



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Efecto de diferentes proporciones de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y melaza sobre la composición química del ensilaje de Marango (*Moringa oleífera*)

AUTOR:

Br. JASSER ALEXANDER GARCÍA GONZÁLEZ

ASESOR:

Ing. BRYAN MENDIETA ARAICA MSc.

MANAGUA, NICARAGUA

MAYO, 2009



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Ciencia Animal, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Ing. Carlos José Ruiz Fonseca MSc.
Presidente

Ing. Miguel José Mátuz López MSc.
Secretario

Ing. Marcos Antonio Jiménez Campos
Vocal

Managua, 15 de Mayo del 2009

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a **DIOS** por ser quien me concedió la vida y la sabiduría para poder salir adelante en ella, porque sin su ayuda y fortaleza no sería quien soy y qué predico.

A mi madre, **JUANA ADILIA GONZALEZ** por traerme a la vida y hacer de mí una persona de bien, por el apoyo incondicional y amor absoluto hacia mí en cada momento de mi existencia.

A mi hermano, **EMERSON** por el apoyo y compañía que me ha brindado todo este tiempo desde nuestra niñez hasta nuestros días.

A mi tío, **ALEJANDRO GONZALEZ** por apoyarme en todo el sentido de la palabra, quien ha sido como un padre para mí guiando cada uno de mis pasos.

A mi abuelita, **MARIANA REYES** por brindarme su amor y cariño desde que vine a la vida, y por ser el vientre procreador que dio origen a mi familia.

A toda mi familia porque de una u otra manera me han apoyado y me han motivado para poder lograr mis metas, a todos ellos yo les dedico este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida y poder culminar mi carrera con éxito. Bueno al concluir este trabajo me doy cuenta que tengo mucho que agradecer a todas las personas que me apoyaron y brindaron su ayuda:

- ❖ **Ing. Bryan Mendieta** por darme la oportunidad de realizar esta tesis bajo su tutoría y brindarme las herramientas necesarias para concluirlo con éxito.
- ❖ **Ing. Nadir Reyes** por su apoyo y colaboración en las diferentes etapas de la realización de este trabajo de tesis.
- ❖ **Lic. Ericka Úbeda** por el apoyo incondicional y amistad persistente durante la escritura de mi trabajo de investigación, además de motivar mi actitud negativa en algunos momentos de esta etapa.
- ❖ **Lic. Freddy Arguello** por su colaboración y orientación en el desarrollo de este trabajo de investigación principalmente en la metodología.
- ❖ **Ing. Santiago Ovando** por colaborar en todo los aspectos que tienen que ver con ayuda material y espiritual fortaleciendo los deseos de culminación de mi trabajo.
- ❖ A los compañeros de clase que de una u otra manera me apoyaron y brindaron su ayuda en los momentos que la necesité.
- ❖ A todo el personal del Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA) por su colaboración y amabilidad en la consulta del material bibliográfico.

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	<i>i</i>
AGRADECIMIENTO.....	<i>ii</i>
INDICE DE CUADROS.....	<i>iii</i>
INDICE DE FIGURAS.....	<i>iv</i>
INDICE DE ANEXOS.....	<i>v</i>
RESUMEN.....	<i>vi</i>
ABSTRACT.....	<i>vii</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1. Localización del experimento.....	4
3.2. Diseño experimental, tratamientos y análisis estadístico.....	4
3.3. Establecimiento y manejo del experimento.....	5
3.3.1. Preparación de los envases.....	5
3.3.2. Elaboración de los microsilos.....	7
3.3.3. Apertura de los microsilos.....	9
3.4. Análisis químico.....	9
3.5. Perfil de fermentación.....	10
3.6. Composición microbiana.....	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
4.1.1 Materia seca.....	11
4.1.2 Proteína cruda.....	12
4.1.3 Cenizas.....	14
4.1.4. Fibra detergente neutro.....	15
4.1.5. Fibra detergente ácido.....	16
4.1.6. Hemicelulosa.....	17
4.1.7. Azúcares.....	18
4.2. Perfil de fermentación.....	19

4.2.1. pH.....	19
4.2.2. Ácido láctico.....	20
4.2.3. Ácido acético.....	22
4.3. Composición microbiana.....	24
4.3.1. Lactobacilos.....	24
4.3.2. Clostridios.....	25
4.3.3. Enterobacterias.....	26
V. CONCLUSIONES.....	28
VI. LITERATURA CITADA.....	29
VII. ANEXOS.....	32

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Proporciones de materias primas utilizadas en los tratamientos	4



INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Adaptación de trampas de fermentación a las tapas de metal.....	5
2. Trampa de fermentación terminada.....	6
3. Envase más la trampa de fermentación.....	6
4. Mezcla del material a ensilar.....	7
5. Compactación manual del material.....	8
6. Sellado de los microsilos.....	8
7. Microsilos terminados.....	8
8. Materia seca en los tratamientos.....	11
9. Proteína Cruda en los tratamientos.....	13
10. Cenizas en los tratamientos.....	14
11. Fibra detergente neutro en los tratamientos.....	15
12. Fibra detergente ácido en los tratamientos.....	16
13. Hemicelulosa en los tratamientos.....	17
14. pH en los tratamientos.....	19
15. Ácido láctico en los tratamientos.....	20
16. Ácido acético en los tratamientos.....	22
17. Lactobacilos.....	24
18. Clostridios.....	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Análisis de Varianza para la Materia Seca.....	32
2. Análisis de Varianza para Proteína Cruda.....	32
4. Análisis de Varianza para las Cenizas.....	32
5. Análisis de Varianza para la Fibra Detergente Neutro.....	32
6. Análisis de Varianza para la Fibra Detergente Ácido.....	33
7. Análisis de Varianza para la Hemicelulosa.....	33
3. Análisis de Varianza para pH.....	33
8. Análisis de Varianza para el Ácido Láctico.....	33
9. Análisis de Varianza para el Ácido Acético.....	34
10. Análisis de Varianza para los Lactobacilos.....	34
11. Análisis de Varianza para los Clotridios.....	34

García González J. A. 2009. Efecto de diferentes proporciones de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), Pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y Melaza sobre la composición química del ensilaje de *Moringa oleífera*. Tesis para optar al grado de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua. 34 Págs.

Palabras claves: **Ensilaje, *Moringa oleífera*, Composición química, composición microbiana, *Saccharum officinarum*, *Pennisetum purpureum*.**

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la finca “Santa Rosa” propiedad de la Universidad Nacional Agraria, localizada geográficamente a los 12°08’15’’ latitud Norte y a los 86°09’36’’ longitud Este, en el departamento de Managua. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes proporciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y melaza sobre la composición química y microbiológica del ensilaje de Marango (*Moringa oleífera*). Se utilizaron 14 tratamientos con tres repeticiones cada uno para un total de 42 microsilos distribuidos en un Diseño Completamente al Azar, donde se evaluó Marango en proporciones de 31.66, 33.00, 33.33, 63.33, 66.00, 66.66, 95.00 y 99.00%, Taiwán en las mismas proporciones, Caña de azúcar en proporciones de 33.33, 66.33 y 100%, y la melaza en proporción de 1 y 5%. Las variables evaluadas fueron: Composición química (Materia seca, Proteína cruda, Cenizas, FDN, FDA, Hemicelulosa, contenido de azúcares), Perfil de fermentación (pH, Acido láctico, Acido acético) y Composición microbiana (Lactobacilos, Clostridios y Enterobacterias). Se realizó Análisis de Varianza y comparaciones de medias con la Prueba de Tukey 5% utilizando MINITAB, versión 12.0. Los resultados de los análisis de varianza ($P < 0,05$) mostraron que el mayor contenido de MS lo obtuvo el T2 (T95Mz5) con 26.89%, de PC el T7 (M99Mz1) con 15.04%, de CEN el T2 (T95Mz5) con 2.83%, de FDN el T13 (T66C34) con 77.55%, de FDA el T4 (M32T63Mz5) con 45.18%, de Hemicelulosa el T13 (T66C34) con 40.08%, el menor contenido de pH el T6 (M64T32Mz5) con 3.49 y los mayores contenidos de Acido Láctico el T8 (M95Mz5) con 51.60 mg/kg de MS, de Acido Acético el T7 (M99Mz1) con 31.10 mg/kg de MS, de Lactobacilos el T13 (T66C34) con 6.49 log UFC/g de MS y de Clostridios el T14 (T34C66) con 4.41 log UFC/g de MS. En conclusión todos los ensilados donde se incluyó Marango presentaron resultados similares en la mayoría de los parámetros químicos, sin embargo los tratamientos 7 y 8 presentaron las mejores características nutritivas, siendo una opción nutricional viable para el productor.

ABSTRACT

This study was performed on “Santa Rosa” farm, part of the Universidad Nacional Agraria, geographically located at 12°08’15’’ LN and 86°09’36’’ LW, Managua. The aim was to evaluate the effect of different proportions of Sugar Cane (*Sacharum officinarum*), Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*) and Sugar cane molasses on chemical composition of Moringa silage (*Moringa oleífera*). 14 triplicate treatments on a Completely Randomized Design were used for a total of 42 micro-silos. 31.66, 33, 33.33, 63.33, 66, 66.66, 95 y 99%, of Moringa and Taiwan 33.33, 66.33 y 100% of Sugar cane and 1 or 5% of Sugar cane molasses were evaluated. Variables determined were: Chemical composition (Dry Matter, Crude protein, Ash, ADF, NDF, Hemi cellulose and Water Soluble Carbohydrates), Fermentation profile (pH, Lactic acid, Acetic acid) and Microbial composition (Lactic acid bacteria, Clostridia and Enterobacteria). ANOVA was performed and Tukey test at 5% MINITAB, version 12.0. Dry Matter content was different ($P<0,05$) among treatments, the highest values were for DM on T2 (T95MZ5) with 26.89%, CP on T7 (M99Mz1) with 15.04%, Ash on T2 (T95Mz5) with 2.83%, NDF on T13 (T66C34) with 77.55%, NDF on T4 (M32T63Mz5) with 45.18%, Hemi cellulose on T13 (T66C34) with 40.08%, the lowest value in pH was obtained on T6 (M64T32Mz5) 3.49, The highest values on Lactic acid was on T8 (M95Mz5) with 51.60 mg/kg DM, Acetic acid on T7 (M99Mz1) with 31.10 mg/kg DM, Values of Lactic acid bacteria were highest on T13 (T66C34) 6.49 log UFC/g DM and Clostridia on T14 (T34C66) 4.41 log UFC/g DM. It can be conclude that silages were Moringa was included present similar chemical parameters than good silage hence it can be consider a good option to farmers, however treatments 7 and 8 still are a nutritional option to farmers.

I. INTRODUCCION

En la actualidad uno de los principales problemas de la ganadería bovina en Nicaragua es la nutrición animal, específicamente la alimentación en la época seca, donde la baja disponibilidad y baja calidad del alimento es la principal limitante; manifestándose este fenómeno en los bajos niveles productivos y reproductivos de los animales. Ante esta problemática son muchos los estudios que se han realizado sobre formas de almacenar y conservar alimento que pueda ser suministrado a los animales durante esta época; una de estas alternativas es el ensilaje.

Esta técnica esta condicionada por diversos factores que determinan la calidad del producto, entre ellos el proceso de fermentación que se puede controlar favoreciendo el crecimiento de las bacterias ácido lácticas que se encuentran en el forraje fresco o al agregar aditivos químicos. Para lograr la conservación adecuada es necesario conseguir y mantener condiciones anaeróbicas. En la práctica esto se logra picando adecuadamente el forraje, llenando rápido el silo, compactando, cerrando y sellando bien el silo.

En condiciones tropicales donde el crecimiento de pasto es abundante durante la época de lluvia, el no practicar esta técnica de conservación de forraje implica no aprovechar el excedente de pasto que oscila entre el 25 y 80 % (García-Trujillo, 1977). Sin embargo la mayoría de los ensilajes son a base de gramíneas que presentan bajos contenidos de proteína, altos niveles de fibra y poca presencia de carbohidratos solubles, lo que afecta la fermentación y da como resultado ensilados de baja calidad.

Actualmente los árboles y arbustos forrajeros han tomado parte importante en la alimentación animal, debido a que estos presentan mejores características nutritivas y son capaces de producir forraje aun en la época seca. El Marango (*Moringa oleífera* Lam) es uno de estos árboles forrajeros que crece bien en todo tipo de suelos desde ácidos hasta alcalinos (Duke, 1983). Su producción de forraje se estima entre 24 y 99 ton MS/ha/año, las hojas frescas contienen entre 17 y 24.6% de PC, 2.73 Mcal de EM/kg MS (Makkar y Becker, 1996; Makkar y Becker, 1997; Foild *et al.*, 1999; Aregheore, 2002, Reyes *et al* 2006) es rico en vitaminas A, B y C, calcio, hierro y en dos aminoácidos esenciales (metionina y cistina) generalmente deficientes en otros alimentos (Makkar y Becker, 1996).

Este trabajo de investigación considera que el ensilaje de Marango puede ser una alternativa de alimentación para ganado en Nicaragua. Cabe mencionar que no hay estudios previos reportados sobre el uso de Marango en ensilajes.



II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el efecto de las diferentes proporciones de Caña de Azúcar, Pasto Taiwán y Melaza sobre la composición química del ensilado de Marango (*Moringa oleífera*).

2.2 Específicos

Evaluar el efecto de las diferentes proporciones de Caña de Azúcar, Taiwán y Melaza sobre el contenido de Materia Seca, Cenizas, Proteína Cruda, Fibra Detergente Neutro, Fibra Acido Detergente, Hemicelulosa, Azucares, pH, Ácido Láctico y Ácido Acético del ensilado de *Moringa oleífera*.

Identificar la composición microbiana (Bacterias ácido lácticas, Clostridios y Enterobacterias) en el ensilado de *Moringa oleífera*.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El experimento se realizó en la hacienda “Santa Rosa” de la Universidad Nacional Agraria, en la comunidad de Sabana Grande, Managua, Nicaragua, localizada geográficamente a los 12° 08' 15" latitud Norte y 86° 09' 36" longitud Oeste. A una altitud de 56 msnm, la temperatura promedio anual es de 28° C y una precipitación promedio anual de 1200 mm (INETER, 2008). El experimento se realizó en el período del 02 de Marzo al 29 de Junio del 2007.

3.2 Diseño experimental, tratamientos y análisis estadístico

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 14 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, para un total de 42 microsilos. Los tratamientos evaluados fueron:

Cuadro 1. Proporciones de materias primas utilizadas en los tratamientos

Tratamiento	%Moringa	% Taiwán	%Caña	%Melaza	Código
1	0.00	99.00	0.00	1.00	T99Mz1
2	0.00	95.00	0.00	5.00	T95Mz5
3	33.00	66.00	0.00	1.00	M33T66Mz1
4	31.66	63.33	0.00	5.00	M32T63Mz5
5	66.00	33.00	0.00	1.00	M66T33Mz1
6	63.33	31.66	0.00	5.00	M64T32Mz5
7	99.00	0.00	0.00	1.00	M99Mz1
8	95.00	0.00	0.00	5.00	M95Mz5
9	66.66	0.00	33.33	0.00	M66C34
10	33.33	0.00	66.66	0.00	M34C66
11	0.00	0.00	100.00	0.00	C100
12	33.33	33.33	33.30	0.00	M34T33C33
13	0.00	66.66	33.30	0.00	T66C34
14	0.00	33.33	66.66	0.00	T34C66

Nota: M: Marango, T: Taiwán, C: Caña de Azúcar, Mz: Melaza.

Se realizó Análisis de Varianza para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables en estudio utilizando el General Lineal Model del MINITAB Statistical Software versión 12.0 para computadoras personales (Minitab, 1998). Las comparaciones de medias se realizaron por el procedimiento de Tukey cuando las diferencias entre los medias eran significativas ($P < 0.05$). El modelo estadístico utilizado en la presente investigación fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : representa la i -ésima observación del i -ésimo tratamiento

μ : representa a la media poblacional

T_i : efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} : representa el error aleatorio

3.3 Establecimiento y manejo del experimento

3.3.1 Preparación de los envases

Para el montaje experimental en microsilos se utilizó envases de vidrio con capacidad de 1.8 ml, los cuales se lavaron y desinfectaron con agua, detergente e hipoclorito de sodio al 10% y se dejaron secar a temperatura ambiente. Luego se procedió a la adaptación de trampas de fermentación a las tapas de metal de los envases y se sellaron con silicón para evitar la entrada de aire (Figura 1)



Figura 1. Adaptación de trampas de fermentación a las tapas de metal

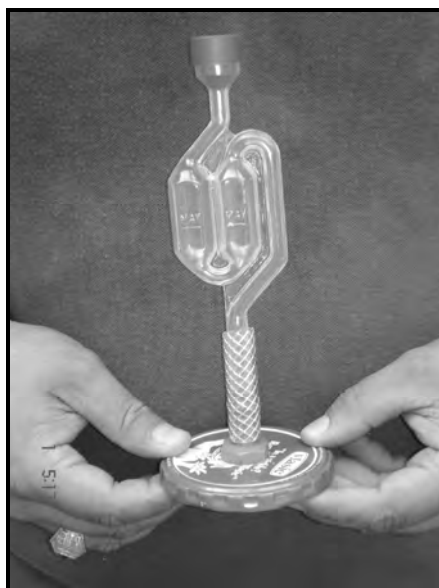


Figura 2. Trampas de fermentación terminadas

Los envases con las trampas de fermentación adaptadas (Figura 2) finalmente se pesaron para obtener una tara (Figura 3).



Figura 3. Envase más la trampa de fermentación

3.3.2 Elaboración de los microsilos

Posterior a la preparación de los envases se procedió a la recolección de los materiales a ensilar. El Taiwán y la Caña de azúcar fueron obtenidos en la finca Santa Ana, comarca el Comején, del departamento de Masaya, mientras que el Marango se obtuvo en la finca Santa Rosa. Dichos materiales fueron cortados a mano, con machete, a una altura de 30 cm del suelo. El periodo entre el corte y la elaboración de los microsilos fue de 4 horas para disminuir la humedad del material.

El Marango y el Taiwán fueron cosechados con 45 días de rebrote y la Caña de azúcar con 9 meses de edad aproximadamente, sin hojas, ni raíces. La melaza utilizada fue del tipo comercial disponible en Nicaragua (72.7 % de materia seca aproximadamente). Una vez reunidos los materiales se procedió a la elaboración de los microsilos.

Los forrajes utilizados fueron picados en una picadora estacionaria con el objetivo de obtener partículas de aproximadamente 2.5 cm de longitud para facilitar la compactación de los mismos. Luego se muestrearon y se procedió a hacer las mezclas en las diferentes proporciones de acuerdo a los tratamientos en estudio (Figura 4).



Figura 4. Mezclado del material a ensilar

Se peso minuciosamente el material y se introdujo manualmente dentro de los microsilos en capas de 5 cm, y se compacto con trozos de madera (1.20 m de largo) utilizados como pilón (Figura 5).



Figura 5. Compactación manual del material

Los microsilos fueron sellados con silicón para evitar la entrada de aire (Figura 6), se almacenaron en un cuarto con temperatura ambiente durante un periodo de 120 días (Figura 7).



Figura 6. Sellado de los microsilos



Figura 7. Microsilos terminados

Durante este periodo, tres veces al día (8:00, 12:00 y 16:00 horas) se tomó datos de Temperatura y Humedad Relativa del cuarto donde estaban almacenados los microsilos utilizando un termo-higrómetro digital. Los microsilos se pesaron cada dos días utilizando una balanza electrónica detallada en gramos.

3.3.3 Apertura de los microsilos

Pasado los 120 días se abrieron los microsilos y se tomaron muestras de 500 g de cada tratamiento y repetición para posteriores análisis químicos y microbiológicos.

3.4 Análisis químicos

Todas las muestras fueron secadas en un horno de circulación forzada de aire a 48 °C durante 48 horas. Las muestras secadas fueron molidas y se utilizó un tamiz de 1 mm. La MS fue determinada secando la muestra en un horno a 105 °C durante 4 horas (AOAC, 2000). El contenido de nitrógeno total fue determinado por el método de Kjeldhal y la proteína cruda (PC) fue calculada mediante la siguiente fórmula $PC = N \times 6.25$ (AOAC, 2000).

La fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) fueron determinadas por el procedimiento propuesto por Van Soest *et al* (1991), sólo que, en el caso de la FND se introdujo un cambio en el uso del detergente catiónico Bromuro de cetiltrimetil amonio, por Cloruro de Bensalconio. En el caso de la FAD, para disolver los solubles celulares, la hemicelulosa y los minerales solubles se utilizó una solución ácida de un detergente cuaternario.

El contenido de Hemicelulosa se obtuvo de la diferencia entre el contenido de FND y FAD. Para la determinación del contenido de cenizas las muestras se sometieron a una combustión en un horno a 600 °C durante 2 horas, hasta conseguir una cenizas blanquecinas (AOAC, 2000). La determinación de los azúcares se realizó según el método de AOAC (2000)

3.5 Perfil de fermentación

El pH se determinó usando un pehachimetro y la determinación de ácido láctico y ácido acético se realizó por cromatografía de gases (CG) o en fase líquida de alta presión (FLAP), en un HPLC, marca Hewlett Packard modelo 1,100.

3.6 Composición Microbiana

La determinación de Lactobacilos, Clostridios y Enterobacterias se realizó según las normas del Compendium of Methods for the microbiological examination of foods APHA (2001) de. Para la enumeración de los Lactobacilos y Clostridios se usó el método de dilución en platos petric (Unidades Formadoras de Colonias/g). Para las Enterobacterias se usó el método de tubo y dilución (Número Más Probable).

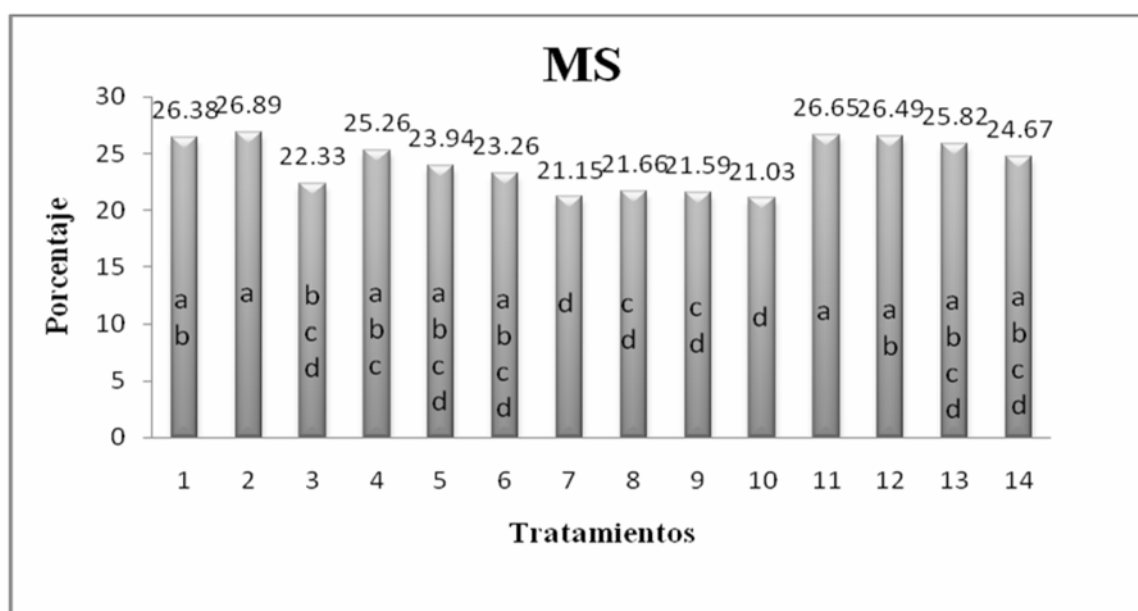
Se seleccionaron medios de cultivo con propiedades nutritivas amplias para la detección genérica de clostridios anaeróbicos y lactobacilos a 37 °C.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Composición química

4.1.1 Materia seca (MS)

En el análisis estadístico realizado a la variable contenido de MS se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$) (Anexo 1). En la comparación de medias mediante la prueba de Tukey, para la variable contenido de MS, los Tratamientos 2 (T95Mz5) y 11 (C100) presentan los mayores porcentajes con 26.89 y 26.65 % respectivamente (Figura 8), los cuales no presentan diferencias significativas entre si.



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 8. Materia Seca en los tratamientos.

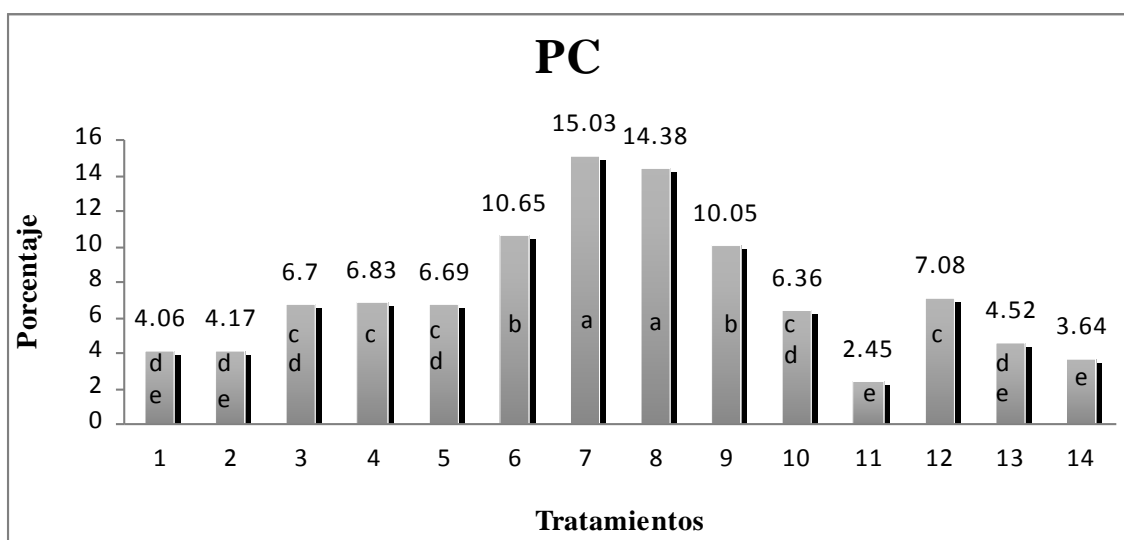
Estos resultados indican que los tratamientos 2 y 11 presentan un mayor contenido de MS con respecto a los demás tratamientos y que este comportamiento se debe a la presencia de Taiwán en proporciones de más del 95% y Caña en proporción del 100%. Resultados similares encontraron López y Chavarría (1989) en ensilajes de Taiwán y Leucaena donde los mayores contenidos de MS se encontraron en las variantes con mayor contenido de esta gramínea.

Lo mismo expresan Arroliga y Zamora (1990) en ensilajes de Taiwán y Pulpa de Jícara, obteniendo mayores contenidos de MS en proporciones de 85% Taiwán y 15% Pulpa. Por otro lado la Caña de azúcar también expresa resultados similares en este trabajo ya que presenta altos valores de MS, lo que quiere decir que los contenidos de materia seca en ensilajes con mayores proporciones de gramíneas serán también mayores. Sin embargo el alto contenido de humedad del Marango no permitió mayores valores de MS para los ensilajes con mayor contenido de Marango.

Las diferencias de MS entre los ensilajes a base de Marango y los que fueron mayormente a base de Taiwán y Caña de azúcar obedece claramente a su contenido inicial de MS ya que estas gramíneas presentan alto contenido de materia seca (19.72 y 22.32 % respectivamente) y el Marango por su parte presenta un menor contenido de esta. Sin embargo el adicionar melaza en los distintos ensilajes contribuyó a aumentar la MS de estos, lo mismo plantea López (1989), en su estudio sobre cinética de fermentación en ensilajes de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumacher), encontrando que a medida que se incrementaron los niveles de melaza en la masa ensilada el contenido de MS fue superior.

4.1.2 Proteína Cruda (PC)

Para la variable PC se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$) (Anexo 2). Al realizar la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5 % se encontró que los tratamientos 7 (M99Mz1) y 8 (M95Mz5) presentan mayores contenidos de Proteína Cruda con medias de 15.04 y 14.39 % respectivamente (Figura 9), los cuales no presentan diferencias significativas entre ellos. Este comportamiento de la proteína cruda se observa mejor en la siguiente figura.



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 9. Proteína Cruda en los tratamientos.

Sin duda alguna los mayores contenidos de PC se encontraron en los ensilajes con mayores proporciones de Marango, obteniendo el mayor valor de PC el tratamiento 7 a base de Marango en proporción del 99%. Se puede decir que el contenido de PC de los ensilajes de este trabajo aumentó linealmente conforme aumentó el porcentaje de inclusión de Marango llegando a alcanzar valores máximos de 15.03 %.

Los mismos resultados encontraron Cárdenas *et al* (2003) en ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas donde los ensilajes mixtos tendieron a tener mayor contenido de PC que el testigo que era a base de Taiwán. Por otro lado López y Chavarría (1989), ensilando Taiwán con Leucaena encontraron los mayores contenidos de proteína en los ensilados con mayores proporciones de Leucaena (60 y 40% respectivamente) alcanzando valores de hasta 11.4%.

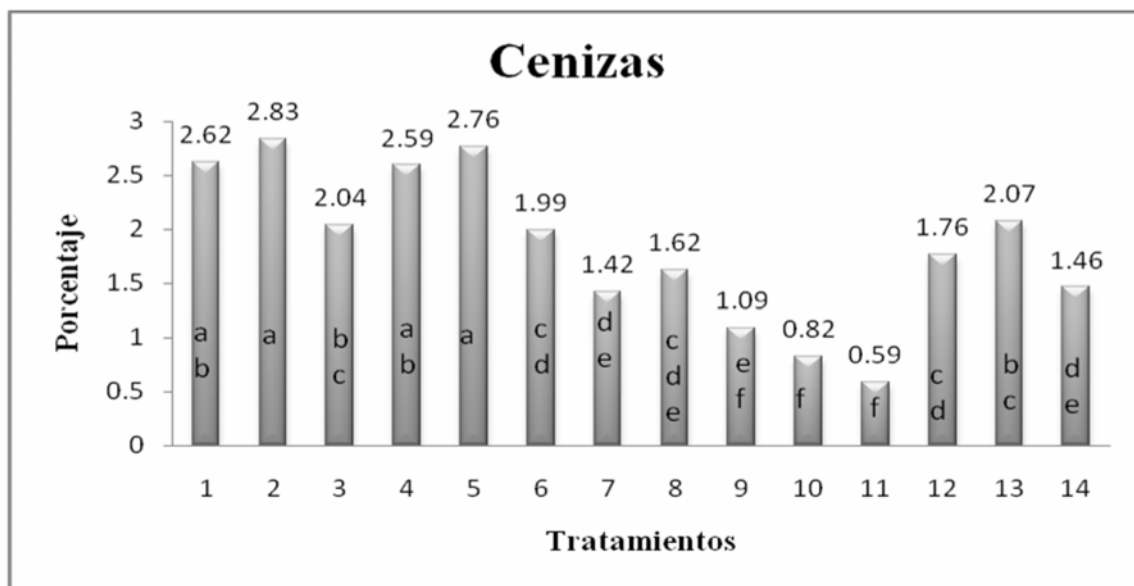
Boschini (2003), evaluando las características físicas y valor nutritivo del ensilaje de Morera (*Morus alba*) con Maíz (*Zea mays*), obtuvo resultados similares donde se mejoró el contenido proteico de los ensilados usando proporciones de 50 y 50% entre los forrajes mencionados.

Es importante señalar que el Marango contribuyó a mejorar el contenido proteico de los ensilajes, elevando el valor nutricional de los mismos.

4.1.3 Cenizas (CEN)

La ceniza es el residuo remanente luego que toda la materia orgánica presente en una muestra es completamente incinerada, Consiste de toda la materia inorgánica (o minerales) del alimento, así como los contaminantes inorgánicos, tales como la tierra y la arena (Ferret, 2003).

En el análisis estadístico realizado para la variable Cenizas se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$) (Anexo 3). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% se encontró que los tratamientos 2 (T95Mz5) y 5 (M66T33Mz1) presentan mayores contenidos de cenizas con medias de 2.83 y 2.76 % respectivamente (Figura 10), los cuales no difieren estadísticamente entre ellos.



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 10. Cenizas en los tratamientos.

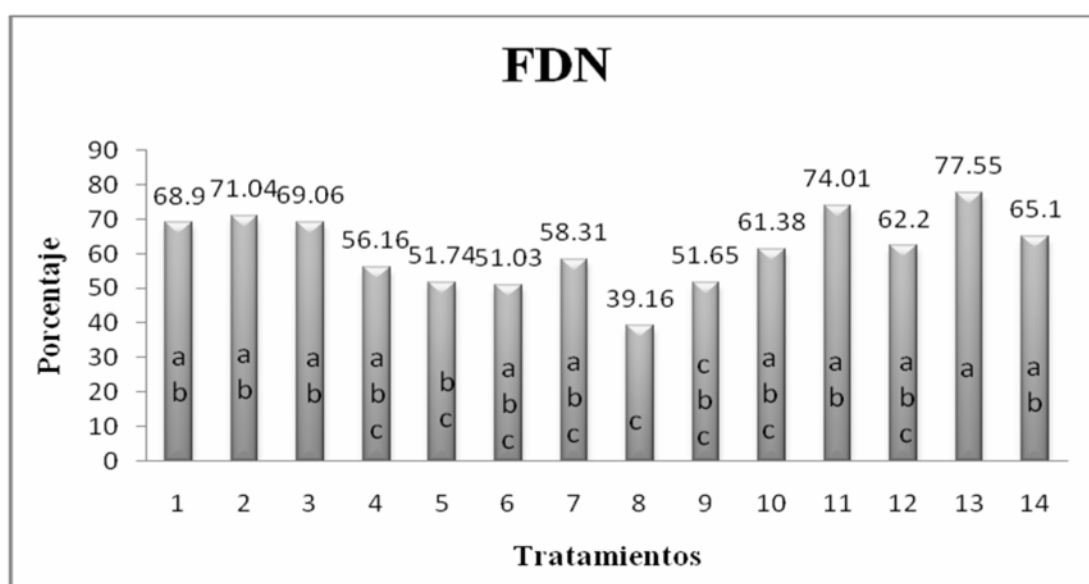
Las cenizas por su parte tuvieron un comportamiento diferente a la proteína si observamos la figura 10 el porcentaje de ceniza disminuyó conforme se incrementó las proporciones de Marango en los ensilados, en cambio hubo un ligero incremento al adicionar mayores proporciones de gramíneas, en ensilados donde se presentaron mayores contenidos de MS.

Este comportamiento esta relacionado con los contenidos de materia seca de los ensilados y según los resultados del experimento se encontró altos valores de cenizas en algunos de los ensilados con altos porcentajes de inclusión de las gramíneas en estudio.

4.1.4 Fibra Detergente Neutro (FDN)

El total de la fibra de un forraje está contenido en la FDN o “paredes celulares”. Esta fracción contiene celulosa, hemicelulosa, y lignina. Las gramíneas contienen más FDN que las leguminosas comparadas a un estado similar de madurez (Ferret, 2003).

En el análisis estadístico realizado para la variable FDN se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0005$) (Anexo 4). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% para la FDN se encontró que el tratamiento 13 (T66C34) presenta el mayor contenido de FDN con media de 77.55 %.



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

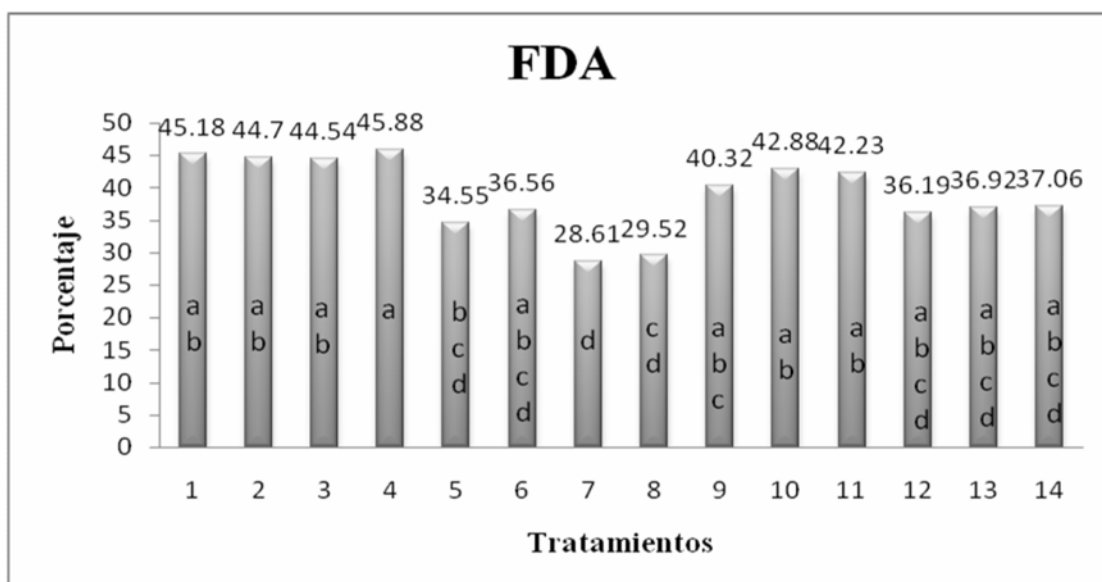
Figura 11. Fibra Detergente Neutro en los tratamientos

En la figura 11 se observa el comportamiento de la FDN en los diferentes tratamientos y esta nos muestra que existe mucha similitud entre el contenido de MS y la FDN ya que los ensilados con mayores contenidos de materia seca, presentan altos contenidos de FDN y viceversa, lo que nos vuelve a decir que las gramíneas afectaron directamente el contenido de FDN de los diferentes ensilados.

Por otro lado los ensilajes con mayor inclusión de Marango obtuvieron menores contenidos de FDN, donde el tratamiento 8 obtuvo un mínimo del 39.16 % de FDN, el cual se realizó a base de Marango en un 95%. Estos resultados nos indican que el Marango al presentar menor contenido de MS y un estado vegetativo joven, el contenido de FDN sería bajo.

4.1.5 Fibra Detergente Acido (FDA)

En el análisis estadístico realizado para la FDA se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$) (Anexo 5). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% se encontró que el tratamiento 4 (M32T63Mz5) presenta el mayor contenido de FDA con media de 45.88 % (Figura 12).



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

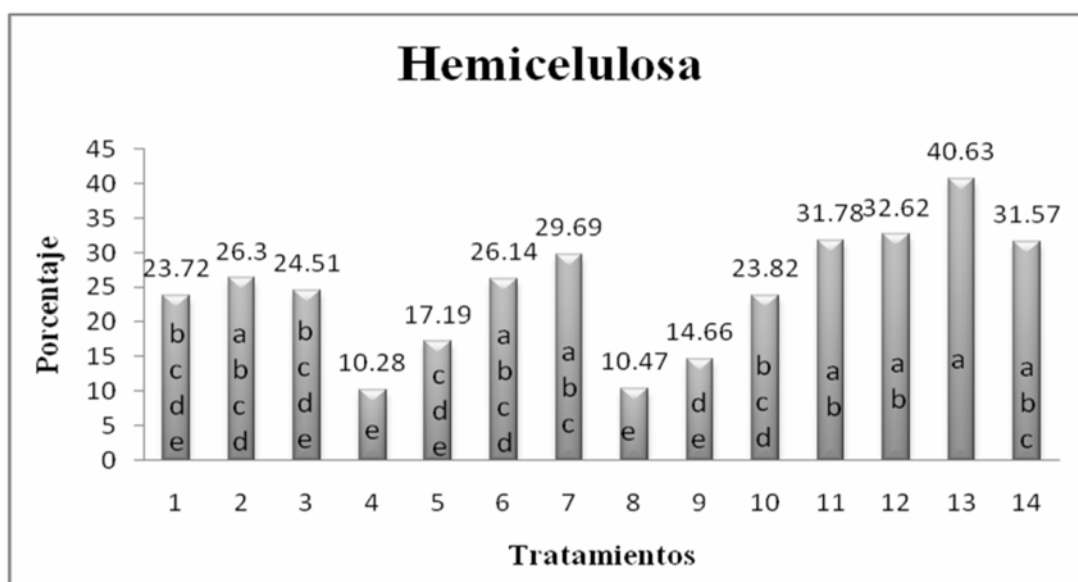
Figura 12. Fibra detergente Acido en los tratamientos.

El comportamiento de la FDA fue similar al de la FDN principalmente en los ensilados con mayores proporciones de Marango donde se obtuvieron valores inferiores de FDA hasta del 28 % de la MS. Lo mismo sucedió con la FDA de los ensilados con mayores proporciones de las gramíneas evaluadas, donde el contenido FDA en estos fue mayor.

4.1.6 Hemicelulosa

La hemicelulosa forma parte de las paredes de las diferentes células de los tejidos del vegetal, recubriendo la superficie de las fibras de celulosa y permitiendo el enlace de pectina. Las hemicelulosas, que forman parte de la matriz, junto a la lignina, donde reside la celulosa, representa entre un 27 y un 29% de la misma, mientras que en la corteza solo alcanzan un 15%. También es importante considerar que este compuesto varía dependiendo de la edad y el tipo de pasto (Bassi, 2003).

En el análisis realizado para la Hemicelulosa se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$) (Anexo 6). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% se encontró que el tratamiento 13 (T66C34) presenta el mayor contenido de Hemicelulosa con media de 40.68 % (Figura 13).



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 13. Hemicelulosa en los tratamientos

Según estos resultados se pudo observar que los tratamientos con mayor proporción de las gramíneas evaluadas, obtuvieron mayores valores de hemicelulosa y que estos resultados están estrechamente relacionados con el contenido de fibra de estos ensilados. Si bien sabemos la fibra, principalmente la FDN está compuesta mayormente de celulosa, hemicelulosa y lignina, lo que a su vez se relaciona con la digestibilidad del material ensilado (Bassi, 2003)

4.1.7 Azúcares

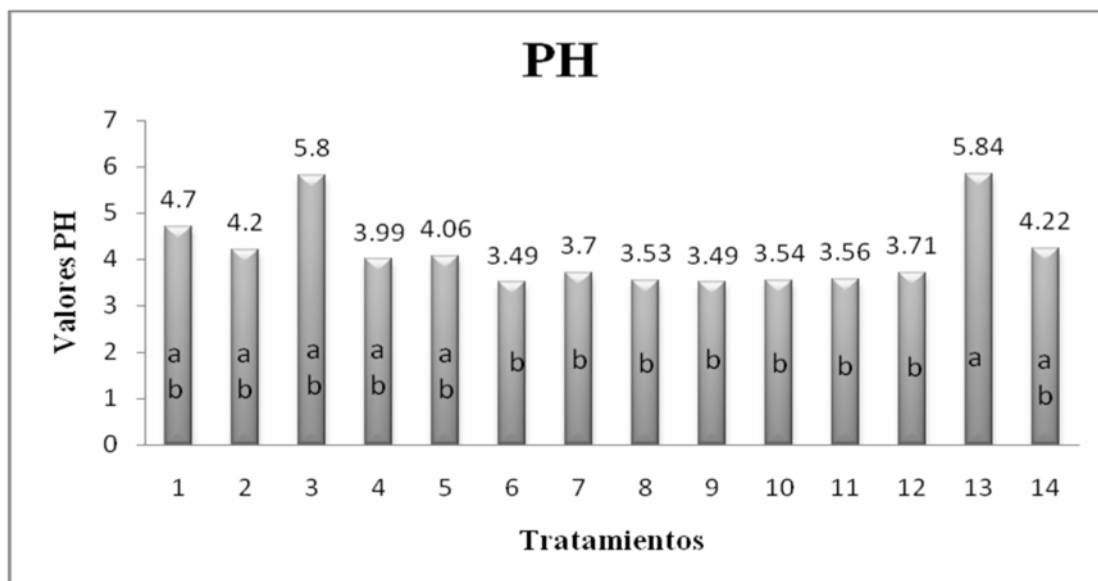
El ensilado contiene menos carbohidratos solubles que el forraje fresco, debido a que estos son utilizados por la flora microbiana como sustrato en los procesos de fermentación (Cañeque y Sancha, 1998).

El contenido de azúcares en los distintos ensilados no fue mayor del 5% este comportamiento se debe a que durante la fermentación de los ensilados gran parte de los azúcares fueron consumidos por los microorganismos presentes en los silos, por eso la mayoría de los tratamientos presentan no más del 5% de Azúcares solubles (McDonald et al., 2002). Sin embargo el tratamiento a base de Caña de Azúcar inició con mayor cantidad de azúcares, por lo tanto al final del experimento obtuvo mayores valores.

4.2 Perfil de Fermentación

4.2.1 pH

En el análisis realizado para el pH se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0030$) (Anexo 7). Al realizar la comparación de medias por la prueba de Tukey al 5% se encontró que los tratamientos 6 (M64T32Mz5) y 9 (M66C34) presentan menores valores de pH con media de 3.49 y no difieren estadísticamente entre ellos. La figura 14 muestra el comportamiento del pH en los diferentes ensilajes.



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 14. pH en los tratamientos

Analizando este parámetro fermentativo se observó que la mayoría de los ensilajes presentaron un pH dentro de los rangos establecidos para ensilajes bien fermentados. Según Bertoia (2004), el pH de ensilajes bien fermentados se encuentra entre 3.3 y 4.2, coincidiendo con lo planteado por Hiriart (1984), que afirma que los ensilados de fermentación láctica se caracterizan por tener un pH entre 3.7 y 4.2, y un alto contenido de ácido láctico. Por otra parte, Buitrago *et al.*, (1979) menciona que la calidad del ensilaje depende en gran parte de la acidez, la cual debe ser inferior a 4.5 y preferiblemente menor a 4.0.

El porcentaje de MS no ejerce acción directa sobre los sucesos que acontecen en el silo, sin embargo casi siempre los mayores valores de pH se corresponden con los menores contenidos de MS (Mc Collough 1982).

La melaza influyó en la disminución del pH de los ensilados debido al alto contenido de carbohidratos solubles fácilmente fermentables de esta. Por otro lado estos mismos resultados encuentra López (1989), en su experimento de cinética de fermentación de ensilados, donde los ensilados con mayor contenido de melaza presentaron los valores más bajos de pH.

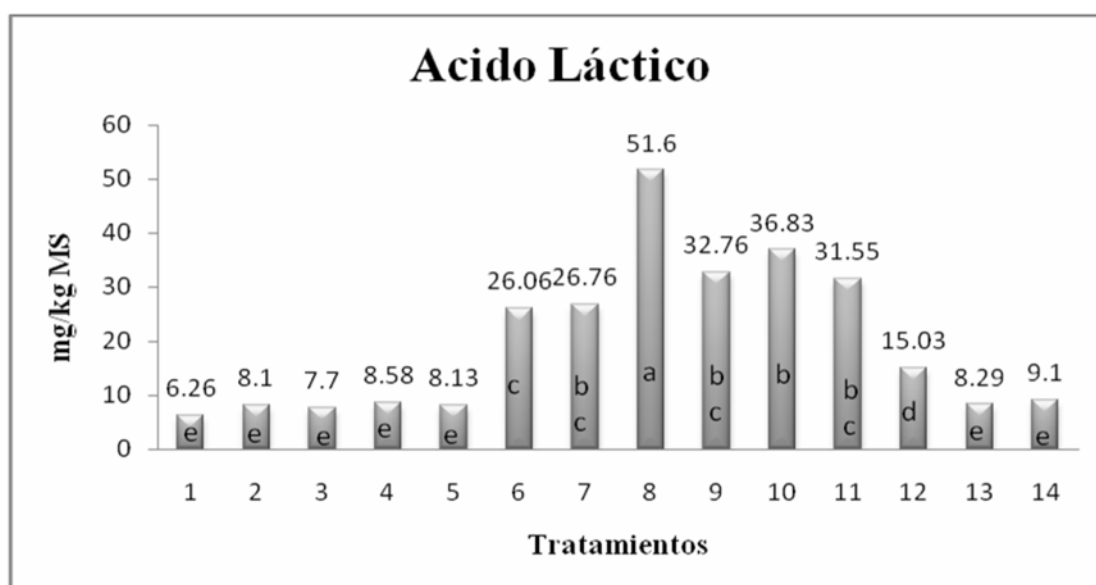
Se supone que el comportamiento del pH en este experimento obedece a una fermentación láctica definida produciendo una acidificación de los ensilados. En estas condiciones se favorece la alta concentración de ácido láctico, lo que se considera de gran importancia ya que este posee un valor nutritivo equivalente al de la glucosa (Buitrago *et al* 1979)

Es importante señalar que los valores mas bajos de pH se encontraron en los ensilajes con mayor contenido de Marango, si bien sabemos las especies arbóreas tienen mayor contenido de PC, lo que las hace resistentes a la acidificación.

Por otro lado los tratamientos 3 y 13 obtuvieron los valores más altos de pH y curiosamente son a base de Taiwán en proporciones del 66.66 %, lo sugiere a primera vista que el Taiwán utilizado en proporciones mayores al 66 % afecta significativamente el PH de los ensilados.

4.2.2 Ácido Láctico

En el análisis realizado para el Ácido Láctico se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$) (Anexo 8). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% se encontró que el tratamiento 8 (M95Mz5) presenta mayor contenido de Ácido Láctico con media de 51.60 mg/kg (Figura 15).



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 15. Ácido láctico en los tratamientos.

El predominio de Ácido Láctico en la mayoría de los ensilajes es notorio principalmente en los tratamientos donde la inclusión de Marango es mayor. Lo que quiere decir que el Marango influyó significativamente en el contenido de Ácido Láctico de los ensilajes.

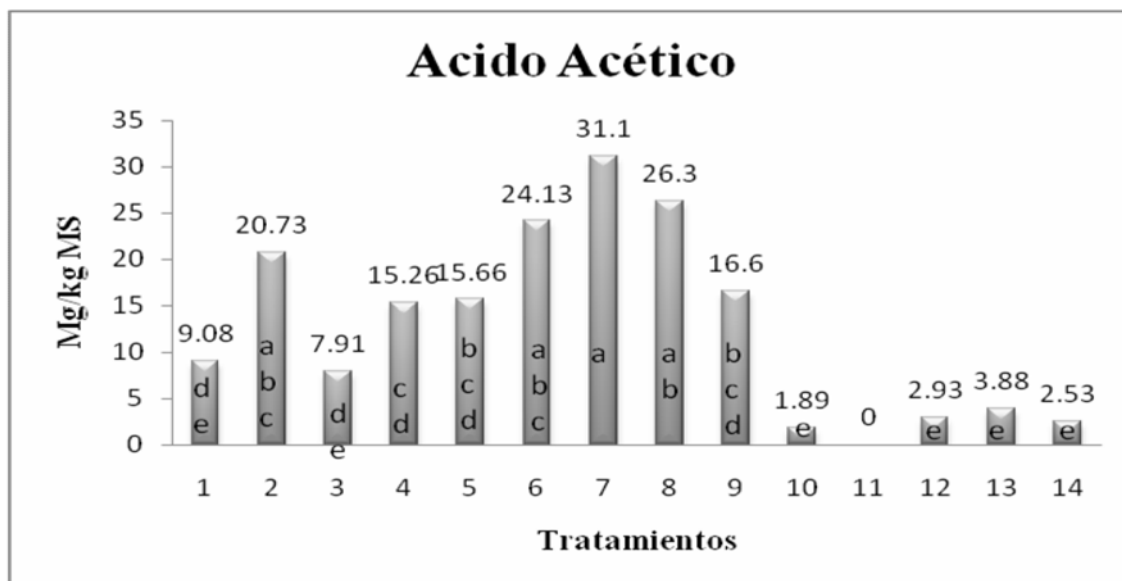
Según Cárdenas *et al.*, (2003), en su experimento con gramíneas y especies arbóreas, los ensilajes mixtos fueron los que obtuvieron mayor contenido de Ácido Láctico (4.5 y 4.9 % para gramíneas y Mixtos respectivamente), lo que concuerda con los resultados de este experimento, el cual al incluir mayormente el Marango en los ensilajes se notó un aumento en la concentración de Ácido Láctico.

Por otro lado la melaza contribuyó a mejorar el contenido de carbohidratos solubles en los ensilados favoreciendo la fermentación láctica. Lo mismo expresa López (1989) en su experimento de pasto Elefante con diferentes proporciones de melaza, donde observo que a medida que se incrementó los niveles de melaza en esa misma manera se incrementó la concentración de Ácido Láctico.

Además el predominio de este ácido se debió a las propiedades antimicrobianas de las bacterias que lo producen, las que inhiben el desarrollo de los clostridios, bacilos, estreptococos y estafilococos, lo que atribuye a conservar mejor los forrajes (Ojeda *et al.* 1987).

4.2.3 Ácido Acético:

En el análisis realizado para el Ácido Acético se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.0001$) (Anexo 9). Al realizar la comparación de medias, con la prueba de Tukey al 5%, para el Ácido Acético se encontró que el tratamiento 7 (M99Mz1) presenta los mayores valores de Ácido Acético con media de 31.10 mg/kg (Figura 16).



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 16. Acido Acético en los tratamientos.

El ácido acético por su parte tuvo un ligero incremento en algunos tratamientos incluso superando al Ácido Láctico. Este incremento de Ácido Acético sobre el láctico puede atribuirse a la excesiva humedad del material ensilado, el que favorece un incremento de las bacterias clostrídicas, las que actúan descomponiendo el Ácido Láctico formado, convirtiéndolo en acético y sumado a este el alto contenido de proteína cruda, lo que produce una fermentación acética que conduce a un verdadero desperdicio de las reservas glúcidas (Ruiz, 1984)

En los tratamientos 1, 2 y 3 el ácido acético supera al Ácido Láctico, y curiosamente estos ensilajes son mayormente a base de Taiwán lo que concuerda con López y Chavarría (1989), los que afirman en su estudio de ensilaje de Taiwán con Leucaena, que durante la conservación de pastos tropicales hay una tendencia a la producción de fermentaciones acéticas al final del proceso.

De igual manera Catchpoole y Henzel (1971 citado por López y Chavarría 1989), sugieren que los pastos tropicales presentan en la mayoría de los casos una fermentación acética, la cual a pesar de que implica pérdidas desde el punto de vista bioquímico, no disminuye la palatabilidad del ensilado.

Cárdenas *et al.* (2003), en su experimento de ensilaje con gramíneas y especies arbóreas encontró altos valores de Ácido Acético (3.3 y 2.9% de la MS para ensilajes de gramínea y mixtos respectivamente) y sugiere que los ensilajes de pastos tropicales pueden presentar contenidos de ácido acético altos.

Sin embargo lo que acabamos de decir obedece claramente al periodo de conservación que se someten los forrajes, donde al inicio se da una fermentación láctica y luego por la prolongación de este se da una fermentación acética, sin duda alguna la presencia de microorganismos heterofermentativos como bacterias entéricas y levaduras son la causa principal de este tipo de fermentación (López, 1989)

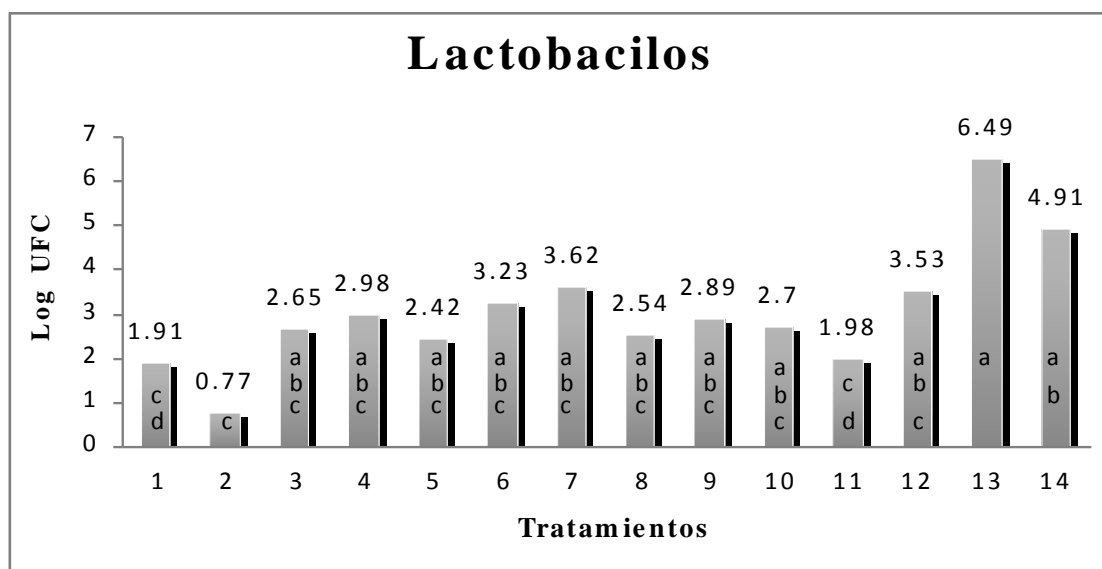
Otro detalle muy importante fue que en el tratamiento 11(C100) no se detectó ácido acético, se supone que se debe a que este ensilaje fue hecho a base de caña de azúcar, autores como Pedroso *et al.*, (2005) han mencionado que en ensilajes puros o combinados de Caña de azúcar conducen a una indeseada producción de etanol, pérdidas substanciales en Materia Seca y poca calidad en el ensilaje, expresándose esto en menos contenido de Ácido Acético y Láctico.

4.3 Composición microbiana

4.3.1 Lactobacilos

Los Lactobacilos pertenecen a la microflora epifítica de los vegetales. Su población natural crece significativamente entre la cosecha y el ensilaje. Esto se explica por la reactivación de células latentes y otras no cultivadas, y no por la inoculación de las máquinas cosechadoras o por el simple crecimiento de la población original. Las características del cultivo como, contenido de azúcares, contenido de materia seca y composición de los azúcares, combinados con las propiedades del grupo Lactobacilos, así como, su tolerancia a condiciones ácidas o de presión osmótica, y el uso del substrato, influirán en forma decisiva sobre la capacidad de competencia de la flora Lactobacilos durante la fermentación del ensilaje (Woolford, 1984; McDonald *et al.*, 1991).

Según el análisis estadístico realizado para los Lactobacilos se encontraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.005$) (Anexo 10). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% se encontró que el tratamiento 13 (T66C34) presentan el mayor contenido de Lactobacilos con media de 6.49 log UFC/g de MS (Figura 17).



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 17. Lactobacilos en los tratamientos

Según los resultados encontrados en el experimento la mayor cantidad de Lactobacilos se encuentra en el tratamiento 13, el cual fue elaborado a base de Taiwan y Caña de azúcar. Sin embargo no es precisamente el tratamiento con mayor contenido de ácido láctico, sugiriendo que los ensilajes con mayor contenido de Lactobacilos no siempre serán los que presenten mayores valores de Ácido Láctico.

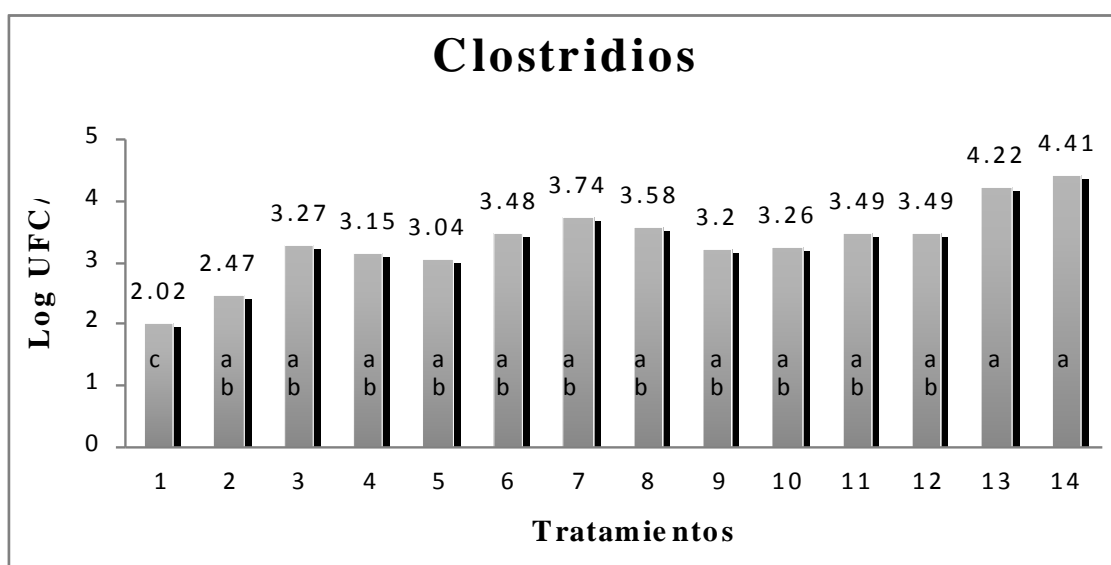
Una alta población inicial de Lactobacilos debe conducir a la obtención de un ensilaje de buena calidad sin embargo, esto no se ha podido comprobar de manera concluyente (Chaverra y Eusse, 2000). Estos microorganismos anaeróbicos estrictos que son poco numerosos en un principio, pero que se multiplican muy rápidamente, constituyen en menos de 8 días la casi totalidad de la flora del ensilado. Para ello deben encontrar en el medio las condiciones favorables para su desarrollo (Cañequé y Sancha, 1998).

Es reconocido que la ruptura celular y la liberación de los contenidos celulares son un prerrequisito para la producción de las bacterias lácticas. Así mismo, la adición de carbohidratos solubles, como la melaza, promueve fermentaciones lácticas muy vigorosas (Vallejo, 1995)

4.3.2 Clostridios

Los Clostridios son bacterias anaeróbicas que forman endosporas. Muchas de ellas pueden fermentar tanto carbohidratos como proteínas, por lo cual disminuyen el valor nutritivo del ensilaje y al igual que las endobacterias crean problemas al producir aminas biogénicas. Además, la presencia de Clostridios en el ensilaje altera la calidad de la leche ya que sus esporas sobreviven después de transitar por el tracto digestivo y se encuentran en las heces; esto puede resultar en la contaminación de la leche, ya sea directamente o por ubres mal aseadas (Oude *et al.*, 1999).

En el análisis realizado para los Clostridios se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.004$) (Anexo 11). Al realizar la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% se encontró que los tratamientos 14 (T34C66) y 13 (T66C34) presentan el mayor contenido de Clostridios con medias de 4.41 y 4.22 log UFC/g de MS (Figura 18), los cuales no difieren estadísticamente entre si.



*Letras diferentes verticalmente difieren estadísticamente

Figura 18. Clostridios en los tratamientos

Si observamos la gráfica 18 la mayor concentración de Clostridios se encontró en los tratamientos 13 y 14, los que a su vez fueron elaborados a base de Taiwán y caña de azúcar y según Luis y Ramírez (1988 citado por Chaverra y Eusse, 2000) las gramíneas tropicales presentan una fermentación acética durante la conservación, ya que el bajo contenido de MS favorece la proliferación de bacterias clostrídicas, productoras de ácido butírico y de amoníaco.

Si las condiciones son favorables, no se puede precisar el momento en que los Clostridios inician su crecimiento, pero algunos factores químicos y físicos juegan un papel importante en este respecto. Se han reportado proliferaciones de Clostridios tanto en estados tempranos como en ensilajes maduros, siendo más frecuente en los estados tardíos de fermentación del ensilaje (Chaverra y Eusse, 2000).

4.3.3 Enterobacterias

Las Enterobacterias son organismos anaeróbicos facultativos. Se considera que la mayoría de las Enterobacterias presentes en el ensilaje no son patógenas. Pese a ello su desarrollo en el ensilaje es perjudicial porque compiten con los integrantes de las bacterias ácido lácticas por los azúcares disponibles, y porque además pueden degradar las proteínas.

La degradación proteica no sólo causa una reducción del valor nutritivo del ensilaje, sino que también permite la producción de compuestos tóxicos tales como aminas biogénicas y ácidos grasos de cadena múltiple. Se sabe que las aminas biogénicas tienen un efecto negativo sobre la palatabilidad del ensilaje especialmente en animales todavía no acostumbrados a su sabor (Woolford, 1984; McDonald et al., 1991).

En lo que respecta a las Enterobacterias estuvieron por debajo del límite de detección, lo que quiere decir que su presencia es imperceptible ya que estas se encuentran en los ensilajes cuando estos han sido contaminados por heces de animales.

La mayoría de las especies pueden aislarse del intestino del hombre y de otros animales, de allí su nombre *enterobacteria*. Son abundantes en la naturaleza, en particular en medios húmedos y, por ser expulsadas por las heces, funcionan como medidores epidemiológicos de salubridad e higiene poblacional (Wikipedia).

Las características sensoriales del ensilaje, son una herramienta subjetiva que permite valorar la calidad del ensilaje en el campo de una manera rápida, económica y sencilla. Los indicadores considerados para evaluar estas características son, en orden de importancia: olor, color y textura (Ojeda, 1999).

De forma general las características físicas de los distintos ensilaje evaluados presentaron un color amarillo verdoso y textura igual al material original, con un olor ligeramente ácido. Lo que nos indica que el ensilado obtenido en la mayoría de los tratamientos fue de muy buena calidad.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados encontrados en el experimento se pueden emitir las siguientes conclusiones:

- Los ensilados con mayores inclusiones de Marango presentaron mejores características nutritivas que los ensilados a base de gramíneas solamente, observándose un incremento en el contenido de Proteína Cruda de los ensilados, mejorando la calidad de los mismos.
- El pH y la Fibra por su parte presentaron valores que concuerdan con ensilados de buena calidad o que se consideran bien fermentados.
- La presencia de Acido Láctico fue mayor en los ensilados con mayores proporciones de Marango, siendo este un parámetro muy importante para una correcta preservación del forraje. Por su parte el Acido Acético también obtuvo valores significantes en los diferentes ensilados.
- El cuanto a lo composición microbiana, los Lactobacilos se encontraron en cantidades consideradas deseables, mientras que los Clostridios y Enterobacterias en los límites máximos esperados, siendo estos últimos microorganismos indeseables estos resultados son satisfactorios.
- Todos los ensilados donde se incluyó Marango presentaron características químicas que sugieren que pueden ser una opción viable para el productor cuando se realizan a nivel de campo, sin embargo los tratamientos 7 y 8 presentaron las mejores características nutritivas.

VI. LITERATURA CITADA

Aregheore, E.M. 2002. Intake and digestibility of *Moringa oleifera*-batiki grass mixtures for growing goats. Small Rumen. Res. 46: 23-28.

Arroliga Neira, L. F; Zamora Sáenz, J. C. 1990; Estudio preliminar de ensilaje de Pennisetum purpureum c.v. Taiwan A-44 mas pulpa de Jícaro (*Crescentia alata* HBK) Tesis ingeniero agrónomo, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, NI. 28 págs.

AOAC (2000) Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 17th Edition

Bassi, T. 2003; Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Lomas de Zamora, AR. Disponible en: <http://www.agrarias.unlz.edu.ar/investigacion/proyectos.php>

Bertoia, L. M. 2004; Algunos consejos sobre ensilaje (en línea), Universidad de Lomas de Zamora, AR. Consultado 22 jun. 2008. Disponible en <http://mejorpasto.com.ar/UNLZ/2004/TX3.htm>

Boschini, C. 2003. Características físicas y valor nutritivo del ensilaje de morera (*Morus alba*) mesclado con forraje de Maíz. (En línea) consultado 20 Febrero 2009. Disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v14n01_051.pdf

Buitrago, J. A; Gómez, G; Pórtela R; Santos, J; Trujillo, C. 1979. Yuca ensilada para la alimentación de cerdos. CIAT, Cali, CB. 49 Pág.

Cañeque Martínez, V; Sancha Saldaña, J; 1998. Ensilado de Forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. Madrid, ES. Ediciones Mundi-Prensa. 260 Pág.

Chaverra, H; Eusse J. 2000; Ensilaje en la alimentación en ganado bovino. IICA, Bogotá, Colombia. 147 págs.

Cardenas, J, V; Solorio, F. J; Sandoval, C. A. 2003. Calidad Y valor nutritivo de ensilajes mixtos (Gramíneas y especies arbóreas) (En línea). Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, MX. Consultado 25 Noviembre 2008. Disponible en: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200309115274.pdf>

APHA (2001). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4 ed.

Duke J.A. 1983 Hand book of energy crops (*M. oleifera*), Purdue University, Center for new crops and plants products.

Ferret A. 2003. Control de calidad de los forrajes. XIX Curso de especialización FEDNA Dep. Ciència Animal i dels Aliments Universitat Autònoma Barcelona, ES. Consultado 23 Diciembre 2008. Disponible en http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/03CAP_VII.pdf

Foidl N; Mayorga L; y Vásquez W. 1999; Utilización de Marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado; conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en América latina.

García-Trujillo, R. 1977. Alimentación de vacas lecheras basada en la utilización de pastos y forrajes y sus formas conservadas. Mimeo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, CU.

Hiriart, L. 1984; Ensilados, procesamiento y calidad, Editorial Trillas, primera edición, MX. 98 págs.

INETER (Instituto Nicaragüense de estudios territoriales), 2008. Estación meteorológica del Aeropuerto Internacional, Managua, NI.

López Pérez G. M; Chavarría Moran E. Del S. 1989. Comportamiento fermentativo y valor nutritivo del ensilaje de Taiwán con *Leucaena*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, NI. 27 Pág.

López Oliva, J. 1989; Cinética de fermentación en ensilajes del pasto Elefante enano (*pennisetum purpureum Schum*) cv Mott con diferentes niveles de melaza como aditivo; Tesis Magister Ecientiae. Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza, Turrialba, CR. 70 Págs.

Makkar H.P.S.; Becker, K.1996 Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleífera* leave animal feed science Technology; 228p.

Makkar, H. P. S., Becker K.1997. Nutrients and ant quality factors in different morphological pars of the *Moringa oleífera* tree. Journal of agriculture science, Cambridge 128.311- 332.

Mc Cullough, M. 1982. Alimentacion practica de la vaca lechera. Editorial AEDOS, Barcelona, ES. 215 Pág.

McDonald, P; Henderson, A.R; Heron, S.J.E. 1991. The Biochemistry of Silage. 2 ed. Harlow, UK: Chalcombe Publications.

McDonald, P; Edward, R; Greenhalgh, J; Morgan, C. 2002. Animal Nutrition. 6 ed. Harlow, UK. Prentice Hall.

Minitab. 1998. Minitab User's Guide 2. Data Analysis and Quality tools, Release 12 for Windows, Windows 95 and Windows NT. Minitab Inc, 3081 Enterprise Drive, State College, PA 16801-3008, US.

Ojeda F. 1999. Técnicas de cosechas y de ensilado. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos (en línea). Estudio 8.0 FAO. Consultado 28 jun. 2008. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486S0a.htm#bm10>

Oude Elferink S.J.W.H; Driehuis F; Gottschal J; Spoeltra S. 1999. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos (en línea); Estudio 2.0 FAO. Consultado 24 jun. 2008. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s04.htm#bm04>

Pedroso, A ; Nussio, L ; Paziani, S ; Santana, D ; Igarasi, M ; Coelho, R ; Packer, H ; Horii, J ; Gomes, L. 2005. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. *Sci. Agric.* 62, 427-432.

Reyes Sánchez, N. 2004. Marango: Cultivo y Utilización en la alimentación animal; Guía técnica No. 5; Universidad Nacional Agraria, Managua, NI, 22 Pág.

Reyes Sánchez N; Mendieta B; Fariñas T; Mena M. 2008. Guía de suplementación alimenticia estratégica para bovinos en época seca. Guía técnica No. 12; Universidad nacional Agraria, Managua, NI; 63 págs.

Ruiz, J. 1981. Uso del camote en la alimentación animal y adición de diversos niveles de raíces y urea a los ensilajes del follaje. CATIE. Turrialba, CR. 36 Pág.

VAN SOEST, P.J; ROBERTSON, J.B. y LEWIS, B.A. (1991) *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.

Vallejo, M. 1995. Efecto del premarchitamiento y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. Pág. 115.

Wikipedia Enciclopedia Libre. Enterobacteriaceae. (En línea) Wikimedia Foundation, Inc. Artículo de internet, consultado 25 Enero del 2009. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Enterobacteriaceae>

Woolford, M.K. 1984. The Silage Fermentation. [Microbiological Series, No.14] New York, NY, and Basle: Marcel Dekker.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Varianza para Materia Seca

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	148.89	13	11.45	6.65	0.0001
Error	48.24	28	1.72		
Total	197.12	41			

C.V= 5.55

Anexo 2. Análisis de Varianza para Proteína Cruda

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	586.82	13	45.14	57.32	0.0001
Error	22.05	28	0.79		
Total	608.87	41			

C.V= 12.10

Anexo 3. Análisis de Varianza para las Cenizas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	19.88	13	1.53	40.88	0.0001
Error	1.05	28	0.04		
Total	20.93	41			

C.V= 10.53

Anexo 4. Análisis de varianza para la Fibra Detergente Neutro

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	4003.70	13	307.98	4.45	0.0005
Error	1938.60	28	69.24		
Total	5942.30	41			

Anexo 5. Análisis de Varianza para la Fibra Detergente Acido

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	1246.16	13	95.86	7.08	0.0001
Error	378.89	28	13.53		
Total	1625.05	41			

C.V= 13.40

Anexo 6. Análisis de varianza para la Hemicelulosa

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	3059.87	13	235.37	10.02	0.0001
Error	657.56	28	23.48		
Total	3717.43	41			

C.V= 9.45

Anexo 7. Análisis de Varianza para pH

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	19.15	13	1,47	3.43	0.0030
Error	12.03	28	0.43		
Total	31.19	41			

C.V= 16.06

Anexo 8. Análisis de varianza para el Acido Láctico

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	3919.64	13	301.51	22.24	0.0001
Error	379.61	28	13.56		
Total	4299.25	41			

C.V= 9.67

Anexo 9. Análisis de varianza para el Acido Acético

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	8217.48	13	632.11	50.23	0.0001
Error	352.33	28	12.58		
Total	8569.81	41			

C.V= 28.7

Anexo 10. Análisis de Varianza para los Lactobacilos

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	73.3719	13	5.6439	3.15	0.005
Error	48.3856	28	1.7920		
Total	121.7576	41			

C.V= 43.76

Anexo 11. Análisis de Varianza para los Clotridios

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fc.	P
Tratamiento	14.5617	13	1.1201	2.12	0.0048
Error	14.2718	28	0.5285		
Total	28.8335	41			

C.V= 21.70