivo fue evaluar el ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo en el desempeño productivo de novillos de engorde bajo un sistema intensivo (feedlot), evaluando consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, peso final de cosecha, rendimiento en canal caliente e índice de conversión alimenticia. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos el cual consistía en ensilaje de maíz blanco (T1), maíz amarillo (T2) y sorgo (T3). Se utilizaron 25 novillos (unidades experimentales) que fueron distribuidos aleatoriamente con base en su peso y edad en los tres tratamientos. La ganancia diaria de peso (GDP) en cada tratamiento fue T1: 1.80 kg, T2: 1.76 kg, T3: 1.69 kg, (P = 0.78); el resultado de consumo fue, T1: 16.20 kg, T2: 16.10 kg, T3: 16.24 kg (P = 0.2082). El índice de conversión alimenticia (ICA) en el experimento fue de T1: 9.00 kg, para T2: 9.10 kg y para T3: 9.56 kg (P = 0.0001). Mientras tanto el rendimiento en canal caliente fue de 58.75% en el T1, 54.44% en el T2 y 55.25% en el T3. El ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo no tuvo un efecto en las variables de ganancia diaria de peso, rendimiento en canal caliente y en los pesos iniciales y finales de los novillos. Sin embargo, se identificó una diferencia significativa en el índice de conversión alimenticia y los consumos

Palabras claves: Ensilaje, feedlot, forraje, granos, novillos

Abstract

Nutrition and feeding in beef cattle are of utmost importance for good production. Haymaking and silage are an evolved forage preservation process that must be complemented using “hot diets”. The objective was to evaluate white corn, yellow corn, and sorghum silage on the productive performance of feedlot steers under an intensive system (feedlot), evaluating daily feed intake, daily weight gain, final harvest weight, hot carcass yield and feed conversion ratio. A completely randomized design (DCA) was used with three treatments which consisted of white maize (T1), yellow maize (T2) and sorghum (T3). It lasted 120 days and 25 steers (experimental units) were used, which were distributed in the three different treatments. The daily weight gain (GDP) in each treatment was T1: 1.80 kg, T2: 1.76 kg, T3: 1.69 kg, ($P = 0.78$); the result of consumption was, T1: 16.20 kg, T2: 16.10 kg, T3: 16.24 kg ($P = 0.2082$). The feed conversion ratio (ICA) in the experiment was T1: 9.00, for T2: 9.10 and for T3: 9.56 ($P = 0.0001$). Meanwhile, the hot carcass yield was 58.75% in T1, 54.44% in T2 and 55.25% in T3. Silage of white corn, yellow corn and sorghum had no effect on the variables of daily weight gain, intakes, hot carcass yield and initial and final weights of steers. However, a significant difference was identified in feed conversion ratio and intakes.

Keywords: Feedlot, forage, grains, silage, steers

Introducción

La producción de ganado bovino es una actividad pecuaria que se realiza a diario y consiste en domesticar animales ya sean de leche o carne para poder satisfacer la demanda de alimentos que requiere la humanidad. La ganadería tiene una importancia clave a nivel mundial, ya que es una fuente de alimentos básicos para la seguridad alimentaria de los humanos. Hoy en día la demanda ha aumentado de forma vertiginosa debido a la alta tasa de natalidad en países de todo tipo de clase social y el desarrollo económico en cada país que permite que los productos bovinos sean consumidos a diario (Rebollar et al. 2023). Es por esta razón que los investigadores y científicos están buscando la forma de aumentar la eficiencia en cuanto a la producción de carne por cada metro o hectárea de terreno. Se estima que el consumo mundial durante el 2019 fue de 59.5 millones de toneladas lo cual significa que cada año aumentara la demanda, estimando que este alcance hasta los 70 millones aproximadamente (Contexto Ganadero [updated 2020]). Es por esto por lo que alrededor de 71% de las tierras agrícolas son utilizadas para la crianza de ganado, y mayormente en la Unión Europea ya sea a crianza por medio de pastos o crianza intensiva. Cada año la demanda de productos derivados del ganado bovino aumenta, por lo que ponemos en práctica diferentes métodos de producción reconociendo que ya los suelos destinados para el uso de ganado están saturados (Gonzalez J et al. 2012).

En períodos pasados, en el presente y en el futuro próximo, la industria ganadera ha impuesto a los agricultores la necesidad de aumentar su rendimiento productivo en un área de tierra cada vez más reducida. En la actualidad, los agricultores y ganaderos se encuentran inmersos en una corriente de adoptar y aplicar tendencias que muchas empresas emplean diariamente, con el objetivo de optimizar y preservar los recursos mediante un uso más eficiente (Perez 2017). Una de las tendencias en las que todo el rubro ganadero ha puesto la vista es el engorde de ganado en sistema intensivo o tipo “feedlot” como es conocido en inglés. El sistema pastoril es aquel en el cual el animal saca provecho del alimento de forma natural alimentándose por medio de pastoreo. Mientras tanto, el sistema intensivo es aquel que consiste en suministrar una dieta a base de granos y forrajes donde el

total de alimento consumido es brindado por el ser humano (Reyes Díaz 2012). El sistema de engorde de vacunos tipo “feedlot” es un método de producción de carne con los animales en confinamiento, dietas altas en energía, y alta digestibilidad. De la misma manera, el manejo de una producción de engorde tradicional es diferente al de engorde intensivo, debido al alimento que consumen, las características nutricionales, y la conversión alimenticia de alimento a músculo (Donoso 2023). Una de las características principales de un sistema intensivo de engorde, es que los animales ganan peso más rápido y de manera más eficiente, debido al consumo de granos y las propiedades nutricionales que estos contienen como la energía que estos brindan. Por otro lado, los animales de engorde que se encuentran en un sistema pastoril están en tiempo completo en pastoreo, debido a que, se basa en follaje y biomasa (Ramos 2021). Los animales en un sistema “feedlot” se enfocan en consumir suplemento junto con ensilaje de maíz o sorgo el tiempo que lo requieran necesario de acuerdo con su requerimiento nutricional. El ensilaje de maíz y sorgo son ricos en nutrientes como ser: valor energético, bajo valor proteico y bajo contenido en minerales. Es relativamente importante tomar en cuenta que las dietas altas en granos pueden causar una acidosis ruminal, que se refiere a una serie de condiciones que disminuyen el pH del rumen y que se ve afectado en el intestino del animal debido a que son altos en ácidos grasos volátiles (como ser ácido propiónico, butírico y acético) (González 2002). Para evitar este problema, se debe tener cuidado con la relación suplemento-forraje y a la vez, aumentar la cantidad de fibra en la dieta, utilizar pastos frescos y la mezcla de heno con pastos rastreros (Soto y Reinoso 2008). Por otro lado, se debe de realizar una mezcla apropiada de la relación suplemento-forraje, ya que, de esta manera se evita cualquier problema gastrointestinal en los animales al solo consumir los granos de forma individual.

Cabe mencionar, que existen diferentes especies forrajeras que pueden utilizarse como alimento para ganado de acuerdo con su valor nutricional, época del año, ciclo de vida de la planta y los métodos que se utilizan para brindarle el alimento al ganado. En este caso, las gramíneas y leguminosas son las especies más reconocidas en el rubro pecuario para la alimentación ganadera, siendo las gramíneas las más utilizadas (Steinfeld et al. 2006). El ensilaje de maíz o sorgo es el forraje

más común utilizado en crías de ganado estabulado. Este forraje lo obtenemos cuando la planta está en óptimas condiciones fisiológicas para ser consumida por los animales. La altura de corte es fundamental para proveer al animal la mayor cantidad de nutrientes y que sean digeribles, consiguiendo así una mayor concentración energética (Sánchez 2021).

Para obtener animales con altos en rendimiento en carne a peso canal, la dieta debe ser equilibrada y que supla las proteínas y energías que los ganaderos buscan, como ser: Proteína Metabolizable y Proteína cruda. Se utilizan varios alimentos derivados de granos para ser mezclados y someterlos dentro de la dieta que estos consumirán. Es de suma importancia administrar nitrógeno no proteico, como ser urea, pollinaza y cerdaza con el propósito de suplir el requerimiento de proteína y aminoácidos esenciales que el animal necesita, ya que, de esta manera, las bacterias presentes en el rumen se encarguen de degradarlas para disminuir la emisión de gases (Ribeiro et al. 2020). La pollinaza es aquella que es extraída en la industria avícola como alimento alternativo para rumiantes. Entre las características del cultivo están la altura del corte, nivel de humedad y tamaño de partículas durante la elaboración (Jobim et al. 2007) y la cantidad fermentativa depende de la concentración de ácidos orgánicos, nitrógeno amoniacal y pH ideal (Santana 2004).

La combinación de ensilaje de maíz y sorgo son benéficos en las dietas balanceadas de los animales; permite una mejor digestibilidad, palatabilidad y evita la acidosis ruminal y problemas en el aparato digestivo de los animales. Los precios son bajos, por lo tanto, es accesible para los productores y de esta forma se obtiene una mejor nutrición en el ganado. Es una alternativa rentable para ser utilizada en complementación del suplemento, ya que, entre el 40 a 50% de la dieta consta de ensilaje que permite que los productores reduzcan costos y mejora el desempeño productivo de los animales, especialmente en épocas de sequía donde difícilmente se encuentran pastos en lugares del trópico como Centro América. El objetivo de esta investigación fue evaluar la suplementación y el uso de tres tipos de ensilado: maíz blanco, maíz amarillo y sorgo en el desempeño productivo de novillos de engorde bajo un sistema estabulado, mediante la medición de consumo diario, ganancia diaria de

peso, pesos iniciales y finales, rendimiento en canal caliente e índice de conversión alimenticia y por otro lado evaluar económicamente el uso de estos tres ensilados en animales estabulados.

Materiales y Métodos

Ubicación Experimental

Este ensayo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, situada en el Valle del Yegüare, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, en el km 32 carretera Tegucigalpa a Danlí, Honduras. La unidad se encuentra a 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1100 mm, y una temperatura promedio de 26 °C.

Unidad Experimental

Para el experimento se utilizaron 25 novillos con edades de 14 a 20 meses, en donde la composición racial de 16 novillos pertenecía al género y especie *Bos indicus*, dentro del cual los animales eran encastes. Mientras tanto los nueve animales restantes del hato dispusieron de características raciales de encastes *Bos taurus*. Cada novillo fue registrado como una unidad experimental, para designar los tratamientos se dividieron los animales en tres grupos, la división se realizó en dependencia de los pesos evitando una desviación estándar de la media en los grupos.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con medidas repetidas en el tiempo (DCA). Para la evaluación de los datos se utilizaron pruebas de separación mínima de medias (LSMEANS) y diferencia de probabilidades (PDIFF) en el programa Statistical Analysis System (SAS®), con un valor de significancia exigido de $P \leq 0.05$.

Tratamientos

El tratamiento 1 (T1) consto de ensilaje de maíz blanco + suplemento, el tratamiento 2 (T2) consto de ensilaje de maíz amarillo + suplemento y el tratamiento 3 (T3) consto de ensilaje de sorgo + concentrado. Los ensilajes fueron preservados con *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus salivarius*, colorantes, sacarosa, y aluminosilicatos de sodio.

Cuadro 1

Arreglo de los tratamientos utilizados en el experimento.

Tratamiento	Descripción Tratamientos
1	Ensilaje de maíz blanco de estado fenológico R4 – R5.
2	Ensilaje de maíz amarillo en estado fenológico R4 – R5.
3	Ensilaje de sorgo en estado fenológico R1.

Nota. R4-R5: Grano pastoso - dentado

Variables Evaluadas

Las variables evaluadas fueron ganancia diaria de peso (GDP), índice de conversión alimenticia (ICA), consumo de alimento diario, rendimiento en canal caliente de los animales y los costos totales de cada tratamiento.

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Esta variable fue evaluada restando el peso inicial del animal del peso actual del animal dividido entre 30 días, debido a que cada 30 días se realizó el pesaje durante 120 días de experimento, calculado según la fórmula 1:

$$\text{GDP (kg)} = [\text{Peso del animal (kg)} - \text{Peso inicial animal (kg)}] \div 30 \quad [1]$$

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Esta variable se evaluó dividiendo la cantidad de alimento consumido entre el peso ganado, esto dado cada 30 días que se realizaba el pesaje, así obteniendo la cantidad de alimento requerido para aumentar 1kg de peso, calculado según la fórmula 2:

$$\text{ICA} = \text{Consumo de Alimento (kg)} \div \text{Peso Ganado (kg)} \quad [2]$$

Consumo Diario

Esta variable se evaluó restando el rechazo de la cantidad de alimento ofrecido en cada ración por corral, calculado según la fórmula 3:

$$\text{Consumo Diario (kg)} = \text{Alimento ofrecido (kg)} - \text{Rechazo (kg)} \quad [3]$$

Rendimiento en Canal Caliente

Esta variable se evaluó en porcentaje, analizando el peso en canal caliente entre el peso bruto del animal, calculado según la fórmula 4:

$$\text{Rendimiento} = \text{Peso canal caliente (kg)} \div \text{Peso de cosecha (kg)} \times 100 \quad [4]$$

Peso Final de Los Animales

Se hizo un pesaje final de los animales para evaluar la ganancia de peso total durante los 120 días del experimento.

Costos Totales

Se evaluaron los costos del experimento desde la alimentación, sanidad, manejo, anabólicos y mano de obra durante los 120 días.

Alimentación y Manejo

La alimentación y el manejo se realizó de forma diaria, suministrando un total de 15.45 kg diarios de alimento, que estaba compuesto por ensilaje y una suplementación estratégica que se mezcló correctamente, el agua se brindó de forma *ad libitum*, y los minerales adicionales se suministraron por medio del producto comercial conocido como FEEDLOT CRINA.

Cuadro 2

Cantidad de los ingredientes del suplemento formulado.

Ingredientes	kg diarios/animal
Ensilaje	5.45
Maíz	5.45
Pollinaza	2.27
Coquito	0.77
Melaza	0.68
Soya	0.68
Sales minerales	0.15
Total	15.45

Resultados y Discusión

Ganancia diaria de peso

No existió diferencia ($P > 0.05$) en la ganancia diaria de peso de los animales entre los tratamientos. Este resultado se puede comparar cuando se observan los tratamientos entre sí (Cuadro 3), y en un periodo de 30 días donde se realizaron los pesajes de novillos durante los 120 días, por lo tanto, la ganancia diaria de peso de los animales se mantuvo constante hasta alcanzar su punto máximo de producción, momento a partir del cual comenzó a disminuir. Con el propósito de abordar esta situación, se implementó un enfoque centrado en la calidad de fibra del forraje utilizado en los tratamientos, con el fin de mejorar la digestibilidad y promover una rumia más eficiente en animales estabulados que se alimentaban con dietas calientes.

En investigaciones anteriores, se han reportado resultados que indican la falta de diferencias significativas en el incremento de peso de novillos al emplear tratamientos similares, debido a la semejanza nutricional y contenido proteico proporcionados por dichos tratamientos. Estudios de (Kunkle et al. 2000) demuestran que el uso de varios antibióticos como ser vitaminas y desparasitantes pueden aumentar la ganancia de 0.07 a 0.11 kg/día y la eficiencia del ganado en crecimiento alimentado con dietas balanceadas y forraje, así mismo mencionan que la suplementación infrecuente comparada con la diaria en base a granos bajos en proteína. Por lo general se obtiene como resultado un rendimiento más bajo, pero los suplementos con niveles moderados de proteína pueden administrarse con éxito. Owens et al. (1977), definen y mencionan que existen posibilidades de encontrar diferencias según el procesamiento que se le da al grano para ensilaje, ya que, a mayor grado de procesamiento, los almidones se vuelven más disponibles. De igual forma en otros estudios se obtuvieron diferencias en la ganancia diaria de peso de novillos utilizando grano de maíz a diferente grado de procesamiento según (Johnson et al. 2022). Esto se debe de tomar en cuenta ya que el aumento en la cantidad de almidones promueve una mejor digestibilidad en los animales (Hristov y van Saun 2018).

Cuadro 3

Ganancia Diaria de Peso (kg/día) de los novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo.

Días	Tratamientos						P
	Maíz Blanco	EE±	Maíz Amarillo	EE±	Sorgo	EE±	
30	2.35	0.26	2.21	0.14	2.20	0.08	0.6495
60	2.22	0.15	1.86	0.19	1.68	0.30	0.0940
90	1.86	0.36	2.03	0.16	1.73	0.31	0.6935
120	0.88	0.24	1.08	0.24	1.15	0.09	0.4293

Peso inicial y Final

En los pesos iniciales y finales, no se observó diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Cuadro 4). En el tratamiento 1, que consistió en el uso de ensilaje de maíz blanco, se logró una ganancia total de peso vivo de 214.7 kg. Por otro lado, en el tratamiento 2, donde se utilizó ensilaje de maíz amarillo, se obtuvo una ganancia total de 208.8 kg de peso vivo. Por último, en el tratamiento 3, que empleó ensilaje de sorgo, se registró una ganancia total de 210.3 kg de peso vivo.

Hay estudios que indican que la suavidad de la carne es menor en sistemas extensivos en comparación a los sistemas intensivos debido a que en la alimentación intensiva se utilizan grandes cantidades de alimento balanceado (Ramirez et al. 2016). Por otro lado, hay estudios que relatan que los animales estabulados o pastoreados expresan su potencial de ganancia de peso diario según su genética y la descendencia de los animales, tomando en cuenta que hay animales *Bos indicus* que expresan mayor ganancia de peso, pero de igual forma se encuentran animales que forman cruces de *B. indicus* con *B. taurus* que representan un alto porcentaje de ganancia de peso diaria (Ramirez et al. 2016).

La genética de los animales juega un rol muy importante para expresar la ganancia diaria de peso. No existe la mejor raza para la producción de carne según (Hardin y Brown 2016). No hay un estudio que relate que una raza en especial en la producción de carne sea la más ideal, debido a que hay múltiples variables que pueden causar un impacto en la ganancia de peso. De acuerdo con (Kirkpatrick [updated 2017]) se puede utilizar razas pura para darle un mejor manejo de reproducción y sanidad en las granjas o para mejorar la importancia económica a nivel nacional o internacional, sin

embargo, los mejores desempeños se encuentran en animales con heterosis y alto vigor híbrido. Los animales de razas puras representan un manejo más delicado y son más propensos a enfermedades mientras tanto los animales con cruces entre dos razas o más representan una mejor resistencia y alto desempeño bajo condiciones ideales (Kirkpatrick [updated 2017]).

Cuadro 4

Peso inicial y final de los novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo.

Días	Tratamientos						P
	Maíz Blanco	EE±	Maíz Amarillo	EE±	Sorgo	EE±	
0	314.44	17.64	296.70	17.59	292.61	14.60	0.8850
30	387.62	19.67	374.37	24.75	365.45	15.79	0.7525
60	443.53	23.98	441.19	25.38	415.96	17.08	0.3733
90	504.59	21.78	497.15	18.74	468.12	18.32	0.3058
120	523.23	18.21	511.36	16.26	502.89	18.88	0.7725

Consumos

Para esta variable existió diferencia ($P \leq 0.05$) en el consumo diario de los animales en los diferentes tratamientos (Cuadro 5). La cantidad de alimento consumida es una variable que depende del peso vivo en el que se encuentre el animal. Durante los 120 días se les suministró una dieta con cantidades adecuadas, así los animales no dejaban alta cantidad de sobrante ni tampoco los comederos vacíos, ya que esto es un factor que puede expresar que el animal no tenía las cantidades adecuadas para suplir sus requerimientos, por ende, su consumo era uniforme dependiendo del peso que estaba alcanzando el animal.

Hay diferentes factores que pueden afectar el consumo y digestión del ensilaje, siendo estos la calidad nutricional, porcentaje de materia seca y palatabilidad según el estado fisiológico en el cual se llevó a cabo el proceso de este (Kunkle et al. 2000). Según Gil (2005), a mayor peso vivo del animal en su pico productivo, mayor consumo de alimento para cubrir los requerimientos productivos.

Cuadro 5

Consumo diario de novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo.

Días	Tratamientos						P
	Maíz Blanco	EE±	Maíz Amarillo	EE±	Sorgo	EE±	
30	15.63 ^b	0.07	14.89 ^a	0.11	15.53 ^b	0.10	<0.0001
60	16.62 ^a	0.09	16.83 ^{ab}	0.05	16.96 ^b	0.06	0.0142
90	17.86	0.04	17.83	0.02	17.75	0.04	0.3986
120	16.80 ^{ab}	0.15	16.64 ^a	0.16	17.03 ^b	0.08	0.0036

Nota. a,b Medias que difieren a la $P \leq 0.05$

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

En la variable de índice de conversión alimenticia (Cuadro 6) se observó una diferencia ($P < 0.0001$) entre los tratamientos. En el tratamiento 1, que involucró el uso de ensilaje de maíz blanco, se obtuvo una relación de 9.00 kg de alimento por kg de peso. En el tratamiento 2, que empleó ensilaje de maíz amarillo, la relación fue de 9.10 kg de alimento por kg de peso. Finalmente, en el tratamiento 3, basado en ensilaje de sorgo, se observó una relación de 9.56 kg de alimento por kg de peso. Estos resultados demuestran la eficiencia de la dieta y su impacto en los costos de producción. La eficiencia está influenciada por diversos factores, entre ellos, el uso de anabólicos para mejorar la conversión alimenticia (cantidad y calidad de la carne), y la genética de los animales.

Según Gil (2006), el uso de promotores de crecimiento tiene una incidencia en el aumento de peso, y esto es debido a que las hormonas conocidas como anabólicos tienen un efecto en la retención del nitrógeno, consiguiendo así un aumento en la masa muscular. (Fajardo et al. 2011), explica que un promotor de crecimiento es todo aquel aditivo no esencial para la función biológica pero que incide positivamente en la conversión alimenticia. Sin embargo no solo estos factores influyen en la conversión alimenticia, la genética del animal tiene un alto valor en la conversión del alimento (FAO 2023), detalla que la mejora genética tiene incidencias en la tasa de crecimiento demostrando la capacidad que poseen los animales en crecer y ganar peso en condiciones de alimentación específicas. Por lo tanto, se puede inferir que la genética tiene una repercusión en los resultados, ya que a mayor mejora genética se obtendrán mejores resultados en comparación a encastes cuyo potencial genético no se ve expresado de la misma forma.

Cuadro 6

Relación de índice de Conversión Alimenticia (kg de alimento MS/kg de peso) de novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo

Tratamientos	ICA	Error estándar	Pr
Maíz Blanco	9.00 ^a	0.04	
Maíz Amarillo	9.10 ^a	0.03	
Sorgo	9.56 ^b	0.04	<0.0001

Nota. a,b Medias que difieren a la $P \leq 0.05$

Rendimiento en Canal Caliente

En la variable de rendimiento en canal caliente (Cuadro 7) no existe diferencia ($P > 0.05$), debido a que los animales lograron una ganancia diaria de peso similar. Las diferencias observadas en los pesos al momento de la cosecha se deben a variaciones individuales en el peso inicial de los animales al comienzo del experimento. Es importante destacar que el rendimiento en canal caliente puede verse afectado por diversos factores, como el tiempo de espera previo a la cosecha, el transporte y el estrés animal, entre otros. El Cuadro proporciona información sobre los pesos iniciales de los animales al ingresar a la fase de cosecha, y el peso en canal caliente indica la cantidad de kilogramos obtenidos inmediatamente después del sacrificio. El valor de rendimiento, expresado en porcentaje, se obtiene al dividir el peso en canal caliente entre el peso de cosecha.

El estrés previo al beneficio provoca un consumo excesivo de glucógeno muscular, se ha demostrado que un mayor nivel de estrés ante mortem conduce a una alteración del pH muscular durante las primeras 24 horas post mortem, sugiriendo una mayor velocidad de glucólisis anaeróbica como producto de un nivel alto de estrés (Quiroz et al. 2016). Los largos tiempos de ayuno en la planta, especialmente cuando vienen con largo tiempo de transporte, puede ser considerado entre los factores predisponentes a pH elevados en las canales de los animales beneficiados, a medida es aumentado el tiempo de ayuno de los animales se impide que el pH se alinee de forma adecuada (Quiroz et al. 2016). Según Tonelli (2020), para minimizar las pérdidas en rendimiento, es recomendable que exista un encierre previo sin alimento. Durante el transporte a la planta se pierde un alto porcentaje de contenido ruminal que no tiene valor alguno, el cual permite un mejor confort

para el animal, ya que, permite que el animal vaya con menos peso. Siempre se debe de tener acceso al agua previo al día de cosecha, debido a que durante el viaje no se le suministra para evitar accidentes, el cual es benéfico para el rendimiento y redundara en la calidad de la carne (Tonelli 2020). En el caso del corral, se debe de alimentar hasta el mediodía del día anterior y por la tarde solo mantenerlo con disponibilidad de agua y cargarlo a primera hora (Tonelli 2020), siendo estas una serie de recomendaciones principales para evitar efectos en el rendimiento de la canal.

Cuadro 7

Rendimiento de las cosechas medidos en peso en canal caliente

Cosecha	Tratamientos				P
	Maíz Blanco	Maíz Amarillo	Sorgo	ESM	
Peso cosecha (kg)	547.25	554.22	526.88	17.70	0.5348
Peso CC (kg)	320.88	301.11	290.00	9.00	0.0756
Rendimiento (%)	58.75	54.44	55.25	1.43	0.1007

Nota. ESM = Error Estándar de la Media

Costos

Con relación a los costos incurridos durante los 120 días de duración del experimento, se observa que el tratamiento 3, que consiste en ensilaje de sorgo, presenta el mayor costo total. Esto se debe a que en ese corral se incluyó una unidad experimental adicional en comparación con el tratamiento 1 de ensilaje de maíz blanco y el tratamiento 2 de ensilaje de maíz amarillo. Sin embargo, al considerar el costo total por animal, se evidencia que el tratamiento 3, de ensilaje de sorgo, resultó ser el más económico (Cuadro 8).

Esta diferencia se atribuye a que el sorgo es un cultivo con costos más bajos, una mayor resistencia a la sequía y un menor costo de siembra, con una reducción del 40-45%. Además, el sorgo requiere menores gastos en fertilización y manejo. Estas características hacen del sorgo una alternativa interesante en la producción de ensilajes (Di Marco [updated 2013]).

Cuadro 8

Costo total por 120 días de alimentación por tratamiento y costo diario por animal de la ración totalmente mezclada.

Tratamiento	Costo diario de la RTM\$/kg	Consumo Promedio por animal/kg	Costo diario de alimentación/animal	Costo Total de Alimentación por Animal	Costo total de alimentación por tratamiento
Maíz Blanco	\$ 0.15	15.44	\$ 2.32	\$ 277.92	\$ 2,223.36
Maíz Amarillo	\$ 0.15	15.65	\$ 2.35	\$ 281.70	\$ 2,253.60
Sorgo	\$ 0.14	15.87	\$ 2.22	\$ 266.62	\$ 2,399.54

Conclusiones

El ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo no presento un efecto en las variables de ganancia diaria de peso, pesos iniciales y rendimiento en canal caliente.

El índice de conversión alimenticia y el consumo si refleja diferencia significativa en el desempeño productivo de los novillos.

El ensilaje de sorgo presento un costo diario más bajo.

Recomendaciones

Evaluar el experimento en la época lluviosa.

Evaluar la calidad de canal utilizando los tres tratamientos descritos.

Evaluar la composición nutricional de las dietas por medio de un análisis bromatológico.

Referencias

- Contexto Ganadero. [actualizado 2020]. Ligero aumento en el consumo mundial de carne bovina. Colombia: Contexto Ganadero; [consultado el 11 de ago. de 2023]. <https://www.contextoganadero.com/internacional/ligero-aumento-en-el-consumo-mundial-de-carne-bovina>.
- Di Marco O. [actualizado 2013]. Características de los ensilajes de maíz y sorgo. Argentina: Sitio Argentino de Produccion Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/224-maiz_sorgo.pdf.
- Donoso D. 2023. Revision comparativa de la produccion con tres fuentes proteicas de origen animal y vegetal en feedlots [Trabajo de Titulación]. Ecuador: Universidad Tecnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13911/E-UTB-FACIAG-MVZ-000142.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Fajardo, Mendez, Molina. 2011. Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. *Revista Universitas Scientiarum*; [consultado el 27 de may. de 2023]. 16(1):77–91. <http://www.scielo.org.co/pdf/unsc/v16n1/v16n1a07.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. 2023. Genética animal. [sin lugar]: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura; [actualizado 2022; consultado el 28 de may. de 2023]. <https://www.fao.org/animal-genetics/background/why-is-ag-important/es/>.
- Gonzalez J, Gonzalez G, Chavez E. 2012. Porosidad del suelo en tres superficies típicas de la cuenca alta del río nazas. *Tecnología y Ciencias del agua*; [consultado el 11 de ago. de 2023]. 3(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222012000100002&script=sci_arttext.
- González G. 2002. Acidosis, un problema de las dietas ricas en granos. Argentina: Santana Daniele; [consultado el 11 de ago. de 2023]. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/63-acidosis.pdf.
- Hardin R, Brown D. 2016. Selecting a beef breed: Selección de ganado bovino. Estados Unidos: Universidad de Georgia; [consultado el 11 de ago. de 2023]. <https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=C859&title=selecting-a-beef-breed>.
- Hristov A, van Saun R. 2018. Dairy production in corn physiology. Penn State Collage: [sin editorial]; [consultado el 11 de ago. de 2023]. <https://www.coursera.org/lecture/dairy-production/dairy-farm-management-KZzV7>.
- Jobim C, Nussio L, Andrade R, Schimidt P. 2007. Avances metodologicos de la calidad de forraje conservado: Forraje conservado. *Revista Brasileña de Zootecnia*. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/cGcwzhYPxNb5mwmw9SJgZgm>.
- Johnson J, Sutherland B, McKinnon J, Penner G. 2022. Use of barley or corn silage when fed with barley, corn, or a blend of barley and corn on growth performance, nutrient utilization, and carcass characteristics of finishing beef cattle. Estados Unidos: Pubmed; [actualizado 2022]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32704973/>.
- Kirkpatrick D. [actualizado 2017]. Crossbreeding in beef cattle. University of Tennessee: [sin editorial]. <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/W471.pdf>.

- Kunkle W, Johns J, Poore M. 2000. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. (126). North Carolina State University.
- Owens F, Secrist D, Hill J, Gill D. 1977. The effect of grain source and grain processing. *Journal of Animal Science*; [consultado el 11 de ago. de 2023]. 75(79). https://www.researchgate.net/publication/14135006_The_Effect_of_Grain_Source_and_Grain_Processing_on_Performance_of_Feedlot_Cattle_A_Review/citation/download.
- Perez V. 2017. Evidencias agroecológicas para la agricultura del futuro [Trabajo de Investigación]. Elche, España: Universidad Miguel Hernández. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4481/1/TD%20Gonzalvez%20P%20c3%a9rez%20c%20Victoriano.pdf>.
- Quiroz K, Restrepo D, Barahona R. 2016. Efecto del tiempo de ayuno sobre el rendimiento de canal bovino: rendimiento de canal bovino. *Revista Lasallista de Investigación*; [consultado el 11 de ago. de 2023]. 13(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492016000200008.
- Ramirez J, Valverde A, Rojas A. 2016. Efecto de raza y finalización del engorde: Finalización del engorde. <https://www.redalyc.org/journal/437/43748637026/html/>.
- Ramos R. 2021. Investigación del grado de conocimiento de los productores agropecuarios sobre el sistema silvopastoril. Córdoba, Argentina: Universidad Empresarial Siglo 21. <https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/26614/TFG%20-%20Ramos%20Rodrigo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Reyes Díaz JA. feb. 2012. Desarrollo e implementación de la ganadería intensiva, para una mejor comercialización de carne bovina en la finca "El cortijo las Marias" [Tesis]. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente. https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/ECONOMICAS_6/Administracion_de_Empresas/12.pdf.
- Ribeiro T, Salcedo Y, Alvarado D, Duarte J. 2020. Fuentes proteicas de baja degradación ruminal y su efecto en la producción de metano en bovinos de carne. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/124/120>.
- Sánchez J. 2021. Efecto de la altura de corte de sorgo a la cosecha sobre el rendimiento de forraje y el valor nutritivo del ensilaje. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 12(3). <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v12n3/2448-6698-rmcp-12-03-958.pdf>.
- Soto C, Reinoso V. 2008. Suplementación del ganado de carne en situaciones de sequía. (15):2–5. https://www.produccion-animal.com.ar/inundacion/40-SEQUIA_Rev_BRAFORD.pdf.
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, Cees H. 2006. La larga sombra del ganado. 2ª ed. Roma, Italia: FAO. 493 p.
- Tonelli V. 2020. El rendimiento de animales tras el desbaste. <https://www.valorcarne.com.ar/el-rendimiento-tras-el-desbaste-y-el-dressing/>.