



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,
Volumen 8, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO CON RESIDUO DE MUCÍLAGO DE CACAO EN DIFERENTES PROPORCIONES

**CHEMICAL COMPOSITION OF FORAGE CORN
SILAGE WITH COCOA MUCILAGE RESIDUE IN
DIFFERENT PROPORTIONS**

Adrián Delgado Coello

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Ítalo F. Espinoza

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Alexandra E. Barrera

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Marlene L. Medina Villacis

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Antón R. García

University of Cordoba, Spain

Cecilio J. Barba

University of Cordoba, Spain

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11022

Composición Química del Ensilaje de Maíz Forrajero con Residuo de Mucílago de Cacao en Diferentes Proporciones

Adrián Delgado Coello¹

adelgadoc2@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-4062-1545>

Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo, Ecuador

Ítalo F. Espinoza

iespinoza@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2975-3087>

Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo, Ecuador

Alexandra E. Barrera

abarrera@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8548-1701>

Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo, Ecuador

Marlene L. Medina Villacis

mmedina@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2308-4812>

Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo, Ecuador

Antón R. García

Palgamaa@uco.es

<https://orcid.org/0000-0003-1977-7752>

Animal Science Department
Rabanales University Campus
University of Cordoba
Córdoba, Spain

Cecilio J. Barba

cjbarba@uco.es

<https://orcid.org/0000-0001-8363-1673>

Animal Science Department
Rabanales University Campus
University of Cordoba
Córdoba, Spain

¹ Autor principal

Correspondencia: adelgadoc2@uteq.edu.ec

RESUMEN

El objetivo fue determinar la composición química del ensilaje de maíz forrajero con la adición de diferentes proporciones de mucílago de cacao. Se empleó un diseño experimental completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones: T1 (100% Maíz Forrajero), T2 (90% Maíz Forrajero + 10% Mucílago de Cacao), T3 (80% Maíz Forrajero + 20% Mucílago de Cacao), T4 (70% Maíz Forrajero + 30% Mucílago de Cacao) y T5 (60% Maíz Forrajero + 40% Mucílago de Cacao). Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza y la prueba de Tukey al nivel de probabilidad del 5%. El ensilaje se sometió a un tiempo de fermentación de 30 días. La significancia de los datos recopilados se evaluó mediante análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de Tukey ($p < 0.05$). Los resultados revelaron diferencias significativas entre los tratamientos; el contenido de materia seca (MS) aumentó ($p < 0.05$) en T5 (25.76%) en comparación con T1, T2 y T3 (15.73%, 16.85% y 14.56%, respectivamente), lo que indica que la inclusión de mucílago de cacao se asoció con un mayor contenido de MS. T5 (10.02%) mostró un aumento significativo ($p < 0.05$) en proteína bruta (PB) en comparación con T1 (8.90%), mientras que T2, T3 y T4 presentaron valores similares. En cuanto a la fibra detergente neutra (FDN), T1 (68.96%) superó ($p < 0.05$) a T3, T4 y T5 (53.54%, 56.09% y 54.25%, respectivamente). Otros componentes como la materia orgánica (MO), la materia inorgánica (MI), la fibra cruda (FC), la fibra detergente ácida (FDA), el extracto etéreo (EE) y la energía no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$). La inclusión de mucílago de cacao en el ensilaje de maíz forrajero influyó positivamente en el contenido de MS, PB y FDN. Sin embargo, no hubo variaciones significativas en componentes como FC, FDA, EE y energía entre los tratamientos evaluados. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para mejorar la formulación del ensilaje, destacando la importancia del mucílago de cacao en la calidad nutricional del forraje.

Palabras claves: residuos agrícolas, silaje, mucílago

Artículo recibido 10 marzo 2024

Aceptado para publicación: 15 abril 2024



Chemical Composition of Forage Corn Silage With Cocoa Mucilage Residue in Different Proportions

ABSTRACT

Cocoa mucilage, a mucilaginous substance that coats cocoa seeds, is traditionally used as a substrate in the cocoa bean fermentation process and plays a crucial role in the formation of flavor and aroma precursor substances. The objective was to determine the chemical composition of forage corn silage with the addition of different proportions of cocoa mucilage. A completely randomized experimental design was employed with five treatments and five replications: T1 (100% Forage Corn), T2 (90% Forage Corn + 10% Cocoa Mucilage), T3 (80% Forage Corn + 20% Cocoa Mucilage), T4 (70% Forage Corn + 30% Cocoa Mucilage), and T5 (60% Forage Corn + 40% Cocoa Mucilage). The evaluated variables were subjected to analysis of variance and the Tukey test at a 5% probability level. The silage was subjected to a fermentation time of 30 days. The significance of the collected data was evaluated through analysis of variance and Tukey's multiple range test ($p < 0.05$). The results revealed significant differences between treatments; dry matter (DM) content increased ($p < 0.05$) in T5 (25.76%) compared to T1, T2, and T3 (15.73%, 16.85%, and 14.56%, respectively), indicating that the inclusion of cocoa mucilage was associated with higher DM content. T5 (10.02%) showed a significant ($p < 0.05$) increase in crude protein (CP) compared to T1 (8.90%), while T2, T3, and T4 presented similar values. Regarding neutral detergent fiber (NDF), T1 (68.96%) exceeded ($p < 0.05$) T3, T4, and T5 (53.54%, 56.09%, and 54.25%, respectively). Other components such as organic matter (OM), inorganic matter (IM), crude fiber (CF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), and energy did not show significant differences between treatments ($p > 0.05$). The inclusion of cocoa mucilage in forage corn silage positively influenced the content of DM, CP, and NDF. However, there were no significant variations in components such as CF, ADF, EE, and energy among the evaluated treatments. These findings provide valuable information for improving silage formulation, highlighting the importance of cocoa mucilage in the nutritional quality of forage.

Keywords: agriculture residues, silage, mucilage



INTRODUCCIÓN

Actualmente se conoce que existen algunas tecnologías de almacenamiento y conservación del forraje sin que este deteriore su calidad y que se permita utilizarlo en la época y el momento favorable, siendo el ensilaje una de estas alternativas la cual se caracteriza por su fácil elaboración ya que no demanda gran infraestructura (1). El ensilaje es un proceso de fermentación anaeróbica controlada en el que las bacterias del ácido láctico convierten los carbohidratos solubles en ácidos orgánicos, especialmente ácido láctico, que promueve la reducción del pH y los conserva (2).

El maíz (*Zea mays*) es una planta de la familia de las gramíneas y pertenece a la familia de los cereales. El maíz es un pasto de verano que puede proporcionar una buena cantidad de materia seca durante varios meses siempre que no le falte agua. Supone el 10% de la superficie total de cultivos forrajeros. Plantado mayoritariamente en secano, representando el 77% de la superficie total (3). Para su conservación la principal técnica es el ensilaje debido a su practicidad y fácil apropiación en diversos sistemas productivos. El uso de ensilaje es una excelente opción para mejorar la alimentación animal en estas condiciones (4).

Los silos de maíz juegan un papel muy importante en los sistemas intensivos de engorde, su disponibilidad en el rubro de alimentación durante el otoño e invierno permite aumentar las cargas, también se utiliza como suplemento a los suplementos de granos y proteínas para mayor refinamiento de venta y rentabilidad del procesamiento de animales (5). Desde el punto de vista nutricional, el ensilaje de maíz es un alimento con alto valor energético, bajo valor proteico y bajo contenido mineral. En los últimos años ha mejorado la calidad del ensilaje de maíz, apareciendo ensilajes con mayor contenido de almidón y menor contenido de cenizas (3).

Los subproductos agroindustriales son el resultado de diversos procesos físicos, químicos y biológicos durante la industrialización de productos animales y vegetales y normalmente no pueden ser utilizados como materia prima para la cadena productiva (6). Estos residuos han sido motivo de gran interés para los agricultores y los investigadores de ciencias animales durante décadas debido a su uso potencial en la alimentación animal. Muchos residuos agroindustriales que utilizan materias primas agrícolas se utilizan como combustible, alimento para animales o fertilizante (7).



El cacao se puede exportar en diferentes formas como productos vegetales y subproductos vegetales, así tenemos: aceites, bloques, tabletas o barras sin rellenos; cáscaras, cáscaras y películas; chocolate y otros alimentos que contengan cacao, cacao en hojuelas; frutales; ornamentales cacaos; cereales, granos partidos; jugo de cacao; licor de cacao; manteca de cacao; nibs de cacao; pastas; pulpa congelada y cacao en polvo (8). Los subproductos de los granos de cacao son considerados en su mayoría desechos no deseados por los centros de producción de cacao. Otros productores destinan a estos residuos como abono combustible y también como alimento para animales (9).

El uso de los subproductos del cacao en la alimentación de los animales ha despertado gran importancia de investigadores debido a los grandes aportes nutricionales, como los metabolitos primarios (aminoácidos, proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, cenizas y minerales) algunos metabolitos secundarios como la alta concentración de polifenoles y antioxidantes (10).

En base a los antecedentes descritos, surge la necesidad de realizar un estudio para evaluar la composición química del ensilaje de maíz forrajero y mucilago de cacao presentándola como una alternativa de utilización de subproductos en la actividad de producción animal mediante la técnica de conservación de forrajes la cual será muy útil debido a la escasez de alimento en épocas de sequía en nuestro país.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de Bromatología y Rumiología en el Campus Experimental La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el km 7 1/2 de la vía Quevedo-El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 10° 6' 28" de longitud Oeste, a una altura de 72 msnm. La zona ecológica de vida pertenece al Bosque Húmedo Tropical.

Manejo del experimento

El forraje de maíz se obtuvo de una parcela establecida en el Campus Experimental "La María", no se realizó fertilización ni riego. Muestras representativas del forraje de maíz y el efluente de palma africana se recogieron previamente al ensilaje para formar sendas muestras compuestas de cada producto, en las que se determinaron los contenidos de MS, materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos descritos por Association of Official Analytical Chemists

(AOAC, 1990), y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), con el procedimiento de ANKOM Technology (Macedon, NY, EUA).

Se colocaron en cada bolsa el forraje picado y el efluente de palma africana con tamaño inferior a 1cm, se compactó uniformemente hasta expulsar todo el aire de la bolsa, para el sellado se utilizó piola y cinta para asegurar y evitar la entrada de aire, fueron almacenadas por un periodo de 30 días a temperatura ambiente con iluminación natural sin radiación solar directa. Cumplido el ciclo de fermentación se tomaron muestras y se secaron en estufa Memmert ® a 65 °C durante 48 horas y posteriormente se trituraron en un molino Thomas Willy ® con criba de 1.0 milímetros. Una vez molido se procedió a formular la dieta; ensilaje de maíz con el 100, 90, 80, 70 y 60%; mucílago de cacao con el 0, 10, 20, 30 y 40%% de inclusión. Los silos sellados se colocaron en un depósito a temperatura ambiente ($26 \pm 0,6$ °C), sin radiación solar directa. La apertura de los silos se hizo tras 35 días de almacenamiento. A continuación, se extrajeron muestras con sacabocados artesanal de extremo biselado y 40 cm de longitud, el orificio dejado se rellenó con el propio material del silo. La muestra de cada silo se mezcló manualmente, de forma minuciosa, y se recolectaron tres submuestras de 250 gramos (g). Una de las submuestras se mezcló homogéneamente con las demás del mismo tratamiento en una única muestra para la determinación de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), materia inorgánica (MI), proteína cruda (PC) de acuerdo con los métodos de (AOAC, 1990) y de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) con el procedimiento de (ANKOM Technology, 2008)

Análisis estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos y 5 repeticiones, los análisis obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y fueron comprobadas con la prueba de Tukey con el 5% de confiabilidad.

RESULTADOS

Contenido de Materia seca en el ensilaje de maíz y residuos de mucílago de cacao en diferentes proporciones

La materia seca (MS) de los alimentos contiene los nutrientes esenciales que requiere el animal, por lo tanto, en la tabla 10 se presentan los promedios obtenidos de MS de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (15,73; 16,85; 14,56; 24,30 y 25,76% respectivamente) estos presentaron diferencias significativas

entre sus tratamientos ($p < 0.05$). El tratamiento que obtuvo mayor contenido de MS fue el T5 (25,76%) lo cual indica que al incluir el 40% de mucílago de cacao en el ensilaje de maíz se obtiene mayor cantidad de MS.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron inferiores a los reportados por Vera *et al* (11) en donde al evaluar los residuos orgánicos de cacao se obtuvo un promedio de materia seca de 45,37%. Borbor (12) al incluir el 20% de rechazo de banano en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de materia seca superior a este estudio de 92,41%. Mientras que Espinoza *et al* (13) en su estudio sobre el ensilado de maíz forrajero y cáscara de maracuyá con inoculantes bacterianos obtuvo un promedio de materia seca superior de 28,31%. Mera (14) al incluir la cáscara de plátano verde en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de materia seca superior de 82,88% (Tabla 10).

Contenido de materia orgánica en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucílago de cacao en diferentes proporciones

Los resultados obtenidos en base a la materia orgánica se muestran en la tabla 10, en donde los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (98,58; 98,78; 99,56; 99,74 y 99,75% respectivamente) no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$). el tratamiento que presentó un mayor contenido de MO fue el T5 (99,75%) al incluir el 40% de residuo de mucílago de cacao.

Los porcentajes de MO encontradas en esta investigación fueron superiores a los reportados por Aragadvay *et al* (15) en donde al ensilado de maíz se le proporcionó ensilado de girasol obteniendo un promedio de materia orgánica de 93,9%. Mientras que Mera (14) en el contenido de materia orgánica obtenido al incluir la cáscara de plátano verde reportó un promedio de 84,67%. En el contenido de materia orgánica del ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde, Borbor (12) indica que el promedio obtenido fue inferior a este estudio con 86,19%. Mientras que Villarroel (16) al incluir el lodo de palma en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de materia orgánica de 89,20% (Tabla 10).

Contenido de materia inorgánica en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucílago de cacao en diferentes proporciones

Los resultados obtenidos en base a la materia inorgánica se encuentran representados en la tabla 10 en donde los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (0,42; 1,22; 0,44; 0,26 y 0,25% respectivamente) no

presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). El tratamiento que presentó mayor porcentaje de materia inorgánica fue el T2 (1,22%) al incluir el 10% de residuo de mucílago de cacao.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron inferiores a los reportados por Vera et al (11) en donde al caracterizar los residuos orgánicos de cacao obtuvo un porcentaje de materia inorgánica de 10,69%. Mientras que Mera (14) en su estudio del ensilaje de maíz y cáscara de plátano verde obtuvo un promedio superior de 28,27%. Borbor (12) menciona que al incluir el rechazo de banano en el ensilaje de maíz forrajero obtuvo un contenido de materia inorgánica superior de 18,62%. Sin embargo, Espinoza et al (13) en la valoración nutritiva de ensilados de forraje de maíz y cáscara de maracuyá obtuvo un contenido de materia inorgánica de 12,01% (Tabla 10).

Contenido de proteína bruta en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucílago de cacao en diferentes proporciones

La determinación de la proteína nos lleva a conocer el contenido de esta en una muestra de alimento con el objetivo de estimar su valor nutricional y la calidad, en la tabla 10, se presenta el contenido de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (9,08; 9,57; 8,90; 10,02 y 9,61% respectivamente) los cuales presentan diferencias significativas ($p<0.05$). El tratamiento que obtuvo un mayor contenido de proteína bruta fue el T4 (10,02%) demostrando así que debido a los mayores niveles de mucílago de cacao se obtiene un mejor porcentaje de proteína.

Los análisis realizados en base a la proteína bruta de este estudio fueron inferiores a los reportados por Vera *et al* (11) en donde al caracterizar los residuos orgánicos de cacao obtuvo un promedio de proteína bruta de 8,15%. Borbor (12) al incluir de rechazo de banano en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de proteína bruta superior a este estudio de 18,31%. Mientras que Espinoza et al (13) en su estudio sobre el ensilado de maíz forrajero y cáscara de maracuyá con inoculantes bacterianos obtuvo un promedio de proteína bruta superior de 14,79%. Mera (14) al incluir la cáscara de plátano verde en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de proteína bruta superior de 15,10% (Tabla 10).

Contenido de fibra bruta en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucílago de cacao en diferentes proporciones

Los resultados basados en la fibra bruta presentaron los siguientes datos T1, T2, T3, T4 y T5 (39,40; 50,26; 44,45; 42,32 y 43,13% respectivamente) no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). el

tratamiento que presentó un mayor contenido de FB fue el T2 (50,26%) al incluir el 10% de residuo de mucilago de cacao.

Los porcentajes de FB encontradas en esta investigación fueron inferiores a los reportados por Mera (14) en el contenido de fibra bruta obtenido al incluir la cascara de plátano verde reportó un promedio de 46,39%. En el contenido de fibra bruta del ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde, Borbor (12) indica que el promedio obtenido fue similar a este estudio con 50,10%. Mientras que Vera *et al* (11) en donde al caracterizar los residuos orgánicos de cacao en obtuvo un promedio inferior de fibra bruta de 24,83% (Tabla 10).

Contenido de fibra detergente neutra (FDN) en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucilago de cacao en diferentes proporciones

Los resultados obtenidos en base a la fibra detergente neutra (FDN) se encuentran representados en la tabla 10 en donde los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (68,69; 65,07; 53,54; 56,09 y 54,25% respectivamente) presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$). El tratamiento que presentó mayor porcentaje de materia inorgánica fue el T2 (68,69%) al no incluir residuo de mucilago de cacao.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron inferiores a los reportados por Vera *et al* (11) en donde al caracterizar los residuos orgánicos de cacao obtuvo un porcentaje de fibra detergente neutra (FDN) de 41,30%. Mientras que Mera (14) en su estudio del ensilaje de maíz y cáscara de plátano verde obtuvo un promedio inferior de 63,32%. Borbor (12) menciona que al incluir el rechazo de banano en el ensilaje de maíz forrajero obtuvo un contenido de fibra detergente neutra (FDN) inferior de 59,01%. Sin embargo, Villarroel (16) al incluir el lodo de palma en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de FDN de 75,84% (Tabla 10).

Contenido de fibra detergente ácida (FDA) en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucilago de cacao en diferentes proporciones

La fracción de fibra detergente ácida al ser compuesta por lignina y celulosa, es un valor importante para determinar la capacidad del animal para digerir el forraje, esta se considera que, a mayor FDA, menor digestibilidad del forraje, en la tabla 10, se presenta el contenido de los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (27,42; 27,42; 20,84; 29,70; 27,33% respectivamente) los cuales no presentan diferencias

significativas ($p>0.05$). El tratamiento que obtuvo un menor contenido de FDA fue el T3 (20,84%) demostrando que este tratamiento posee una mejor digestibilidad.

Los resultados determinados en base al contenido de FDA de este estudio fueron inferiores a los reportados por Vera *et al* (11) en donde al caracterizar los residuos orgánicos de cacao en obtuvo un promedio de FDA de 32,45%. Borbor (12) al incluir de rechazo de banano en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de FDA inferior a este estudio de 9,33%. Mientras que Villarroel (16) al incluir el lodo de palma en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de FDA de 21,57%. Mera (14) al incluir la cáscara de plátano verde en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de FDA de 15,50% (Tabla 10).

Contenido de grasa en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucílago de cacao en diferentes proporciones

Al determinar la grasa esta nos permite obtener el tiempo de almacenamiento de los alimentos basado en el contenido de grasa, ya que se conoce que un alimento que posea mayor cantidad de grasa sufre un proceso de oxidación mayor. Por lo que los resultados encontrados en esta investigación están representados en la tabla 10 en donde los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 (2,13; 2,08; 1,78; 1,48; 1,81% respectivamente) no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). El tratamiento que presentó un mayor contenido de grasa fue el T1 (2,13%).

En este estudio de la grasa los valores fueron inferiores a los reportados por Villarroel (16) al incluir el lodo de palma en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de grasa de 4,23%. Mientras que Mera (14) en el contenido de grasa obtenido al incluir la cáscara de plátano verde reporto un promedio de 2,55%. En el contenido de grasa del ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde, Borbor (12) indica que el promedio obtenido fue inferior a este estudio con 1,45%. Mientras que Vera *et al* (11) en donde al caracterizar los residuos orgánicos de cacao en obtuvo un promedio superior de grasa de 6,89% (Tabla 10).

Contenido de energía en ensilaje de maíz forrajero y residuo de mucílago de cacao en diferentes proporciones

La energía se la obtiene al quemarse el alimento mediante la presencia del oxígeno, se la mide por calorías en donde la cantidad de calor es necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua. Los resultados de la energía se presentan en la tabla 10 en donde los tratamientos T1,

T2, T3, T4 y T5 (1,09a 1,22; 1,03; 0,88; 1,05 Mcal respectivamente) estos no presentaron diferencias significativas entre sus tratamientos ($p > 0.05$). El tratamiento que obtuvo mayor contenido de energía fue el T2 (1,22 Mcal) lo cual indica que al incluir el 10% de mucílago de cacao en el ensilaje de maíz se obtiene mayor cantidad de energía.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron inferiores a los reportados por Vera *et al* (11) en donde al caracterizar los residuos orgánicos de cacao en obtuvo un promedio de materia seca de 4,59 Mcal. Borbor (12) al incluir de rechazo de banano en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de materia seca superior a este estudio de 4,14 Mcal. Mera (14) al incluir la cáscara de plátano verde en el ensilaje de maíz obtuvo un contenido de materia seca superior de 3,94 Mcal (Tabla 10).

Tabla 1 Composición química (Materia Seca, Materia Orgánica, Materia Inorgánica, Proteína Bruta, Fibra Bruta, Fibra Detergente Neutra, Fibra Detergente Ácida, Grasa y Energía) de ensilaje de maíz con residuos de mucílago de cacao en diferentes proporciones.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	EE	CV	P
MS	15,73a	16,85ab	14,56a	24,30bc	25,76c	1,82	20,89	0,0004
MO	98,58a	98,78a	99,56a	99,74a	99,75a	0,25	0,56	0,0674
MI	0,42a	1,22a	0,44a	0,26a	0,25a	0,25	108,45	0,0674
PB	9,08ab	9,57ab	8,90a	10,02b	9,61ab	0,25	5,90	0,0348
FB	39,40a	50,26a	44,45a	42,32a	43,13a	4,35	22,17	0,5124
FDN	68,69b	65,07ab	53,54a	56,09a	54,25a	2,92	10,97	0,0035
FDA	27,42a	27,42a	20,84a	29,70a	27,33a	4,01	33,81	0,0648
EE (grasa)	2,13a	2,08a	1,78a	1,48a	1,81a	0,37	44,00	0,7234
Energía	1,09a	1,22a	1,03a	0,88a	1,05a	0,26	55,45	0,09248

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; MI: Materia inorgánica; EB: Energía bruta; PB: Proteína bruta; GB: Grasa bruta; FB: fibra fruta; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida. Medias seguidas por la misma letra en la misma fila, no difieren estadísticamente (Tukey $p > 0.05$).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se plantean las siguientes conclusiones:

Los principales componentes químicos del ensilaje de maíz forrajero con residuos de mucílago de cacao (MS, PB y FDN) se vieron afectados significativamente. Las fracciones de fibra detergente neutra

(FDN) y fibra detergente acida (FDA), fueron superiores en los niveles de inclusión de mucílago de cacao del 0 y 40 por ciento.

La inclusión de mucílago al ensilaje de maíz forrajero incrementó los valores de materia orgánica (MO), así mismo existió reducción de los valores de materia inorgánica en los niveles de inclusión de mucílago de cacao. El porcentaje de grasa (EE) varía disminuyendo al agregar el mucílago de cacao al ensilaje de maíz forrajero, las calorías de la energía tienen relación directa con los valores de grasa de cada tratamiento.

Agradecimiento

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología Convocatoria 8 (FOCICYT) en el Proyecto titulado: Uso de ensilajes de maíz forrajero y residuos agrícolas en la alimentación de ovinos tropicales en pastoreo

REFERENCIAS IBLIOGRAFICAS

1. Gutierrez. Ensilaje una alternativa milenaria de conservacion de forraje. Quito;; 2014.
2. Aguirre L, Cevallos Y, Herrera R, Escudero G. Utilización de ensilaje de maíz y alfalfa en la alimentación de ovinos mestizos en pastoreo. Revista de la Direccion de Investigacion. 2016;(6): p. 76-82.
3. FEDNA. Ensilado de maíz. Madrid;; 2020.
4. Cuervo W, Gutierrez E. Fracciones químicos del maíz (*Zea mays*) sometido a procesos sucesivos de ensilaje y amonificación utilizado en la alimentación de bovinos en Tame Arauca. Revista Agricolae y Habitat. 2018; 1(1).
5. Vaz D, Olivera L, Cozzolino D. Ensilaje de maíz como componente de la dieta en la fase de terminación de novillos. Revista de Producción Animal. 2016;(7): p. 5-8.
6. Rosas D, Ortiz H, Herrera J, Leyva O. Revalorización de algunos residuos agroindustriales y su potencial de aplicación a suelos agrícolas. Revista de Agroproductividad. 2016; 9(1): p. 18-23.
7. Godoy D, Daza R, Fernández L, Layza A, Roque R, Hidalgo V, et al. Caracterización del valor nutricional de los residuos agroindustriales para la alimentación de ganado vacuno en la región de

- San Martín, Perú. Revista de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2020; 3(4).
8. Agrocalidad. Resumen de certificación fitosanitaria y de calidad de cacao en grano 2021. Quito;; 2022.
 9. Martínez R, Torres P, Meneses M, Figueroa J, Pérez J, Viuda M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) co-products. Food Research International. 2012; 49(1): p. 39-45.
 10. Bertazzo A, Comai S, Mangiarin F, Chen S. Composition of cacao beans. In Chocolate in health and nutrition. Humana Press. 2013; 2(1): p. 105-117.
 11. Vera J, Lazo R, Barzallo , Gavin C. Caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos. Ecuadorian Science Journal. 2021; 5(4): p. 1-14.
 12. Borbor M. “Composición química de ensilaje de maíz forrajero y rechazo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base”. Quevedo;; 2022.
 13. Espinoza I, Montenegro L, Sánchez A, Romero M, Medina M, García A. Efecto de inoculantes micribianos sobre la composicion bromatologica y estabilidad aerobica del ensilado de maiz forrajero (*Zea mays*) y cascara de maracuya (*Passiflora edulis*). Revista de Investigación Talentos. 2017 Diciembre; 4(2).
 14. Mera N. Composición química de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base. Quevedo;; 2022.
 15. Aragadvay R, Rayas A, Heredia D, Estrada J, Martínez F, Arriaga C. Evaluación in vitro del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2015; 6(3): p. 315-327.
 16. Villarroel M. Composicion quimica de ensilaje de maiz y lodo de palma en diferentes proporciones. Quevedo : Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2021.