

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



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación del desempeño productivo de novillos con dietas basadas en  
ensilajes de maíz y sorgo en un sistema de alimentación intensivo (feedlot)**

Estudiantes

Fabio Andre Gallardo Dundur

Oscar Danilo Reyes Fajardo

Asesores

Celia Trejo, Ph.D.

Isidro Matamoros, Ph.D.

Ángel Suazo, M.AE.

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 Anexos.....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	13
Ubicación del Estudio.....	13
Unidad Experimental .....	13
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	14
Tratamientos.....	14
Variables por Evaluar .....	15
Consumo Diario.....	15
Ganancia Diaria de Peso (GDP) .....	15
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	15
Peso Final de los Animales.....	15
Costos Totales.....	16
Alimentación y Manejo .....	16
Resultados y Discusión.....	17
Ganancia Diaria de Peso .....	17

Consumo .....	18
Índice de Conversión Alimenticia.....	19
Peso Inicial y Final .....	20
Costos.....	21
Conclusión.....	22
Recomendaciones.....	23
Referencias.....	24
Anexos.....	27

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Composición racial y edad según el tratamiento.....	13
Cuadro 2 Arreglo de los tratamientos utilizados en el experimento.....	14
Cuadro 3 Porcentaje de inclusión de los ingredientes del suplemento formulado.....	16
Cuadro 4 Ganancia diaria de peso (kg/día) de los novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo.....	18
Cuadro 5 Consumo diario de novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo...	19
Cuadro 6 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 Peso inicial y final de los novillos alimentados con ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo. .....	21
Cuadro 8 Costo total por 90 días de alimentación por tratamiento y costo diario por animal de la ración totalmente meclada.....	21

## Índice de Anexos

Anexo A Unidad de Ganado de Carne.....	27
Anexo B Elaboración del concentrado.....	28
Anexo C Presentación de la Ración Totalmente Mezclada.....	29

## Resumen

El concepto de conservación de alimento para el uso en la producción de ganado ha evolucionado en muchas formas que actualmente conocemos, entre ellas se encuentra la henificación y el ensilaje. Los forrajes permiten que el animal pueda llevar a cabo el proceso de la rumia, extrayendo energía y proteína de ellos, pero más allá, estabilizando las condiciones ácidas del rumen generadas al usar dietas calientes. El objetivo general de la presente investigación fue comparar dos cultivos diferentes y dos variedades de maíz: maíz amarillo (T1), maíz blanco (T2) y sorgo (T3) para la elaboración de ensilaje, con la intención de validar cuál de estos tiene un mejor aporte nutricional en el desempeño de novillos de engorde bajo un sistema de alimentación intensivo (feedlot). Este experimento se realizó bajo un Diseño Completo al Azar con medidas repetidas en el tiempo (DCA). Se utilizaron un total de 25 unidades experimentales distribuidas en los tres tratamientos, con novillos similares en características de genética, edad y peso a un feedlot comercial. La ganancia diaria de peso (GDP) en cada tratamiento fue T1: 2.14 kg, T2: 2.03 kg, T3: 1.90 kg, ( $P = 0.4141$ ); el resultado del consumo fue, T1: 16.85 kg, T2: 16.71 kg y T3: 16.93 kg ( $P = 0.5398$ ). El índice de conversión alimenticia (ICA) en el experimento fue de T1: 10.10, para T2: 9.13 y para T3: 9.26 ( $P = 0.8166$ ). Como conclusión, el uso de ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo no tuvo un efecto significativo en las variables de desempeño productivas evaluadas.

*Palabras claves:* Forraje, ganado, granos, feedlot.

### Abstract

Forage conservation, as we know it today, for cattle production has changed in many ways, in which we can find hay and silage making. Forage allows the animal to carry out the rumination process, extracting energy and protein from them, but further, stabilizing the acidic conditions in the rumen, generated when using high-grain diets. The general objective for this research was to compare two different crops and two different corn varieties: yellow corn (T1), white corn (T2), and sorghum (T3) for silage making, with the intent of validating which of these has a better nutritional contribution in the performance of finishing steers under an intensive feeding system (feedlot). To carry out this experiment, a Completely Randomized Design (CRD) experimental design with repeated measurements was used. The average daily gains for each treatment were, T1: 2.14 kg, T2: 2.03 kg, T3: 1.90 kg, (P = 0.4141); feed intake was , T1: 16.85 kg, T2: 16.71 kg y T3: 16.93 kg (P = 0.5398). The feed efficiency was T1: 10.10, T2: 9.13 y T3: 9.26 (P = 0.8166). The experiment concluded that the use of white corn, yellow corn and sorghum silage did not have a significant effect on the evaluated productive performance variables.

*Keywords:* Cattle, feedlot, forage, grains.

## Introducción

La producción de ganado bovino es una actividad pecuaria que consiste en la domesticación de animales, en este caso *Bos indicus* y *Bos taurus*, con el objetivo de cubrir la demanda de proteína animal que requiere la humanidad. Actualmente la demanda ha crecido a niveles exponenciales debido a la alta tasa de natalidad y desarrollo económico a nivel mundial; por ello investigadores tienen como objetivo encontrar la manera de aumentar la eficiencia en cuanto a la producción de carne por hectárea. En la actualidad, el 77% del área destinada a la agricultura alrededor del mundo, es usada para la crianza de ganado, llegando alrededor de 40 millones de kilómetros cuadrados (Greenwood 2021). Se espera que la demanda de carne de res se eleve a 75 millones de toneladas para el año 2030, necesidad que la industria ha podido satisfacer hasta ahora (OECD y FAO 2021).

La creciente demanda, exige a los agricultores producir más en menos tierra, ya que actualmente el área terrestre destinada a la agricultura ha sido ocupada totalmente (FAO 2020). Así como en muchas otras industrias, la tendencia para cumplir con la demanda es migrar hacia un modelo de producción más eficiente, haciendo un uso mejor de nuestros recursos, físicos y económicos (FAO 2020). La respuesta a este llamado son las producciones intensivas o *feedlot* como son conocidos en inglés. Los *feedlots* toman como base un engorde acelerado del animal, ayudado de una dieta alta en granos, por su alto valor y densidad nutricional que acortan drásticamente el tiempo en el que el animal está en engorde (Heinrichs y Kmicikwycz 2016). El manejo de una producción intensiva es distinto a una producción tradicional a pastoreo, debido principalmente a que el manejo nutricional y fisiológico cambia completamente, poniendo una mayor presión en el tracto digestivo del animal, más específicamente, el rumen. Las dietas altas en grano (dietas calientes) tienen la característica de producir altas cantidades de ácidos grasos volátiles, y la rápida fermentación de estos deja propenso al animal de sufrir afecciones, como la acidosis ruminal (Hristov et al. 2018). Para contrarrestar esto, las producciones intensivas usan fuentes forrajeras como ensilajes y heno para poder proveer suficiente fibra a los animales, permitiendo una constante

rumia y producción de saliva que amortigüen el pH del rumen y así mismo manteniendo la salud relativa del tracto digestivo (Heinrichs y Kmicikwycz 2016).

Los forrajes se dividen en tres grupos mayores: pasto fresco y/o de corte, heno y ensilaje; los tres difieren en calidad y aporte nutricional al animal, pero cumplen la función de proveer la fibra suficiente para estimular la generación de saliva, la cual funciona como amortiguador de pH en el rumen (Hristov et al. 2018). También es importante recordar que la mayoría de los requerimientos proteicos y aminoácidos esenciales en los rumiantes son proveídos por la microflora ruminal que se alimentan de nitrógeno no proteico (NNP) y son digeridos por el animal (Heinrichs y Kmicikwycz 2016). Dentro de las fuentes de NNP tenemos fuentes minerales como la urea y alternativas de menor costo y eficiencia como la pollinaza, gallinaza e inclusive cerdaza (Hristov et al. 2018). Silveira Prado et al. (2006) mencionan que la hierba fresca contiene alrededor del 70 al 85% de humedad, y cuando ésta se corta se reduce a un 15-20% mediante el desecado natural al sol o métodos artificiales, pudiendo almacenarse en forma de heno sin riesgo de que se deteriore, siempre que se proteja de las lluvias. Al reducirse el contenido de agua de los forrajes verdes, disminuyen las condiciones favorables para el desarrollo microbiano, lo que permite que puedan almacenarse en grandes cantidades sin que se presente una fermentación pronunciada o se enmohezcan (Silveira Prado et al. 2006; Hristov et al. 2018).

Como otro proceso de conservación de forraje, también está el ensilaje, este se diferencia de la henificación siendo un proceso más largo y complejo, que utiliza la ayuda de bacterias homolácticas anaeróbicas, como por ejemplo *Lactobacillus plantarum*, para la conservación del forraje manteniendo los nutrientes de este, manteniendo así la calidad del alimento suministrado a los animales (Hristov et al. 2018). El ensilaje es utilizado para la conservación de cultivos con alto valor nutricional para el ganado, como principal cultivo se encuentra el maíz (*Zea mays*), recomendado por muchos profesionales de la nutrición animal ya que es considerado uno de alimentos de mayor aporte energético, con alrededor de 2.26 a 2.45 Mcal por kilogramo de materia seca (Calsamiglia et al. 2016; Hristov et al. 2018), la cantidad

de proteína bruta ronda entre los 6.5 a 8.7%, número que se considera bajo en comparación con otros cultivos.

El segundo cultivo mayormente utilizado en el trópico para la elaboración de ensilaje es el sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) de la familia de las gramíneas. Dentro de la producción por hectárea, se menciona que existen algunas variedades de sorgo que presentan mayores producciones de materia verde (MV) y materia seca (MS) que el maíz (Ribeiro et al. 2007). Otro punto importante de esta variedad de sorgo está en la selección de genotipos, ya que se busca que el forraje de sorgo esté compuesto por bajo contenido de tenores de tanino, ya que existe una correlación negativa entre los taninos y la digestibilidad de proteína entre un 3% a un 15% en el tracto digestivo del rumiante, especialmente cuando se encuentran en una concentración superior al 5% (Mayer 2020).

El ensilaje no puede llegar su producto final sin antes pasar por procesos que permiten al forraje conservarse, minimizando la pérdida de nutrientes. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso de ensilado se puede dividir en tres etapas.

La primera etapa es conocida como fase aeróbica, que dura pocas horas, el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco, de 6-6.5 (Oude et al. 2001).

La segunda etapa es la fermentación, en esta fase pueden ocurrir dos importantes tipos de fermentación, acética y láctica; la fermentación acética es un proceso que no deseamos en nuestro ensilaje ya que esta es dada por enterobacterias, como *E. coli*. Estas destruyen gran parte de los azúcares y proteínas, además de producir gran cantidad de ácido acético y de anhídrido carbónico, incrementa el poder tampón, dificultando el descenso del pH (Callejo 2018). La fermentación láctica comienza al

momento de alcanzar las condiciones anaeróbicas dentro del ensilaje, el objetivo de esta fase fermentativa es reducir el pH del forraje a un valor entre 3.8 a 5.0, con el fin de restringir el crecimiento de microorganismos indeseables, como las mencionadas anteriormente enterobacterias y clostridios (Callejo 2018).

La última etapa es llamada fase de estabilidad, el ensilaje ya posee un pH por debajo de 4 e inhibe totalmente la actividad de bacteria, incluyendo las lácticas. Se llega entonces a una situación de estabilidad que permite al ensilado conservarse durante meses o incluso años, siempre y cuando este se mantenga bajo condiciones anaeróbicas (Callejo 2018).

La calidad final del ensilado depende tanto de las materias primas como de la aplicación adecuada de la técnica. Entre las características de la materia prima destacan la altura de corte, el nivel de humedad y el tamaño de las partículas (Jobim et al. 2007), y la calidad fermentativa, determinada por la concentración de ácidos orgánicos, nitrógeno amoniacal y pH (Santana 2004).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo, en el desempeño productivo y económico de novillos de engorde bajo un sistema intensivo (feedlot). Los objetivos específicos fueron evaluar la ganancia diaria de peso, consumo diario e índice de conversión alimenticia en novillos de razas de ganado de carne bajo un sistema de alimentación intensivo.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, esta se encuentra ubicada en el km 32 carretera a Danlí, Tegucigalpa, Honduras, con una temperatura promedio de 26 °C y una altitud de 800 msnm con precipitaciones promedio de 1100 mm al año.

### Unidad Experimental

Se utilizaron 25 novillos con edades de 14 a 20 meses, en esta investigación 16 novillos del hato poseían encaste de *Bos indicus* arriba del 50% mientras que los nueve novillos restantes poseían principalmente encaste de *Bos taurus*. Cada torete fue registrado como una unidad experimental. Los novillos se dividieron en tres grupos, la división se realizó en dependencia de su peso evitando 1 desviación estándar de la media en el grupo. El área destinada fue de alrededor de 119 m<sup>2</sup>/torete.

### Cuadro 1

*Composición racial y edad según el tratamiento.*

Tratamiento 1		Tratamiento 2		Tratamiento 3	
Composición racial	Edad (meses)	Composición racial	Edad (meses)	Composición racial	Edad (meses)
A4BR4	20	BR5A2SM1	19	BR5A2SP1	19
BR4H4	15	DM4SP3BR1	14	BR5A2SP1	18
BR4PS4	19	H4BR2CH2	14	BR8	20
BR5A1SP2	19	H4BR2SM2	14	DM4A2BR1SM1	19
BR8	19	H4BR2SM2	15	H4BR2CH2	14
H4BR2PS2	19	H4BR2SM2	15	PS4A2BR1SP1	19
H4SP2BR1SM1	14	PS4A2BR1SM1	19	PS4SP2BR1SM1	19
H4SP3BR1	19	PS4SP2BR1CH1	19	SP4BR2CH2	18
PS4BR2CH2	19				

*Nota.* A: Angus, BR: Brahman, H: Holstein, PS: Pardo Suizo, SP: Senepol, SM: Simmental, CH: Charolais y DM: Droughtmaster

Los novillos fueron confinados por 110 días con los primeros 20 días de adaptación, para la evaluación estos fueron pesados cada 30 días. Todas las unidades experimentales recibieron el mismo plan de sanidad, el cual se realizó a inicios del experimento. Se les aplicó una dosis de Ivermectina (10 mg/mL), como desparasitante y un complejo multivitamínico con anabólicos, este cuenta con 25 mg/mL

de decanoato de nandrolona, más vitamina A (propionato – 100,000 UI), vitamina D3 (25,000 UI) y vitamina E (Acetato – 25 mg). Además, se realizó la aplicación de dosis de acetato de trembolona (140 mg) y benzoato de estradiol (10 mg, equivalentes a 14 mg de estradiol) en implante.

### Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El diseño estadístico utilizado fue un Diseño Completo al Azar con medidas repetidas en el tiempo (DCA). Para la evaluación de los datos se realizaron 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 experimento se basó en tres tratamientos con dos cultivos diferentes. El tratamiento 1 constó de ensilaje de maíz blanco + concentrado, el tratamiento 2 constó de un RTM de ensilaje de maíz amarillo + concentrado y el tratamiento 3 constó de un RTM de ensilaje de sorgo + concentrado (Cuadro1). Los tres ensilajes se conservaron por siete meses antes de su utilización. Los tres ensilajes fueron inoculados con *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus salivarius*, Celulasa,  $\alpha$ -Amilasa, Xylanasa,  $\beta$ -glucanasa, colorantes azul y amarillo, sacarosa, aluminosilicatos de sodio.

### Cuadro 2

*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 por Evaluar**

Las variables evaluadas fueron el consumo diario, la ganancia diaria de peso (GDP), el índice de conversión alimenticia (ICA), el peso final de los animales y los costos totales de cada tratamiento.

### ***Consumo Diario***

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

$$\text{Consumo Diario (kg)} = \text{Alimento ofrecido (kg)} - \text{Rechazo (kg)} \quad [1]$$

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

Esta variable se evaluó dividiendo la ganancia de peso en cada periodo, entre los 30 días, respectivamente, calculado según la fórmula 2:

$$\text{GDP (kg)} = [\text{Peso del animal (kg)} - \text{Peso inicial animal (kg)}] \div 30 \quad [2]$$

### ***Índice de Conversión Alimenticia (ICA)***

Esta variable se evaluó dividiendo la cantidad de alimento consumida entre el peso ganado, por cada periodo de 30 días, así obteniendo la cantidad de alimento requerida para aumentar 1 kg de peso, calculado según la fórmula 3:

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

### ***Peso Final de los Animales***

Se hizo un pesaje final a los 90 días para evaluar la ganancia de peso total.

### **Costos Totales**

Se evaluaron los costos de alimentación, manejo, sanidad y mano de obra del experimento (90 días).

### **Alimentación y Manejo**

Se le proporcionó el 3% de su peso corporal en materia seca. Para la formulación del RTM (Ración Totalmente Mezclada) se utilizó el software Beef Cattle Nutrient Requirements Model (BCNRM) 2016 el cual fue usado para generar un balanceado isocalórico e isoproteico.

### **Cuadro 3**

*Porcentaje de inclusión de los ingredientes del suplemento formulado.*

Ingredientes	Porcentaje de inclusión
Maíz	38.22
Soya	2.18
Coquito	4.09
Melaza	2.7
Pollinaza	10.9
Sales minerales	0.9
Ensilaje	40.95

En cuanto al perfil nutricional del RTM, constó de un 12.66% de proteína cruda (PC), 3.65% de grasa, 29% de fibra neutro-detergente (FND), 48.35% de carbohidratos no fibrosos (azúcares, almidones y pectina) 6.34% de cenizas.

## Resultados y Discusión

No hubo diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto a ganancia diaria de peso (GDP), consumo (kg/animal/día) e índice de conversión alimenticia (ICA). Esto se puede atribuir a que la base nutricional de los animales fue el concentrado, proveyendo la mayoría de proteína y energía de la dieta. El concentrado fue el mismo para los tres tratamientos, en cantidad por animal y composición. El forraje funcionó como fuente de fibra en primera instancia, y un reducido aporte energético y proteico como aportes menores. Esto se debe a que los tres cultivos utilizados (maíz amarillo, maíz blanco y sorgo) tienen un contenido de almidón y de proteína parecido; el maíz y el sorgo forrajero contienen un 8 a 9% de proteína cruda y 24 a 40% almidón, y 11 a 12% de proteína cruda y 21 a 36% de almidón, respectivamente (Hristov et al. 2018). Las diferencias esperadas entre cada tratamiento fueron mínimas, esto se le puede atribuir a su gran similitud nutricional. Existe la posibilidad que este fuese distinto de haberse usado otro tipo de forraje mucho más alto en proteína como la alfalfa o leguminosas (Hristov et al. 2018; Mwangi FW. et al. 2019).

### Ganancia Diaria de Peso

La ganancia diaria de peso acumulada no presentó diferencia entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). Esta tendencia la podemos observar también cuando comparamos los tratamientos entre sí y entre cada periodo de 30 días, para cada tratamiento (Cuadro 5). Estos resultados son similares a los encontrados por Adewakun et al. (1989), donde tres distintos ensilajes a base de sorgo, sorgo dulce y maíz, respectivamente, no tuvieron diferencias significativas en ganancias diarias de peso, y otros factores de producción. Existe la posibilidad de que hubiese una diferencia en dependencia del grado de procesamiento que recibe el grano o cultivo usado para ensilaje, ya que a mayor grado de procesamiento, los almidones se vuelven más disponibles (Owens et al. 1997; Andrade et al. 2001). Esta mayor digestibilidad se debe de tomar en cuenta ya que tiene un efecto en la calidad nutricional del forraje

(Hristov et al. 2018). De acuerdo con Johnson et al. (2020), se encontró diferencias significativas en la ganancia diaria de peso en novillos usando maíz a diferentes grados de procesamiento. Cabe resaltar que el papel del forraje en estos tratamientos giró alrededor de proveer una fuente de fibra de alta calidad y no como fuente importante de energía, proteínas y otros factores de importancia para la ganancia de peso de un animal de engorde. Esto es apoyado por los resultados de He et al. (2018), donde se usó ensilaje de tallo de maíz y tuvo el mismo comportamiento que el ensilaje de tallo y semilla, apoyando el supuesto que el ensilaje juega un papel menor dentro de la GDP en un sistema de feedlot.

#### Cuadro 4

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

Tratamientos	GDP (kg)			
	30 días	60 días	90 días	Acumulado
Maíz Blanco	2.35	2.22	1.86	2.14
Maíz Amarillo	2.19	1.87	2.02	2.03
Sorgo	2.23	1.69	1.78	1.90
Error Estándar	1.16	1.16	1.12	0.14
Probabilidad	0.8071	0.2438	0.828	0.4141

#### Consumo

No hubo diferencia en el consumo diario ( $P > 0.05$ ) (Cuadro 7). No se dividió en razón de tiempo ya que la cantidad de alimento ingerida está directamente relacionada al peso vivo del animal, siempre y cuando no cambie el perfil nutricional del RTM (Mwangi et al. 2019). Hay una serie de factores que pueden afectar el consumo del ensilaje, como la palatabilidad, materia seca y la calidad nutricional del ensilaje (Kunkle et al. 2000). En este caso, el consumo fue uniforme a través de los tres tratamientos. El ensilaje de sorgo es más propenso a ser afectado por esto debido a la presencia de taninos. Los taninos son compuestos encontrados de manera natural en el sorgo que afectan de manera negativa la palatabilidad y la población microbiana en el rumen (Mwangi et al. 2019; Mayer 2020).

**Cuadro 5**

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

Tratamientos	Consumo (kg)	Error Estándar
Maíz Blanco	11.45	0.09
Maíz Amarillo	11.34	0.09
Sorgo	11.50	0.09
Probabilidad	0.5398	

**Índice de Conversión Alimenticia**

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en la variable de índice de conversión alimenticia (Cuadro 8). Este valor es de suma importancia ya que nos da una idea clara de lo eficiente que puede llegar a ser una producción pecuaria. Los índices de conversión alimenticias fueron similares a resultados obtenidos por Boonsaen et al. (2017), cuyo experimento usó un RTM con valores semejantes a los usados en estos tratamientos, en aspectos de proteína cruda y energía. Cabe recalcar que este experimento se llevó a cabo en condiciones climáticas ideales, en un clima templado que provocó un menor estrés al animal por factores abióticos, comparado a las condiciones en Zamorano. El ICA aparte de ser un representante del valor nutricional de nuestra RTM, es excelente para evaluar el manejo integrado que tiene nuestra producción ya que hay muchos factores ajenos a la nutrición que van a tener un efecto en el desempeño productivo de un animal (Kunkle et al. 2000; Pinto y Millen 2019).

**Cuadro 6**

*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 (kg)	Error Estándar
Maíz Blanco	7.06	0.81
Maíz Amarillo	6.39	0.81
Sorgo	6.51	0.78
Probabilidad	0.8233	

## **Peso Inicial y Final**

El Cuadro 8 muestra los pesos iniciales y finales y nos ayuda a obtener las ganancias totales de los novillos en cada tratamiento, no hubo diferencia ( $P > 0.05$ ) en los pesos finales de los novillos (Cuadro 8). El tratamiento a base de ensilaje de maíz blanco obtuvo una ganancia total de 208 kg de peso vivo, el tratamiento a base de ensilaje de maíz amarillo obtuvo una ganancia total de 189 kg de peso vivo, por último, el tratamiento a base de ensilaje de sorgo obtuvo una ganancia total de 177 kg de peso vivo. Los datos fueron similares a los encontrados por un estudio realizado por Beck y Lalman (2021), donde los animales alcanzaron un peso de 517 kg en la etapa de finalización, donde se compararon los pesos de toretes en distintas etapas del engorde bajo un modelo de dietas calientes y otro a base de pasto. Es importante mencionar que la genética juega un papel muy importante en el peso final de los animales. Según Hardin y Brown (2016), no existe una mejor raza en una producción de carne, cualquier producción pecuaria. Esto se debe a que hay muchos factores bióticos y abióticos que pueden afectar el desempeño de los animales en una producción pecuaria y estos se deben analizar a la hora de escoger una raza o una tendencia racial. De acuerdo con Kirkpatrick en el 2017, se puede usar la selección en razas puras para mejorar un factor de importancia económica o manejo en una producción, pero los mejores desempeños se encuentran en animales con alta heterosis o vigor híbrido. Esto se logra al cruzar animales con material genético distinto entre sí, cual reduce la depresión genética que se genera en razas puras y aumenta el potencial de rendimiento en relación al contraste en el genoma del animal (Kirkpatrick 2017).

**Cuadro 7**

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

Tratamientos	Peso (kg)	
	Inicial $\pm$ EE	Final $\pm$ EE
Maíz Blanco	288.96 $\pm$ 18.5	497.16 $\pm$ 20.97
Maíz Amarillo	305.57 $\pm$ 17.30	494.94 $\pm$ 20.97
Sorgo	302.93 $\pm$ 16.31	480.76 $\pm$ 19.77
Probabilidad	0.7845	0.825

**Costos**

En cuanto a los costos que se incurrieron en la realización del experimento, se puede observar que el costo total fue mayor para el tratamiento número 3 (sorgo). Esto debido a que este tratamiento tenía una unidad experimental adicional que los tratamientos 1 y 2 (maíz blanco y maíz amarillo respectivamente). En cuanto al costo diario por animal, la ración por animal fue más económica en el tratamiento 3, esto se puede atribuir a que el sorgo forrajero tiene mayores rendimientos por hectárea y menos costos por insumos como irrigación y fertilización, de acuerdo con Getachew (2016).

**Cuadro 8**

*Costo total por 90 días de alimentación por tratamiento y costo diario por animal de la ración totalmente meclada.*

Tratamientos	Costo total (US\$)	Costo/ración (US\$)
Maíz blanco	2,435.59	2.85
Maíz amarillo	2,435.59	2.85
Sorgo	2,664.47	2.77

### **Conclusión**

El uso de ensilaje de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo no tuvo un efecto significativo en las variables de desempeño productivas evaluadas.

### **Recomendaciones**

Hacer uso del cultivo mejor adaptado a la región para la elaboración de ensilaje y alimentación de ganado bovino.

Evaluar parámetros de canal incluyendo rendimiento de canal caliente y marmoleo.

Replicar el experimento usando otros cultivos locales como alternativas para ensilaje.

## Referencias

- Adewakun LO, Famuyiwa AO, Felix A, Omole TA. 1989. Growth Performance, Feed Intake and Nutrient Digestibility by Beef Calves Fed Sweet Sorghum Silage, Corn Silage and Fescue Hay. *Journal of Animal Science*. 67(5):1341. doi:10.2527/jas1989.6751341x.
- Andrae JG, Hunt CW, Pritchard GT, Kennington LR, Harrison JH, Kezar W, Mahanna W. 2001. Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *Journal of Animal Science*. 79(9):2268–2275. eng. doi:10.2527/2001.7992268x.
- Beck P, Lalman D. 2021. Finishing Beef Cattle On The Farm. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/finishing-beef-cattle-on-the-farm.html>.
- Boonsaen P, Soe NW, Maitreejet W, Majarune S, Reungrim T, Sawanon S. 2017. Effects of protein levels and energy sources in total mixed ration on feedlot performance and carcass quality of Kamphaeng Saen steers. *Agriculture and Natural Resources*. 51(1):57–61. doi:10.1016/j.anres.2017.02.003.
- Callejo A. 2018. Conservación de forrajes (V): Fundamentos del ensilado. *Frisiona Española*; [consultado el 11 de sep. de 2021]. 223:71–78. [https://oa.upm.es/53336/1/INVE\\_MEM\\_2018\\_286059.pdf](https://oa.upm.es/53336/1/INVE_MEM_2018_286059.pdf).
- Calsamiglia S, Ferret A, Bach A. 2016. Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. 2ª ed. España; [consultado 9/11/21]. [http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB1703.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1703.pdf).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. Agricultural Land Use. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/en/c/1274219/>.
- Getachew G, Putnam DH, Ben CM de, Peters EJ de. 2016. Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage. *AJPS*. 07(07):1106–1121. doi:10.4236/ajps.2016.77106.
- Greenwood PL. 2021. Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal*. 15 Suppl 1:100295. eng. doi:10.1016/j.animal.2021.100295.
- Hardin R, Brown D. 2016. Selecting a Beef Breed. University of Georgia Website: University of Georgia. <https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=C859&title=Selecting%20a%20Beef%20Breed>.
- He L, Wu H, Wang G, Meng Q, Zhou Z. 2018. The effects of including corn silage, corn stalk silage, and corn grain in finishing ration of beef steers on meat quality and oxidative stability. *Meat Sci*. 139:142–148. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2018.01.023.
- Heinrichs J, Kmicikwycz A. 2016. Total Mixed Rations for Dairy Cows; [consultado el 22 de may. de 2020]. <https://extension.psu.edu/total-mixed-rations-for-dairy-cows>.
- Hristov A, Ott T, Bhushan J, Roth G, Varga G, Dechow C, van Saun R, Soder K, Dunn J, Holden L. 2018. Dairy Production and Management; [consultado 3/25/22]. <https://www.coursera.org/learn/dairy-production/home/info>.

- Jobim C, Nussio L, Andrade R, Schmidt P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36:101–119. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/cGcwzhYPxNb5mwmw9SJgZgm/?format=pdf&lang=pt>.
- Johnson JA, Sutherland BD, McKinnon JJ, McAllister TA, Penner GB. 2020. 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. *Transl Anim Sci*. 4(1):129–140. eng. doi:10.1093/tas/txz168.
- Kirkpatrick D. 2017. Crossbreeding in Beef Cattle. [sin lugar]: University of Tennessee. <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/W471.pdf>.
- Kunkle WE, Johns JT, Poore MH, Herd DB. 2000. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. *Journal of Animal Science*. 77(E-Suppl):1. doi:10.2527/jas2000.00218812007700ES0012x.
- Mayer AF. 2020. Taninos: Efecto de los taninos en la producción de carne y leche. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 11 de sep. de 2021]. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/taninos-efecto-taninos-produccion-t45300.htm>.
- Mwangi FW, Charmley E, Gardiner CP, Malau-Aduli BS, Kinobe RT, Malau-Aduli AEO. 2019. Diet and Genetics Influence Beef Cattle Performance and Meat Quality Characteristics. *Foods*. 8(12). eng. doi:10.3390/foods8120648.
- [OECD] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030; [consultado el 25 de may. de 2022]. 163–176. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/19428846-en.pdf?expires=1653490058&id=id&accname=guest&checksum=929E27EA499144366C9A54B2E9911D67>.
- Oude S, Driehuis F, Gottschal J, Spoelstra S. 2001. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. *Uso del Ensilaje en el Trópico Privilegiando Opciones para Pequeños Campesinos*; [consultado el 11 de sep. de 2021]. 161. <https://www.fao.org/3/x8486s/x8486s00.htm>.
- Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*. 75(3):868–879. eng. doi:10.2527/1997.753868x.
- Pinto AC, Millen DD. 2019. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Can. J. Anim. Sci*. 99(2):392–407. doi:10.1139/cjas-2018-0031.
- Ribeiro L, Rodriguez N, Gonçalves L, Assis D. 2007. Consideraciones sobre ensilaje de sorgo. *Jornada sobre Producción y Utilización de Ensilajes*; [consultado el 11 de sep. de 2021]. 51–68. [http://www.cpat.br/public\\_eletronica/downloads/OPB1703.pdf](http://www.cpat.br/public_eletronica/downloads/OPB1703.pdf).

- Santana D. 2004. Enzimas fibrolíticas e emurhecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de Capim Tanzania [Tesis de doctorado]. Brasil: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-16072004-155623/publico/daniele.pdf>.
- Silveira Prado, Enrique A., Franco Franco, Reinaldo. 2006. Conservación de forrajes: primera parte; [consultado el 11 de sep. de 2021]. 7(11). <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612653004.pdf>.

**Anexos**

**Anexo A**

*Unidad de Ganado de Carne*



**Anexo B***Elaboración del concentrado*

**Anexo C***Presentación de la Ración Totalmente Mezclada*