



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Estabilidad aeróbica del ensilaje de Marango con  
diferentes proporciones de Taiwán, Caña de  
Azúcar y Melaza.

**Autores:**

Br. Víctor Manuel Acevedo Martínez  
Br. Elio Nelvin Zeledón Hernández

**Asesor:**

Ing. MSc Bryan Mendieta Araica

MANAGUA, NICARAGUA

09 de Diciembre del 2009



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

## FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

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 Ruiz Msc.**  
Presidente

---

**Lic. Rosario Rodriguez**  
Secretario

---

**Ing. Miguel Matuz Msc.**  
Vocal

Managua, 09 de Diciembre del 2009

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios todo poderoso creador del cielo y la tierra, por darnos la vida, el entendimiento y la sabiduría para poder llegar hasta esta etapa de nuestras vidas.

A nuestros apreciables y queridos padres, por su abnegada dedicación y entrega a nosotros, por enseñarnos el verdadero valor de la vida, a través de su gran apoyo moral y económico han hecho de nosotros verdaderos hombres.

A nuestros hermanos, que de una u otra forma, siempre nos ayudan, nunca nos han abandonado y siempre están con nosotros. En especial a mi hermana mayor Xiomara Acevedo por ser mi segunda madre.

A nuestros amigos de estudio universitario quienes presentaron su alegría para nosotros y de quienes siempre los recordaremos: Barney Jarquin, Jannin Hernández, Jasser García, Martha Rocha, Jaime Aguirre, Ivan Olivas, Rafael Juárez, Zoila Romero y demás compañeros.

A todos los docentes que estuvieron presente brindando sus conocimientos y metodología durante el transcurso de la carrera de Ingeniería en Zootecnia.

*Victor Manuel Acevedo Martínez  
Elio Nelvin Zeledón Hernández*

## AGRADECIMIENTOS

Sobre todos y todas las cosas queremos agradecerle a Dios todo poderoso por permitirnos llegar a esta etapa de nuestras vidas y poder culminar nuestra carrera con éxito. Al concluir este trabajo, también nos damos cuenta que tenemos mucho que agradecer a todas las personas que nos apoyaron y brindaron su ayuda en todo momento:

- **Ing. Bryan Mendieta** que además de ser nuestro tutor, ha sido nuestro ejemplo y que siempre estuvo con nosotros desde el inicio hasta el fin.
  
- Al personal del **CENIDA** (Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuario), por su paciencia y gentileza en la búsqueda del material bibliográfico.
  
- **Dr. Nadir Reyes** por su apoyo y colaboración en las diferentes etapas de la realización de este trabajo de tesis.

*Victor Manuel Acevedo Martínez*

*Elio Nelvin Zeledón Hernández*

## INDICE DE CONTENIDO

<b>SECCIÓN</b>	<b>PÁGINA</b>
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	4
3.2. Preparación de Micro silos	4
3.2.1. Preparación de envases	4
3.3.2. Elaboración de micro silos	5
3.3 Fases del estudio	7
3.3.1 Manejo de la etapa de fermentación	7
3.4 Apertura de microsilos	7
3.4.1 Construcción de la unidad experimental	7
3.4.2 Manejo de la etapa aeróbica	8
3.4.3 Medición de la estabilidad	9
3.5. Variables a estudiar	10
3.5.1. Pérdida de materia seca (PMS)	10
3.5.2. Pérdida de Proteína cruda (PPC)	10
3.5.3. pH final del material ensilado	10
3.5.4. Producción de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	10
3.5.5.Tiempo al deterioro aeróbico (TAD)	11
3.6 Arreglo estadístico	11
3.6.1 Diseño experimental	11
3.7. Descripción del modelo aditivo lineal (MAL)	11

3.8. Análisis de las variables	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1. Composición química	12
4.2. Pérdidas de materia seca (PMS)	12
4.3. Pérdidas de proteína cruda (PPC)	14
4.4. pH final del material ensilado	16
4.5. Producción de dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	18
4.6. Tiempo al deterioro (TAD)	19
V. CONCLUSIONES	22
VI. LITERATURA CITADA	23
VII. ANEXOS	28

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Proporciones de materia prima en los tratamientos	6
2. Composición Química de la Materia Prima usada en los tratamientos	13

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Desinfección de envases	4
2. Envases listos para ser utilizados	5
3. Llenado y compactación del material	6
4. Micro silos preparados	7
5. Sistema de determinación de la estabilidad aeróbica	8
6. Homogenización del material a utilizarse	9
7. Sistemas instalados	9
8. Material degradado	10
9. Separación de medias para pérdida de materia seca	13
10. Separación de medias para pérdida de proteína cruda	14
11. Separación de medias para pH	16
12. Separación de medias para producción de CO <sub>2</sub> gr/kg de MS	18
13. Separación de medias para tiempo al deterioro aeróbico	19



## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>	<b>PÁGINA</b>
1. Análisis de varianza para pérdida de materia seca (PMS)	28
2. Análisis de varianza para pérdida de proteína cruda	28
3. Análisis de varianza para pH	28
4. Análisis de varianza para tiempo al deterioro (TAD)	28
5. Análisis de varianza para producción de CO <sub>2</sub>	28
6. Correlación entre pH y CO <sub>2</sub>	29
7. Correlación entre pH y TAD	29
8. Correlación entre CO <sub>2</sub> y TAD	29

Acevedo Martínez, V. M., Zeledón Hernández, E.N. 2008. Estabilidad aeróbica del ensilaje de marango con diferentes proporciones de taiwán, caña de azúcar y melaza. Tesis para optar al grado de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua.

Palabras claves: **Ensilaje, *Moringa oleífera*, *Saccharum officinarum*, *Pennisetum purpureum*, estabilidad aeróbica.**

### RESUMEN

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencia Animal ubicada en la finca "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. La temperatura promedio anual es de 28° C y una precipitación promedio anual de 1,200 mm y aproximadamente una altura de 56 msnm. El objetivo del experimento fue generar conocimientos sobre los procesos de degradación aeróbica en ensilajes de marango (*Moringa oleífera*) con diferentes proporciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*), y Melaza. Se utilizaron 14 tratamientos con 3 repeticiones cada uno distribuidos en 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 Melaza en proporción de 1 y 5% cuando la caña no estaba presente. Las variables evaluadas fueron Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Tiempo al Deterioro (TAD) y pH. Se realizó Análisis de Varianza y comparaciones de medias con la Prueba de Tukey al 5% cuando se encontró diferencias significativas entre tratamientos, para eso se usó SAS versión 9.1. Los resultados de los análisis de varianza ( $P < 0,05$ ) mostraron que el tratamiento con menor pérdida de MS y PB fue el T1 (T99M1) con 4.08, menor pH el T10 (M33 C66) con 4.13, mayor TAD fue el T1 (T99M1) con 14.75 días y producción de CO<sub>2</sub> fue el T7 (M95M5) con 43.06. En conclusión los tratamientos con diferentes proporciones de marango también demostraron diferencias significativas con respecto a la pérdida de Proteína Cruda (PC) siendo estos viables para ser utilizados por productores como suplementos proteicos, aunque demostraron no ser estables ya en condiciones aeróbicas.

## ABSTRACT

The experiment was performed in the facilities of Facultad de Ciencia Animal located in Santa Rosa Farm, National Agrarian University, Sabana grande, Managua, Nicaragua, geographically located at 12° 08' 15'' N and 86° 09' 36' W. Average annual temperature is 28 C and the average annual rainfall is 1200 mm with 56 mosl. The aim of the study was generate knowledge about the aerobic decay process in Moringa silages with different proportions of sugar cane and elephant grass and sugar cane molasses. Fourteen treatments were used with 3 repetition each one distributed in a Completely Random Design, were Moringa was evaluated in the following proportions 31.66, 33.00, 33.33, 63.33, 66.00, 66.66, 95.00 y 99.00%., Elephant grass in the same proportions and molasses in 1 and 5 % when sugar cane wasn't present. The variables under study were Dry Matter, Crude protein, Carbon dioxide, Time to decay and pH. An ANOVA and tukey pairwise comparisons were performed using SAS version 9.1. The result showed ( $P<0,05$ ) the lowest lost on DM and CP was T1 with 4.08, lowest pH the T10 with 4.13 and highest TD T1 with 14.75 days and CO<sub>2</sub> production was T7 with 43.06. In conclusion the treatments with different proportions of Moringa showed significant differences regarding Lost of CP and therefore are feasible to be used for farmers as protein supplements, even when there are not so stable under aerobic conditions.

## I. INTRODUCCIÓN

En el trópico la alimentación de los rumiantes es basada principalmente en el pastoreo de gramíneas, el trópico presenta, dos épocas bien definidas; la época lluviosa que se caracteriza por producir más forraje del que los animales pueden consumir y la época seca en la que se produce poco o nada de pasto y el ganado bovino sufre una drástica reducción en sus niveles productivos, presentándose sobre-pastoreo, bajas en la producción de leche, reducción del período de lactancia, pérdida de peso, ausencia de celo, disminución en la tasa de preñez y aumento de la mortalidad del ganado.

Por tal razón se hace necesario adoptar tecnologías y estrategias que conlleven a mejorar la disponibilidad de forrajes de buena calidad a bajos costos durante la época seca; tales como, las de conservación de forraje que permite que el exceso de forraje que se produce durante la época de lluvia pueda ser guardado para ser utilizado en la época de escasez.

Evitando el deterioro de su calidad y el ensilaje es una de las alternativas existentes más eficientes debido a su fácil elaboración y relativos bajos costos por no demandar una gran infraestructura, siempre y cuando, estos sean rústicos como los silos de montón y silo de bolsa, cuyos costos son menores comparados con los silos tipo bunker y trinchera.

En los ensilajes tropicales ha predominado el uso de gramíneas, entre ellas las del género *Pennisetum* sin embargo algunos autores como Mühlbach (1999), mencionan algunas características que los hacen necesitar de aditivos para producir ensilajes de calidad aceptable, siendo así, se hace necesaria la búsqueda de otras fuentes de forrajes.

Como una opción viable para obtener forraje de buena calidad se ha pensado en la utilización de follajes provenientes de árboles y arbustos forrajeros, los cuales tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción animal por su alto rendimiento de biomasa, alta capacidad de rebrote y forraje de buena calidad en localidades de sequía prolongada. La mayoría de estas especies son de fácil propagación y no requieren de tecnología avanzada, ni de gran cantidad de insumos externos.

Existen diferentes especies de árboles y arbustos que son utilizados como suplemento proteico en la alimentación de ganado forrajeras como: Madero Negro (*Gliricidia sepium*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), la Cratylia (*Cratylia argentea*), la Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Marango (*Moringa oleífera*) entre otros.

El Marango (*Moringa oleífera*) crece bien en todo tipo de suelos desde ácidos hasta alcalinos (Duke 1983). Su producción de forraje se estima que es 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, 1997); Foidl *et al.* (1999); Aregheore, (2002), Reyes *et al.*; (2006). Señalan que es rico en vitaminas A, B, C, Ca, Fe y en dos aminoácidos esenciales (metionina y cistina) generalmente deficientes en otros alimentos.

La conservación de estos forrajes, en forma de ensilaje, está basada en la espontánea fermentación láctica, que tiene lugar en la masa de forraje ensilado, después de estabilizada las condiciones anaeróbicas. Posterior a la apertura del silo es necesario abordar la estabilidad aeróbica y el deterioro aeróbico (en la masa ensilada que lo provoca una mala compactación, mal picado, entre otros), los cuales están relacionados entre sí, al ser inevitables cuando se quiere extraer y distribuir el material ensilado.

Existen limitadas informaciones acerca del deterioro aeróbico de los ensilajes tropicales, a pesar de la importancia que actualmente tiene esta temática, para reducir las cuantiosas pérdidas que ocurren por esta causa.

En el presente trabajo se evaluó la estabilidad aeróbica del Marango cuando se ensila con diferentes proporciones de caña de azúcar, Taiwán y melaza, con el objetivo de presentar nuevas alternativas alimenticias que hagan posible o viable la producción pecuaria en un contexto de escasez de alimentos.

## II. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Generar conocimientos sobre los procesos de estabilidad aeróbica en ensilaje de Marango (*Moringa oleífera*).

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto que tienen diferentes proporciones de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*), y Melaza sobre la pérdida de Materia Seca (MS), pérdida de Proteína Cruda (PC), pH, y producción de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) en ensilaje de Marango (*Moringa oleífera*).
- Medir la estabilidad aeróbica del ensilaje de Marango (*Moringa oleífera*), expresada en términos de Tiempo al Deterioro (TAD) con diferentes proporciones Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*) y Melaza.

## III. MATERIALES Y METODOS

### **3.1. Localización**

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencia Animal ubicada en la finca "Santa Rosa" propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), comunidad de Sabana Grande, Managua, Nicaragua. Localizada geográficamente a los 12° 08' 15" latitud norte y 86° 09' 36" longitud oeste. La temperatura promedio anual es de 28°C y una precipitación promedio anual de 1,200 mm. A aproximadamente 56 msnm (INETER, 2007).

### **3.2. Preparación de Micro silos**

#### **3.2.1. Preparación de envases**

La elaboración de los microsilos se inició con la preparación de los envases. Estos son de vidrio con una capacidad de 1.8 lt, con una tapa metálica de rosca, a las cuales, se les hizo un orificio de 1 cm de diámetro para ajustar una trampa de fermentación o sello de agua. Se utilizó silicón para evitar la entrada de aire por pequeñas grietas o pequeños orificios que pudieran quedar en los bordes de las perforaciones realizadas en las mismas.

Los envases fueron lavados con agua y detergente. Posteriormente, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 10% (Figura 1) y se pusieron a secar a temperatura ambiente. Después se procedió al pesaje de cada uno de ellos para obtener la tara, quedando de esta forma listos para ser utilizados (Figura 2).



**Figura 1. Desinfección de envases**



**Figura 2. Envases listos para ser utilizados**

### **3.2.2. Elaboración de Micro silos**

El corte de los materiales a ensilar, se realizó de forma manual utilizando machetes, en la Finca Santa Ana ubicada en la comarca El Comején, Masaya; la Caña de azúcar fue cortada con una edad de 9 meses, el Taiwán y el Marango fueron cortados a los 45 días de rebrote, todos los materiales fueron pre-secados por un tiempo de 4 horas.

La melaza utilizada fue la comercialmente distribuida en el país. Se tomaron muestras de las materias primas utilizadas para posteriores análisis químicos en el laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional Agraria.

Los forrajes fueron picados a un tamaño de partícula de 2.5 cm utilizando una picadora estacionaria. En la mezcla de los materiales se usaron guantes quirúrgicos, para cada uno de los microsilos. Dicho procedimiento se realizó manualmente respetando las proporciones definidas para cada tratamiento, las cuales pueden observarse en el cuadro 1.



**Cuadro 1. Proporciones de Materia Prima en los Tratamientos**

Tratamientos	Moringa %	Taiwán%	Caña%	Melaza, %	Código de los Tratamientos
<b>1</b>	0	99	0	1	T99M1
<b>2</b>	0	95	0	5	T95M5
<b>3</b>	33	66	0	1	M33T66M1
<b>4</b>	32	63	0	5	M32T63M5
<b>5</b>	66	33	0	1	M66T33M1
<b>6</b>	63	32	0	5	M63T32M5
<b>7</b>	99	0	0	1	M99M1
<b>8</b>	95	0	0	5	M95M5
<b>9</b>	67	0	33	0	M67C33
<b>10</b>	33	0	67	0	M33C67
<b>11</b>	0	0	100	0	C100
<b>12</b>	33	33	33	0	M33T33C33
<b>13</b>	0	67	33	0	T67C33
<b>14</b>	0	33	67	0	T33C67

El llenado de los microsilos, se hizo por capas, cada una de 5 cm, las cuales a la vez, se compactaban utilizando un trozo de madera como apisonador (Figura 3). Finalmente, se selló el envase, utilizando silicón en la junta entre el microsilo y la tapa de rosca, en la cual estaba ubicada una trampa de aire que contenía 20 cc de agua; concluyendo así, el proceso de preparación de los microsilos (Figura 4).



**Figura 3. Llenado y compactacion del material**

Los microsilos fueron rotulados según cada tratamiento y repetición; y ubicados en un cuarto protegido de los rayos solares.



**Figura 4. Microsilos preparados**

### **3.3 Fases del Estudio**

En el trabajo de investigación se realizaron dos fases, una, desde la preparación y almacenamiento de los tratamientos durante 120 días; denominada fase de fermentación y la otra fase que consistió en el monitoreo desde, el momento en que se abrió cada uno de los microsilos, hasta que cada muestra se consideraba deteriorada, la cual se denominó; fase de estabilidad aeróbica.

#### **3.3.1 Manejo de la etapa de fermentación**

Posterior al empaque, sellado y almacenado de los microsilos, se monitoreaba temperatura ambiente y humedad relativa tres veces al día, siguiendo el siguiente horario 8:00, 12:00 y 16:00 horas, dicho monitoreo inició el 2 de marzo del 2007 y finalizó el 29 de junio del mismo año. La temperatura se monitoreaba haciendo uso de un termohigrómetro digital, además se realizaba pesaje cada dos días de cada uno de los microsilos durante este mismo periodo.

### **3.4 Apertura de microsilos**

#### **3.4.1 Construcción de la unidad experimental**

Se construyó una unidad experimental de botellas Polietileno Tereftalato (PET) de 1.5 lt como se muestra en la Figura 5. El PET es un material estable, resistente a la corrosión que permite el sellado hermético usado en la industria de las bebidas gaseosas. Tiene una tasa de transmisión de 15-25 ml/mil/100 pulgadas cuadradas/24 h a una atmósfera, y 25 grados Celsius (Modern Plastics Enciclopedia 1981).

Para preparar una unidad de prueba dos botellas fueron usadas; la parte superior de una botella fue cortada a 1 lt de volumen para servir como parte inferior del sistema; La base original de la botella sirvió como tapa para esta parte.

Se perforo un orificio de 1 cm, en la parte inferior de la botella que se utilizaría como tapa para permitir la circulación de aire. El hoyo fue protegido contra insectos con tela de mosquitero; La parte inferior de la unidad, hecha con otra botella fue llenada con 100 ml de hidróxido de potasio (KOH) al 20%, este se utilizó para determinar la producción de dióxido de carbono. Las dos partes se unieron para formar un sistema como el que se observa en la figura 5.



**Figura 5. Sistema de determinación de la estabilidad aeróbica**

### **3.4.2 Manejo de la Etapa Aérobica**

Se procedió a la apertura de los microsilos utilizando guantes quirúrgicos. Luego se tomó una muestra de 250 g de materia fresca por cada repetición de cada uno de los tratamientos. La misma se homogenizó utilizando bolsa plástica con capacidad de 11.4 kg se cerro de la parte superior y fue agitada, constantemente, durante 5 minutos aproximadamente (Figura 6). Posterior a la homogenización se ubicaron cada una de las muestras que correspondían a cada sistema de acuerdo a la titulación que correspondía; y se tomaron muestras que se enviaron al laboratorio, para determinar la composición química inicial del material sometido a estabilidad aeróbica.



**Figura 6. Homogenización del material a utilizarse.**

### **3.4.3 Medición de la estabilidad**

Se monitoreó la temperatura ambiente del material ubicado en cada uno de los sistemas durante un periodo de 15 días consecutivos. Cada dos horas por lectura visual usando termómetros de mercurio, los que estaban insertados por medio del orificio en la parte superior al centro del sistema (Figura 7).



**Figura 7. Sistemas instalados**

Cuando la temperatura interna del material alcanzaba cinco grados centígrados por encima de la temperatura ambiental tres veces consecutivas, se consideraba que este estaba degradado (Figura 8). Entonces, se retiraba la unidad experimental y se tomaba una muestra de 250 gr, la que se enviaba al laboratorio para determinar contenidos de materia seca (MS) y proteína cruda (PC), de igual forma se hizo con el hidróxido de potasio (KOH) para obtener la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).



**Figura 8. Material degradado**

### **3.5. Variables a estudiar**

Las variables que se estudiaron fueron pérdidas de materia seca (MS), pérdidas de Proteína Cruda (PC), pH al final del material ensilado, producción de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y Tiempo al Deterioro Aeróbico (TAD).

#### **3.5.1. Pérdida de materia seca (PMS) del material ensilado.**

Se determinó como la diferencia entre la MS de los tratamientos al abrirse a los 120 días y la MS de los tratamientos cuando este se consideró deteriorado.

#### **3.5.2. Pérdida de proteína cruda (PPC) del material ensilado.**

Se determinó como la diferencia entre la PC de los tratamientos al abrirse a los 120 días y la PC de los tratamientos cuando este se consideró deteriorado.

#### **3.5.3. pH final del material ensilado**

Se determinó a través de un peachímetro, enviando una muestra de cada uno de los sistemas al laboratorio.

#### **3.5.4. Producción de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>**

Se determinó a través de la titulación del KOH (hidróxido de potasio) al 20% el cual permitió medir la producción de dióxido a través de la siguiente fórmula:

$$CO_2 = 0.044T * V / (A * FM * DM)$$

Donde:

T = Volumen de HCL 1N usado como titulador (ml)

V = Volumen total de KOH (ml)

A = Volumen KOH usado en la determinación

FM = Masa de materia fresca (kg)

DM = Fracción de materia seca

0.044 = Constante

### **3.5.5. Tiempo al deterioro aeróbico (TAD)**

Se calculó como el tiempo en horas que le tomaba a una muestra; desde el momento en que se ubicaron en la unidad experimental hasta alcanzar cinco grados centígrados tres veces consecutiva por encima de la temperatura ambiente, luego se transformaron a días dividiendo el número de horas en que tardo el tratamiento en deteriorarse entre las 24 horas de cada día.

## **3.6. Arreglo Estadístico**

### **3.6.1 Diseño experimental**

En este experimento se usó un diseño completamente al azar (DCA) con 14 tratamientos y 3 repeticiones.

### **3.7. El modelo aditivo lineal (MAL) usado fue:**

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

**Donde:**

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

$\mu$ : representa a la media poblacional

$T_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$E_{ij}$ : representa el error aleatorio

### **3.8. Análisis de las variables**

Se realizó un Análisis de Varianza para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Cuando existían diferencias se jerarquizaban usando separación de medias por Tukey con un  $\alpha = 0.5\%$ . De igual forma, se hizo correlación entre las siguientes variables:

- pH final y producción de CO<sub>2</sub>
- pH final y tiempo al deterioro aeróbico
- producción de CO<sub>2</sub> tiempo al deterioro aeróbico

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados finales obtenidos en el estudio: Estabilidad aeróbica del ensilaje de Marango con diferentes proporciones de caña de azúcar, pasto Taiwán y melaza fueron los siguientes:

### 4.1. Composición química.

Esta se determinó enviando las muestras al laboratorio de bromatología de la Universidad Nacional Agraria ubicada en la Facultad de Ciencia Animal

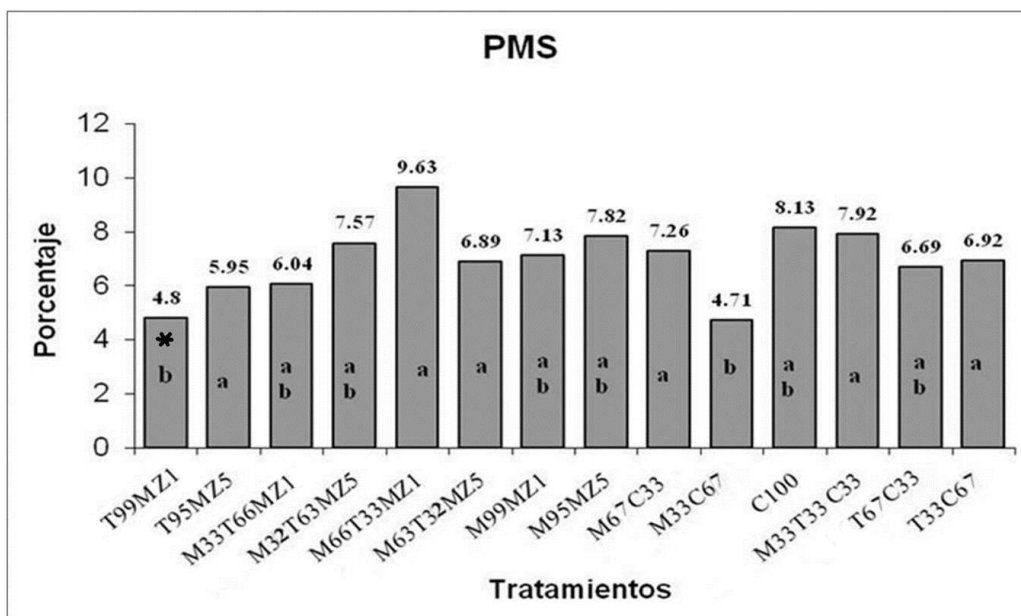
Composición	CAÑA	TAIWAN	MELAZA	MARANGO
pH	5.46	7.90	5.23	4.64
Humedad	77.68	80.26	27.30	73.26
Materia Seca	22.32	19.71	72.70	26.74
Proteína	2.69	4.92	2.17	18.36
FND	66.94	73.65	0.00	40.51
FAD	38.01	37.35	0.00	29.52
Hemicelulosa	28.93	36.30	0.00	10.99
Cenizas	1.49	1.76	2.78	2.70
Lignina	6.29	10.17	0.00	4.43
Celulosa	31.72	27.18	0.00	25.09
Azúcares Reductores	8.06	< 5%	47.17	<5%

**Cuadro 2. Composición Química de la Materia Prima usada en los tratamientos**

### 4.2. Pérdidas de materia seca (PMS)

Comparación de las pérdidas de materia seca inicial (MSI) y materia seca final (MSF) de cada uno de los tratamientos evaluados (Figura 9).

El ANDEVA realizado para la variable pérdida de materia seca (MS) mostró diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.0485$ ).



\* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05\%$ )

**Figura 9. Separación de medias para pérdidas de materia seca MS**

La separación de medias por Tukey 5% señala que existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados en este estudio, y que los ensilajes que presentan mayor pérdida de materia seca, son los que tienen mayores proporciones de marango (*Moringa oleífera*) mezclados con Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y melaza, aunque presentan valores similares los ensilajes de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Contrario a esto presentaron los ensilajes que en su mayoría presentaban pasto Taiwán.

En la mayoría de los tratamientos con mayor pérdida de materia seca se produce en los ensilajes que en su mayor contenido estaba presente el marango (*Moringa oleífera*).

Honig y Woolford (1980), señalan que el deterioro de ensilajes después de expuesto a condiciones aeróbicas ocasiona regularmente pérdidas de nutrientes y materia seca, y que dichas pérdidas oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento diario. Estas pérdidas pueden ser observadas en áreas afectadas y son similares a las que pueden ocurrir en silos herméticamente cerrados y durante períodos de almacenaje de varios meses.



Según Hiriart (1998), no se conocen los factores que determinan el grado de deterioro de los ensilajes, pero la degradación de la materia seca de los ensilados expuesto al aire en un periodo de 10 días puede variar entre 0 y 39%.

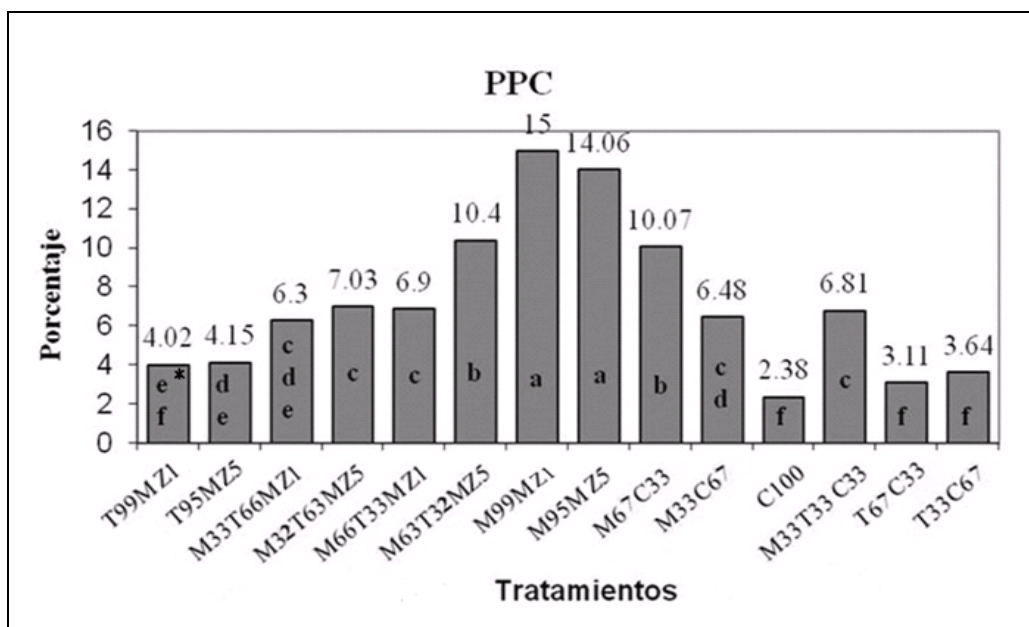
Temperaturas tan altas como 50 grados centígrados y pérdidas de MS de 30% han sido observadas en algunos experimentos de deterioro de ensilajes (McDonald *et al.*, 1991).

Las pérdidas de materia seca obtenidas en este estudio, se encuentran dentro de los rangos reportados por Hiriart (1998) y McDonald *et al.*, (1991).

### 4.3. Pérdidas de Proteína cruda (PPC)

Para fin de entender mejor el comportamiento de esta variable, la figura 10 muestra la pérdida de proteína cruda. La cual, se calculó comparando la diferencia de proteína cruda inicial (PCI) y proteína cruda final (PCF).

El ANDEVA realizado para la variable pérdidas de proteína cruda, señala que se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.0001$ ), entre las medias de los tratamientos.



\*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05\%$ )

**Figura 10. Separación de medias para pérdidas proteína cruda**

Después de realizado el ANDEVA, para la variable pérdida de proteína cruda, se procedió a la separación de medias por Tukey al 5%, indicando que los valores más altos de proteína cruda se obtuvieron en ensilajes que presentaban en sus combinaciones mayores contenidos de Marango (*Moringa oleífera*) y Melaza al 1 y 5% respectivamente.

Estas pérdidas de proteína cruda son debidas, probablemente, al deterioro del ensilaje causado por la actividad de microorganismos aeróbicos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos y otros microorganismos aeróbicos, también facultativos, como mohos y enterobacterias.

Cabe mencionar que, las pérdidas de proteína cruda fueron mayores en los ensilajes que estaba presente el Marango (*Moringa oleífera*), lo contrario a esto mostraron ensilajes que contenían menores proporciones de Marango en sus combinaciones, lo que demuestra que existe una relación directa entre la pérdida de proteína cruda y los porcentajes de Marango utilizados y una relación inversa con el porcentaje de caña y Taiwán, sin que la adición de melaza influya sobre ella.

Esto es debido a los altos contenidos de proteína en hojas (21.5%) y tallos (9.0%) del Marango (Reyes, 2004). Comparado con el valor proteico de los demás pastos utilizados en este ensayo. Sin mostrar ningún efecto sobre las pérdidas de proteína cruda los porcentajes de adición de melaza en sus diferentes variantes.

En los primeros estadios del deterioro, la proteína cruda no es afectada por lo que tiende a incrementarse en la MS, mientras que en los estados tardíos se descompone McDonald *et al.*, (1991).

Prado *et al.*; (2006) aseguran que el grupo de bacterias denominadas *Bacillus* son las encargadas de atacar las proteínas degradándolas hasta amoníaco.

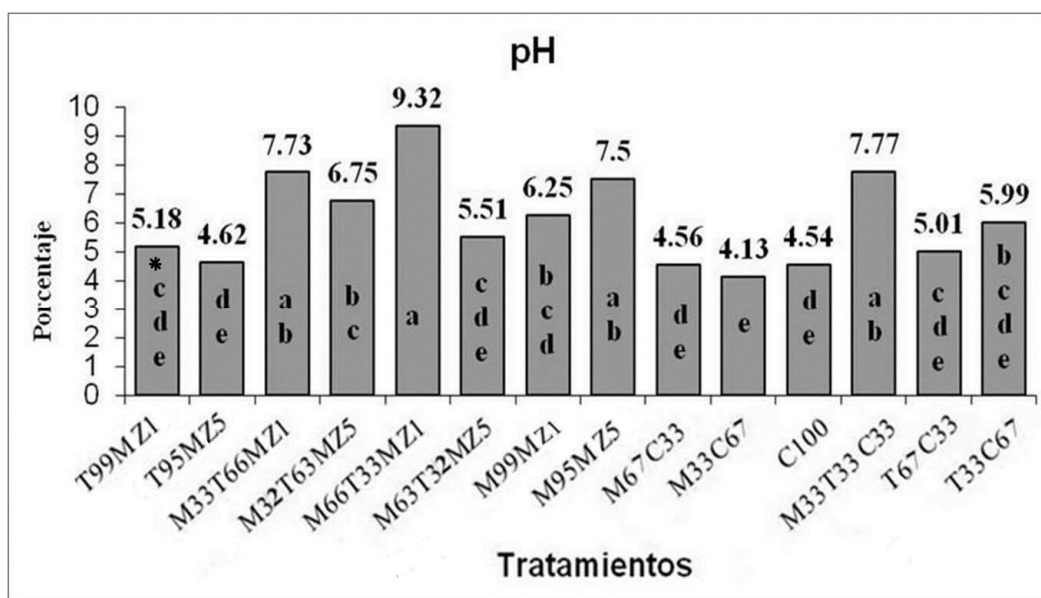
No obstante, Delgado (2005), manifiesta que la proteína cruda en ensilajes es un parámetro importante debido a su influencia directa sobre la producción animal.

## Proteólisis

Las bacterias productoras de ácido butírico son las encargadas de la descomposición de las proteínas, estas se encuentran en el suelo en forma de esporas y aparecen en el ensilaje por contaminación proveniente del mismo suelo. Crecen lentamente en comparación con los lactobacilos, y aunque no se desarrollan bien, a partir de los carbohidratos producen diversos ácidos volátiles, hidrógeno y anhídrido carbónico, y atacan el ácido láctico convirtiéndolo en ácido butírico y gases. También, las enzimas proteolíticas formadoras de ácido butírico producen amonio y compuestos amoniacales a partir de las proteínas, (Hiriart 1998).

### 4.4. pH Final del material ensilado

El ANDEVA realizado para la variable pH muestra que hubo diferencia altamente significativas entre tratamientos ( $P < 0.0001$ ).



\*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05\%$ )

**Figura 11. Separación de medias para pH final del material ensilado**

Una vez realizado el análisis de varianza para esta variable se procedió a la separación de medias por Tukey al 5%, indicando diferencia estadística entre tratamientos, y que los ensilajes con valores altos de pH son los que en su mayoría contienen mayor proporciones de marango (*Moringa oleífera*) con proporciones de melaza al 1 y 5% y pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*).

Los ensilajes con alto contenido de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), mostraron valores bajos con respecto a los que contenían marango. El pH aumenta cuando en los ensilajes en su mayoría presentan altos contenidos de marango.

Los incrementos en el valor del pH que se observan en ensilajes son debidos principalmente a causa del metabolismo de azúcares y ácidos orgánicos ocasionados por bacterias aeróbicas, hongos y levaduras, Spoeltra *et al*, (1988).

Hiriart, (1998) sostiene 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, y de acuerdo a Ferret, (2003) un pH estable está en función del contenido de MS del ensilado, de manera que a mayores contenido de MS, el pH puede aumentar, sin que ello implique una mala calidad del silo.

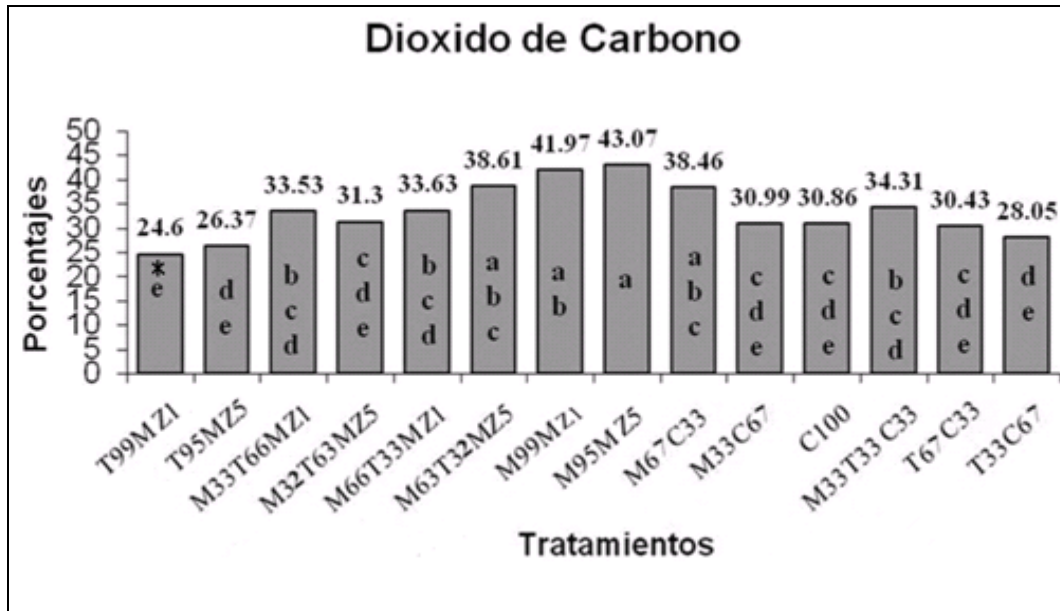
Los aumentos en el valor del pH son inducidos por la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y en ocasiones por bacterias que producen ácido acético (Honig y Woolford, (1980), citado por Stefanie, *et al* (1999).

McDonald *et al.*; (1991), señalan que bajo condiciones aeróbicas, son muchas las especies de levaduras que degradan el ácido láctico en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O; y que la degradación de este ácido aumenta el valor del pH del ensilaje; Lo cual a su vez permite el desarrollo de otros microorganismos indeseables, dicho aumento está correlacionado con el aumento de temperatura y pérdidas de MS, también los aminoácidos catabolizados y el amoníaco liberado después de la desaminación pueden contribuir a que el pH se incremente.

En ambientes con valores bajos de pH las enterobacterias no proliferan, y hacer uso de técnicas de ensilaje que aseguren un rápido y significativo descenso del pH en este, provocara una inhibición del desarrollo de las enterobacterias, (McDonald *et al.*, 1991).

#### 4.5. Producción de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>

Con el objetivo de evaluar el efecto de los tratamientos sobre la producción de dióxido de carbono se realizó el ANDEVA encontrando que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas con una ( $P < 0.0001$ ).



\*Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05\%$ )

**Figura 12. Separación de medias para producción de CO<sub>2</sub> grs/kg de M.S.**

La separación de medias por Tukey al 5% indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos analizados en este estudio. Los ensilajes que presentan la mayor producción de dióxido de carbono son los de Marango (*Moringa oleífera*) con melaza utilizando porcentajes de 1 y 5% de esta respectivamente.

Lo contrario a este comportamiento se observa en ensilajes de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y melaza utilizando los mismos porcentajes que en ensilajes de Marango (*Moringa oleífera*), valores similares a los ensilajes antes mencionados mostraron las variantes de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*).

La producción de dióxido de carbono aumenta en la medida que se incrementa el porcentaje de Marango (*Moringa oleífera*) en los ensilaje, de tal forma que, la

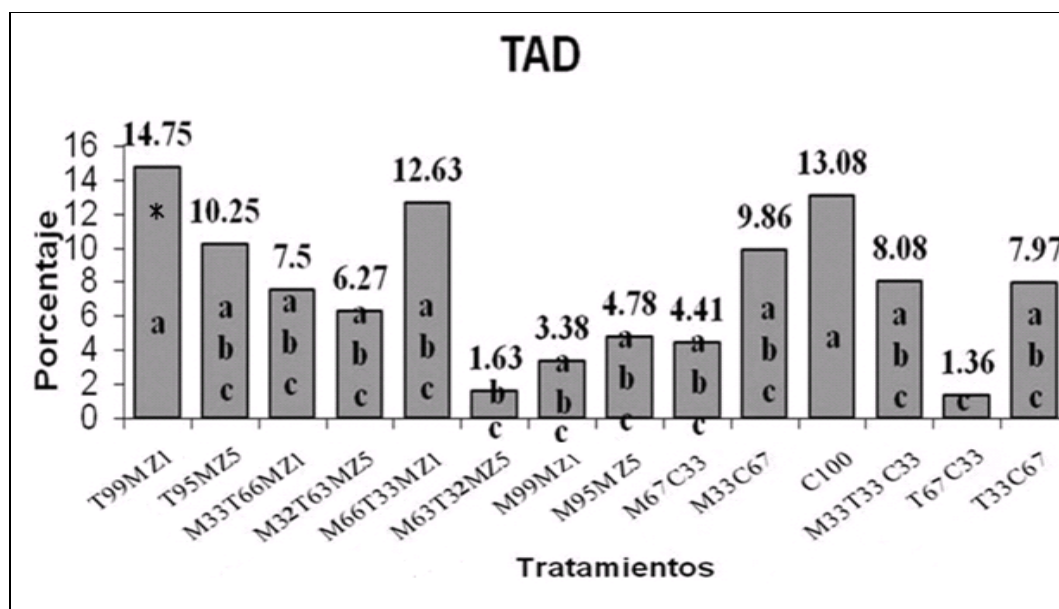
producción de dióxido de carbono en ensilajes de Marango (*Moringa oleífera*) está determinada en gran medida por el porcentaje de inclusión de este.

Spoeltra et al, (1988) manifiestan que la producción de dióxido de carbono que se observa en ensilajes es debido del metabolismo de azúcares y ácidos orgánicos causado por bacterias aeróbicas, hongos y levaduras. También señalan que la actividad de *Acetobacter sp* en el ensilaje, es perjudicial porque oxidan el lactato, y el acetato produciendo CO<sub>2</sub> y agua.

Según Fernández (1999), Cuando un silo es abierto para ser suministrado y permanece demasiado tiempo en esas condiciones, los hongos y levaduras comienzan a activarse nuevamente, degradando los azúcares en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), agua y calor. Ocasionando pérdidas importantes y la producción de mico toxinas, que además de ser causantes de enfermedades en los animales reducen la respuesta productiva de ellos.

#### 4. 6. Tiempo al deterioro aeróbico (TAD)

Con el propósito de evaluar el efecto de los tratamientos sobre el tiempo al deterioro aeróbico se realizó el ANDEVA encontrando que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas con una ( $P<0.0021$ ), el cual, se muestra en la figura 13.



\* Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $P<0.05\%$ )

**Figura 13. Separación de medias para tiempo al deterioro aeróbico**

Después de realizado el análisis de varianza para la variable tiempo al deterioro se realizó la separación de medias por Tukey al 5%, indicando que los ensilajes que contenían mayores proporciones de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) son los que mas tiempo tardan en deteriorarse.

Un comportamiento similar presentan los ensilajes que están mezclados el marango (*moringa oleífera*) con el pasto taiwán y la caña de azúcar, contrario a esto se muestra con los ensilajes que en su mayoría contenían marango.

Sin embargo Driehuis y van Wikselaar, (1996), sostienen que las bacterias productoras de ácido acético además de ser aeróbicas son ácido tolerantes, y que estas juegan un papel importante en la estabilidad aeróbica del ensilaje, por ser perjudicial para este, por ser las encargadas de iniciar el deterioro aeróbico, oxidando el lactato y el acetato produciendo CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, por lo que, casi siempre son, las responsables principales del inicio del deterioro aeróbico son levaduras.

Según Hiriart (1998) pronuncia que al principio del deterioro se oxidan los compuestos solubles del ensilado, como los ácidos orgánicos, alcoholes y azúcares, pero la exposición prolongada al aire provoca la destrucción de componentes más estable como los polisacáridos de la pared celular, por lo tanto los microorganismos causantes de tal deterioro son levaduras y bacterias seguido por hongos.

En ensilajes es considerado indeseable el desarrollo de bacilos, debido a que no solo son menos eficaces como productores de ácido láctico y acético comparado con el grupo de las bacterias epifíticas de ácido acético (BAC), (McDonald *et al*, 1991), sino que incrementan la deterioración aeróbica en las etapas finales, (Lindgren *et al*, 1985; Vreman *et al.*, en imprenta).

May. (1993), citado por Stefanie, *et al*; (1999), menciona que durante la fase de deterioro aeróbico todo el ensilaje puede ser invadido por mohos. Y que los mohos no solo disminuyen el valor nutritivo y la palatabilidad del ensilaje, sino que también son

un riesgo para la salud de los animales y las personas, las esporas de estos pueden asociarse a ciertas afecciones pulmonares y reacciones alérgicas.

Según Ohyma *et al.* (1975 Citado por Delgado 2005), los principales factores que determinan la velocidad con que el material vegetal se deteriora son: aire, sustrato y temperatura, que están estrechamente correlacionados, siendo las principales causas de este deterioro las siguientes.

- Bajo contenido en materia seca del forraje a ensilar.
- Poca compactación y/o mal sellado del silo.
- Escasa homogeneidad en la distribución de nutrientes en el interior del Silo.
- Insuficiente contenido en azúcares en el material verde a ensilar.
- Deficiente protección del ensilado al contacto con el aire una vez abierto para su consumo.

Según Hiriart (1998), no se conocen los factores que determinan el grado de deterioro de los ensilajes, pero la degradación de la materia seca de los ensilados expuesto al aire en un periodo de 10 días puede variar entre 0 y 39%.

En cuanto a esta variable en este estudio fueron encontrados resultados similares a los reportados por Hiriart (1998).

Al hacer uso de correlación entre las variables pH final del material ensilado y producción de CO<sub>2</sub> es significativa a niveles de 0.05, mostrando correspondencia entre ambas, es decir que a mayor producción de dióxido de carbono en los ensilajes, estos duran menos tiempo para deteriorarse, por lo tanto el pH afecta el tiempo al deterioro aeróbico y la producción de CO<sub>2</sub>.

La correlación entre producción de CO<sub>2</sub> y tiempo al deterioro aeróbico TAD es significativa a niveles de 0.01, mostrando correspondencia entre ambos, es decir que a mayor producción de dióxido de carbono en los ensilajes, estos duran menos tiempo para deteriorarse.



## V. CONCLUSIONES

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

- Las mayores pérdidas de MS se obtuvieron en ensilajes de caña, seguido de ensilaje de Marango combinado con Taiwán y melaza en diferentes proporciones. por otro lado, los valores más altos de pH y producción de CO<sub>2</sub> mostraron los ensilajes que presentaban en sus combinaciones Marango.
- La pérdida de PC en ensilajes que tenía mayor contenido de Marango fueron mínimas, resultando a sí como una opción viable a productores para su implementación como una fuente de proteína en la alimentación del ganado.
- La combinación de Marango y caña resultó desde el punto de vista de estabilidad aeróbica una mezcla satisfactoria.
- Resultaron ser más estables a un ambiente aeróbico ensilajes en los cuales el Marango estaba en pequeñas proporciones.

## 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.
- Ashbell, G. 2007. Forage Preservation and By-Products Research Unit. Pag.1-2 Israel
- Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y., y Horev, B. 1991. A simple system to determine the aerobic determination of silages. *Can. Agric. Engin.*, 33: 391-395. Israel
- Betancourt, M; Martínez, M; Bravo, J; Razz, R; Clavero, T; 2003. Efecto de la melaza, ácido fórmico y tiempo de fermentación sobre el contenido de proteína cruda y nitrógeno amoniacal en ensilaje de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Trop.* [online]. ago. 2003, vol.21, no.3. P.289-300 .Citado 26 Nov.2008. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692003000300005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692003000300005&lng=es&nrm=iso). ISSN 0798-7269.
- Bolsen, K; Uriarte, M. 2006. Guía de solución de problemas comunes del ensilaje. Kansas State University, Pag. 65-75
- Cai, Y; Y. Benno, M. Ogawa; y S. Kuma. 1999. Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Isolated from Forage Crops on Fermentation Characteristics and Aerobic Deterioration of Silage. *J. Dairy Sci.* 82:520-526
- Cardenas, J; Solorio, F; Sandoval, C. 2004. Ensilaje de forrajes: Alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico. Universidad Autónoma de Yucatán. México Pag. 21-22
- Contreras, F. Muck, R. 2006. Inoculantes microbiales para ensilaje (en línea). *Focus on Forage, Wisconsin TEAM Forage*, 8 (4):pag.1. Consultado 13 de agos. 2008. Disponible en <http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/Microbial%20Inoculants%20for%20Silage-Espanol.pdf>
- Cuadrado, H; Mejía, S; Contreras, A; Romero, A; García, J. 2003. Fundamento Bioquímico del Ensilaje. En Manual Manejo Agronómico De Algunos Cultivos Forrajeros y Técnicas Para Su Conservación En La Región Caribe Colombiana. CORPOICA, Regional 2. PRONATTA. Pag. 37-38.
- Delgado, B. 2005. El ensilaje en zonas húmedas y sus indicadores de calidad (en línea). Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario del Principado de Asturias, Pag.8-10. Consultado 13 de agos. 2008. Disponible en [http://www.mouriscade.com/doc\\_ponencias/oct2005/ensilado\\_zonas\\_humedas\\_e\\_indicadores\\_calidad.pdf](http://www.mouriscade.com/doc_ponencias/oct2005/ensilado_zonas_humedas_e_indicadores_calidad.pdf)
- Driehuis, F; y van Wikselaar, P.G. 1996. Effects of addition of formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial

- flora and aerobic stability. p. 256-257, in: Jones *et al.*, 1996, q.ev. Institute for Animal Science and Health, Lelystad, The Netherlands
- Duke J.A. 1983. Hand book of energy crops (*M. oleífera*), Purdue University, Center for new crops and plants products. Disponible en <http://search.conduit.com/Results.aspx?q=Duke+J%2EA%2E+1983+&ctid=CT1854633&octid=CT1854633>
- Fernandez, A. 1999. El ensilaje y los procesos fermentativos (en línea). EEA INTA Bordenave Cap. I: 4-11. Consultado 04 de nov. 2008. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/01el\\_silaje\\_y\\_los\\_procesos\\_fermentativos.htm](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/01el_silaje_y_los_procesos_fermentativos.htm)
- Ferret, A. 2003. Control de calidad de forrajes. Departamento De Ciencia Animal i dels Aliments. Universidad Aut3noma Barcelona. Pag.146.
- Frevel, H.J; Engel, G; Teuber, M. 1985. Schimmelpilze in Silage und Rohmilch. *Milchwissenschaft*, 40: 129-132, Institute for Animal Science and Health (ID-DLO), Haren, Holanda.
- Foidl, N; Mayorga, L; V3squez, W. 1999. Utilizaci3n del Marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para el ganado. Conf. Electr3nica de la FAO sobre Agroforesteria. Para la Producci3n Animal. En Am3rica Latina. Disponible en: [www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm](http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm)
- Gibson, J. 1965. Clostridia in silage. *J. Appl. Bacteriol.*, 28: 56-62; Institute for Animal Science and Health (ID-DLO), Haren, Holanda.
- Goudkov, A.; y Sharpe, M.E. 1965. Clostridia in dairying. *J. Appl. Bacteriol.*, 28: 63-73. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s04.htm>
- Hiriart, M. 1998. Ensilados procesamiento y calidad, Trillas, M3xico Pag.55-61.
- Honig, H., y Woolford, M K. 1980. Changes in silage on exposure to air. p. 76-87, in: C. Thomas (ed) *Forage Conservation in the 80s*. BGS Occasional Symposium, No.11. Hurley, UK: British Grassland Society
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales), 2007. Estaci3n meteorol3gica del Aeropuerto Internacional, Managua, Nicaragua.
- Jonsson, A; Lindberg, H; Sundas, S; Lingvall, P; y Lindgren, S. 1990. Effect of additives on quality of big-bale silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 31: 139-155.
- Lindgren, S; K, Petterson; A, Jonsson; P, Lingvall; y A. Kaspersson. 1988. Silage nocolation, selected strains, temperature, wilting and practical application. *Swed. J. agric. Res.* 15:9-18
- Lindgren, S; Petterson, K; Kaspersson, A; Jonsson, A; y Lingvall, P. 1985. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. *J. Sci. Food Agr.*, 36: 765-774

- Makkar H.P.S; Becker, K.1996. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leave animal feed science Technology; P. 228.
- Makkar, H. P. S; Becker K.1997. Nutrients and ant quality factors in different morphological pars of the *Moringa oleifera* tree. Journal of agriculture science, Cambridge 128.311- 332.
- McDonald, P; Henderson, A.R; y Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, 13 Highwoods Drive, Marlow Bottom, Marlow, Bucks, UK. Pag. 340
- Merry, R.J; Lowes, K.F; Winters, A., 1997. Current and future approaches to biocontrol in silage. P. 17-27. *Proc. 8th Int. Symposium Forage Conservation*, Brno, Czech Republic, 29 Sept.-1 Oct. 1997.
- MODERN PLASTICS ENCYCLOPEDIA. 1981. Vol. 58. McGraw Hill inc., New York, NY. Pag. 59-60 y 151-153.
- Moran, J.P; Pullar, D; y Owen, T.R. 1993. The development of a novel bacterial inoculant to reduce mould spoilage and improve the silage fermentation in big bale silage. p. 85-86, *in: P. O'Kiely, M. O'Connell & J. Murphy (eds) Silage Research 1993, Proc. 10th Int. Conf. Silage Res.* Dublin City University, Dublin, 6-8 September 1993
- Mühlbach, P. 1999. Uso de aditivos para mejorar el ensilaje de los forrajes tropicales. En *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos*, Departamento de agricultura, FAO, Roma. Pag. 157-167
- Nout, M.J.R; Bouwmeester, H.M; Haaksma, J; y van Dijk, H. 1993. Fungal growth in silages of sugar beet press pulp and maize. *J. Agr. Sci.*, **121**: 323-326
- Pahlow, G; Muck, R.E; Driehuis, F; y Oude Elferink, S.J.W.H. 2003. Microbiology of ensiling. *Silage Sci. Tech.*, Agronomy monograph no.42 Pag. 137-143 University of Helsinki, Helsinki, Finlandia
- Pelhate, J. 1977. Maize silage: Incidence of moulds during conservation. Pag 1-16 United States
- Phillip, L.E; y Fellner, V. 1992. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. *Journal Animal Science.*, **70**: 3178-3187
- Prado, E. Franco, R. 2006. Revista electrónica REDVET. (En línea). ISSN 1695-7504 Vol. VII, Nº 11, Noviembre/2006. Consultado 13 de agos. 2008. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106/110606.pdf>
- Reuelta, D; Cuba, F. 2004. Estudio del deterioro aeróbico en ensilados de hierbas: *Sorghum vulgare* y *Cynodon nlemfuensis* (en línea). Consultado 13 de agos.

2008. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos16/deterioro-aerobico/deterioro-aerobico.shtml>

- Reyes, N; Mendieta, B; Mena, M; Fariñas, T; 2008. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación animal. En Guía De Suplementación Alimenticia Estratégica Para Bovinos En Época Seca. Universidad Nacional Agraria. No.12: Pag. 8-10.
- Reyes, N. 2004. Composición química de hojas y tallos de marango (*Moringa Oleífera*). En Guía De Marango (*Moringa Oleífera*) Cultivo y Utilización En La Alimentación Animal. Universidad Nacional Agraria. No.5: Pag. 13.
- Reyes, Nadir; y Ledin Inger. 2006. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleífera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforestry Systems* 66:231–242
- Schlegel, H.G. 1987. *General Microbiology*. 6ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, Pag 176-212
- Slotner, D. 2004. Protein degradation during ensilage. Influence of crop, additive and Mechanical treatment. Swed. Univ. Agric. Sci., Dept. Of Animal Nutrition & Management, *Doctoral Thesis*, Agraria 484. Uppsala, Pag. 10-12
- Stefanie, J; Elferink, O; Driehuis, F; Gottchal, J; Spoelstra, S. 1999. Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. En Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos, Departamento de agricultura, FAO, Roma. Pag. 19-22
- Spoelstra, S.F; Courtin, M.G; y Van Beers, J.A.C.: 1998 Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *J. Agric. Sci., Camb.*127-132.
- Uriarte, M. 2004. Ensilado echado a perder: ¿se puede evitar? (en línea). NUTRIX, S.A. de C.V., pag.2-3. Consultado 14 de agos. 2008. Disponible en <http://www.oznet.ksu.edu/pr%5Fsilage/publications/CIGAL%202004%20-%20Estela%20Uriarte%204-8-08.pdf>
- Vreman, K; Spoelstra, S.F; y Oude Elferink, S.J.W.H. In press. Aerobic spores occur in vast quantities in silages from laboratory and farm silos. *Das wirtschaftseigene Futter*.
- Weinberg, Z.G. y Muck. R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev.* 19, 53-68

Woolford, M.K. 1990. The detrimental effect of air on silage. *J. Appl. Bact.* 68:101.  
Disponibile en: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02554.x>

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

<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02554.x> - 157k

## ANEXOS

### 1. Análisis de varianza para Pérdida de Materia Seca (PMS)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
Tratamiento	13	66.995	5.153	2.10	0.0485
Error	28	68.613	2.45		
total	41	135.608			

### 2. Análisis de varianza para pérdida de Proteína Cruda (PPC)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
Tratamiento	13	599.931	46.149	74.38	0.0001
Error	28	17.373	0.620		
total	41	617.305			

### 3. Análisis de varianza para pH

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
Tratamiento	13	94.44	7.26	17.10	0.0001
Error	28	11.89	0.42		
total	41	106.33			

### 4. Análisis de varianza para Tiempo al Deterioro TAD

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
Tratamiento	13	399383.24	30721.79	3.61	0.0021
Error	28	238197.33	8507.05		
total	41	637581.57			

### 5. Análisis de varianza para producción de CO<sub>2</sub>

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	P
Tratamiento	13	1203.88	92.61	11.18	0.0001
Error	28	231.94	8.28		
total	41	1435.81			

6. Correlación entre pH y CO<sub>2</sub>

pH	pH	CO <sub>2</sub>
		.326*
CO <sub>2</sub>	.326*	
	.035	

7. Correlación entre pH y TAD

pH	pH	TAD
		.057
TAD	.057	
	.721	

8. Correlación entre CO<sub>2</sub> y TAD

CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	TAD
		-.524**
TAD	-.524**	
	.000	