

**Efecto de ensilaje de maíz (*Zea mays*)
cosechado en diferentes estados fenológicos y
dos tamaños de partícula sobre el consumo de
materia seca y la ganancia diaria de peso en
ganado de carne**

**José Javier Barrera Serrano
Juvenal Alejandro Bonilla Rojas**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de ensilaje de maíz (*Zea mays*)
cosechado en diferentes estados fenológicos y
dos tamaños de partícula sobre el consumo de
materia seca y la ganancia diaria de peso en
ganado de carne**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**José Javier Barrera Serrano
Juvenal Alejandro Bonilla Rojas**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

Efecto de ensilaje de maíz (*Zea mays*) cosechado en diferentes estados fenológicos y dos tamaños de partícula sobre la ganancia diaria de peso y consumo de materia seca en ganado de carne

**José Javier Barrera Serrano
Juvenal Alejandro Bonilla Rojas**

Resumen. El maíz es uno de los cereales mayormente utilizados para la alimentación de rumiantes, debido a que es una fuente importante de energía y proteína para el animal. El cultivo de maíz se divide en dos etapas, la etapa vegetativa y la etapa reproductiva. Se puede proporcionar al animal de diferentes maneras. La forma más común de alimentación animal a base de maíz, es el ensilaje, que se define como un proceso de fermentación ácido láctica. El propósito de esta investigación fue evaluar si el contenido nutricional y el tamaño de partícula de ensilajes de maíz (*Zea mays*) realizados en diferentes estados fenológicos R3, R4 y R5, tiene un efecto en el consumo de materia seca y la ganancia diaria de peso en los animales. Se elaboraron silos para cada estado fenológico con dos calibres de picado (2 mm y 9 mm). Para evaluar el efecto de los tratamientos se midió ganancia diaria de peso y consumo de materia seca. Se construyeron seis corrales, en cada corral se agruparon dos toretes Brahman y dos toretes encaste de Draughtmaster, Charolais, Senepol y Simmental alimentados por un periodo de 21 días. La oferta de alimento para cada grupo fue de 60 kg de ensilaje y 6 kg de concentrado. En los resultados obtenidos no hubo una diferencia estadística significativa en la ganancia diaria de peso, pero si hubo un mayor consumo de materia seca en el estado fenológico R5. Los ensilajes realizados en los estadios reproductivos R3 y R5, no presentaron diferencia en la ganancia diaria de peso.

Palabras clave: Almidón, Fibra ácido detergente, Fibra neutro detergente, Proteína cruda.

Abstract. Corn is one of the cereals most commonly used for feeding ruminants, because it is an important source of energy and animal protein, the cultivation of corn is divided into two stages, the vegetative stage and the reproductive stage. It can be provided to the animal in different ways, the most common form of corn-based animal feed, is silaging, which is defined as a lactic acid fermentation process. The purpose of this research was to assess whether the nutritional content and particle size of corn silage (*Zea mays*) performed at different phenological stages R3, R4 and R5, has an effect on dry matter consumption and daily weight gain in Animals. Two silos were developed for each phenological stage with two sieve gauges (2 mm and 9 mm). To assess the effect of treatments, daily weight gain and dry matter consumption were measured. Six pens were built, in each corral were grouped four bulls, they were fed for a period of 21 days. The food supply for each group was 60 kg of silage and 6 kg of concentrate. In the results obtained there was no significant statistical difference in the daily weight gain, but there was a greater consumption of dry matter in the phenological stage R5.

Key words: Acid detergent fiber, Crude protein, Neutral detergent fiber, Starch.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, Figura y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	10
5. RECOMENDACIONES.....	11
6. LITERATURA CITADA.....	12
7. ANEXOS.....	14

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURA Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Composición química de los fertilizantes	3
2. Composición nutricional de los ensilajes en los diferentes estados fenológicos ..	6
3. Efecto de tamaño de partícula y estado fenológico en el consumo de materia seca en cada animal	7
4. Efecto del tamaño de partícula y estado fenológico en la ganancia diaria de peso por animal	8

Figura	Página
1. Regresión entre el (%FND) y consumo de materia seca (CMS Kg).....	8

Anexos	Página
1. Digestibilidad de los nutrientes	14
2. Metabolismo de los nutrientes.....	14
3. Efecto de la forma física de la fibra sobre la producción de leche y los parámetros ruminales	14
4. Recomendaciones para el tamaño de partícula y forraje y RTM basado en tres experimento usando vacas en lactancia temprana alimentadas con henilaje de alfafa o ensilaje de maíz con o sin cascarilla de algodón	15
5. Relación entre el pH y el contenido de MS en ensilaje	15

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales mayormente utilizados para la alimentación de rumiantes, debido a que es una fuente importante de energía y proteína animal. El crecimiento de la planta de maíz está dividido en dos etapas, la etapa vegetativa que comprende desde la emergencia de la primera hoja cotiledonar (VI), continúa con los siguientes estados sub vegetativos definidos por el número de hojas y termina en el desarrollo de la panícula (VT). La etapa reproductiva (R1) inicia con la floración femenina, (R2) inicia con la formación de ampollas donde el grano contiene fluído claro, (R3) grano lechoso e inicio de la concentración de almidones, en este estadio la mayoría de los agricultores realizan el corte para ensilaje, (R4) el grano es pastoso y hay mayor acumulación de almidones, (R5) el grano se vuelve dentado y su humedad es de aproximadamente 55%. Finalmente, en (R6) o madurez fisiológica los granos adquieren una capa negra en su parte basal (Ciampitti *et al.* 2016). Este cereal se puede proporcionar al animal de diferentes maneras, dentro de la forma más común de alimentación animal a base de maíz, se encuentra el ensilaje.

Según De la Rosa (2005), el ensilaje es una práctica que se ha venido desarrollando a lo largo del tiempo, sin embargo, sus orígenes son un poco inciertos. El primer estudio documentado sobre ensilaje se realizó en 1786 en la Universidad de Agricultura de Young, en donde se elaboraron prácticas acerca del empleo de las hojas en la alimentación del ganado. El ensilaje es el proceso de la fermentación de los carbohidratos solubles que se encuentran en el forraje. Esta fermentación se realiza no necesariamente con el uso de aditivos, debido a que las bacterias que producen ácido láctico siempre estarán presentes en el ensilaje, sin embargo, algunos de los agricultores lo utilizan para asegurar una buena fermentación, las bacterias ácido lácticas cuya función es producir metabolitos de ácido láctico y ácido acético en una proporción equilibrada para poder mejorar el proceso de fermentación, lo cual permite la conservación del material vegetativo debido a que el pH oscila entre 3.8 a 5. Esta disminución es producida por el ácido láctico, el cual ayuda a inhibir el desarrollo de microorganismos aeróbicos, los cuales logran ocasionar la descomposición del material vegetativo (Garcés *et al.* 2004).

El ensilaje hoy en día es una excelente opción para la alimentación de las ganaderías intensivas, debido a que permite la administración eficiente del alimento y conserva su calidad nutritiva en un 80-90% lo cual logra cubrir los requerimientos nutricionales del animal. Debido a esto, los ganaderos de hoy en día conocen que el momento adecuado para la cosecha del maíz para ensilaje es entre el estado fenológico R3 (grano lechoso) y R4 (grano pastoso) cuando el porcentaje de materia seca es de un 30 a 35%, siempre tomando en cuenta la productividad y la calidad del grano nutricionalmente. Sin embargo, mediante análisis de laboratorio se encontró que, a medida que aumenta el estado fenológico de la planta de R3 a R6, el porcentaje de proteína y almidones aumentan, presentando un

comportamiento inverso al contenido de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND) (Martinez 2017).

De acuerdo con Gonzales *et al.* (2005) la altura de corte de la planta para la elaboración de ensilaje se debe realizar entre 30 a 45 cm debido a que posee un mayor aporte energético y una disminución en la fibra neutro detergente (FND), la cual está relacionada con el consumo de materia seca y la digestibilidad del forraje. Cuando una dieta es alta en FND el consumo disminuye. Al momento de realizar el corte del maíz para el ensilaje es muy importante tomar en cuenta el quebrado del grano, debido a que influye en la calidad del ensilaje para los animales. Si existe un buen quebrado del grano se ve favorecido principalmente a nivel ruminal, permitiendo el ingreso y ataque de las bacterias del rumen, en cambio, si los granos son consumidos de manera entera, el mayor porcentaje de la digestión ocurre a nivel intestinal, existiendo una mayor pérdida de los granos por bosteo (Cattani 2008).

Es importante tomar en cuenta el tamaño de partícula, si el tamaño es muy pequeño no hay un proceso de rumia adecuado por lo que la producción de saliva se disminuye causando una alteración del pH en el rumen, provocando acidosis en el bovino (Hutjens 2003). Por lo contrario, si el tamaño de la partícula de picado es muy grande la fermentación del ensilaje se ve afectada, ya que a mayor tamaño de partícula se dificulta la compactación, por lo tanto, hay mayor incidencia de pérdida de material vegetativo ensilado por el elevado contenido de oxígeno, el cual, no permite una buena producción de ácido láctico, sino que facilita la producción de ácido acético, alcohol y dióxido de carbono (Fernandez 1999).

El propósito de esta investigación fue evaluar si el contenido nutricional y el tamaño de partícula de ensilajes de maíz (*Zea mays*) realizados en diferentes estados fenológicos R3, R4 y R5, tiene un efecto en el consumo de materia seca y la ganancia diaria de peso en los toretes de ganado de carne

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, situada en el Valle de Yegüare, departamento de Francisco Morazán, a 32 km de la ciudad de Tegucigalpa carretera hacia Danlí, Honduras, a una altura promedio de 800 msnm, temperatura promedio de 24 °C y precipitación anual de 1100 mm.

Establecimiento del cultivo. La siembra se realizó en un terreno de la Escuela Agrícola Panamericana, conocido como Monte Redondo 6. Se utilizaron semillas transgénicas de la marca Pioneer® la cual es resistente al glifosato y resistente al gusano cogollero. Estas semillas se trataron con el insecticida protectante Cruiser® antes de la siembra, para proteger el cultivo de las plagas del suelo. Durante el crecimiento del cultivo se realizaron las respectivas fertilizaciones con Ferti-maíz y urea (Cuadro 1). La densidad de siembra que se utilizó fue aproximadamente de 100,000 plantas/hectárea. El área total del terreno fue de tres hectáreas, las cuales fueron divididas en tres lotes, uno para cada estadio reproductivo (R3, R4 y R5).

Cuadro 1. Composición química de los fertilizantes

	Fertilizante	
	Urea	Ferti-maiz
Nitrógeno %	46	0
Fosforo %	0	6.04
Potasio %	0	0
Silicio %	0	35.9
Calcio %	0	8.05
Magnesio %	0	4.18
Azufre %	0	1.56
Boro %	0	0.78
Cobre %	0	1.08
Manganeso %	0	0.83
Zinc %	0	2.7

(Pacifex fertilizantes 2014)

Cosecha. Cada lote fue cosechado en el tiempo indicado para cada estado fenológico, R3 en grano lechoso, R4 grano pastoso y R5 grano dentado (Ciampitti *et al.* 2016). Para cada estado fenológico se realizaron dos tamaños de calibración de picado con la máquina forrajera Pecus Duo® habilitada con el sistema “Quiebra granos”, uno con tamaño de partícula de 2 mm y otro de 9 mm.

Elaboración de ensilaje. Se realizaron dos silos tipo tumba para cada estado fenológico con dos calibraciones de picado de partícula, uno de 2 mm y otro de 9 mm, siendo un total de seis silos. Cada uno de ellos tuvo un periodo mínimo de fermentación de 30 días previo al inicio de la alimentación de los toretes.

Análisis de los ensilajes. Para cada ensilaje se realizó un análisis de la composición nutricional en el laboratorio “Elk River Forage Lab” de la compañía Cargill, utilizando el método Espectro Infrarrojo Cercano (NIR) para evaluar el contenido nutricional de cada uno de ellos. En este análisis se determinó el porcentaje de: Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Almidones (A), Fibra Acido Detergente (FAD), Fibra Neutro Detergente (FND) y nutrientes digeribles totales (NDT).

Establecimiento de corrales. Para el análisis de Ganancia Diaria de Peso (GDP) y Consumo de Materia Seca (CMS) se construyeron seis corrales de 4 m de ancho (comedero) por 6 m de largo completamente techados, con un espacio de comedero lineal de 100 cm por torete. Los corrales fueron ubicados en la zona denominada lote de cabras de la EAP Zamorano.

En cada corral se agruparon cuatro toretes, dos toretes de raza Brahman y dos toretes encaste de Draughtmaster, Charolais, Senepol y Simmental, cada uno de ocho meses de edad promedio, teniendo bajo experimento un total de 24 animales, divididos en seis grupos. Para tener un buen reconocimiento de los animales durante las actividades de pesaje, cada uno fue identificado por un arete plástico colocado en la oreja con la debida enumeración de trazabilidad y por la numeración del tatuaje en pierna asignado por la unidad de ganado de carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Alimentación. Los animales pasaron por un periodo de adaptación al alimento de 14 días. La oferta de alimento para cada uno de los grupos durante la fase experimental se realizó durante 21 días, dividida en dos raciones diarias, por la mañana (7:00 am) y por la tarde (3:00 pm), cada ración de alimento constaba de 60 kg de ensilaje mezclado con 6 kg de suplemento, cantidad suficiente para que los animales dejaran residuo, el cual era pesado al siguiente día antes de ofrecer la ración de la mañana, para determinar el total de alimento consumido por grupo. Cada uno de ellos contaba con bebederos para el consumo de agua *ad libitum*.

Tratamientos. Los tratamientos que se utilizaron para el experimento fueron los siguientes:
R3T1 = Ensilaje realizado con maíz cosechado en estado fenológico R3, en partícula pequeña (2 mm).
R3T2 = Ensilaje realizado con maíz cosechado en estado fenológico R3, en partícula grande (9 mm).

R4T1 = Ensilaje realizado con maíz cosechado en estado fenológico R4, en partícula pequeña (2 mm).

R4T2 = Ensilaje realizado con maíz cosechado en estado fenológico R4, en partícula grande (9 mm).

R5T1 = Ensilaje realizado con maíz cosechado en estado fenológico R5, en partícula pequeña (2 mm).

R5T2 = Ensilaje realizado con maíz cosechado en estado fenológico R5, en partícula grande (9 mm).

Pesaje de los animales. La ganancia de peso en los toretes se midió realizando dos pesajes a cada uno de ellos, un pesaje inicial que tuvieron al entrar al ensayo, y uno al finalizar los 21 días. Se determinó la ganancia diaria de peso restando el peso final del animal al finalizar el ensayo menos el peso inicial que registró al entrar, dividiendo el resultado entre los 21 días que duró el experimento, calculado usando la formula [1].

$$GDP = \frac{\text{PESO FINAL} - \text{PESO INICIAL}}{\text{DÍAS}} \quad [1]$$

Diseño experimental. Se utilizó un diseño completo al azar con un arreglo factorial 3 x 2 con medida repetida en el tiempo para la variable de consumo de materia seca y ganancia diaria de peso. Presentando un total de seis tratamientos, los cuales constan de tres estados fenológicos del maíz (R3, R4 y R5), cada uno de ellos presentado en dos calibres de tamaños de partícula (2 mm y 9 mm).

Análisis estadístico

Se analizaron los resultados de consumo de materia seca y ganancia diaria de peso con el programa Statistical Analysis System (SAS versión 9.4®). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con el modelo GLM para identificar significancia del modelo y si existía diferencia estadística entre los estados fenológicos, tamaño de partícula y la interacción de los mismos. Para determinar diferencia significativa entre los tratamientos se aplicó el método de cuadrados mínimos (LS MEANS) con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición nutricional NIRRS realizados por Cargill para cada uno de los ensilajes destinados a la alimentación de los grupos (Cuadro 2), demuestran que mientras la madurez de la planta aumenta y pasa de R3 a R6, el porcentaje de materia seca tiene un aumento significativo al igual que el porcentaje de almidón. En cambio, mientras aumenta el estadio reproductivo de la planta, hay un menor contenido de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND), las cuales tienden a disminuir progresivamente mientras aumenta el estadio reproductivo de la planta de maíz, esto se da por un efecto de dilución de los nutrientes al incrementar el contenido de almidón por el efecto de la madurez de la mazorca. Estos datos que presentan la misma tendencia en el estudio por Martínez (2017).

Cuadro 2. Composición nutricional de los ensilajes en los diferentes estados fenológicos.

	Composición nutricional		
	R3 [¥]	R4 [¥]	R5 [¥]
MS (%)	25.33	27.69	36.44
PC (%)	10.12	9.56	8.95
Almidón (%)	15.27	17.65	19.94
FAD (%)	33.25	32.13	30.67
FND (%)	59.68	57.75	55.3
TDN (%)	59.35	60.26	61.29

¥: Estado Fenológico

MS: Porcentaje de materia seca

PC: Porcentaje de proteína cruda

FAD: Porcentaje de fibra ácido detergente

FND: Porcentaje de fibra neutro detergente

TDN: Porcentaje de nutrientes digeribles totales

Consumo de Materia Seca (CMS)

El consumo de materia seca del ensilaje realizado en el estadio reproductivo R5 presenta diferencias ($P \leq 0.05$) en comparación a los otros dos tratamientos R3 y R4, demostrando un mayor consumo de materia seca por animal durante el experimento. Respecto al tamaño de partícula los estados fenológicos R3, R4 y R5 presentan diferencias ($P \leq 0.05$) teniendo un mayor consumo de materia seca en el tratamiento T1 (2 mm).

Cuadro 3. Efecto de tamaño de partícula y estado fenológico en el consumo de materia seca en cada animal.

	Medias de consumo de materia seca (kg)		
	R3 [¥] ± EE ^σ	R4 [¥] ± EE ^σ	R5 [¥] ± EE ^σ
T1 (2mm) [£]	5.51 ± 0.24 ^{ax}	5.48 ± 0.25 ^{ax}	6.87 ± 0.35 ^{ay}
T2 (9mm) [£]	5.25 ± 0.22 ^{bx}	5.19 ± 0.17 ^{bx}	6.08 ± 0.34 ^{by}
CV	5%	5%	8%

[¥]: Estado fenológico

[£]: Tamaño de partícula

^σ: Error estándar

^{ab}: Medias en las mismas columnas con diferentes letras muestran diferencias ($P \leq 0.05$)

^{xy}: Medias en la misma fila seguidas por diferentes letras muestran diferencias ($P \leq 0.05$)

CV: Coeficiente de variación

El aumento de consumo de materia seca en el estado fenológico R5 se atribuye a la disminución de fibra neutro detergente (FND), la cual está directamente relacionada con el consumo de materia seca por animal, por lo que altos niveles de FND presentan una baja digestibilidad en el rumen, ocasionando un bajo potencial de ingestión reflejado directamente en la cantidad de alimento consumido por animal, lo cual comprueba lo presentado por Mertens (1987), quien explica que el contenido de fibra limita el contenido energético de la ración, ocasionando una baja digestibilidad y un bajo potencial de ingestión.

La formulación correcta de raciones debe buscar el equilibrio entre la ingestión máxima de materia seca (niveles bajos de FND) y el mantenimiento de las funciones y condiciones normales del rumen (aportando unos niveles mínimos de FND y FAD). Según Calsamiglia (1997) explica que el aporte máximo de energía de la ración para el animal requiere de la optimización de la ingestión de materia seca, la cual depende fundamentalmente de los niveles de FND.

En estudios realizados por Salcedo (2017), compara la alimentación en vacas secas con ensilado de maíz y ensilado de pasto Sudán (*Sorghum arundinaceum*), en el cual, el ensilado de maíz registró un mayor consumo (11.7 kg MS) en comparación al ensilado de pasto Sudán (9.7 kg MS), atribuido a una concentración inferior de fibra neutro detergente (FND) y superior contenido energético en el ensilaje de maíz.

El aumento del consumo de materia seca en el tratamiento T1 (2 mm) en los estados fenológicos R3, R4 y R5 se debe a que el animal presenta un aumento en el consumo de partículas menores a 4 mm, los cuales son más palatables y altamente fermentables, por lo contrario, y tiende a dejar alimentos fibrosos de partículas grandes mayores a 8 mm (Saldaña 2014). La disminución en el tamaño de partícula del forraje provoca una salida más rápida del alimento del rumen ocasionando un reinicio más rápido de consumo (García y Kalscheur 2006).

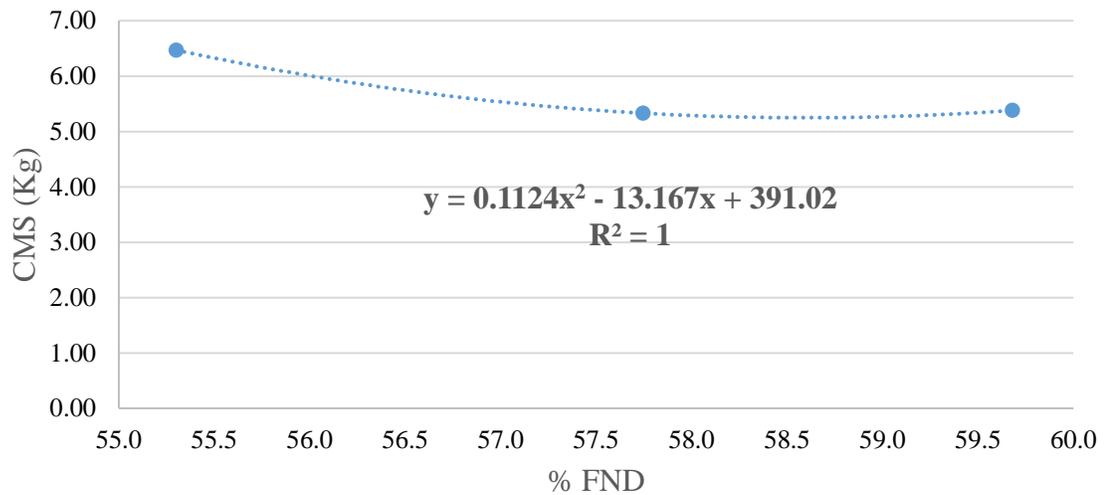


Figura 1. Regresión entre el (%FND) y consumo de materia seca (CMS Kg)

En la Figura 1, se observa una gráfica de regresión entre el porcentaje de fibra neutro detergente y el consumo de materia seca. Siendo la variable independiente el porcentaje de fibra neutro detergente (FND), la cual dependerá el consumo de materia seca del animal.

Ganancia Diaria de Peso (GDP)

No se encontró diferencias ($P > 0.05$) entre los estados fenológicos R3 y R5, pero si una diferencia ($P \leq 0.05$) para el estado fenológico R4, el cual presenta menor ganancia diaria de peso durante el experimento. Al evaluar el tamaño de partícula T1 (2 mm) y T2 (9 mm) entre cada estado fenológico, no se encontró diferencias ($P > 0.05$); (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del tamaño de partícula y estado fenológico en la ganancia diaria de peso por animal.

Media de ganancia diaria de peso (kg)			
	R3 [¥] ± EE ^σ	R4 [¥] ± EE ^σ	R5 [¥] ± EE ^σ
T1 (2mm) [£]	1.22 ± 0.58 ^{ax}	0.77 ± 0.29 ^{ay}	1.60 ± 1.28 ^{ax}
T2 (9mm) [£]	1.17 ± 0.28 ^{ax}	0.76 ± 0.45 ^{ay}	1.28 ± 0.40 ^{ax}
CV	35%	46%	28%

¥: Estado Fenológico

£: Tamaño de partícula

σ: Error estándar

^{ab} Medias en la misma columna seguidas por diferentes letras muestra diferencias ($P \leq 0.05$)

^{xy} Medias en la misma fila seguidas por diferentes letras muestra diferencias ($P \leq 0.05$)

CV: Coeficiente de variación

Los estados fenológicos R3 y R5 no presentan diferencias ($P > 0.05$) en cuanto a la ganancia diaria de peso. No obstante, si se presentó una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en cuanto al consumo de materia seca en el estado fenológico R5 comparado con los estados fenológicos R3 y R4. De acuerdo al INATEC (2016) el contenido de proteína cruda es fundamental para el crecimiento de microorganismos en el rumen, los cuales ayudan en la descomposición de carbohidratos utilizados en la producción de ácidos grasos volátiles, como ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico, estos se utilizan como fuente de energía para el ganado. Los resultados obtenidos en la composición nutricional (Cuadro 1), presentan un mayor porcentaje de almidón y un menor porcentaje de proteína cruda en el estado fenológico R5, lo cual se vio reflejado en la semejanza en la ganancia diaria de peso entre los estados fenológicos R3 y R5, a pesar que en el estado fenológico R5 obtuvo un mayor consumo de materia seca por animal.

El estado fenológico R4 presenta diferencias ($P \leq 0.05$) con una menor ganancia diaria de peso en comparación con los estados fenológicos R3 y R5, sin embargo, no existe diferencia ($P > 0.05$) en el consumo de materia seca respecto al estado fenológico R3. De acuerdo con la composición nutricional, en el estado fenológico R4 el porcentaje de proteína cruda disminuyó y aumentó el porcentaje de almidón, en comparación con el estado fenológico R3, por lo tanto, al existir un menor consumo de proteína cruda en el estado fenológico R4 no se presenta el crecimiento adecuado de microorganismos encargados de desdoblar el porcentaje de almidón presente. Esto concuerda con los resultados obtenidos, que muestran una menor ganancia de peso en el estado fenológico R4 en comparación con R3 y R5.

De acuerdo con estudios realizados por Ríos e Hidalgo (2015) no encontraron diferencias significativas al evaluar la digestibilidad de ensilajes realizados con diferentes tamaños de partícula 2, 5, 10 y 16 mm. La digestibilidad es la facilidad con la que un alimento es convertido en sustancias útiles para la nutrición del animal. En el estudio realizado por Gómez *et al.* (2003) concluyen que al existir un aumento del 10% en la digestibilidad se ve reflejado en un aumento de hasta 40% en la ganancia diaria de peso.

4. CONCLUSIONES

- Existió un mayor consumo de materia seca en los ensilajes realizados en el estadio reproductivo R5, sin embargo, dicho estadio no presentó diferencias en la ganancia diaria de peso comparado con el estadio R3.
- El tamaño de partícula (2 mm) presentó un mayor consumo de materia seca en todos los estadios reproductivos, no obstante, el tamaño de partícula no presentó diferencias en la ganancia diaria de peso.

5. RECOMENDACIONES

- Replicar el estudio agregando el estadio reproductivo R6, con un mayor número de animales y durante un periodo prolongado de tiempo.
- Elaborar un estudio costo beneficio de los ensilajes realizados en los diferentes estadios reproductivos.
- Realizar un estudio evaluando el índice de conversión alimenticia de los diferentes estadios reproductivos.
- Utilizar toretes con la misma composición genética, para reducir la variabilidad en los resultados.

6. LITERATURA CITADA

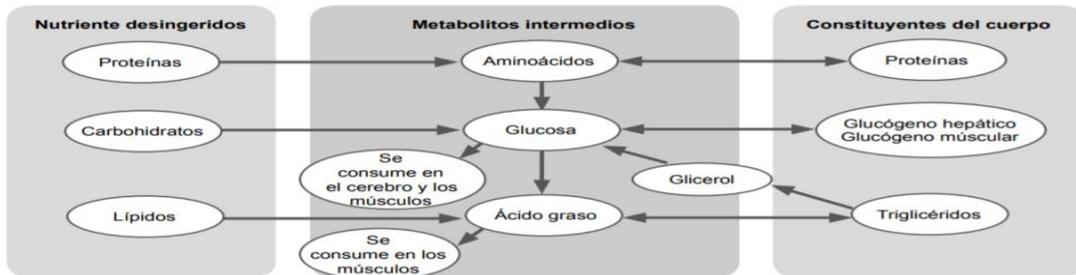
- Bragachini M, Cattani P, Peiretti J. 2008. Forrajes conservados de alta calidad y aspectos relacionados al manejo nutricional. INTA E.E.A; [consultado 2019 jun 11] <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/pdfs/forrajes.asp>.
- Calsamiglia S. 1997. Nuevas bases para la utilización de fibra en dietas de rumiantes. Universidad Autónoma de Barcelona. [consultado 2019 ago 10]. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Uso_de_Fibra_en_Rumiantes.pdf.
- Ciampitti I, Elmore R, Lauer J. 2016. Crecimiento y desarrollo de maíz. Kansas State University. [consultado 2019 ago 12]. <https://www.bookstore.ksre.ksu.edu/%20pubs/MF3305MS.pdf>.
- Córdova J. 2005. Efecto de la alimentación de terneras con ensilaje de maíz suplementado con leguminosas, concentrado y Optigen 1200. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. [consultado 2019 jun 23]. <file:///C:/Users/juvenal.bonilla/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/Content.Outlook/ED8ECMH7/Alimentaci%C3%B3n%20de%20terneras%20con%20ensilaje%20de%20maiz%202005.pdf>.
- De la Rosa D. 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. Memorias de la IV Jornada de Alimentación; [consultado 2019 jun 21]. <https://studylib.es/doc/7989931/el-ensilado-en-zonas-humedas-y-sus-indicadores-de-calidad>
- Fernandez Mayer A. 1999. El ensilaje de maíz y los procesos fermentativos. Silaje de planta entera. INTA. p. 4-11; [consultado 2019 jun 22]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/01-el_silaje_y_los_procesos_fermentativos.pdf
- Garcés M, Berrio R, Ruiz A, Serna de Leon J, Builes A. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Lasallista de investigación. I:66-69. [consultado 2019 may 21]. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69511010.pdf>
- García A. 2019. Interpretación del análisis del ensilaje de maíz. Dairy-Cattle. <https://dairy-cattle.extension.org/2019/08/interpretacion-del-analisis-del-ensilaje-de-maiz/>.
- García A, Kalscheur K. 2006. Tamaño de partícula y fibra efectiva en la dieta de las vacas lecheras. Dairy science department South Dakota State University; [consultado 2019 sep 05]. <https://dairy-cattle.extension.org/2019/08/tamano-de-particula-y-fibra-efectiva-en-la-dieta-de-las-vacas-lecheras/>

- González F, Peña A, Núñez G, Jiménez C. 2005. Efecto de la densidad y altura de corte en el rendimiento y calidad del forraje. *Rev. Fitotec.* 28:392–397. [consultado 2019 abr 23]. https://www.researchgate.net/profile/Alfonso_Ramos2/publication/26477941_Efecto_de_la_densidad_y_altura_de_corte_en_el_rendimiento_y_calidad_del_forraje_de_maiz/links/53ed4fc40cf26b9b7dc5e90a.pdf
- Gómez-Vázquez A, Pérez PJ, Mendoza MGD, Aranda IEM, Hernández A 2003 Fibrolytic enzymes improve performance in steers fed sugar cane and stargrass. *Livestock Production Science* 82:249-254. [consultado 2019 jun 12]. https://www.researchgate.net/publication/223059998_Fibrolytic_exogenous_enzymes_improve_performance_in_steers_fed_sugar_cane_and_stargrass
- Heinrichs J, Kononoff P. 2002. Evaluando el tamaño de partícula de forrajes y RTMs usando el nuevo separador de partículas de forraje de Penn State. [consultado 2019 sep 05]. <http://bovinosvirtual.com/wp-content/uploads/2012/10/EVALUANDO-EL-TAMAÑO-DE-PARTICULA-DE-FORRAJES-Y-RTMS-USANDO-EL-NUEVO-SEPARADOR-PSU.pdf>.
- Hutjens M. editor. 2003. Guía de Alimentación. segunda. Fort Atkinson: Hoard's Dairyman en Español. [consultado 2019 may 20]. https://books.google.hn/books?hl=en&lr=&id=ljMc9zztMfUC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Hutjens+M.+editor.+2003.+Gu%C3%ADa+de+Alimentaci%C3%B3n.+segunda.+&ots=iEEfmodnFz&sig=qLLqCPLvibTUAUM9FklTnkqBIZ8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- Hoffman P, Bauman L, Shaver R. 2007. El efecto de la madurez en la digestibilidad del FDN. 5; [consultado 2019 may 17]. <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/MaturityNDFesp-FOF.pdf>
- INATEC. 2016. Nutrición Animal. Manual del protagonista. [consultado 2019 may 19] https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf.
- Mac L, Roberto J. 2012. Peso vivo de terminación en engordes intensivos de bovinos. [consultado 2019 jun 19]. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/70-TERMINACION_SELECTIVIDAD_MERCADO.pdf.
- Martínez D. 2017. Evaluación nutricional del ensilaje de maíz cosechado en cuatro etapas fenológicas elaborado con tres calibres de picado. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano; [consultado 2019 jun 26]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6111/1/CPA-2017-066.pdf>.
- Rojas G. C, Manríquez B. M. 2001. Comparación de ensilaje de trigo y de maíz en la engorda invernal de novillos. *Agríc. Téc.* 61(4). [consultado 2019 jun 20]. doi:10.4067/S0365-28072001000400006.

7. ANEXOS

Posición Sustancia constituyente	Contenido de la célula				Estructura de la pared de la célula						
	agua	ceniza bruta	proteína	grasa bruta	carbohidrato						ceniza bruta
				almidón	azúcar	pectina	hemicelulosa	celulosa	lignina		
Digestibilidad de los ganados monogástricos		fácil	difícil	fácil			difícil				difícil
Digestibilidad de los ganados rumiantes				fácil	fácil		difícil				

Anexo 1. Digestibilidad de los nutrientes



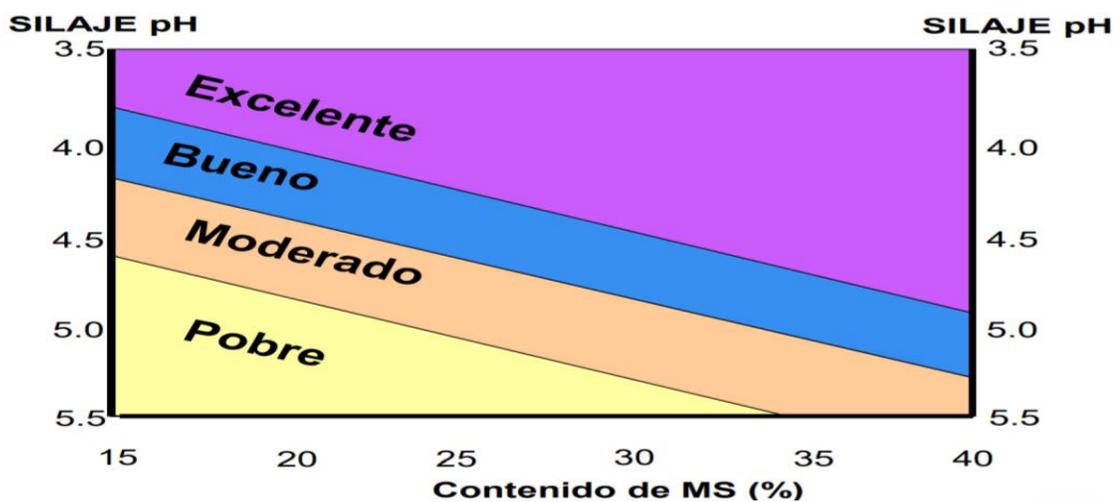
Anexo 2. Metabolismo de los nutrientes

Forma física	Tiempo de masticado		Relación Acético:propiónico	Producción de leche	
	min/día	min/kg de MS		kg	% grasa
Fino	380	3,68	1,70	31,8	2,60
Medio	560	5,00	1,80	35,5	2,90
Grueso	660	5,82	2,10	33,7	3,00

Anexo 3. Efecto de la forma física de la fibra sobre la producción de leche y los parámetros ruminales

Filtro	Poros (mm)	Partícula (mm)	Ensilaje Maíz	Henilaje	RTM
Criba superior	19.0	> 19.0	3 a 8	10 a 20	2 a 8
Criba media	8.0	8.0 a 19.0	45 a 65	45 a 75	30 a 50
Criba inferior	1.18 ^a	1.67 a 8.0	30 a 40	20 a 30	30 a 50
Bandeja baja		< 1.67	< 5	< 5	≤ 20

Anexo 4. Recomendaciones para el tamaño de partícula y forraje y RTM basado en tres experimento usando vacas en lactancia temprana alimentadas con henilaje de alfafa o ensilaje de maíz con o sin cascarilla de algodón



Anexo 5. Relación entre el pH y el contenido de MS en ensilaje