

**Evaluación de ensilaje de Maíz (*Zea mays*) de
120 días a diferentes tamaños de partícula de
corte con tres niveles de melaza**

**Maria Marta Ríos Guillen
Alexander Hidalgo Tablada Hidalgo**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de ensilaje de Maíz (*Zea mays*) de 120 días a diferentes tamaños de partícula de corte con tres niveles de melaza

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

Presentado por

Maria Marta Ríos Guillen
Alexander Hidalgo Tablada Hidalgo

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Evaluación de ensilaje de Maíz (*Zea Mays*) de 120 días a diferentes tamaños de partícula de corte con tres niveles de melaza

Presentado por:

Maria Marta Ríos Guillen
Alexander Hidalgo Tablada Hidalgo

Aprobado:

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Kenia David, Ing. Agr.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Evaluación de ensilaje de Maíz (*Zea Mays*) de 120 días a diferentes tamaños de partícula de corte con tres niveles de melaza

**Maria Marta Ríos Guillen
Alexander Hidalgo Tablada Hidalgo**

Resumen. El maíz (*Zea mays*) ha sido uno de los forrajes más usado para ensilaje en el ganado lechero por su alto contenido nutricional. El objetivo de este estudio fue analizar diferentes variables y su efecto como los niveles de melaza, inoculante y tamaños de partículas. El estudio se realizó entre mayo y septiembre de 2015, en la hacienda Santa Elisa, Danlí, El Paraíso y en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se cosechó la variedad de maíz “Pioneer p4082 WHR” a los 120 días con $\frac{3}{4}$ de llenado de grano y una humedad de 68% con cortes de 2, 5, 10 y 16 mm. A cada corte se le aplicaron diferentes niveles de melaza de 4, 6 y 8%. Cada uno de ellos fueron aplicados con y sin inoculante Biomin® BioStabil, que contiene bacterias heterofermentadoras y homofermentadoras. Se evaluaron 24 tratamientos. Las características bromatológicas se analizaron con la maquina agriNIR por medio del método de espectroscopia del infrarrojo cercano después de los 28 días de fermentación. Consecutivamente, se midió el pH de los silos, se observó las características organolépticas y se evaluó el tamaño de partícula de forrajes y usando el separador de partículas de forraje de la Universidad estatal de Pennsylvania. Los resultados bromatológicos no indicaron diferencia. Todos están dentro de los parámetros establecidos.

Palabras Claves. Características bromatológicas, ensilaje de maíz FAD, FND, Melaza.

Abstract: Maize (*Zea mays*) has been one of the fodders mostly used for silage in dairy cattle due to its nutritional content. The purpose of this investigation was the analysis of different variables such as different levels of molasses, silage inoculant and the use of particles in different sizes. The investigation was done between May and September in the year 2015, in two locations: First location is Zamorano University and the other location is St. Elise Farm located in the city of Danlí, residing in Paraíso Department. The corn variety “Pioneer p4082 WHR” was harvested 120 days with $\frac{3}{4}$ milk line stage in which was chopped accordingly to lengths being 2, 5, 10 and 16 mm. Within these trials, different levels of molasses were added, these being 4, 6, and 8%. Half of the trials were treated with Biomin® BioStabil, it is a silage inoculant in which contains a determined proportion of heterfermantitive and homofermentative bacteria for proper silage preparation. After 28 days, all trials were tested through Near Infrared Spectroscopy (NIR) to evaluate bromatological attributes. Afterwards, silage pH was evaluated, organoleptic characteristics were observed and the forage particle length was classified by The Forage and TMR Particle Separator from Penn State University. The results regarding bromatological attributes indicated no significant difference between trials nevertheless; they complied to be of excellent quality as into the standards established.

Key words: ADF, bromatological attributes, corn silage NDF, Molasses.

CONTENIDO

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

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

| Cuadros | Página |
|--|--------|
| 1. Comparación de medias entre las variables materia seca, pH y proteína cruda..... | 5 |
| 2. Comparación de medias entre las variables FND, FAD y cenizas..... | 6 |
| 3. Comparación y evaluación de medias de las variables digestibilidad, almidón, grada y energía neta de lactancia..... | 8 |
| 4. Evaluación de medias en las cribas de la caja de PennState..... | 9 |
| 5. Descripción por características organolépticas..... | 9 |
| Anexos | Página |
| 1. Recomendación para tamaño de partícula y distribución de partículas ideal para dieta ofrecida..... | 12 |
| 2. Guías de consumo de FND de forraje..... | 12 |
| 3. Evaluación de Ensilaje para Materia Seca con relación al pH..... | 13 |

1. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica, debido a los cambios climáticos siempre existen épocas donde la disponibilidad de forrajes es mínima o nula, lo que hace que técnicas de conservación de forrajes como el ensilaje sea una opción viable para la alimentación bovina en temporadas de escasez de forraje. El maíz tiene un alto rendimiento de materia seca (MS) y si el grano es cosechado en estado lechoso, este se convierte en un forraje rico en azúcares, lo cual facilita la elaboración del ensilaje (Salceda y Vélez 1991).

El maíz ha sido una fuente de alimentación para el ganado desde tiempo atrás. El grano de maíz tiene alto contenido de almidón. El ensilaje de maíz se tiene bajo en proteína por lo que se debe suplementar con otras fuentes de proteínas para balancear la dieta. El silo de maíz es el más usado en la dieta de bovinos por qué sirve como base en varias dietas por su contenido nutricional (Lardy 2013).

El ensilaje es una práctica de conservación de forrajes en el cual se reduce la pérdida de nutrientes por la conservación que crea el medio en el cual se produce la fermentación. La calidad de ensilaje depende de varios factores tal como la variedad, tamaño de corte, y los aditivos que se vayan a incluir (Elferink 2000).

Bioimin[®] Biostabil es un inoculante que contiene bacterias homofermentativas de ácido láctico (80- 90%) que reduce los valores de pH y mejora la fermentación de los ensilajes adicionalmente cuenta con cepas heterofermentativas responsables de la producción de ácido acético que inhibe las levaduras y el moho que crece en un ensilaje una vez que es abierto y expuesto al oxígeno (Biomim; Muck y Contreras 2006).

Tanto en Estados Unidos como en Latinoamérica, se ha desarrollado plantas con la característica de “Stay Green Technology”. Estas plantas tienen un particularidad en el cual el grano se seca primero que la planta por lo que se aprovecha de manera eficiente los nutrientes disponibles en la semilla tanto como en el tallo para hacer un ensilaje de alta calidad. Con esta tecnología genética, se ahorra costos en secado del grano para poder hacer ensilajes (The Right Cropping System 2015).

Según lo reportado por Gómez (1999) se realizó una investigación en la cual se analizaron seis porcentajes de melaza, en el cual se concluyó que a mayor porcentaje de melaza incluido tuvo una significancia positiva en el pH de manera fue disminuyendo a medida que el porcentaje de melaza iba aumentando, por otra parte se concluyó que la adición de 4 y 6 % de melaza fue el más eficiente ya que mejoro el pH, PC y Digestibilidad.

Con base a lo anterior se realizó esta investigación con el objetivo de evaluar si factores como el nivel de melaza, el tamaño de partícula y el inoculante usado, influyen en las propiedades físicas y químicas del ensilaje de maíz para determinar su calidad.

La importancia de la adecuada distribución de partículas radica en que el tamaño afecta directamente en la nutrición y salud bovina, ya que si se tiene partículas muy grandes, la vaca invierte mucho tiempo en desdoblar esa partícula en lugar de utilizar esa energía para producción. Al contrario de esto si tenemos partículas de menor tamaño se corre el riesgo de tener problemas a nivel ruminal como acidosis, se busca que la distribución de partículas este proporcionada según los rangos brindados por la Universidad estatal de Pensilvania.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre mayo y septiembre de 2015, en dos lugares: finca Santa Elisa dedicada a la producción de leche, en el municipio de Danlí, Departamento de El Paraíso a 92 km al sudeste de Tegucigalpa, Honduras; con una temperatura promedio anual de 23.5 °C, precipitación anual 1400 – 1500 mm y una altura de 809 msnm. El otro lugar fue la Unidad de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras, con una altura, temperatura promedio y precipitación promedio anual de 800 msnm, 26°C y 1200 mm respectivamente donde fueron elaborados parte de los tratamientos y se les hizo mantenimiento.

Se elaboró el ensilaje con la variedad “Pioneer p4082 WHR” que se cosecho a los 86 días con una madurez fisiológica de llenado de grano de $\frac{3}{4}$ y un porcentaje de humedad de 24 a 33%. Se utilizó cuatro cortes de 2, 5, 10 y 16 mm. Los cortes 5 y 16 mm fueron elaborados por la forrajera JF 120. Los cortes de 2 y 10 mm fueron elaborados por la forrajera JF 192 Z10. Se utilizó melaza como fuente de carbohidratos para la fermentación del ensilaje en el cual se usó niveles de 4, 6 y del 8%. Esta se aplicó por cada unidad experimental.

Se utilizó tubos PVC de 30 cm de largo con un diámetro de 10.16 cm que fueron sellados a los dos lados con caucho. En este volumen de 0.243 cm cúbicos en el cual se depositó 1.7 kg de ensilaje. Estos fueron amarrados con alambre dulce, abrazaderas plásticas, y cintas adhesivas. Al hacer los ensilajes se esperó por lo menos 28 días para que se diera una fermentación uniforme en la muestra de ensilaje.

Los tratamientos que se inocularon con Biostabil que contiene bacterias homofermentadoras y heterofermentadoras en el cual se usó 4 g por cada 996 g de maíz molido para un total de un kilogramo. El contenido de una bolsa plástico (200g) disuelto en 50 L de agua es suficiente para ensilar 50 toneladas de masa verde; es decir, un litro de solución por tonelada de masa verde (Biomin).

Las variables analizadas fueron: Materia seca, Humedad, Almidón, Proteína cruda, Acido fibra detergente, Acido neutro detergente, Cenizas, Grasas, Digestibilidad, Energía neta de lactancia pH (evaluado con un potenciómetro), Color, Ración total mezclada de partículas.

Al abrir los silos después de los 28 días, se hizo pruebas analíticas de NIR (espectroscopia del infrarrojo cercano) en cada tratamiento. En esta prueba se hizo análisis cuantitativos de los compuestos mencionados anteriormente que tiene el material de ensilaje evaluado. A la vez, se hizo observaciones en el color de los silos ya que esto indica cómo se dio el proceso de fermentación de acuerdo a lo que se proporcionó al silo. Una semana después, se sacó muestras para evaluar la ración total mezclada de partículas. Usando 100 g por cada

tratamiento donde se evaluó en el separador de partículas de Penn State, el porcentaje de Partículas que debería de estar distribuido en cada criba de la caja. Por cada caja se debería de agitar la muestra para deducir la cantidad de partículas que quedaba por bandeja. Una semana después se evaluó el pH, realizando primero la calibración del instrumento. Después, se sacó 20 g por cada tratamiento los cuales fueron triturados en una licuadora. Consecutivamente, se sumergió la muestra en 100 mL de agua en donde se esperó 30 minutos para evaluar.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia Seca. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 1). No influyó el nivel de melaza e inoculante aplicado en los tratamientos. Tratamientos con un rango de 30 - 40%, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Roth 2015).

Proteína Cruda: No hubo diferencias entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 1). No hubo influencia en cuanto al nivel de melaza e inoculante aplicado en los tratamientos. Tratamiento entre un rango de 5.72-9.92%, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Roth 2015).

pH. Se mostró una diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 2). Sin embargo todos los tratamientos que presentaron un pH entre 3.5-4.2, y son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Rankin 2015).

Cuadro 1. Comparación de medias entre las variables materia seca, pH y proteína cruda.

| | | MS % | pH | PC |
|--------------------------|----|------------|-------------|------------|
| Melaza (%) | 4 | 33.3 ± 1.3 | 3.54a ± 0.1 | 8.06 ± 0.2 |
| | 6 | 32.6 ± 2.7 | 3.58a ± 0.1 | 8.11 ± 0.2 |
| | 8 | 34.9 ± 2.2 | 3.71b ± 0.2 | 8.25 ± 0.2 |
| Probabilidad | | 0.0756 | 0.0001 | 0.1983 |
| CV % | | 5.70 | 1.35 | 2.53 |
| Tamaño de partícula (mm) | 2 | 34.0 ± 1.5 | 3.67a ± 0.1 | 7.98 ± 0.2 |
| | 5 | 32.5 ± 2.2 | 3.58b ± 0.1 | 8.30 ± 0.3 |
| | 10 | 33.9 ± 2.1 | 3.72a ± 0.1 | 8.15 ± 0.1 |
| | 16 | 34.1 ± 2.5 | 3.47b ± 0.1 | 8.13 ± 0.2 |
| Probabilidad | | 0.0500 | 0.0001 | 0.1052 |
| CV % | | 5.70 | 1.35 | 2.53 |

MS: materia seca, PC: proteína cruda, CV: coeficiente de variación.

Fibra ácido Detergente. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 2). El nivel de melaza e inoculante no tuvo influencia entre las aplicaciones de los diferentes tratamientos. Se considera que todos los tratamientos con un rango de 17.06-32.26%, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Silvia 2010).

Fibra Neutro Detergente. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 2). El tratamiento de 2 produjo 44.2%, el tratamiento de 5 produjo 46.3%, el tratamiento de 10 produjo 46.8% y el ultimo tratamiento de 16 mm produjo 45.7%. Tratamientos que presentaron un rango de 30.1-51.9%, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Silvia 2010).

Cenizas. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 2). El nivel de melaza e inoculante aplicado a los tratamientos no influyó. Los tratamientos con un rango de 1.42-6.18% de cenizas, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz. Los resultados en cenizas de los tratamientos es alto, esto se debe a que la mezcla hecha fue contaminado por tierra durante el ensilaje del maíz, causando la subida de los niveles de cenizas en los tratamientos (Hoffman 2013).

Cuadro 2. Comparación de medias entre las variables FND, FAD y cenizas.

| | | FND% | FAD% | cenizas |
|--------------------------|----|------------|------------|------------|
| Melaza (%) | 4 | 45.2 ± 2.0 | 29.8 ± 1.3 | 11.3 ± 0.4 |
| | 6 | 45.4 ± 2.6 | 30.8 ± 1.8 | 13.6 ± 2.5 |
| | 8 | 46.9 ± 2.9 | 29.6 ± 2.3 | 13.9 ± 2.6 |
| Probabilidad | | 0.3281 | 0.3668 | 0.0228 |
| CV % | | 5.21 | 5.93 | 14.50 |
| Tamaño de partícula (mm) | 2 | 44.2 ± 1.3 | 29.3 ± 1.0 | 11.9 ± 0.5 |
| | 5 | 46.3 ± 2.2 | 30.8 ± 1.7 | 14.0 ± 2.7 |
| | 10 | 46.8 ± 2.5 | 30.8 ± 1.6 | 13.3 ± 1.7 |
| | 16 | 45.8 ± 3.3 | 29.6 ± 2.5 | 12.5 ± 3.0 |
| Probabilidad | | 0.3129 | 0.3668 | 0.2626 |
| CV % | | 5.31 | 5.93 | 14.47 |

CV: coeficiente de variación, FND: fibra neutro detergente, FAD: fibra acido detergente.

Almidón: No hubo diferencias entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 3). El nivel de melaza e inoculante aplicado en los tratamientos no presentaron diferencias en los contenidos de almidón. Sin embargo los tratamientos con rangos de 18.46-45.66% de almidón, son considerados óptimos para ensilaje (Roth 2015).

Grasa. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 3). No influyo el nivel de melaza e inoculante aplicado en los tratamientos no presento diferencias en el contenido de grasa. Sin embargo los tratamientos con un rango de 2.15-4.19%, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Roth 2015).

Digestibilidad. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 3). El tratamiento de 2 mm produjo 67.5% de digestibilidad, el tratamiento de 5 mm produjo 66.6%, el tratamiento de 10 mm produjo 66.6% y el ultimo tratamiento de 16 mm produjo 67.4%. El nivel de melaza e inoculante aplicados a los tratamientos no presentaron diferencias en la digestibilidad. Sin embargo tratamientos con rangos de 62-74% de digestibilidad, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Rankin 2015).

Tratamientos que presentaron un rango de 30.1-51.9%, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Silvia 2010).

Cenizas. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 2). El nivel de melaza e inoculante aplicado a los tratamientos no influyó. Los tratamientos con un rango de 1.42-6.18% de cenizas, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz. Los resultados en cenizas de los tratamientos es alto, esto se debe a que la mezcla hecha fue contaminado por tierra durante el ensilaje del maíz, causando la subida de los niveles de cenizas en los tratamientos (Hoffman 2013).

Cuadro 3. Comparación de medias entre las variables FND, FAD y cenizas.

| | | FND% | FAD% | cenizas |
|-----------------------------|----|------------|------------|------------|
| Melaza (%) | 4 | 45.2 ± 2.0 | 29.8 ± 1.3 | 11.3 ± 0.4 |
| | 6 | 45.4 ± 2.6 | 30.8 ± 1.8 | 13.6 ± 2.5 |
| | 8 | 46.9 ± 2.9 | 29.6 ± 2.3 | 13.9 ± 2.6 |
| Probabilidad | | 0.3281 | 0.3668 | 0.0228 |
| CV % | | 5.21 | 5.93 | 14.50 |
| Tamaño de partícula (mm) | 2 | 44.2 ± 1.3 | 29.3 ± 1.0 | 11.9 ± 0.5 |
| | 5 | 46.3 ± 2.2 | 30.8 ± 1.7 | 14.0 ± 2.7 |
| | 10 | 46.8 ± 2.5 | 30.8 ± 1.6 | 13.3 ± 1.7 |
| | 16 | 45.8 ± 3.3 | 29.6 ± 2.5 | 12.5 ± 3.0 |
| Probabilidad | | 0.3129 | 0.3668 | 0.2626 |
| CV % | | 5.31 | 5.93 | 14.47 |

CV: coeficiente de variación, FND: fibra neutro detergente, FAD: fibra ácido detergente.

Almidón: No hubo diferencias entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 3). El nivel de melaza e inoculante aplicado en los tratamientos no presentaron diferencias en los contenidos de almidón. Sin embargo los tratamientos con rangos de 18.46-45.66% de almidón, son considerados óptimos para ensilaje (Roth 2015).

Grasa. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 3). No influyó el nivel de melaza e inoculante aplicado en los tratamientos no presentaron diferencias en el contenido de grasa. Sin embargo los tratamientos con un rango de 2.15-4.19%, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Roth 2015).

Digestibilidad. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16 mm (Cuadro 3). El tratamiento de 2 mm produjo 67.5% de digestibilidad, el tratamiento de 5 mm produjo 66.6%, el tratamiento de 10 mm produjo 66.6% y el ultimo tratamiento de 16 mm produjo 67.4%. El nivel de melaza e inoculante aplicados a los tratamientos no presentaron diferencias en la digestibilidad. Sin embargo tratamientos con rangos de 62-74% de digestibilidad, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Rankin 2015).

Energía Neta de Lactancia. No hubo diferencia entre los tratamientos de 2, 5, 10 y 16mm (Cuadro 3). El nivel de melaza e inoculante aplicado en los tratamientos no influyeron en los contenidos de energía neta de lactancia. Sin embargo tratamientos mayores de 1.4 Mcal/kg de ENL, son considerados óptimos para un ensilaje de maíz (Rankin 2015).

Cuadro 4. Comparación y evaluación de medias de las variables digestibilidad, almidón, grada y energía neta de lactancia. (ENL)

| | | digestibilidad | almidón | grasa | ENL |
|--------------------------|----|----------------|------------|------------|-------------|
| Melaza (%) | 4 | 67.2 ± 0.9 | 19.9 ± 1.5 | 2.98 ± 0.1 | 1.48 ± 0.04 |
| | 6 | 66.5 ± 1.2 | 18.5 ± 2.7 | 2.94 ± 0.4 | 1.46 ± 0.05 |
| | 8 | 67.3 ± 1.5 | 20.9 ± 3.7 | 2.96 ± 0.3 | 1.50 ± 0.06 |
| Probabilidad | | 0.3660 | 0.2387 | 0.9677 | 0.4144 |
| CV % | | 32.50 | 13.70 | 10.00 | 3.35 |
| Tamaño de partícula (mm) | 2 | 67.5 ± 0.7 | 19.6 ± 1.6 | 2.85 ± 0.1 | 1.50 ± 0.03 |
| | 5 | 66.6 ± 1.1 | 19.0 ± 2.6 | 3.00 ± 0.4 | 1.46 ± 0.05 |
| | 10 | 66.6 ± 1.1 | 19.8 ± 2.2 | 2.83 ± 0.1 | 1.46 ± 0.05 |
| | 16 | 67.4 ± 1.7 | 20.7 ± 4.1 | 3.15 ± 0.3 | 1.49 ± 0.07 |
| Probabilidad | | 0.3664 | 0.7557 | 0.2526 | 0.3851 |
| CV % | | 32.45 | 13.77 | 10.10 | 3.34 |

CV: coeficiente de variación.

Las medias obtenidas de la evaluación de la **Ración total mezclada de partículas** y comparación con los rangos sugeridos por la Universidad estatal de Pensilvania, las medias obtenidas de las cribas son diferentes (Cuadro 4). Se espera que existan en un 3 a 8% de la ración total este en la criba superior con partículas mayores a 19 mm. En la criba media se espera de un 45 a 60 % de la ración total con un tamaño de partícula oscilante entre 8 y 19mm.

En la criba inferior serán incluidas partículas de 1.67 a 8 mm en un 30 a 40% de la ración, la última bandeja serán llenadas por partículas menores a 1.67 mm siendo estas sumamente pequeñas de manera que esperamos que estas partículas estén presentes en porcentajes menos al 5%. En el corte de 2 mm, la cantidad de partículas que se sitúan correctamente en los rangos establecidos, están en la bandeja baja, criba inferior y criba media.

La cantidad de partículas del corte de 5 mm que se ubican correctamente en los rangos establecidos, están en la bandeja baja, criba inferior y criba media. Con el corte de 10mm. La cantidad de partículas que se sitúan correctamente en los rangos establecidos, están en la bandeja baja y criba media. En el corte de 16 mm, la cantidad de partículas que se ubican correctamente en los rangos establecidos, están en la criba media.

Cuadro 5. Evaluación de medias en las cribas de la caja de Penn State.

| Medias (%) | criba superior | criba media | criba inferior | bandeja baja |
|--------------|----------------|-------------|----------------|--------------|
| 2mm | 14 | 45 | 39 | 2 |
| 5mm | 13 | 51 | 35 | 1 |
| 10mm | 26 | 59 | 18 | 1 |
| 16mm | 29 | 54 | 15 | 1 |
| Probabilidad | 0.0012 | 0.0003 | <.0001 | 0.0016 |
| CV% | 33.54 | 8.28 | 19.55 | 29.25 |

CV: coeficiente de variación

Las propiedades organolépticas son evaluaciones realizadas subjetivamente, aunque no existe una relación directa entre las propiedades organolépticas y sus propiedades bromatológicas más sin embargo son importantes debido a la aceptación del alimento por parte del ganado y de esta manera podemos valorar si se dio una buena fermentación y así concluir si el ensilaje es de buena calidad.

En el color, se obtuvieron dos colores predominantes en el total de tratamientos, siendo este verde y este caramelo (cuadro 5). En los tratamientos en que se obtuvo color verde y castaño claro se pudo observar una buena fermentación, se fijó un olor agradable, avinagrado y de sabor amargo y picante, de textura firme y compacta de manera que no se deshace con facilidad mientras que los tratamientos que se encontraron de color caramelo se observaron tonalidades marrón intenso, sin tonalidades verdosas, de olor agradable y atabacado, de sabor dulce. En este caso la textura fue débil ya que se desprendían segmentos con facilidad.

Cuadro 6. Descripción por características organolépticas.

| Color | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Verde | | Caramelo | |
| 5 mm, 4% | 5 mm, 6% | 2 mm, 4% | 2 mm, 8% |
| 5 mm, 4% | 5 mm, 6% | 2 mm, 4% | 2 mm, 8% |
| 10 mm, 4% | 10 mm, 6% | 16 mm, 4% | 5 mm, 8% |
| 10 mm, 4% | 10 mm, 6% | 2 mm, 6% | 5 mm, 8% |
| 16 mm, 4% | 16 mm, 6% | 2 mm, 6% | 10 mm, 8% |
| | | 16 mm, 6% | 10 mm, 8% |
| | | | 16 mm, 8% |
| | | | 16 mm, 8% |

4. CONCLUSIONES

- Con 4% de melaza se logran excelentes niveles de pH, lo que denota un buen nivel de fermentación.
- Los análisis bromatológicos fueron similares para todos los tamaños de partícula, sin embargo los ensilajes con picados a 2 y 5 mm, son considerados los más apropiados para preparar Raciones Totales Mezcladas y alimentar ganado.
- Las propiedades organolépticas muestran que el ensilaje de maíz de 120d es óptimo para el consumo bovino.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de costos en experimentos futuros dado que este es una investigación exploratoria.
- Usar el nivel mínimo de melaza (4%), ya que niveles más altos usados en este experimento no presentaron diferencia en los tratamientos.

6. LITERATURA CITADA

BIOMIN ®: BIOSTABIL. (n.d). Obtenido 2015, de BIOMIN ®: Consultado el 20 de Julio de 2015. Disponible en <http://www.biomin.net/en/products/biomin-biostabil/>

Elferink F. F. 2000, Silage fermentation processes and their manipulation. Retrieved from food and Agriculture Organization of the United Nations: Consultado el 20 de Julio de 2015. Disponible en <http://www.fao.org>

Gomez Rodas, R.L. 1999. Niveles optimos de melaza, urea y gallinaza para la elaboración de ensilaje de pasto guinea var. Tobiata (*Panicum máximum*) en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela agrícola Panamericana. 17 p.

Heinrichs, J. 2012. Evaluando el tamaño de partícula de forrajes y RTM usando el Nuevo Separador de Partículas de Forraje de Penn State (en línea). Consultado en octubre 2015. Disponible en: <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/forages/forage-quality-physical/separator>.

Hoffman, P. 2013. Ash Content in Your Forages. en línea). Consultado en octubre 2015. Disponible en: http://www.vigortone.com/tech_library/technical_bulletins_pdf/Ash%20Content%20in%20Your%20Forages%20final.pdf

Lardy, G. (n.d.). Harvesting, Storing and Feeding High Moisture Corn. Retrieved from North Dakota State University Agriculture. 12 p.

Muck, R., & Contreras, F. 2006. Inoculantes Microbiales para ensilaje. Consultado de University of Wisconsin Board of Regents Consultado el 20 de Julio de 2015. -Disponible en: <http://fyi.uwex.edu/forage/files/2014/01/Microbial-Inoculants-for-Silage-Espanol.pdf>

Rankin, M. 2015. Quality Feeding Corn Agronomy (en línea) consultado en septiembre 2015 Disponible en: <http://corn.agronomy.wisc.edu/Silage/S006.aspx>

Roth, G. 2015. Corn Silage Production and Management. (en línea) consultado en septiembre 2015 de Penn State Extension: <http://extension.psu.edu/plants/crops/grains/corn/silage/corn-silage-production-and-management>

Salceda, & Vélez, M. 1991. Producción de leche con vacas alimentadas con ensilaje de maíz y suplementadas con concentrado. Zamorano, Francisco Morazán: Biblioteca Digital Zamorano.

Silvia, N. 2010. Assessing the Feeding Value of your Corn Silage. (en linea) consultado en septiembre 2015 de UC DAVISVETERINARYMEDICINE: <http://cestanislaus.ucanr.edu/files/152284.pdf>

The Right Cropping System. 2015. (en linea) consultado en septiembre 2015 Consultado en WinField Croplan: http://www.winfield.com/Farmer/Croplan/Agronomy/Corn/DUCM04_076411ñ

7. ANEXOS

Anexo 1 Recomendación para tamaño de partícula y distribución de partículas ideal para dieta ofrecida

Tabla 1. Recomendaciones para el tamaño de partícula de forraje y RTM basado en tres experimentos usando vacas en lactancia temprana alimentadas con henilaje de alfalfa o ensilaje de maíz con o sin cascarilla de algodón.

| 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 |

^aLos poros son cuadrados, así que la abertura más grande es la diagonal, que es de 1.67 mm. Esta es la razón por la que las partículas más grandes que pueden pasar por la Criba Inferior son de 1.67 mm de largo.

(Jud Heinrichs 2012)

Anexo 2 Guías de consume de FND de forraje

Tabla 3. Guías de consumo de FND de forraje.

| FND de forraje como % de peso corporal ¹ | Nivel de consumo |
|---|---|
| 0.75% ² | Mínimo si la ración provee de 1.30 a 1.40% de la FND total con el uso de alimentos secundarios. |
| 0.85% ² | Mínimo si la ración provee de 1.00 a 1.20% de la FND total usando granos u otros carbohidratos. |
| 0.90% | Moderadamente bajo |
| 0.95% | Promedio |
| 1.00% | Moderadamente bajo |
| 1.10% | Máximo |

¹El consumo de materia seca de forraje debe estar entre 1.40% y 2.40% del peso corporal sin importar los parámetros de consumo de FND de forraje.

²Un mínimo más alto puede ser necesario si el forraje se corta demasiado fino.

(Jud Heinrichs 2012)

Anexo 3 Evaluación de Ensilaje para Materia Seca con relación al pH

| | Contenido de materia seca (%MS) | | | | |
|---------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Categoría | 15 – 20 | 21 – 25 | 26 – 30 | 31 – 35 | 35 - 40 |
| Excelente | < 4,0 | < 4,2 | < 4,4 | < 4,6 | < 4,8 |
| Bueno | < 4,2 | < 4,4 | < 4,6 | < 4,8 | < 5,0 |
| Satisfactorio | < 4,4 | < 4,6 | < 4,8 | < 5,0 | < 5,4 |
| Mediocre | < 4,6 | < 4,8 | < 5,0 | < 5,2 | < 5,4 |
| Malo | > 4,6 | > 4,8 | > 5,0 | > 5,2 | > 5,4 |

(Gutierrez, 2009)