

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARA CENTRAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**CUATRO CONCENTRACIONES DE SORGO FORRAGERO (*Sorghum bicolor*) Y  
CUATRO CONCENTRACIONES DE MADRECACAO (*Gliricidia sepium*)  
UTILIZANDO LA TÉCNICA DE MICROSILOS EN LA EPOCA SECA, CANTÓN  
CHUCUYO, SAN VICENTE, 2005**

**POR:**

**ANIVAL ENRIQUE PÉREZ DE LA O  
ALEX GHEROVY CHAVEZ AGUILAR  
DIMAS VLADIMIR BARAHONA VAQUERANO**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO**

**SAN VICENTE, 30 DE JUNIO DE 2,005.**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTORA**

**DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ**

**SECRETARIA GENERAL**

**LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL**

**DECANO**

**LICDA. BERTA ALICIA HENRIQUEZ DE AREVALO**

**SECRETARO**

**ING. AGR. JOSÉ ISIDRO VARGAS CAÑAS**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**ING. AGR. JORGE LUIS ALAS**

**DOCENTES DIRECTORES**

**DR. PEDRO ALONSO PEREZ BARRAZA**

**IGN. AGR. MSc. RENE FRANCISCO VASQUEZ**

## DEDICATORIA

A Dios que siempre esta conmigo,

Por su fortaleza y sabiduría.

A mi madre Adelia de la O,

Por todo su esfuerzo, apoyo, cariño y comprensión, para formarme a lo largo de todos mis estudios.

A mis hermanos, Edwin y Verónica

Por su cariño y estar conmigo en todos los momentos difíciles de mi vida.

A la madre de mi hijo y a mi hijo Christopher

Por traer alegría y bendiciones a mi vida.

A mis compañeros de Tesis;  
Dimas y Alex

Para que este documento fuera realidad.

A toda mi familia y amigos

Por su afecto y consejos a lo largo de mi carrera.

Anival Enrique Pérez De la O

## DEDICATORIA

A Dios todo poderoso.

Por haberme iluminado y darme fuerza en los momentos más difíciles y haber permitido alcanzar esta meta.

A mi madre Dolores Chávez Rodríguez

Por su sacrificio y apoyo para lograr mi formación, con mucho amor.

A mis hermanas: Lorena Emely y Maria Teresa

Por apoyarme en los buenos y malos momentos, a lo largo de mi carrera.

A mis hijos: Evelin Lilibeth y Marlon Alexander

Quienes fueron mi fuerte de inspiración para alcanzar esta meta con mucho amor y cariño.

A mis compañeros de Tesis. Dimas y Anival

Para que este documento fuera realidad.

A mis familiares y amigos.

Por compartir buenos y malos momentos a lo largo de mi carrera.

Alex Gherovy Chávez Aguilar

## DEDICATORIA

A Dios todo poderoso.

Por haberme iluminado y darme fuerza en Todos los momentos más difíciles de mis estudios.

A mis abuelos; Marcelo Barahona y Josefa de Barahona

Por su sacrificio y apoyo para lograr mi formación, con mucho amor.

A mis padres y toda mi familia

Por apoyarme en los buenos y malos momentos, a lo largo de mi carrera.

A mis compañeros de Tesis; Alex y Anival

Para que este documento fuera realidad.

A mis amigos.

Por compartir buenos y malos momentos a lo largo de mi carrera.

Dimas Vladimir Barahona Vaquerano

## AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. Rene Francisco Vásquez, Asesor principal, por su amistad, calidad profesional y valiosas sugerencias en la redacción y presentación de este trabajo.

Al Dr. Pedro Alonso Barraza, Asesor principal, por su gran amistad brindada, sus enseñanzas, orientación y apoyo en todo momento.

Al Ing. Agr. Cesar Ramírez, por su amistad, atención y colaboración.

A la Lic. De Alarcón en cargada de Análisis CENSALUD, en la Universidad de El Salvador, por su colaboración en los respectivos Análisis efectuados.

Al Departamento de Ciencias Agronómicas, por aportar su valiosa colaboración en la ejecución del trabajo.

Al señor Marcelo Barahona por su colaboración y buena disposición al apoyar el desarrollo del trabajo de campo.

A todos los compañeros y amigos de promoción por compartir amistad, apoyo y momentos inolvidables.

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
2.1	Microsilo .....	2
2.1.1.	Generalidades De Microsilos .....	2
2.1.2	Importancia De Los Microsilos. ....	2
2.1.3	Valor nutritivo. ....	3
2.1.3.1	Propiedades físicas. ....	3
2.1.3.2	Propiedades Químicas. ....	4
2.2	Ventajas De Los Microsilos. ....	4
2.3	Proceso De Microensilaje. ....	5
2.3.1	Material A Usar. ....	5
2.3.2	Llenado Y Compactación De Microsilos. ....	6
2.3.3	Proceso De Fermentación. ....	7
2.3.3.1	Fermentación Láctica. ....	7
2.3.3.2	Fermentación Acética. ....	8
2.3.3.3.	Fermentación Butírica. ....	8
2.3.3.4	Fermentación Pútrida. ....	8
2.3.4	Uso De Aditivos. ....	9
2.3.4.1	Tipos De Aditivos. ....	9
2.3.4.2	Pérdidas. ....	9
2.4	Generalidades Del Sorgo forrajero (Sorghum bicolor). ....	10
2.4.1	Distribución Geográfica. ....	10
2.4.2	Clasificación Botánica. ....	11
2.4.3	Descripción Botánica. ....	11
2.4.3.1	Característica De Las Variedades De Sorgo. ....	12
2.5	Valor nutritivo del sorgo forrajero. ....	12
2.5.1	Atributos Importantes Que Determinan El Valor Del Ensilaje Del Sorgo Forrajero (Sorghum bicolor). ....	12
2.6	Madrecacao (Gliricidia sepiu). ....	13



2.6.1 Generalidades Del Madrecacao. . . . .	13
2.6.2 Clasificación Botánica. . . . .	14
2.6.3 Origen Y Distribución. . . . .	14
2.6.4 Descripción Botánica. . . . .	15
2.6.5 Valor Nutritivo. . . . .	15
2.6.5.1 Composición Química De La Hoja. . . . .	16
2.6.6. Ensilado De Madrecacao En La Alimentación De Bovinos. . . . .	17
2.7 Melaza. . . . .	18
3 MATERIALES Y MÉTODOS. . . . .	19
3.1 Localización. . . . .	19
3.2 Acceso. . . . .	19
3.3 Condiciones Climáticas. . . . .	19
3.4 Fisiografía. . . . .	19
3.5 Suelos. . . . .	20
3.5.1 Uso Actual. . . . .	20
3.5.2 Actitud Agrícola. . . . .	20
3.6 Duración de la Investigación. . . . .	20
3.6.1 Fase de Campo. . . . .	21
3.6.2 Fase de Elaboración de microsilos. . . . .	21
3.6.3 Fase de Laboratorio. . . . .	22
3.6.3.1 Determinación de Humedad. . . . .	22
3.6.3.2 Determinación de Materia Seca. . . . .	23
3.6.3.3 Determinación de pH. . . . .	23
3.6.3.4 Determinación de Nitrógeno y Proteínas. . . . .	24
3.6.3.5 Determinación de Grasa Total. . . . .	25
3.6.3.6 Determinación de Lignina y Celulosa. . . . .	26
3.7 Diseño Estadístico. . . . .	27
3.7.1 Diseño estadístico Diseño de Cuadrado Latino 4x4Arreglo de Campo. . . . .	27
3.7.2 Arreglo de Campo . . . . .	28
3.7.3 Toma de Muestras . . . . .	28
3.7.4 Modelo Estadístico . . . . .	28
3.8 Tratamientos Evaluados . . . . .	29
3.9 Variables Evaluadas. . . . .	29

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1 Variable Humedad.....	30
4.2 Variable Materia Seca.....	32
4.3 Variable Ph.....	34
4.4 Variable Proteína Cruda.....	36
4.5 Variable Grasa Total.....	38
4.6 Variable Nitrógeno.....	40
4.7 Variable Celulosa.....	42
4.8 Variable Lignina.....	44
5 DISCUSIÓN GENERAL.....	46
6 CONCLUSIONES.....	47
7 RECOMENDACIONES.....	48
8 BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXOS.....	55

## RESUMEN

Se evaluó cuatro concentraciones de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor*) y cuatro concentraciones de madre cacao (*Gliricidia sepium*) utilizando la técnica de microsillos.

Se utilizaron 70 lbs., de sorgo picado y 40lbs de hoja de madre cacao en proporciones en los tratamientos de T1=100% de maicillo, T2=70% de maicillo y 30% de madre cacao, T3= 60% de maicillo y 40% de madre cacao T4 =50% de madre cacao y 50% de maicillo.

Utilizando 32 bolsas plásticas de 50lbs y 16 sacos de nylon. Además se utilizó melaza en una relación 1:1 con agua, una vez elaborado los microsillos se realizaron las tomas de muestra. 1ª toma a los 35 días 2ª toma a los 40 días 3ª toma a los 65 días 4ª toma a los 70 días.

El diseño utilizado fue el diseño de cuadrado latino 4x4 con 16 repeticiones para evaluar los parámetros establecidos: Humedad, Materia Seca, pH, Proteína Cruda, Grasa Total, Nitrógeno, Lignina y Celulosa.

Los resultados evidenciaron que los parámetros evaluados fueron afectados por el contenido de madre cacao. Sin embargo no hubo diferencia significativa, al realizar el análisis de varianza.

Respecto al mayor contenido de proteína hubo diferencias entre los tratamientos siendo superior el tratamiento 4= Mezcla D = con 50% de maicillo y 50% de madre cacao.

Los resultados promedios de proteína cruda, grasa total y Nitrógeno fueron superior en el tratamiento 4 en el primer periodo.

## INDICÉ DE CUADROS.

1.	Característica de las variedades de sorgo	12
2.	Carbohidratos hidrosolubles, materia seca y contenido energético de sorgo forrajero	13
3.	Fraccionamiento del nitrógeno en diferentes porciones de la biomasa comestible cosechada a intervalos de 3 a 5 meses	15
4.	Composición química de la hoja ( <i>Gliricidia Sepium</i> ) en base seca	16
5.	Contenido de aminoácidos de la proteína de la hoja de madrecaao	17
6.	Distribución de las mezclas en el campo en forma de filas y columnas de cuadrado latino	28
7.	Análisis de varianza de parámetros de humedad	30
8.	Resultados de porcentajes de humedad por tratamientos y repeticiones de las muestras	31
9.	Análisis de varianza de parámetros de Materia Seca	32
10.	Resultados de porcentajes de Materia Seca por tratamientos y repeticiones de las muestras	33
11.	Análisis de varianza de parámetros de pH	34
12.	Resultados de porcentajes de pH por tratamientos y repeticiones de las muestras	35
13.	Análisis de varianza de parámetros de Proteína Cruda	36
14.	Resultados de porcentajes de Proteína Cruda por tratamientos y repeticiones de las muestras	37
15.	Análisis de varianza de parámetros de Grasa Total	38
16.	Resultados de porcentajes de Grasa Total por tratamientos y repeticiones de las muestras	39
17.	Análisis de varianza de parámetros de Nitrógeno	40
18.	Resultados de porcentajes de Nitrógeno por tratamientos y repeticiones de las muestras	41
19.	Análisis de varianza de parámetros de Celulosa	42

20.	Resultados de porcentajes de Celulosa por tratamientos y repeticiones de las muestras	42
21.	Análisis de varianza de parámetros de Lignina	44
22.	Resultados de porcentajes de Lignina por tratamientos y repeticiones de las muestras	44

## INDICÉ DE FIGURAS

1.	Cambios de la humedad en función del tiempo en cada concentración	31
2.	Cambios de la Materia Seca en función del tiempo en cada concentración	33
3.	Cambios del pH en función del tiempo en cada concentración	35
4.	Cambios de la Proteína Cruda en función del tiempo en cada concentración	37
5.	Cambios de la Grasa Total en función del tiempo en cada concentración	39
6.	Cambios de la Nitrógeno en función del tiempo en cada concentración	41
7.	Cambios de la Celulosa en función del tiempo en cada concentración	43
8.	Cambios de la Lignina en función del tiempo en cada concentración	45

## INDICÉ DE FIGURAS EN EL ANEXO

1A.	Comparación de promedios de la humedad durante el proceso de fermentación en función del tiempo	56
2A.	Comparación de promedios de la Materia Seca durante el proceso de fermentación en función del tiempo	57
3A.	Comparación de promedios del pH durante el proceso de fermentación en función del tiempo	58
4A.	Comparación de promedios de la Proteína Cruda durante el proceso de fermentación en función del tiempo	59
5A.	Comparación de promedios Grasa Total durante el proceso de fermentación en función del tiempo	60

6A.	Comparación de promedios de la Nitrógeno durante el proceso de fermentación en función del tiempo	61
7A.	Comparación de promedios de la Celulosa durante el proceso de fermentación en función del tiempo	62
8A.	Comparación de promedios de la Lignina durante el proceso de fermentación en función del tiempo	63

# 1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador la Ganadería, es uno de los rubros de mayor perspectiva de desarrollo en nuestro país, ya que constituye una de las más apreciadas fuentes alimenticias; al aportar proteína animal en forma de carne y leche; además ofrece oportunidades de trabajo en el área rural. Uno de los problemas críticos que ha afectado la ganadería en el país, mayormente a los pequeños productores, ha sido la escasez de pasto y forrajes altos en proteína en la época seca que permitan una buena nutrición de los animales destinados a la producción. En este sentido, se hace necesario buscar nuevas fuentes proteicas que puedan ser utilizadas en la alimentación de bovinos.

Los follajes provenientes de arbustos y árboles leguminosos, por su alto contenido de nitrógeno, representan un potencial importante como fuente proteica en la alimentación de ganado. Estos árboles y arbustos, pueden ser producidos a nivel de finca, ayudando no solo a mejorar la respuesta animal sino también que su inclusión en los sistemas de producción pecuaria se traduce a una mejora de suelo, debido a la capacidad de éstos para fijar nitrógeno y reciclar nutrientes, a través de la caída de las hojas, y además del posible recirculamiento por medio de las heces y orina.

Considerando lo antes mencionado, se ha visto la necesidad de implementar una nueva técnica de ensilaje (microsilos) mezclando una gramínea como lo es el sorgo y una leguminosa como el madrecajo en la alimentación de rumiantes. Dando un ensilaje altamente rico en proteína.



## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 MICROSILO**

#### **2.1.1 GENERALIDADES DE MICROSILOS**

El microensilaje, es el almacenamiento de forraje verde con la exclusión de aire, a base de la compactación del material picado; siguiendo un periodo corto de respiración y calentamiento del material vivo con el consumo del oxígeno presente entre las partículas prensadas y producción de bióxido de carbono, en pequeñas bolsas plásticas. (APARICIO, 1970) Citado por Anaya Beltrán *et al.* (1992).

Es una tecnología barata, sencilla y fiable de ensilado en bolsas de plástico que demuestra que es posible producir ensilaje de alta calidad (Talkipnis, 2001).

#### **2.1.2 IMPORTANCIA DE LOS MICROSILOS**

La cría de ganado lechero en pequeñas explotaciones se ve limitada por la escasez de forraje de buena calidad y bajos costos durante los meses de estación seca. Para hacer frente al problema se ha desarrollado una tecnología de bolsas de plástico de forraje fresco producido en la estación lluviosa para uso en la época seca (Talkipnis, 2001).

También cabe resaltar, que son fácilmente transportables a cualquier lugar de la finca, donde se ofrece el ensilaje a los animales (MAG, 2003).

Un ensilado bien hecho puede ser también un alimento de producción de leche o lograr ganancias de peso en el engorde de novillos (Banco De Fomento Agropecuario, 1976) Citado por Anaya Beltrán *et al* (1992).

El uso de microsilos es importante por dos razones primero, porque durante el invierno no se dispone de un alimento de buena calidad en los campos y segundo durante todo el año se puede disponer de un suplemento preservado de alta calidad para complementar el consumo de pasto y así mejorar la producción de leche o la utilización de nitrógeno (MAG, 2003).

### **2.1.3 VALOR NUTRITIVO**

Un ensilado de buena calidad, es un producto apetecido por los rumiantes y se pueden lograr excelentes producciones al ser incorporados en raciones para vacas lecheras y animales de en Engorda (Church, 1987) Citado por Anaya Beltrán *et al* (1992).

Algunos resultados indican que el ensilaje así preparado es muy bueno en apreciación visual y sensorial, tiene un pH bajo y un bajo contenido de levaduras y mohos y presenta perdidas aceptables de materia seca. Estos resultados se obtienen pese a que la atmósfera en el interior de las bolsas no es perfectamente anaerobia, condición que se suele considerar necesaria para la obtención de un ensilaje de alta calidad. Se supone a que ello se debe a que los ácidos grasos volátiles producidos en la fermentación quedan retenidos en las bolsas, creando un entorno desfavorable para la proliferación de organismos nocivos (Talkipnis, 2001).

Al emplear silos pequeños (microsilos) mejora el contenido de carbohidratos solubles, produce una capacidad de tampón y previene la proteolisis facilitando la obtención de un buen ensilaje en las gramíneas y leguminosas. (Woolford, 1984).

El valor nutritivo de cualquier alimento depende de su contenido de proteína, grasa, carbohidratos solubles, fibra o extracto libre de nitrógeno, sales minerales y vitaminas.

La capacidad de un buen material ensilado puede ser determinada por sus propiedades físicas y químicas (Watson S.J, 1969).

#### **2.1.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS**

Características del alimento bien ensilado, con un 35 % de MS.

- a) Color: tono claro.
- b) Olor: agradable.
- c) Composición nutritiva: alta proporción en hidratos de carbono y baja proteína y calcio.
- d) N-NH<sub>3</sub>: menos del 5 %-7 % de nitrógeno total.
- e) Textura: 1cm para bovino (tamaño del picado).

#### **2.1.3.2 PROPIEDADES QUÍMICAS**

- A) Acidez: Un buen ensilaje generalmente poseen un ph de 3.5 a 4.3

Ácido láctico: porcentaje optimo es de 2.5 a 8.0%

Ácido butírico: optimo es de 0.5 – 1.0% (DE ALBA 1958) Citado por Anaya Beltrán *et al.* (1,992).

Ácido láctico	30-120 gr./Kg. MS
Ácido Acético	< 20-25 gr./Kg. MS
Ácido Butírico	< 0. trazas

B) Humedad: Un buen ensilado se caracteriza por un contenido de 65 a 75% de agua (DE ALBA 1958) Citado por Anaya Beltrán, *et al* (1,992).

% Humedad del forraje	pH necesario para la conservación
82	4.00
70	4.4
60	6.00

C) Temperatura: Un buen ensilaje debe mantener una temperatura alrededor de 25°C, siempre por debajo de los 30°C, lo cual se trata de una característica de fermentación (Church D.C, et al 1987) Citado por Anaya Beltrán, *et al.* (1,992).

## 2.2 VENTAJAS DE LOS MICROSILOS

- a) Es un método mas practico y fácil de conservar el valor nutritivo del forraje además es una fuente de vitamina A para el ganado. (Banco De Fomento Agropecuario 1976) Citado por Anaya Beltrán *et al* (1,992).
- b) Es posible producir ensilaje de alta calidad utilizando una tecnología de bajo costo (Talkipnis 2,001, MAG 2,003).
- c) Es una alternativa para productores de escasos recursos económicos para la alimentación del ganado en la época seca (R. Lane 1999, Talkipnis 2001, MAG 2003).

- d) Es una alternativa de bajo costo, adaptada a una escala reducida y de fácil uso en condiciones áridas; la técnica requiere el uso de una bolsa plástica de fácil transporte (m. Titterton 1997, R. Lane 1999, Talkipnis 2001 y MAG 2003).
- e) El material que se utiliza para su fabricación es de fácil obtención.
- f) Los silos en bolsas plásticas pueden ser acarreados fácilmente por cualquier miembro de la familia.
- g) Puede mantenerse una producción de leche favorable aun en la época seca (Talkipnis, 2001).
- h) No necesita inversiones costosas en su construcción y permite ir abriendo cada bolsa en el momento de su utilización.

## **2.3 PROCESO DE MICROENSILAJE**

### **2.3.1 MATERIAL A USAR**

Prácticamente se puede ensilar cualquier material verde, tomando en cuenta la época de corte para lograr la más adecuada humedad; mayor digestibilidad y gustocidad.

En el sorgo se da cuando el grano esta en su estado duro blandito o lechoso (Banco De Fomento Agropecuario, 1976) Citado por Anaya Beltrán, *et al* (1992).

El material de sorgo, maíz o zacate elefante se recomienda picarlo porque esto facilita su compactación y eliminación de exceso de aire (Pérez Domínguez, R. 1986).

Los microsilos se han estado manejando con éxito en pequeñas unidades que consisten en dos sacos de polipropileno enfundados uno del otro y entre los dos sacos, una bolsa plástica de cuanto menos 6 milésimas de grosor (MAG, 2003).

La tecnología aplicada comprende la cosecha manual de los cultivos, su corte, a mano o a maquina y su introducción manual en costales o bolsas plásticas de tamaño tal que puedan ser acarreadas fácilmente por la familia (Talkipnis, 2001).

Se ocupan bolsas plásticas con una capacidad de 1.8 lt dentro del cual se le adiciona forraje picado con un 4% de melaza diluida con una relación 1:1 con agua.

### **2.3.2 LLENADO Y COMPACTACIÓN DE MICROSILOS**

Para la elaboración se introducen pequeñas cantidades del material a ensilar y se procede a compactarla fuertemente, para extraer la mayor cantidad de aire que se encuentra entre las partículas del material picado.

Este proceso se debe de realizar con mucho cuidado para no perforar las bolsas. Una vez lleno el microsilo hasta el nivel deseado se procede a cerrar fuertemente (MAG 2003).

Al expulsar el aire del interior se procede a enrollar el plástico de la boca y atarlo. La bolsa de ensilado se introduce en otra bolsa de modo que su boca quedase al fondo de la segunda bolsa, y se procede nuevamente a comprimirla, enrollar su cuello, atándolo lo más herméticamente posible.

La doble bolsa con el ensilado se introduce dentro de una tercera bolsa plástica y se repitió la operación para tener un cierre hermético.

(Lane, I.R, 1999).

### **2.3.3 PROCESO DE FERMENTACIÓN**

Después que la planta es picada, la respiración continua dentro de las células vivas produciéndose en correspondencia cierta cantidad de calor. La pérdida tiene lugar principalmente en los carbohidratos (Azucres y almidón); La respiración disminuirá si la

compactación del material impide la entrada del aire, con lo cual se acumulara el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Watson, 1969) citado por Anaya Beltrán *et al.* (1992).

Esta fase se caracteriza por producir: Disminución de oxígeno (anaerobiosis), incremento en la producción de bióxido de carbono, incremento en la producción de efluentes, e incremento de la temperatura en el interior del silo; esta fase debe de ser lo mas corto posible, a fin de que se produzca la menor degradación de los productos nutritivos, no debe durar más de 10 horas.

### **2.3.3.1 FERMENTACIÓN LÁCTICA**

Para que se inicie esta fase es necesario que se den dos condiciones fundamentales:

- a) Que el O<sub>2</sub> haya sido consumido completamente (anaerobiosis completa).
- b) Que haya un elevado numero de carbohidratos fermentales cuando estas dos condiciones se cumplan comenzara la actuación de un grupo de microorganismos responsables de la transformación de los hidratos de carbono en ácido láctico. Estos microorganismos son los lactobacillus microorganismos anaeróbicos estrictos (Sarwatt, S.V. 1995 y Flores Méndez J.A. 1987).

El ácido láctico se produce a partir de la glucosa en la cual actúan las bacterias a una temperatura de 25-30°C (BFA, 1976) Citado por Anaya Beltrán *et al.* (1992).

La gran cantidad de lactobacillus se desarrolla entre 37-50°C (Nuila Nuila, R; Aguilar, 1985).

Si hay suficientes azucars, el pH sigue bajando hasta que alcanza entre 3.8 y 4,7. En ese punto cesan las fermentaciones y termina toda la posibilidad de producir un incremento en la actividad de ningún tipo de microorganismos; como consecuencia el silo se estabiliza y se produce una conservación de forraje sin pérdida de principios nutritivos. Esta fase dura aproximadamente hasta 21 días precisando unos 7 días mas para la estabilización (Sarwatt, S.V. 1995).

### **2.3.3.2 FERMENTACIÓN ACÉTICA**

El ácido acético se produce durante la fermentación y abunda en un ensilado bien hecho, en cierto caso la cantidad de ácido láctico y acético son equivalentes (Watson, S.J. 1969) citado por Anaya Beltrán, *et al* (1,992).

La fermentación acética normalmente antecede a la láctica y es de corta duración, la cual se produce por bacterias del grupo coli. (Pérez 1,986) Citado por Anaya Beltrán, *et al* (1,992).

Las características de estas fases son: Una anaerobiosis incompleta y la acción de las bacterias coniformes, aerobias facultativas.

La producción de ácido acético produce un incremento en la acidificación del ensilado; y el punto crítico de crecimiento de estos microorganismos están por debajo del ph. 4.2 y la fase dura aproximadamente 2 días, (Sarwatt, S.V. 1995).

#### **2.3.3.3. FERMENTACIÓN BUTÍRICA**

Esta fermentación se desarrolla cuando hay exceso de humedad, poca cantidad de carbohidratos solubles y que no se haya desarrollado un nivel de acidez que suprima la acción de bacterias butiricas dando un ensilado de mala calidad con mal olor y descomposición de las proteínas (Pérez Domínguez, R. 1986).

Cuando por alguna razón el ph no baja lo suficientemente en la fermentación láctica se produce una proliferación de las clostridium anaerobios estrictos (Sarwatt, S.V. 1995).

#### **2.3.3.4 FERMENTACIÓN PÚTRIDA**

Se produce si el proceso anterior continúa la elevación del ph producida por la acción de los clostridium va a permitir el desarrollo de una serie de bacterias tipo putrefacciones y proteus que degradan la proteína y aminoácidos, en este punto se hace irreversible el proceso de ensilaje (Sarwatt, S.V. 1995).

### **2.3.4 USO DE ADITIVOS**

Los aditivos son los materiales que al agregarse al material ensilado ayudan a fomentar la acidez indispensable para la preservación del forraje (BFA 1976) Citado por Anaya Beltrán, *et al* (1,992).

La razón para usar aditivos es la de mejorar la preservancia del ensilaje al asegurar un predominio de las bacterias lácticas durante la fase de fermentación (Woolford; 1984 Henderson 1993; Bolsen *et al* 1995)

#### **2.3.4.1 TIPOS DE ADITIVOS**

- a) Aditivos que suministran carbohidratos
- b) Ácidos minerales
- c) Ácidos orgánicos
- d) Cultivo de lactobacillus
- e) Antibióticos
- f) Otros (el método de metasulfito de sodio)

Los ácidos se miden en 3 categorías

- 1- Estimulantes de la fermentación como inoculantes bacterianos y enzimas
- 2- Inhibidores de la fermentación como los ácidos propiónicos, fórmico y sulfúrico
- 3- Partes de sustratos y fuentes nutritivas, como granos de maíz, melaza, urea o amoniaco (Woolford, 1984, Henderson 1993 y Bolsen *et al* 1995)

#### **2.3.4.2 PÉRDIDAS**

Las pérdidas en el proceso de ensilado se deben dividir entre las que sufren el material antes de ensilarlo y las que sobrevienen al material ya ensilado.

- a) Pérdidas de material verde depende de
  - Tipos de silo
  - Clase de forraje ensilado
  - Estado del forraje antes del corte



- Humedad al momento de ensilar
- Tamaño de la partícula
- Eficiencia al momento de ensilar
- Grado de compactación
- Rapidez de llenado
- Perfección del tapado y sellado

b) Pérdidas del material ensilado

- Pérdidas de líquidos exprimidos debido a la presión a que se somete el forraje verde
- Pérdida por respiración de la planta y fermentación bacteriana indeseable (BFA, 1976) citado por Anaya Beltrán, *et al* (1992)

## **2.4 GENERALIDADES DEL SORGO FORRAJERO (*Sorghum bicolor*).**

En las últimas décadas, el sorgo forrajero se ha vuelto cada vez más popular. Se han obtenido genéticamente variedades que mejoran sus cualidades como plantas forrajeras y se dispone ahora de variedades conocidas como sorgo forrajero para uso como de planta entera. La mayor parte del trabajo de ensilaje de sorgo forrajero ha sido realizado en Estados Unidos de América. (Dickerson, 1986, Smith, 1986, Dost, 1989)

### **2.4.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

Probablemente es originario de Etiopía y Sudán y desde ahí fue llevado por nativos que emigraban a varios países del África en Estados Unidos fue introducido en 1857 y en 1953, fueron llevadas 15 variedades desde Sudáfrica. En América latina el sorgo llegó a Argentina y Paraguay en los años de la colonización, pero solamente tomó importancia a principios del siglo XX cuando se introdujeron variedades procedentes de Estados Unidos (Terranova 1,995).

## 2.4.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Reino: Vegetal

Clase: Angiospermae

Subclase: Monocotylidoneae

Orden: Lumiflorae

Familia: Graminaceae

Genero: Sorghum Especie: Vulgare

Terranova (1995).

## 2.4.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El sorgo tiene una altura de 1 a 2 m, tiene inflorescencia en panoja y semillas de 3mm, esféricas y oblongas, de color negro, rojizo y amarillento, tiene un sistema radicular que puede llegar en terrenos permeables a 2 m de profundidad, las flores tienen estambres y pistilos, pero se han encontrado en Sudan sorgos dioicos (Infoagro. 2003)

Las hojas son expansiones laterales del tallo y las flores constituyen estructuras del mismo tallo. Las raíces son más fibrosas que la de maíz y pueden formar el doble de raicillas laterales en cualquier etapa de su desarrollo, el tallo forma parte del eje central de la planta y como es característico de las gramíneas es una caña que poseen nudos y entrenudos que constituyen el espacio entre los nudos.

La inflorescencia es una panoja cuya forma varía desde los tipos herbáceos laxos a los tipos compactos. El fruto es una cariósipide de una sola semilla que cuando esta maduro consta del embrión y el endospermo (Terranova 1995).

### 2.4.3.1 CARACTERÍSTICA DE LAS VARIEDADES DE SORGO

**Cuadro 1**

<b>Criterio</b>	<b>Precoz</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Tardío</b>
Días hasta la floración	49	69	102

N° de hojas	16	22	32
Altura de la planta (cm.)	86	88	152
Longitud de la hoja mayor (cm.)	51	65	78

Fuente: (Terranova 1995)

## 2.5 VALOR NUTRITIVO DE SORGO FORRAJERO

El sorgo forrajero se utiliza para producir grano que sirve para la alimentación del ganado, y también para el forraje. El valor energético del grano de sorgo es un poco inferior al de maíz, se puede estimar como media 1,08 uf/kg., comparándolo con el grano de maíz, el de sorgo es generalmente un poco más rico en proteínas, pero más pobre en materia grasa; como las de maíz son de valor biológico bastante débil; son particularmente deficientes en lisina. (Infoagro. 2,003).

El sorgo forrajero es resistente a las sequías y produce altos rendimientos y con buenos resultados generales (Havilah y Kalser 1,992)

Conclusiones posteriores han confirmado que el sorgo forrajero ha dado rendimientos más altos en lugares secos sin riego que en zonas de mayor lluvia; sin embargo en estos cultivos el valor crítico de la calidad nutritiva, es su bajo valor en proteína, aproximadamente 70 y 45 g/Kg. de materia seca en sorgo forrajero.

### 2.5.1 ATRIBUTOS IMPORTANTES QUE DETERMINAN EL VALOR DEL ENSILAJE DEL SORGO FORRAJERO (*Sorghum bicolor*)

#### a) Alto contenido de energía

Generalmente aporta poca energía y poca proteína. Las fuentes energéticas principales contenidas son: carbohidratos hidrosolubles (CHS), los carbohidratos estructurales, pared celular y el almidón. El almidón se encuentra almacenado principalmente en los granos, por lo que la proporción de granos que se incluya afecta sensiblemente el contenido total de energía de la planta entera a ensilar. La presencia de almidones es importante para la alimentación de las vacas lecheras (Ashbell *et al*; 1999).

#### b) Contenido de materia seca

Al ensilar el forraje debe tener por lo menos 30% de materia seca, ya que con valores menores induce una pérdida importante de nutrientes. Un rendimiento alto en granos, cosechados en el momento de madurez entre granos lechosos y el pasto permitirá aumentar el contenido total de materia seca a un nivel apropiado. En esta etapa el contenido de MS del grano es cercano al 50% se recomienda, por lo tanto, que la cosecha sea para ensilar la planta entera de sorgo, sea realizada en la etapa entre granos lechosos y granos pastosos. Cuando se cosecha con granos pastosos en su estado mas avanzado reduce el valor nutritivo del ensilado porque aumenta las partes poco digestibles. Un buen equilibrio entre las partes de grano mas tallo y hojas, permite alcanzar un contenido de materia seca correcto (Ashbell *et al*; 1999).

**Cuadro 2. Carbohidratos hidrosolubles, materia seca y contenido energético de sorgo forrajero**

<b>Cultivos</b>	<b>CHS- promedio (rango) (g/kg. MS)</b>	<b>Contenido energético y MS (MJ/Kg.)</b>
Sorgo granífero	75 (56-132)	10.0
Sorgo forrajero	220 (180-250)	9.5

(Titterton, 1997)

## **2.6 MADRECACAO (*Gliricidia sepium*)**

### **2.6.1 GENERALIDADES DEL MADRECACAO**

Nombres comunes: Palo hierro, mata ratón, rabroraton, piñón de cuba, caute, balo, madero, negro, madreado, cacahuanance (Revelo Díaz AB 1989) Citado por Acosta Guzmán *et al* (1992).

Cacahuananche, cansim, cante, madreado, madre real, sangre de drago,

Sinónimos: Lonchocarpus spium (Jack) DC; Robinin Sepium (Jack) (CATIE 2003)

### **2.6.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA**

Reino: Vegetal

División: Antofitos  
Sub-división: Angiospermas  
Clase: Dicotiledoneas  
Sub-clase: Corpetalas  
Orden: Rosales  
Familia: Leguminoceae  
Sub-familia: Papilionáceas  
Genero: Gliricidia  
Especie: Spium.

### **2.6.3 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

El madrecaao es una especie nativa de México y Centro América. Se extiende hasta el Norte de América del Sur, Colombia y Guyanas, fue introducida en las Islas del Caribe, Filipinas, África y el Sur de Asia e Indonesia en donde se ha naturalizado (Enden M. *et. al* 1989)

Es difícil definir su verdadera distribución natural, ya que ha sido domesticada por muchos siglos y ampliamente plantada y extendida a nuevas áreas donde se ha naturalizado. La baja producción de semillas en las zonas más húmedas de la vertiente del Atlántico de América Central sugiere que el rango nativo se limita a los bosques secos desiduos de México y América Central, desde Sinaloa en el Norte de México hasta Guanacaste en Costa Rica. El borde norte de su distribución sigue el límite de zonas libres de heladas (CATIE, 2003).

### **2.6.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA**

- a) Porte: árbol pequeño a mediano de 2-15 m. de altura y 5.30 m. de diámetro a la altura del pecho, copa abierta, corteza lisa pardo grisácea en ramas jóvenes.
- b) Hojas: Alternas, pinnadas, de 15-35 cm. de largo compuesta por 6-24 hojuelas elípticas opuestas.

- c) Flores: papilionadas que se disponen en racimos cortos que se curvan hacia arriba, de hasta 15 cm. de largo con 3 a 100 flores cada una de color rosadas o lila.
- d) Fruto: vaina de 10-17 cm. de longitud, verdes en su madurez y marrón amarillento al madurar (CATIE 2003).

### 2.6.5 VALOR NUTRITIVO

(CATIE, 1,991) encontraron en un estudio de árboles para la alimentación de ganados de pequeños agricultores encontró que el follaje tiene un alto contenido de proteína cruda, mas en relación a los pastos y 30% que el concentrado comercial; también mostró porcentaje promedio de materia seca (MS) de 26%, un 25% de proteína cruda y valores de energía metabolizable de 2,23 meal/Kg. de MS. En otros ensayos también se detectaron problemas de palatabilidad.

**Cuadro 3 Fraccionamiento del nitrógeno en diferentes porciones de la biomasa comestible cosechada a intervalos de 3 a 5 meses**

<b>Fracción</b>	<b>3 meses</b>	<b>5 meses</b>
Proteína cruda		
Hojas	23,8	26,9
Pecíolos	11,9	12,5
Tallos tiernos	20,7	18,9
Degradabilidad ruminal de N (%)		
Hojas	79,3	76,7
Pecíolos	80,1	77,2
Tallos Tiernos	86,8	81,4
Solubilidad		
Hojas	23,6	37,8

Pecíolos	43,7	54,2
Tallos Tiernos	63,7	70,7
Nitrógeno no proteico (% PC soluble)		
Hojas	82,8	77,6
Pecíolos	82,0	78,8
Tallos Tiernos	91,9	85,5

Fuente: CATIE, 1991

Las hojas contienen 18 a 20% de proteína, no hay que alimentar aves, ni cerdos, ni caballos (Chapiro N. Y Chadwell Todd, 1998)

Las hojas tienen un valor nutritivo en un 18 a 30% de proteína y tan solo 13 a 30% de fibra y un 48-77 de digestibilidad y hay un bajo contenido en taninos (CATIE 2003)

### 2.6.5.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HOJA

**Cuadro 4 Composición química de la hoja (*Gliricidia Sepium*) en base seca**

Componentes	Porcentaje
Cenizas	10.82
Proteína cruda	26.66
Carbohidratos	38.07
Calcio	1.85
Fósforo	0.26
Grasa	2.76
Humedad	14.21
Fibra cruda	22.69

Fuente: (CENTA 1989) Citado por Anaya Beltrán *et al* (1992).

**Cuadro 5 Contenido de aminoácidos de la proteína de la hoja de madrecaao (*Gliricidia sepium*)**

Metionina	0,29	Fenilalanina	1,11
Cistina	0,20	Ácido aspartico	2,04
Meltcistina	0,49	Ácido glutámico	2,13
Lisina	1,11	Prolina	0,96
Arginina	1,09	Alanina	1,06
Triptofano	0,17	Valina	1,14

Fuente F.J. IVERY. Perfil de Aminoácidos. División de sanidad animal, (MONSANTO 1987)  
Citado por Anaya Beltrán *et al* (1992).

#### **2.6.6. ENSILADO DE MADRECAAO EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS**

En zonas con sequías prolongadas el ensilaje es una alternativa que se puede utilizar. En Filipinas, Ortigas (1956), encontró que un ensilaje compuesto de dos tercios de maíz y uno de hojas de *Gliricidia* fue el preferido por las vacas, con consumos de 9,4 a 25,8 Kg. diarios. El redimiendo del ensilaje respecto al forraje fresco fue del 72% (CATIE, 1991).

Las hojas son muy palatables si se ensilan primero, y las hojas maduras son más apetecidas que las tiernas. Idealmente, debería usarse como suplemento (20 – 40% de la dieta)

Si se excede de estos niveles puede mostrar problemas de toxicidad, aunque este problema es más serio para no rumiantes (cerdo, caballo, pollos, conejos) por lo que es mejor usar esta especie para forraje para ganado vacuno, cabras, y ovejas (CATIE 2003).

#### **2.7 MELAZA**

Es la fuente de carbohidratos mas frecuente usada como aditivo. Es útil para suplementar forraje con bajo contenido en carbohidratos solubles como leguminosas y gramíneas tropicales. Se han obtenido buenos ensilajes al agregar melazas en dosis de 3 a 5% (Bareeba, 1977; Srawatt, 1995).

Una mezcla de urea/melaza como aditivo es quizás la mejor combinación para gramíneas tropicales cuando se corta a comienzo del crecimiento vegetativo (Bolsen, 1999).



La melaza de caña para pienso es melaza residual diluida en agua hasta un Brix 79,5. El peso específico de la melaza se indica por el valor Brix en grados a 79,5 Brix, la melaza pesa 1,39 Kg./Lt. También hay melaza residual sin diluir que se sitúa, generalmente entre 80 y 90 Brix y melaza de gran calidad que esta hecha de jugo de caña de azúcar clarificando por encalado y filtración para eliminar impureza.

Existen cuatro formas principales de utilizar la melaza:

- a) En los piensos secos: tiene un efecto laxante que es una ventaja mas en muchos piensos, proporciones de melaza a utilizar: Bovinos, 15%, terneros 8%, Ovinos 8%, cerdos 15%, y aves de corral 5%.
- b) En la preparación de ensilaje: la melaza fermenta rápidamente y algunas veces, se añade en proporción de un 5% durante el proceso de ensilado.
- c) Como portador de urea en los suplementos líquidos para rumiantes
- d) En proporción elevada para el aprovechamiento máximo de la melaza

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

En el Cantón Chucuyo municipio de San Vicente, se encuentra ubicada la cooperativa Miramar a unos 13°38'40'' latitud norte y 88°47'15'' longitud oeste meridiano de Greenwich. Su extensión territorial es de 690MZ y esta situada a una latitud de 325 M.S.N.M. (ISTA, 1997) Limitando con hacienda la Joya; al norte con el Cantón Cutumayo limitados por el río Acahuapa al sur con la Cooperativa Primavera y al Occidente con el río San Cristóbal.

#### **3.2 ACCESO**

El acceso a la Cooperativa es por la carretera llamada calle antigua a San Miguel, la cual también conduce a la hacienda la joya.

#### **3.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Temperatura promedio 23.8°C, la temperatura varía en las partes bajas 17°C y 28°C en las partes altas. Humedad relativa 73%, precipitación promedio anual 2032 milímetros; en las zonas bajas la lluvia varía de 1800 milímetros y 2300 milímetros en zonas altas (MAG, 1991).

### **3.4 FISIOGRAFÍA**

Define la fisiografía del lugar de la siguiente manera, en planicies antiguas fuertemente diseccionadas y con pendientes predominantes mayores del 20%, las capas inferiores están constituidas por todas, cenizas, granias, y piedra volcánica sementada. Durante la época lluviosa, la vegetación herbácea se seca casi completamente, el drenaje externo es moderado o algo rápido el interno es algo lento durante la época lluviosa. (MAG 1991).

### **3.5 SUELOS**

Los suelos pertenecen a los grandes grupos latosoles y arcilla, y a los litosoles. Los primeros tienen suelos permanentes superficiales franco arcilloso, son estructura granular de color café oscuro.

Los segundos que están presentes son los litosoles. Estos están representados por suelos muy superficiales o por afloramientos de las capas duras inferiores. En general la capacidad de producción se puede promediar como media baja (MAG. 1991)

#### **3.5.1 USO ACTUAL**

Las mejores tierras se encuentran cultivos de avituallamiento en el resto predominan los pastos entremezclado con malezas y arbustos.

#### **3.5.2 ACTITUD AGRÍCOLA**

Entre las clases de actitud agrícola se dividen las siguientes:

Clase IV, con un porcentaje del 20% estas tierras pueden ocuparse con cultivos intensivos de avituallamiento familiar haciendo uso de practicas adecuadas de conservación.

Clase VII es de un 80% por la poca profundidad de los suelos y por las pendientes. Estas tierras son únicamente para pastos y bosques maderables (MAG 1991).

### **3.6 DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El ensayo se inició el 19 de febrero y finalizó el 9 de Agosto de 2004, con una duración de 212 días dividida en una fase de campo(4 meses y 28 días) y otras dos fases, una de elaboración de microsilos y otra fase de laboratorio (2 meses y 4 días).

#### **3.6.1 FASE DE CAMPO**

Previo al reconocimiento y selección del lugar se realizó la limpia del terreno de forma manual con cuma para eliminar la maleza, seguido de un riego utilizando una bomba achicadora para facilitar la entrada del arado tradicional y poder voltear el suelo. La siembra se realizo a chorro seguido, a una distancia mínima de 40-45cm, dejando 26 surcos horizontales y 3 verticales, se utilizo 18 lbs de semilla de sorgo y 1 onza de marchall para prevención de enfermedades y plagas en un área de 390 m<sup>2</sup>; después de la siembra se aplico un hervicida de acción rápida utilizando ½ lt. para 4 bombadas asperjadas en dosis, de 4 copas bayer de 25 cc/bomba, para evitar la limpia dentro del cultivo en crecimiento.

A los cinco días de sembrado se inició los riegos en períodos de un riego cada 5 días en total fueron 13 riegos. Hubo dos fertilizaciones la primera a los diez días después de la siembra utilizando 1 arroba de Sulfato de Amonio, luego de 15 días se hizo la segunda con la misma cantidad de Sulfato de Amonio. Posteriormente no hubo control de plagas y enfermedades por la poca incidencia de éstas.

La Fase Campo se inició 19 de febrero y finalizo el 18 de mayo de 2004.

#### **3.6.2 FASE DE ELABORACIÓN DE MICROSILOS**

Se inició por la mañana con la corta de la parcela de sorgo, estando la planta en el punto optimo se corto a una altura de 2 cm. del suelo, posteriormente se recolecto el follaje del

madrecacao de los árboles ubicados en la autopista de San Vicente a San Salvador luego se procedió a trasladar el material al lugar donde se preparo el microsilo.

Elaboración de los microsilos: los materiales se picaron por separado y se pesaron individualmente para formar las mezclas, a cada una se le adicono melaza diluida con una relación 1.5: 1 de agua, homogenizando manualmente. Teniendo homogenizada la mezcla se introdujeron en bolsas de polietileno pequeñas cantidades del material ensilado y se compacto fuertemente, La bolsa de ensilado se introdujo en otra bolsa de modo que su boca quedase al fondo de la segunda bolsa, y se procedió nuevamente a comprimirla, enrollando su cuello, atándolo lo más herméticamente posible. La doble bolsa con el ensilado se introdujo dentro de un tercer recipiente (saco de nailon) y se repitió la operación para tener un cierre hermético. (MAG 2003).

En el último día, en cada periodo y para cada una de las mezclas de los microsilos, se recolectó las muestras del material vegetal cortado en porciones de aproximadamente de 1-5 cm. de largo por 1-3 cm. de ancho de color café-verde. Colocándose posteriormente dentro de una bolsa plástica transparente con una capacidad de 2 lb. Luego se presentaron en el laboratorio de control de calidad CENSALUD (Centro de Investigación y Desarrollo en Salud).

### **3.6.3 FASE DE LABORATORIO**

Para la determinación de las variables se realizó el Método Arrastre por Tolueno y Análisis realizado en Muestra Base Seca.

#### **3.6.3.1 Determinación de Humedad**

La determinación de humedad se realizó mediante el método de destilación azeotrópica con tolueno, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- a) Se transfirió al matraz perfectamente seco, una cantidad de la muestra exactamente pesada conteniendo de 2 ml a 4 ml de agua. En los casos donde la sustancia fue pastosa, se pesó en un papel de estaño de tamaño tal, que pasara por el cuello de matraz. Para evitar ebullición brusca, se agrego algunas perlas de vidrio o cuerpos de ebullición.

- b) Se agrego al matraz 200 ml de tolueno, ensamblado el aparato, se lleno con tolueno el tubo receptor vertiendo por la parte alta del refrigerante, calentando el matraz suavemente durante 15 minutos y cuando el tolueno empezó a hervir, se regulo la temperatura de manera que destilara a razón de 2 gotas por segundo aproximadamente, hasta hacer pasar casi toda el agua.
- c) Luego se aumento la velocidad de destilación hasta cuatro gotas por segundo aproximadamente. Cuando se destilo toda el agua, se enjuago con tolueno el interior del refrigerante y se froto sus paredes con un alambre de cobre equipado con una banda de hule enrollada en el extremo y humedecida con tolueno.
- d) Se continúo la destilación durante 5 minutos más y se suspendio el calentamiento.
- e) Se deajo enfriar el tubo colector a temperatura ambiente y en reposo.
- f) Cuando el agua y el tolueno se separo totalmente, se obtuvo la lectura del volumen de agua y se calculo el porcentaje de la misma con relación al peso de muestra.

**Cálculos:**

$$\% \text{ Agua} = (\text{V ml de agua leídos} \times 100) / \text{Peso muestra gramos}$$

**3.6.3.2 Determinación de Materia Seca.**

La materia seca es el residuo sólido que se obtiene después de someter las muestras al proceso de secado con el objeto de determinar humedad. Por tanto, el contenido de materia seca es la relación del 100% de los componentes de la muestra menos el porcentaje de humedad en la misma.

**Cálculo:**

$$\% \text{ Materia seca} = 100\% - \% \text{Humedad.}$$

**3.6.3.3 Determinación de pH.**

Para la determinación del ph se utilizó el procedimiento siguiente:

1. Se seco la muestra a 60° C durante aproximadamente 12 horas.
2. Luego se molió la muestra en molino de modo que pase por un tamiz de 10 mesh. Esta muestra molida se utilizó para realizar, además de la determinación de ph, los análisis de nitrógeno, proteína y grasa.
3. Se peso 10 g de muestra molida y seca en un beaker plástico de 250 ml.
4. Luego se le adiciono 100 ml de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.
5. Se agito durante 5 minutos.
6. posteriormente se introdujo el electrodo de pHmetro previamente calibrado en el beaker conteniendo la muestra. Se mantuvo el cuidado que el electrodo no tenga contacto con el fondo ni con las paredes del beaker.
7. finalmente se reporto la lectura directa del equipo como el valor de ph de la muestra.

#### **3.6.3.4 Determinación de Nitrógeno y Proteínas**

Para determinar el nitrógeno y la proteína se utilizó el método Microkjeldahl de forma directa. Siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- a. Se peso 0.1 g de muestra seca y 1.0 g de mezcla paralítica. Colocando el balón microkjeldahl.
- b. Se puso el balón en baño de hielo y se adiciono por las paredes 2 ml de ácido sulfúrico concentrado y 2 ml de peróxido de hidrógeno al 30%.
- c. Luego se digirió en microkjeldahl hasta completa digestión.
- d. Se enfrió a temperatura ambiente.
- e. Posteriormente se adiciono 25 ml de agua destilada. Enfriado a temperatura ambiente.
- f. Luego a un erlenmeyer de 125 ml se agrego 8 ml de ácido bórico al 4% de 3 gotas de indicador mixto.
- g. Al balón microkjeldahl se adiciono rápidamente 10 ml de hidróxido de sodio al 50%. Colocando el destilador inmediatamente.

- h. Se colocó el erlenmeyer en el condensador cuidadosamente que el extremo de este quede sumergido en el ácido bórico.
- i. Se destiló de 50 a 75 ml. Para lavar el condensador con agua destilada, recibiendo los lavados en el mismo erlenmeyer.
- j. Luego se tituló el contenido del erlenmeyer con ácido sulfúrico al 0.02N VS hasta el viraje del indicador de verde a morado.
- k. Al final se reportó el % de nitrógeno por la siguiente fórmula:

**Porcentaje de Nitrógeno en Base Seca:**

$$\% N = (\text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ 0.02 N} - \text{ml Blanco}) N \text{ ácido} \times 1.4007 / \text{Peso de muestra (g)}$$

**Donde:**

N = Normalidad del ácido empleado en la titulación.

1.4007 = mili equivalente de nitrógeno multiplicado por 100 para obtener el % de nitrógeno.

**Porcentaje de Proteínas en Base Seca:**

$$\% \text{ Proteínas} = \% N \times 6.25$$

**Donde:**

6.25 = Factor empírico para las proteínas.

**3.6.3.5 Determinación de Grasa Total.**

La Determinación de la grasa total se obtuvo mediante el método de extracción Soxhlet (Gravimétrico), el cual describe a continuación el procedimiento:

- a) Se pesó 4.0 g de muestra seca en un dedal para grasa previamente pesado.
- b) Luego se armó el equipo de extracción empleando un matraz de fondo plano previamente tarado y pesado.
- c) Colocando el dedal con muestra dentro de la corneta, se adicionó 250 ml de éter de petróleo y se ajustó correctamente el refrigerante.
- d) Se calentó empleando hot plate de modo que la ebullición fue constante. Dejando que la extracción se llevara a cabo por un periodo de ocho horas.

- e) Se reconoció el éter y al desarmar el equipo, permitió que el éter contenido en el matraz se evaporara (evaporar en hot-plate) de forma que quede solamente la grasa.
- f) Luego se colocó el matraz en estufa a 100°C por 1 hora, después se colocó en desecador por 30 minutos.
- g) se pesó en balanza analítica y se reportó el porcentaje de grasa total.

**Nota:** manipular el matraz con pinzas.

### **Cálculo:**

#### **Porcentaje de Grasa en Base Seca:**

% Grasa total =  $(\text{Peso matraz} + \text{grasa}) - \text{Peso matraz vacío} \times 100 / \text{peso de muestra (gramos)}$

#### **Porcentaje de Grasa en Base Húmeda:**

% Grasa Total (Base Húmeda) = % Grasa (B.S) x % Materia seca / 100%

### **3.6.3.6 Determinación de Lignina y Celulosa**

Para la determinación de lignina y celulosa se utilizó el método ácido detergente – determinación fraccionada, como se describe en el siguiente Procedimiento:

- a) Se pesó con precisión de  $\pm 0.1$  mg de 1 a 1.5 g de muestra en un crisol poroso previamente tarado. La cantidad de muestra es  $W_o$ .
- b) Se introdujo los crisoles en el Dosi – Fiber. Asegurándose de que las válvulas están en la posición cerrado.
- c) Luego se añadió 50 ml de solución ácido detergente. Se abrió el circuito de refrigeración y se activó las resistencias calefactores (potencia 90%). Cuando estaba hirviendo, se redujo la potencia al 30% y se dejó hervir durante el tiempo de extracción. (60 minutos)
- d) Luego se detuvo el calentamiento. Se abrió el circuito de vacío y se colocó los mandos de las válvulas en posición absorción. Se lavó con agua destilada caliente y se filtró. Repitiéndose este proceso tres veces.
- e) Se hizo una extracción en frío con acetona: preparando el frasco kitasato con la trampa de vacío. Colocando el crisol en la entrada de kitasato y



añadiendo acetona a la vez que el circuito de vacío estaba absorbiendo hacia el frasco. Repitiendo esta operación 2 veces.

- f) Posteriormente se Colocaron las muestras a secar en la estufa a 150°C durante 1 hora. Enfriándose en desecador.
- g) Se peso con la precisión de  $\pm 0.1$  mg. La cantidad pesada es W5.
- h) **DETERMINACION FRACCIONADA:** se introdujo los crisoles con el residuo W5 en el Dosi – Fiber. Asegurando las válvulas en la posición cerrado.
- i) Se añadió 25 ml de ácido sulfúrico al 72% p/v. Accionando el interruptor de la bomba de aire en la posición “soplar”. Dejando extraer en frío durante tres horas.
- j) Se abrió el circuito de vacío y se coloco los mandos de las válvulas en la posición “absorción”. Se lavo con agua destilada caliente y se filtro. Repitiendo este proceso tres veces.
- k) Luego se coloco las muestras a secando en estufa a 150°C durante 1 hora. Enfriándose en desecador.
- l) Se peso con precisión de  $\pm 0.1$  mg. La cantidad pesada es W7.
- m) Se inicio las muestras de los crisoles en el horno mufla a 500°C durante un mínimo de 3 horas.
- n) Dejando enfriar en desecador. Luego se peso los crisoles. La cantidad pesada es W8.

### **Cálculos:**

Calculando el porcentaje de lignina y celulosa por las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ Celulosa} = (W5 - W7) 100 / W_0$$

$$\% \text{ Lignina} = (W7 - W8) 100 / W_0$$

### **Donde:**

W7 = Lignina y minerales

W8 = Minerales = Sílice y cenizas ácido detergentes. (AOAC, 1984)

### 3.7 DISEÑO ESTADÍSTICO.

#### 3.7.1 DISEÑO DE CUADRADO LATINO 4X4.

Para realizar el análisis de datos se utilizó un diseño de cuadrado latino 4x4. Las unidades experimentales se agruparon en 4 filas que representaron el tiempo y 4 columnas que representaron las mezclas de tal forma que unidades experimentales de una misma fila y de una misma columna son diferentes.

#### 3.7.2 ARREGLO DE CAMPO

**Cuadro 6 Distribución de las mezclas en el campo en forma de filas y columnas de cuadrado latino.**

MEZCLAS				
PERIODOS	1	2	3	4
I	B	A	C	D
II	C	B	D	A
III	D	C	A	B
IV	A	D	B	C

#### 3.7.3 TOMA DE MUESTRAS.

El primer muestreo se inició a los 30 días después de elaborado los microsilos, tomando por arreglo estadístico los del primer período B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>; para el segundo período a los 45 días C<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>; para el tercer período a los 60 días D<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>; para el cuarto período

a los 75 días  $A_1$ ,  $D_2$ ,  $B_3$ ,  $C_4$  (los subíndices connotan la columna en que se encuentra la mezcla) ver cuadro 1.

### 3.7.4 MODELO ESTADÍSTICO.

El modelo estadístico del diseño de cuadrado latino 4x4 es el siguiente:

$$Y_{1jk}(t) = \mu + a_i + \beta_j + T_t + \epsilon_{1jk}(t)$$

Donde:

$\mu$  = es la media general.

$a_i$  = es el efecto del  $i$ -ésimo período ( $i = 1, \dots, 4$ )

$\beta_j$  = es el efecto del  $j$ -ésimo mezclas ( $j = 1, \dots, 4$ )

$T(t)$  = es el efecto de  $t$ -ésimo tratamiento ( $t = 1, \dots, 4$ )

$\epsilon_{1jk}(t)$  = es el efecto del error experimental asociado a cada una de las observaciones.

### 3.8 TRATAMIENTOS EVALUADOS

Los tratamientos consistieron de 4 mezclas quedando compuesta de la siguiente forma:

Tratamiento 1: 100% Maicillo + Melaza (1.5:1 de agua)

Tratamiento 2: 70% Maicillo + Melaza (1.5:1 de agua) + 30% Madrecacao

Tratamiento 3: 60% Maicillo + Melaza (1.5:1 de agua) + 40% Madrecacao

Tratamiento 4: 50% Maicillo + Melaza (1.5:1 de agua) + 50% Madrecacao

Las cantidades proporcionales de maicillo y madrecacao estuvieron en función del tiempo y la proporción (Follaje / árbol).

### 3.9 VARIABLES EVALUADAS

- Variable Humedad
- Variable Materia Seca
- Variable pH
- Variable Proteína Cruda
- Variable Grasa Total
- Variable Nitrógeno
- Variable Celulosa
- Variable Lignina

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para la discusión de resultados se hizo los análisis de varianza utilizando el diseño estadístico de Cuadrado Latino, por medio de un paquete estadístico computable llamado MSTAT, para conocer las diferencias entre las medias se efectuó la prueba de Duncan y las variables a evaluar fueron: Humedad, Materia Seca, pH, Grasa Total, Nitrógeno, Proteína Cruda, Celulosa y lignina.

#### 4.1 Variable Humedad.

Los datos obtenidos de Humedad se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 7. Análisis de Varianza de parámetros de Humedad

F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
Hileras	3	2.54	0.846	2.31	0.176
Columnas	3	0.16	0.052	0.14	0.931
Tratam. Total	3	1.37	0.457	1.25	0.373
Error	6	2.20	0.367		
Total	15	6.26			

Al observar en el cuadro de análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

En el Cuadro8 y la Fig. 1 se presentan los porcentajes de Humedad en función del tiempo. Como se puede observar para los 30 días todas las mezclas iniciaron con valores altos, el resultado mayor fue para la mezcla A (81.15%) con un promedio de 59.98 (ver Anexo fig.1A); esto se debe a la pérdida de humedad durante el proceso de fermentación, luego en el segundo periodo disminuyeron significativamente, en el tercer periodo solo B y C aumentaron significativamente; mientras que A y D disminuyen. En el cuarto periodo C tuvo un descenso significativo de 36.51 a comparación de las demás mezclas con un promedio de 53.36 (ver Anexo 2), Ashbell G. *et al* (1999). Menciono que el ensilaje muy húmedo reduce la calidad y aumenta perdidas, según este comentario la mejor mezcla es la D = 50:50%. La mezcla A y D al final del periodo obtuvieron valores similares de 53.82 y 59.93%.

Cuadro 8. Resultados de porcentaje de Humedad por tratamiento y repeticiones de las muestras.

Porcentajes de Humedad

Tratamientos	Repeticiones por periodos de muestras			
	30 días	45 días	60 días	75 días
A = 100%	81,15	55,54	49,41	53,82
B = 70:30%	76,11	41,78	78,12	75,3
C = 60:40%	68,71	46,19	62,06	36,51
D = 50:50%	68,07	57,53	51,63	59,93

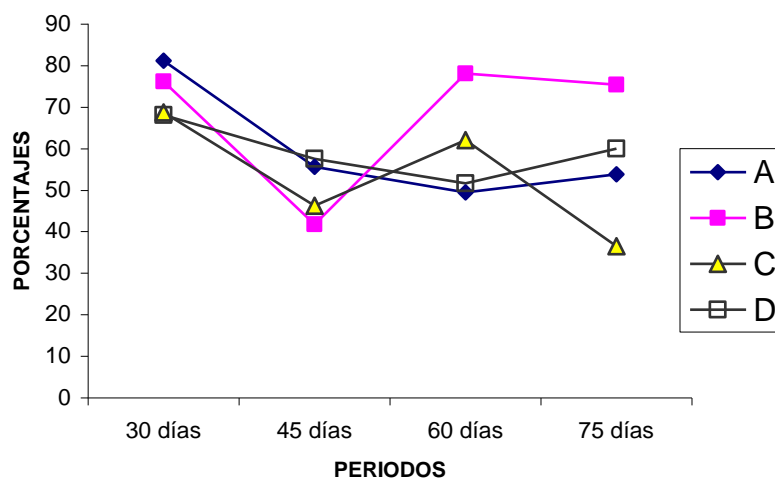


Fig. 1 Cambios de la Humedad en función del tiempo en cada Concentración

#### 4.2 Variable Materia Seca

Los datos obtenidos de Materia Seca se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 9. Análisis de Varianza de parámetros de Materia Seca

F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
Hileras	3	1158.08	386.028	2.13	0.197
Columnas	3	76.70	25.568	0.14	0.932
Tratam. Total	3	430.60	143.532	0.79	0.540
Error	6	1085.06	180.844		
Total	15	2750.45			

Al observar en el cuadro de análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

En el cuadro 10 y figura 2 se observan los cambios porcentuales de la Materia Seca en función del tiempo. Como se puede observar la mezcla o tratamiento B obtuvo diferencias en todos los periodos; los tratamientos C y D obtuvieron valores arriba del 30% durante todos los periodos; la mezcla A alcanzó el valor aceptable en el segundo periodo y manteniéndose hasta el último periodo; la mezcla D obtuvo valores cerca del 50% que según, Ashbell G. *et al* (1999), recomienda ensilar la planta en un estado de equilibrio entre las partes de grano, tallo y hojas para poder alcanzar un contenido correcto de MS. Para reducir la humedad o un contenido excesivo de CHS (Carbohidratos hidrosolubles) lo que indica aumento de las partes poco digeribles. Cárdenas M. *et al* (2003) encontró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) de 63.9 vs. 52.4% en digestibilidad *in Vitro* de MS; pero no en materia Seca (27.8 vs. 27.9%) en ensayos realizados con árboles forrajeros y gramíneas; y concluyo que el uso de árboles forrajeros para la elaboración de ensilajes a base de gramíneas mejora la calidad; pero no el valor nutritivo de los silos. La variación en la composición química de los ensilajes depende de la proporción (Follaje/árbol) de cada uno de los ingredientes de las mezclas.

Por lo que concluimos que el mejor tratamiento es la mezcla D (50:50%); en la figura 3, podemos observar como el valor porcentual se mantiene dentro del margen de fermentación aceptable durante el proceso de microensilaje, superando las demás mezclas. Por tanto se hace un mayor énfasis en el mayor periodo disponible de conservación, el cual contribuye de una manera u otra a la alimentación del ganado vacuno, cabras, y ovejas.

Cuadro 10. Resultados de porcentaje de Materia Seca por tratamiento y repeticiones de las muestras.

Tratamientos	Repeticiones por periodos de muestras			
	30 días	45 días	60 días	75 días
A = 100%	18,85	44,46	50,59	46,18
B = 70:30%	23,89	58,22	21,88	24,2
C = 60:40%	31,29	53,81	37,94	63,49
D = 50:50%	31,93	42,47	48,37	40,07

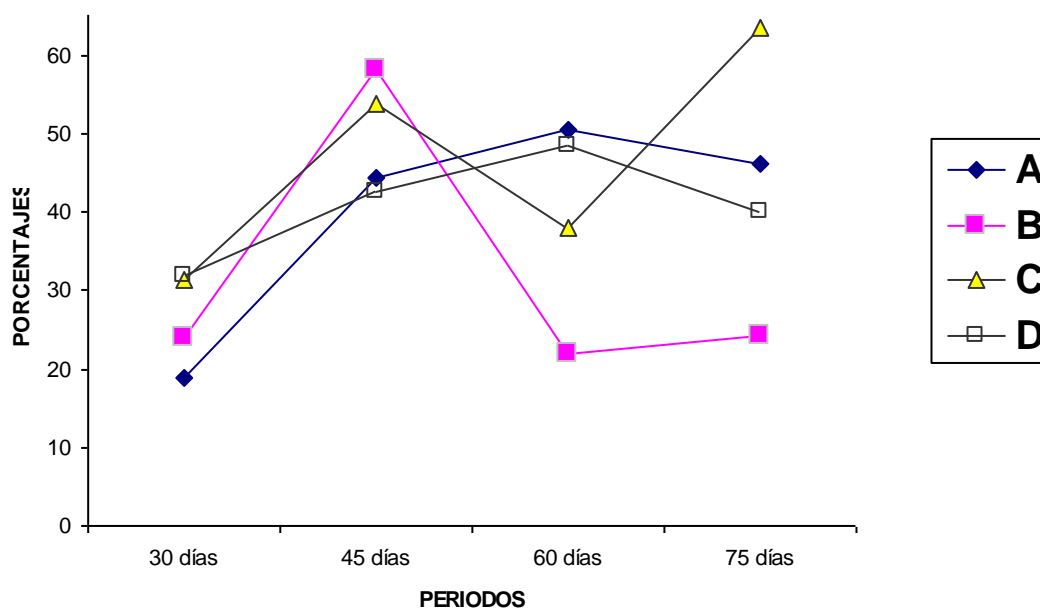


Fig. 2 Cambios de la Materia Seca en función del tiempo en cada Concentración (Ver también Anexo fig. 2A).

### 4.3 Variable pH

Los datos obtenidos de pH se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 11. Análisis de Varianza de parámetros de pH



F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
Hileras	3	0.01	0.004	0.86	0.511
Columnas	3	0.10	0.034	6.75	0.024
Tratam. Total	3	0.01	0.003	0.60	0.639
Error	6	0.03	0.005		
Total	15	0.15			

Al observar en el cuadro de análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos; pero si para columnas.

En el cuadro 12 y figura 3 se observan los cambios porcentuales de PH en función del tiempo. Como se puede observar el pH contenido en los microsilos no presentan variaciones significativas en función del tiempo y las mezclas. El valor más alto se obtuvo en la mezcla C de 4.2% en el cuarto periodo con un promedio de 3.8 (ver Anexo fig.3A). OJEDA *et al* (1991) citado por Gonzáles et al. Menciona que el valor más aceptable para la mayoría de gramíneas tropicales en el proceso de ensilaje están cerca de 4.2%, Rodríguez S. y Carrasquel (1983), menciona que el ensilaje bien preservado posee un ph por debajo de 4.5%. Concluimos que el ph es un factor muy importante para la fermentación; pero que la calidad del silo no es determinada por él, si no de una serie de parámetros. Por lo que concluimos que no todas las mezclas mantuvieron una buena fermentación durante todos los periodos en el proceso del microsilo y también se concluyo que los parámetros de fermentación pudieron ser afectados por la relación de aditivo melaza en relación de 1:1de agua en algunas proporciones (Follaje / árbol).

Cuadro 12. Resultados de porcentaje de pH por tratamiento y repeticiones de las muestras.

Porcentajes de pH

Tratamientos	Repeticiones por periodos de muestras			
	30 días	45 días	60 días	75 días

A = 100%	3,87	3,88	3,81	3,69
B = 70:30%	3,7	3,91	3,81	3,71
C = 60:40%	3,82	3,7	3,79	4,02
D = 50:50%	3,9	3,91	3,68	3,89

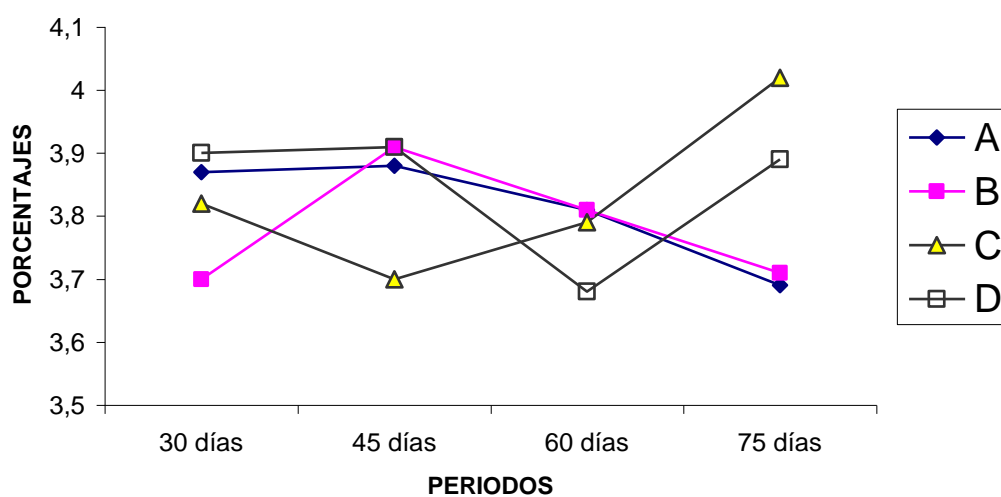


Fig. 3 Cambios del PH en función del tiempo en cada Concentración

#### 4.4 Variable Proteína Cruda

Los datos obtenidos de Proteína Cruda se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 13. Análisis de Varianza de parámetros de Proteína Cruda

F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
Hileras	3	32.15	10.716	3.98	0.071
Columnas	3	132.39	44.128	16.40	0.003
Tratam. Total	3	5.82	1.939	0.72	0.575
Error	6	16.14	2.691		
Total	15	186.50			

Al observar el análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, utilizando la prueba de Duncan en el cuadro de doble entrada podemos concluir que el tratamiento cuatro (mezcla D = 50:50%) fue el mejor resultado obtenido, ya que la hoja de madrecaao contiene una gran cantidad de aminoácidos proteicos.

En el cuadro 14 y figura 4 se observan los cambios porcentuales de Proteína Cruda en función del tiempo. Como se puede observar el primer periodo C y D obtuvieron los valores más altos de 13.52 y 17.30% y promedios de 9.63 y 10.91 (ver Anexo fig. 4A) estos valores son similares a los resultados encontrados por M. Titterton y F.B. Bareeba (1999), realizado en un estudio utilizando maíz y madrecaao. En el segundo y tercer periodo A y B aumento; mientras que C y D disminuyo significativamente. En el cuarto periodo C y D obtuvieron valores estables de 10.45 y 9.06%, en los tres últimos periodos hubieron resultados muy bajos comparados con los encontrados por Freddy M. *et al* (1993). Concluimos que la disminución proteica pudo ser causada por el aumento de la proporción de madrecaao, sin aumentar la relación de melaza.

Cuadro 14. Resultados de porcentaje de Proteína Cruda por tratamiento y repeticiones de las muestras.

#### Porcentajes de Proteína Cruda

	Repeticiones por periodos de muestras			
Tratamientos	30 días	45 días	60 días	75 días

A = 100%	9,42	12,92	12,6	5,04
B = 70:30%	7,07	9,44	13,9	6,8
C = 60:40%	13,52	5,73	8,82	10,45
D = 50:50%	17,3	11,96	5,34	9,06

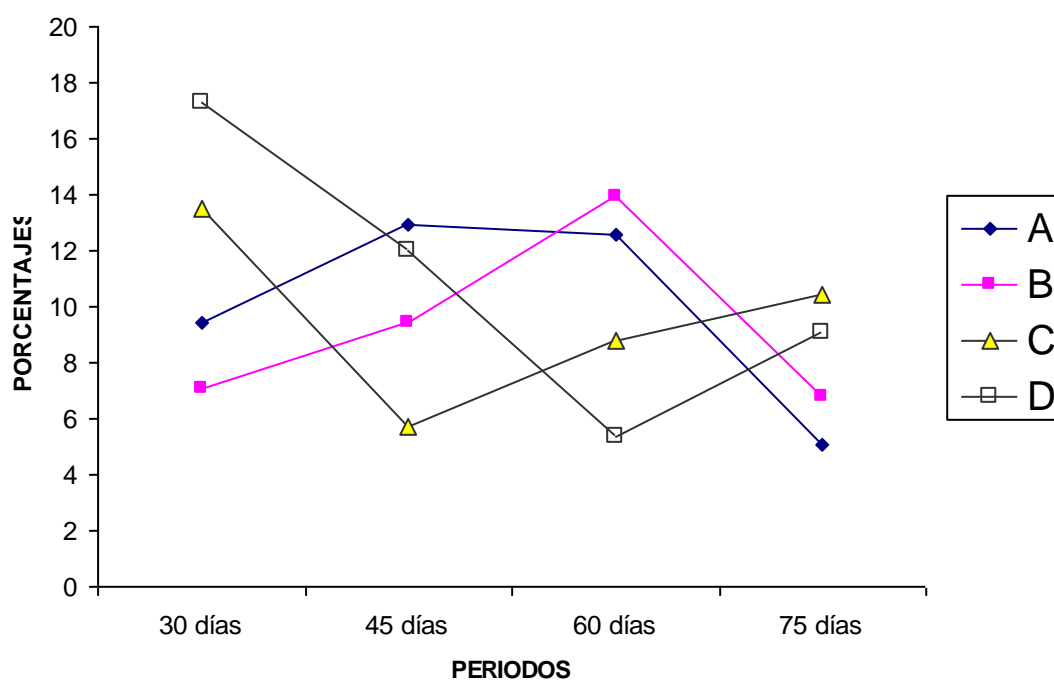


Fig. 4 Cambios de la Proteína Cruda en función del tiempo en cada Concentración

#### 4.5 Variable Grasa Total

Los datos obtenidos de Grasa Total se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 15. Análisis de Varianza de parámetros de Grasa Total

F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
--------	----	----	----	-----	-------

Hileras	3	1.13	0.378	0.53	0.679
Columnas	3	1.68	0.559	0.78	0.546
Tratam. Total	3	1.77	0.589	0.83	0.526
Error	6	4.28	0.714		
Total	15	8.86			

Al observar en el cuadro de análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

En el cuadro 16 y Figura 5 se observan los cambios porcentuales y promedios de Grasa Total en función del tiempo. El mayor porcentaje de grasa total se encontró en el primer período; en las mezclas A con un valor de 3.78% y un promedio de 2.63 (ver Anexo fig. 5A), coinciden con (Soledad Arrona, 2,003) que reporta que un ensilaje de leguminosa contiene el 4.3% de Grasa. El menor de 1.30% con un promedio de 1.80 (ver Anexo fig. 5A) en la mezcla D, en el tercer periodo. En el segundo periodo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos o mezclas. Concluimos que la mezcla A por poseer 100% de maicillo obtuvo el mayor porcentaje de grasa ya que contenía mayor volumen de granos (Ashbell *et al*; 1999), menciona que el mayor contenido de almidón se encuentra en los granos; pero también se concluyó que la mezcla C y D obtuvieron valores que se acercan a los valores contenido de la mezcla A, efecto producido por el contenido de grasa en la hoja del madrecaño (CENTA 1989) Citado por Anaya Beltrán *et al* (1992).

Cuadro 16. Resultados de porcentaje de Grasa Total por tratamiento y repeticiones de las muestras.

#### Porcentajes de Grasa Total

Tratamientos	Repeticiones por periodos de muestras			
	30 días	45 días	60 días	75 días
A = 100%	3,78	2,99	1,6	2,17
B = 70:30%	3,56	2,54	1,83	2,08
C = 60:40%	1,91	2,04	3,61	2,7

D = 50:50%	1,7	2,53	1,3	1,7
------------	-----	------	-----	-----

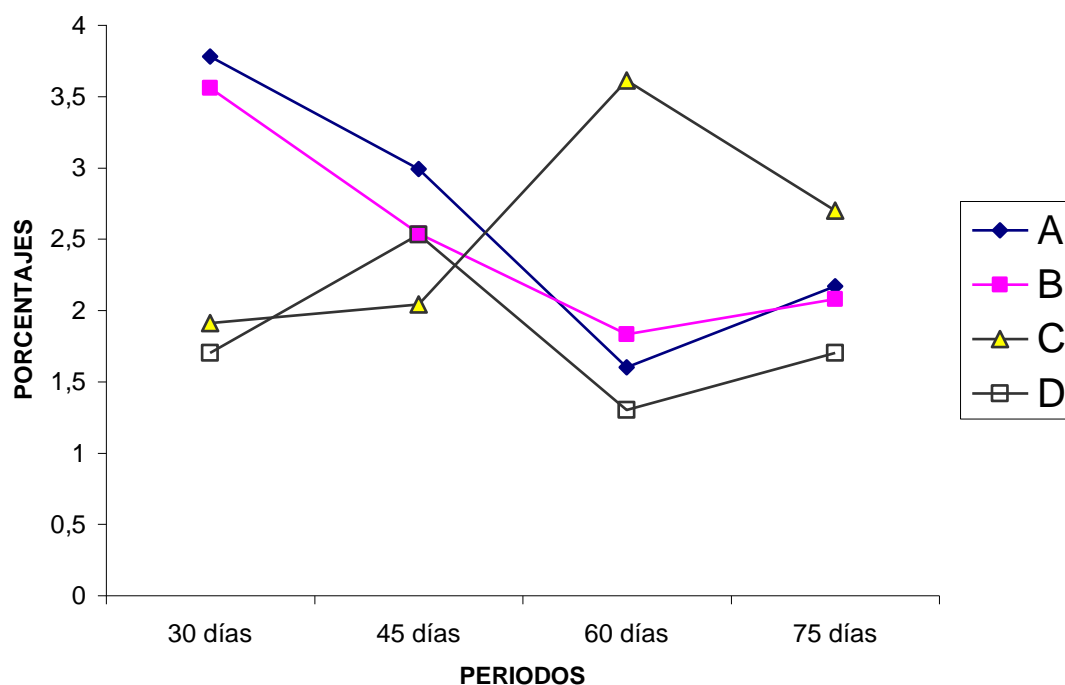


Fig. 5 Cambios de la Grasa Total en función del tiempo en cada Concentración

#### 4.6 Variable Nitrógeno

Los datos obtenidos de Nitrógeno se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 17. Análisis de Varianza de parámetros de Nitrógeno

F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
Hileras	3	0.82	0.273	3.95	0.072
Columnas	3	3.39	1.128	16.30	0.003
Tratam. Total	3	0.15	0.050	0.72	0.578
Error	6	0.42	0.069		
Total	15	4.77			

Al observar en el cuadro de análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

En el cuadro 18 y Figura 6 se observan los cambios porcentuales de Nitrógeno en función del tiempo. Como se puede observar en las mezclas no hubo diferencia significativa; pero si una leve disminución de nitrógeno en función del tiempo. El mayor porcentaje se encontró en la mezcla D, en el primer periodo con un promedio de 1.74 y el menor en la mezcla A, en el cuarto periodo, con un promedio de 1,60 (ver Anexo fig. 6A).

Concluimos que los porcentajes de nitrógeno se mantuvieron ya que el madrecaao proporciono más nitrógeno, el cual compensa las perdidas de nitrógeno del maicillo. Coinciden con (F.B. Bareeba, 1,998), que recomienda ensilajes no mayores del 4% produciendo un ensilaje aceptable demostrando que su apertura la podemos efectuar en los diferentes tratamientos ya que su porcentaje son menor del 4% según lo determinado.

Cuadro 18. Resultados de porcentaje de Nitrógeno por tratamiento y repeticiones de las muestras.

Porcentajes de Nitrógeno				
Tratamientos	Repeticiones por periodos de muestras			
	30 días	45 días	60 días	75 días
A = 100%	1,51	2,07	2,02	0,81
B = 70:30%	1,13	1,51	2,22	1,09
C = 60:40%	2,16	0,92	1,41	1,67
D = 50:50%	2,77	1,91	0,85	1,45

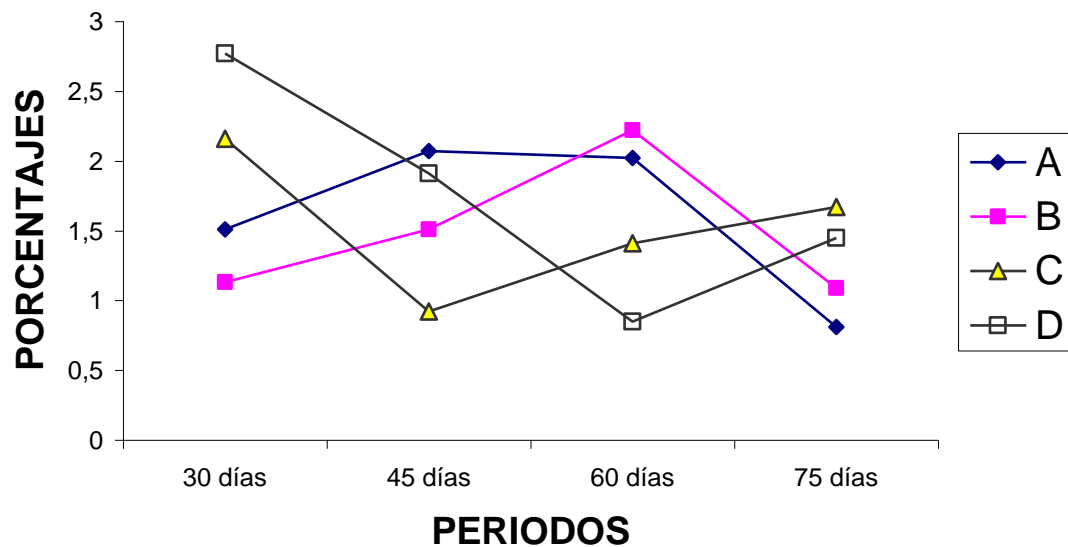


Fig. 6 Cambios del Nitrógeno en función del tiempo en cada Concentración

#### 4.7 Variable Celulosa

Los datos obtenidos de Celulosa se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 19. Análisis de Varianza de parámetros de Celulosa

F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
Hileras	3	329.65	109.884	3.16	0.107
Columnas	3	71.98	23.992	0.69	0.590
Tratam. Total	3	6.49	2.164	0.06	0.978
Error	6	208.58	34.763		
Total	15	616.70			

Al observar en el cuadro de análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.



En el cuadro 20 y figura 7 se observan los cambios porcentuales de Celulosa en función del tiempo. Como se puede observar D obtuvo el mayor valor en el segundo periodo y en el cuarto periodo obtuvo el menor, con un promedio de 28.13 (ver Anexo fig. 7A); las demás mezclas no tuvieron diferencias significativas en función del tiempo se encontraron resultados en un rango de 24 – 39%. Según estudios realizados en 1,994 en el Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), Chile, ensilajes de maíz con leguminosas el porcentaje de celulosa varía de 18.62 a 19.53; los valores encontrados en la mezcla D estuvieron cerca del rango dado por (INIA).

Cuadro 20. Resultados de porcentaje de Celulosa por tratamiento y repeticiones de las muestras.

#### Porcentajes de Celulosa

Tratamientos	Repeticiones por periodos de muestras			
	30 días	45 días	60 días	75 días
A = 100%	28,45	34,73	24,98	23,6
B = 70:30%	38,46	29,05	25,23	23,6
C = 60:40%	25,87	34,37	26,1	24,23
D = 50:50%	20,88	43,71	27,2	20,75

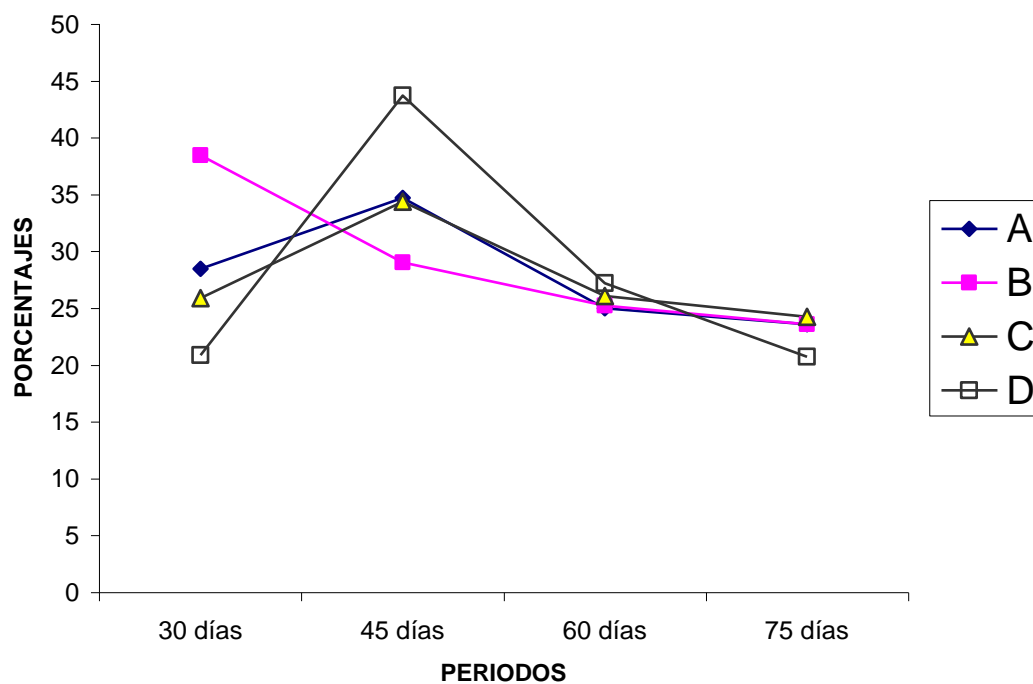


Fig. 7 Cambios de la Celulosa en función del tiempo en cada Concentración

#### 4.8 Variable Lignina

Los datos obtenidos de Lignina se muestran en el siguiente cuadro de análisis de varianza.

Cuadro 21. Análisis de Varianza de parámetros de Lignina

F de V	Gl	SC	CM	Fc.	Prob.
Hileras	3	22.53	7.509	2.19	0.190
Columnas	3	32.95	10.983	3.21	0.105

Tratam. Total	3	6.61	2.202	0.64	0.615
Error	6	20.26	3.426		
Total	15	82.64			

Al observar en el cuadro de análisis de varianza se puede determinar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

En el cuadro 22 y figura 8 se observan los cambios porcentuales de Lignina en función del tiempo. Como se puede observar en las mezclas o tratamientos durante los periodos mantuvieron valores entre 9 y 12%; el resultado mayor y menor se encontró en la mezcla D, en el primer periodo con un valor de 16.12% y 4.2% en el tercer periodo con un promedio de 10.66 (ver Anexo fig. 8A). Concluimos que la lignina y la celulosa están íntimamente ligadas y que al ser consumidas por el animal en una ración adecuada no afecta la digestibilidad. Según (Gallardo, 2,003), en una evaluación que se realizo sobre ensilaje de gramíneas con leguminosas reporto un porcentaje de 4.94; únicamente solo la mezcla D obtuvo valores cerca al reportado por (Gallardo, 2,003).

Cuadro 22. Resultados de porcentaje de Lignina por tratamiento y repeticiones de las muestras.

#### Porcentajes de Lignina

Tratamientos	Repeticiones por periodos de muestras			
	30 días	45 días	60 días	75 días
A = 100%	9,94	11,85	9,16	11,68
B = 70:30%	10,09	9,55	12,41	11,24
C = 60:40%	11,72	6,13	8,01	12,1
D = 50:50%	16,12	11,2	4,2	11,15

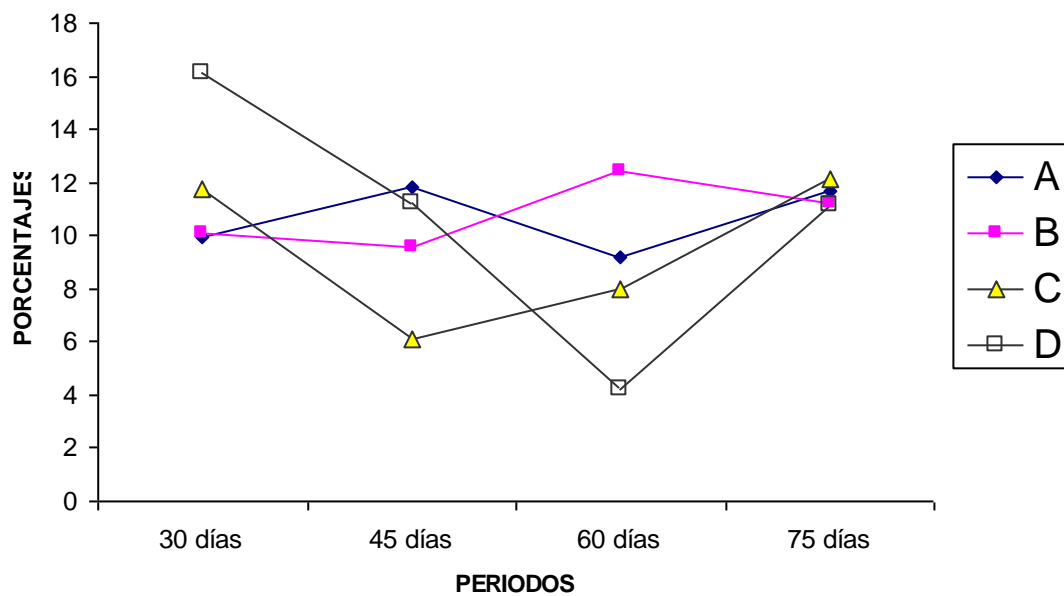


Fig. 8 Cambios de la Lignina en función del tiempo en cada Concentración

## 5 DISCUSIÓN GENERAL

La variabilidad de los parámetros evaluados dentro de las mezclas, estuvieron acorde a la proporción (Follaje/ árbol) de cada uno de los ingredientes durante los tiempos de muestreo.

La mezcla A por contener solo maicillo con melaza, sirvió como testigo; sus valores fueron comparados con las mezclas B, C, y D. obtuvo parámetros de fermentación aceptables

a los 45 días, los parámetros de digestibilidad fueron buenos; hasta los 75 días se encontró una disminución significativa de nitrógeno y de proteína cruda.

La mezcla B con una proporción 70% maicillo y 30% de madrecaao tuvo un efecto negativo, los parámetros de fermentación (MS y Humedad) no fueron adecuados durante el tiempo evaluado. Considerando que el pH fue aceptable, puede ser que este influyó en los demás parámetros de digestibilidad obteniéndose valores aceptables dentro de los rangos encontrados por otros autores. Los microensilajes elaborados tuvieron excesiva humedad lo que posiblemente favoreció el desarrollo de clostridios, y producción de ácido butírico (Ashbell *et al*, 1999).

En la mezcla C, el aumento de la proporción (60:40%) provocó en el momento del ensilaje una buena fermentación y aumento de la proteína Cruda a comparación del testigo (mezcla A); aunque para el segundo y el cuarto periodo tuvo un exceso de humedad, manteniéndose pero disminuyeron los demás parámetros de digestibilidad. En este caso la disminución de la celulosa compensa grandemente el descenso porcentual de la lignina.

Así, en la mezcla D, al aumentar la proporción de madrecaao para igualar la relación (50:50%); se obtuvo una buena fermentación durante todos los periodos, se constató solo en el primer periodo un incremento significativo de proteína cruda y lignina. Probablemente al proporcionar esta mezcla al animal como suplemento, la digestibilidad de la celulosa sea menor debido al mayor contenido de lignina. (IPES, 1989).

## 6 CONCLUSIONES

### 7

- A medida que aumenta en la mezcla la proporción de hoja de madrecaao los resultados fueron en ascenso.
- La mezcla D (50:50) fue el mejor tratamiento evaluado en la mayoría de los parámetros estudiados.
- De una manera general únicamente el tratamiento con una concentración más del 40% fue superior al ensilaje 100% maicillo.

- Que en los casos de los tratamientos B y C fueron de una manera general iguales o inferiores en la mayoría de los casos en el estudio de los parámetros.
- Que la hoja de madrecaao si aumento el nivel de proteína cruda y nitrógeno en la mezcla D.
- Los mayores porcentajes de proteína cruda y nitrógeno se encuentran en los primeros periodos de apertura.

## **7 RECOMENDACIONES**

- Estudiar niveles crecientes del follaje de madrecaao, con relaciones mayores de melaza, manteniendo la proporción de maicillo y aumentando los periodos de muestreo; para encontrar porcentajes óptimos durante un mayor tiempo de preservación de forrajes.
- Seguir un proceso de validación de las mezclas que obtuvieron mejores resultados Proteicos, como fuente de alimento en animales de carne o

leche, para desarrollar un sistema alternativo de alimentación para épocas de poca disponibilidad de gramíneas.

- Estudiar otras fuentes vegetales alternativas proteicas para ser estudiadas en el futuro, mezcladas con el ensilaje de maicillo.
  
- Los árboles de madrecaao pueden servir como diversificación en finca y como banco proteico.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

1. ACOSTA GUZMAN; FRANCO LOBOS; LOBO BARAHONA. 1992. Uso de harina de madrecaao (*Gliricidia Sepium*) en la alimentación de cabras en crecimiento. Ingeniero Agrónomo. San Vicente. ES. Universidad de El Salvador. Página 3-11
  
2. ANAYA BELTRAN, IRAHETA CRUZ. 1992. Evaluación del incremento de Proteína utilizando tres niveles de gallinaza en el ensilado de sorgo. Ingeniero Agrónomo. San Vicente. ES. Universidad de El Salvador. Página 2-25

3. APARICIO SÁNCHEZ, G. 1970. Ensilado. Zed. Zaragoza España Acribia. Pág. 9-26
4. BAREEBA, F.B. 1977a. The ensilage characteristics and nutritive value of maize, amaranthus enriched maize and sorghum silages preserved with either molasses or formaldehyde m. sc. (Agric) Thesis, Makerere University, Uganda.
5. BAREEBA, F.B. 1,998b. Ensilaje de Gramíneas y Leguminosas en los Trópicos. Departamento de Ciencia Animal. Kampala, Uganda.
6. BOLSEN KK; ASHBELL G. Y WILKINSON JM. 1995. Silage Additives Pág. 33-54 in A. Chesson y RJ Wallace (eds) Biotechnology in Animals Feding Weinhein Germany. VCH. Press.
7. CARDENAS M. *et al* 2003 Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas. Correo electrónico, Yucatán, México. Consultado 4 de set. 2004. Disponible en <http://www.mailto:ccastro@tunku.uady.mx.htm>
8. CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza) 1991a. Programa de producción y desarrollo agropecuario sostenido área de producción forestal y agroforestal. Informe Técnico N° 180- Turrialba. Costa Rica. Página 39-43
9. CATIE (Centro Agronómico Tropical De Investigación Y Enseñanza) 2003b. Árboles de Centro América. Un Manual para extensionistas. Jesús Cordero y David H. Dossier. 1ª. Ed. Turrialba, CR. FRP. Página 549-553.
10. CHAPIRO W.Y., CHADWEL. 1998. Árboles de uso múltiple en El Salvador. Manual para Propagación y Reforestación. Nely Menjivar. San Salvador. El Salvador. USAID, Peace Coros No. de Proyecto SPA. Página 38-39.



11. DICKERSON, J.T. 1986. Yield, Composition, And Nutritive Value of Forage Sorghum Silage: hybrid and stage of maturity. Mscthesis, Kansas state University, Manhattan, Kansas, USA.
12. DOST, M. 1989. Grainyield, Forage quality of different sorghum types under irrigated and dry land conditions. PHD Thesis, Kansas state University, Manhattan, Kansas, USA.
13. ENDEN M. VANDEM, ACOSTA, C; GOMEZ, M.E. RESTREPO J.A. 1989, Matarraton (*Gliricidia sepium*) avances en su cultivo intensivo. Cali. Colombia, cipav X 14 Pág.1-16
14. FLORES MENDEZ, J.A. 1987 Manual de la Alimentación Animal. N°4. México. Limusa P.1064 – 1077
15. FREDDY M. *et al* 1993 FONAIAP (Instituto de Investigación Zootécnicas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias). Rendimiento y calidad nutritiva de cuatro híbridos y una variedad de sorgo forrajero (sorghum bicolor pers.) bajo riego complementario. (En línea). Maracay estado de Aragua. Venezuela, consultado 10 de set. 2004. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/ztzoo/Et1002/texto/rendimiento.htm>
16. GONZÁLES *et al.* (...). CATIE. (Centro Agronómico Tropical de Investigación Y Enseñanza). Evaluación de la calidad nutricional de la morera (morus spp.). ensilaje con bovinos de engorde (En línea). Costa Rica, consultado 10 de set. 2004. Disponible en <http://www.forrajes.orst.edu/htm>

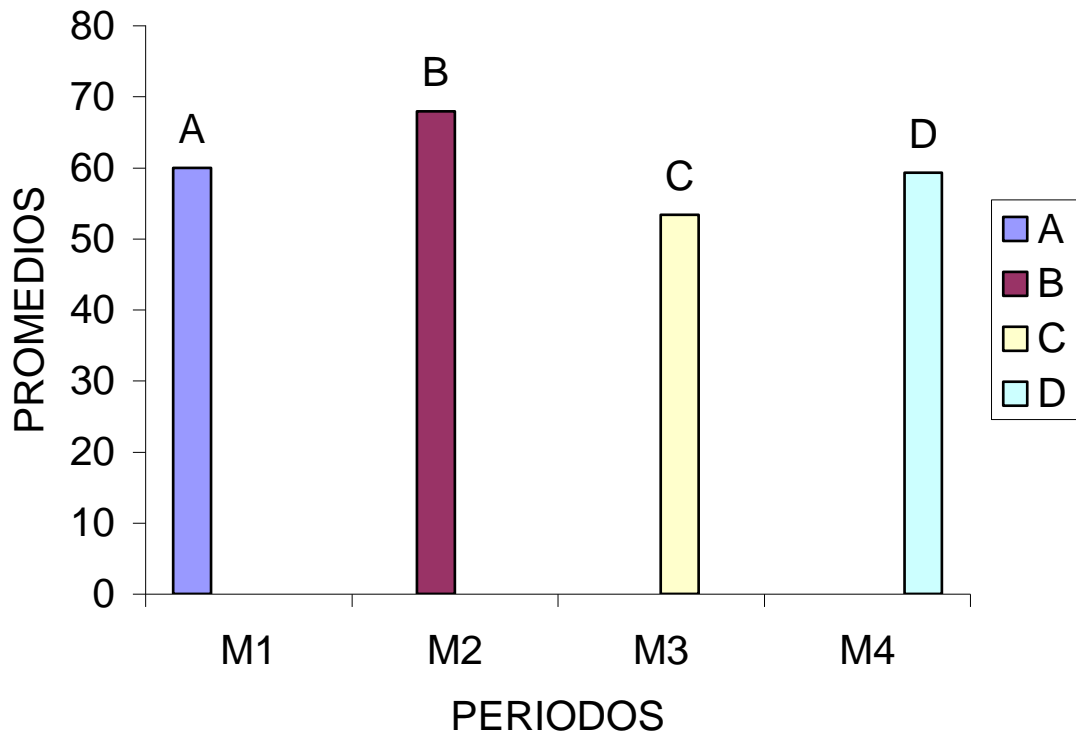
17. GALLARDO, MIRIAM. 2,003. Proyecto Regional de Lechería INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental.
18. HAVILAH. EJ. KAISER, AG. 1992. Sorghums for silage: A review. Pág. 338-354, in: Proc. 2<sup>nd</sup> Aust.sorg.conf.Gatton, 4-6 February 1992.
19. HENDERSON, N. 1993. Silage additives. An.Fd.sci Techn. Pág. 35-58
20. INFOAGRO (Instituto De Información Agropecuario). CR.2003. Unit: base de datos ONG. Centroamericanas (en línea) San José CR. Consultado 15 Nov. 2003. Disponible en <http://www.INFOAGRO.com/>
21. INIA (Instituto De Investigaciones Agropecuarias). 1,984. Proyecto de Producción de Leche. Temuco, Chile
22. IPES (Investigación Pecuaria En El Estado De Sonora). 1989 Ensilaje de sorgo, cajilla de algodón y heno de buffel como fuente de forraje en raciones de finalización ricas en melaza. (En línea) Sonora, consultado 03 de nov. 2004. Disponible en <http://www.patrocipes.uson.mx/patrocipes/invpec/N82007.htm>
23. ISTA. (Instituto Salvadoreño De Transformación Agraria). 1997. Programa de capacitación y asistencia técnica dirigida a objetivos diagnóstico inicial. Asociación Cooperativa de la Reforma Agraria MIRAMAR DE R.L. San Vicente, El Salvador.
24. LANE, IR. 1999 Fodder development for smallholder dairying in azad Jammu and Kashmir and Nepal. Tropical Agriculture Association Newsletter, 23 – 27

25. MAG (Ministerio De Agricultura Y Ganadería). 1991. Almanaque Salvadoreño. San Salvador. Servicio de Meteorología e Hidrología. Página 52-82-83
26. \_\_\_\_\_. 2003. Microsilos suelen ser una buena acción para almacenar forrajes. Costa Rica. Pág. 1-2
27. NUILA, NUILA, R.; AGUILAR, G. 1985 Catalogo de semillas y plantas frutales. CENTA. La Libertad. El Salvador Pág. 7-9
28. PÉREZ DOMÍNGUEZ, R. 1986. Manual sobre ganado productor de leche. 3ed. México. Diana Pág. 101-128.
29. RODRIGUEZ S. Y CARRASQUEL 1983 Ensilaje en bolsa, FONAIAP DIVULGAN No. 12 (En línea) Venezuela. Consultado 4 de set. 2004. Disponible en <http://www.unad.edu.co/revistaunad/revista10/estudioquimicodeensilajeepi%F1a.pdf.40K.htm>
30. SARWATT, S.V. 1995. Studies on Preservation and evaluation of some tropical forages as silage. PhD Thesis Sokoine University of Agriculture, Tanzania.
31. SMITH, R.L. 1986. Yield, Composition, and nutritive value of grain sorghum harvested as silage: stage of maturity and processing effect. msc. Thesis, Kansas State University, Manhattan, Kansas. USA.
32. TALKIPNIS. 2001. Institute of Field and Garden Crops Forage Preservation and By-Products Research Unit. The Volcanl Centre. Bet Dagan, Israel.sp

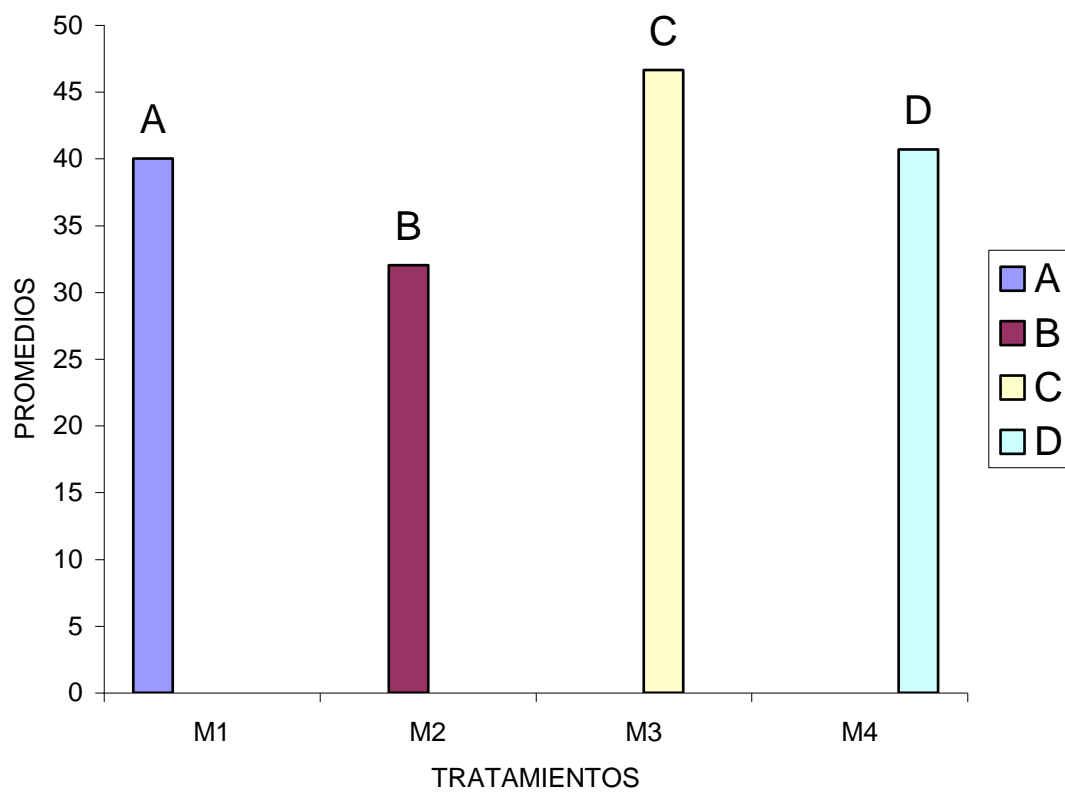
33. TERRANOVA. 1995 (Enciclopedia Agropecuaria). Producción Agrícola I. Clara Ximena Torres. 2ª Ed. Santa fe de Bogota, Colombia. sp.
34. TITTERTON M. 1997. The feasibility of using forage sorghum in drought years for silage in Zimbabwe in; R.Kirk (ed) proc. Annual General Meeting on forage productions for dairying in Zimbabwe. Grasslands Society of Zimbabwe; August 1997.
35. TITTERTON M. 1999a. Developing a technology for ensiling forage corps for smallholder cattle owners in developing countries in.proc. xllth int. silage conf on silage production in relation ton animal performance, Animal Health, Meat and Milk Quality, Uppsala, Sweden, 5 July 1999.
36. \_\_\_\_\_. Y BARREEBA F.B. 1999b. Estudio No.4. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos (En línea), Departamento f Animal Scince, Ugancia. Consultado 23 de oct. 2004. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/05/x84865/x8486s09.htm>
37. WOOLFORD; M.K. 1984. The Silage fermentation New York NY Dekker.

## **ANEXOS**

**Figura 1A. Comparación de promedios de la Humedad durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla**

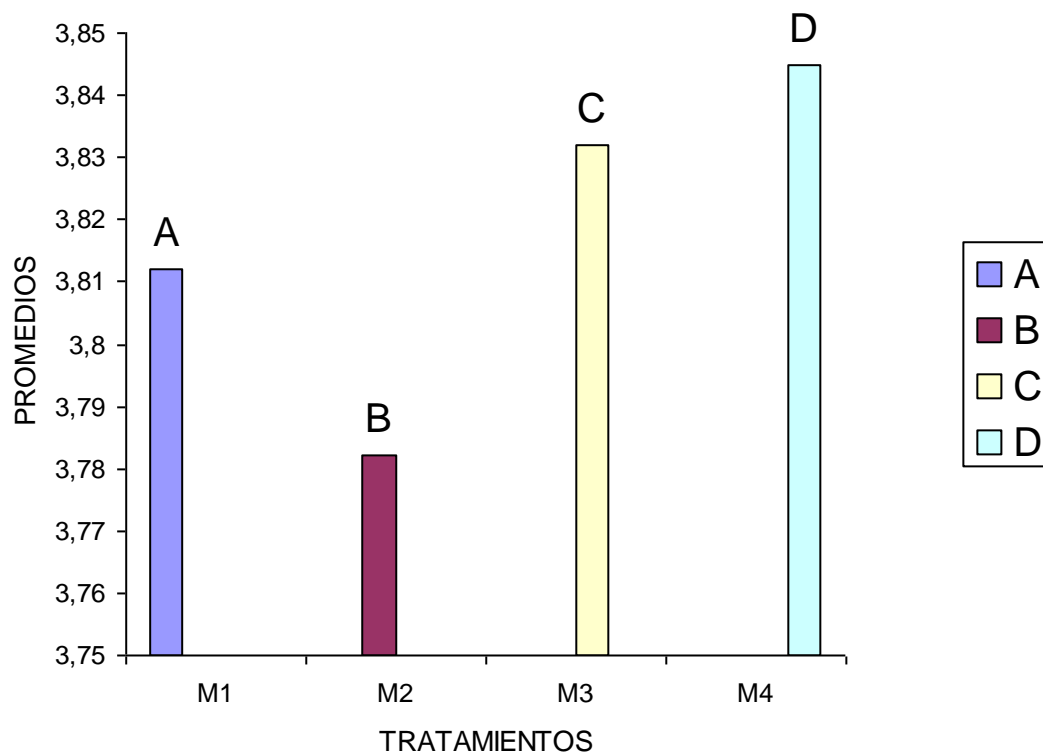


**Figura 2A. Comparación de promedios de la Materia Seca durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla**

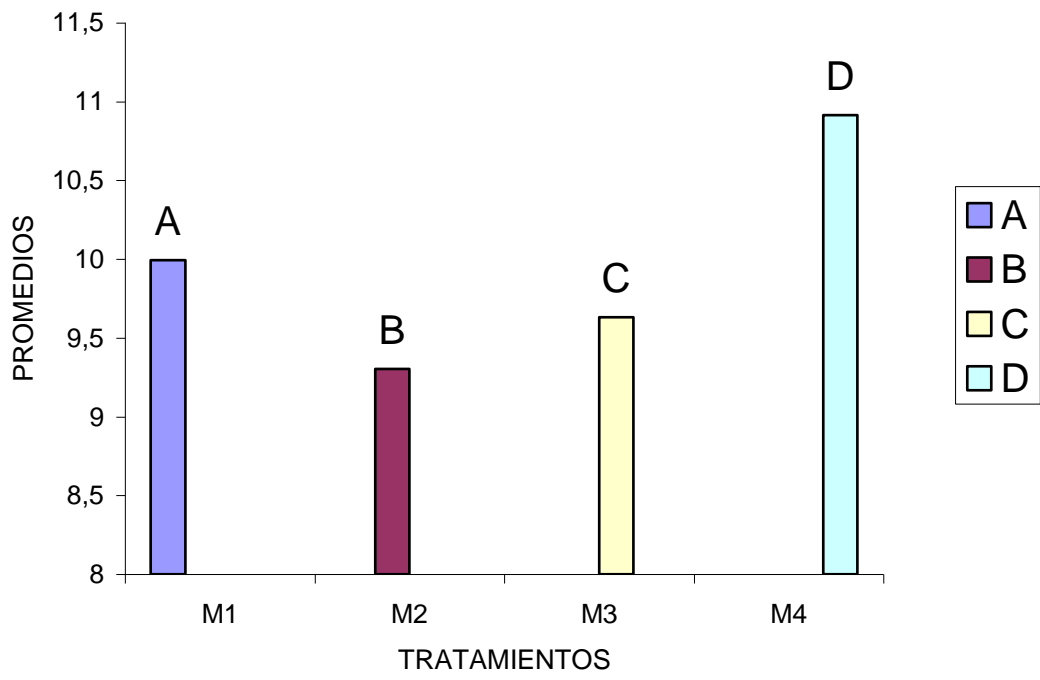


**Figura 3A. Comparación de promedios de PH durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla.**

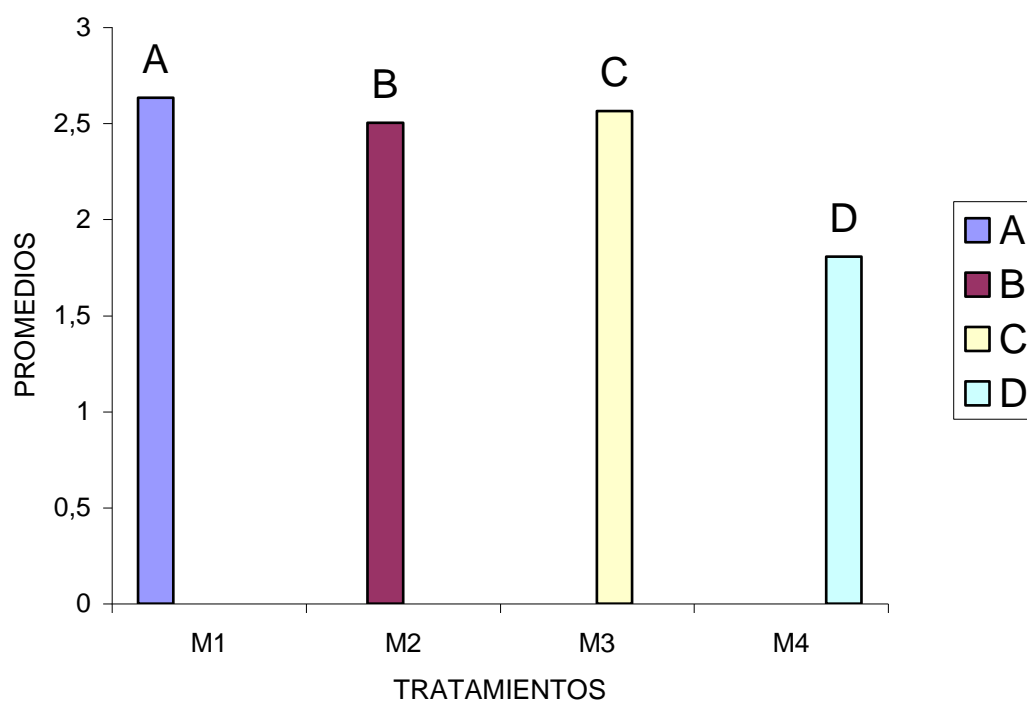




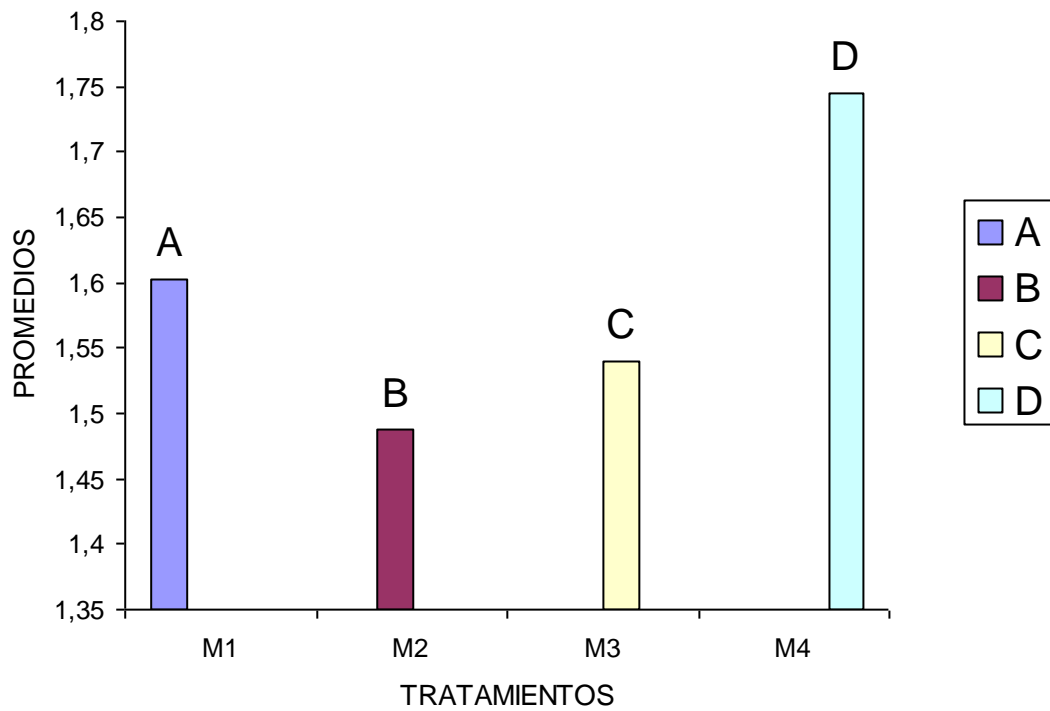
**Figura 4A. Comparación de promedios de Proteína Cruda durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla.**



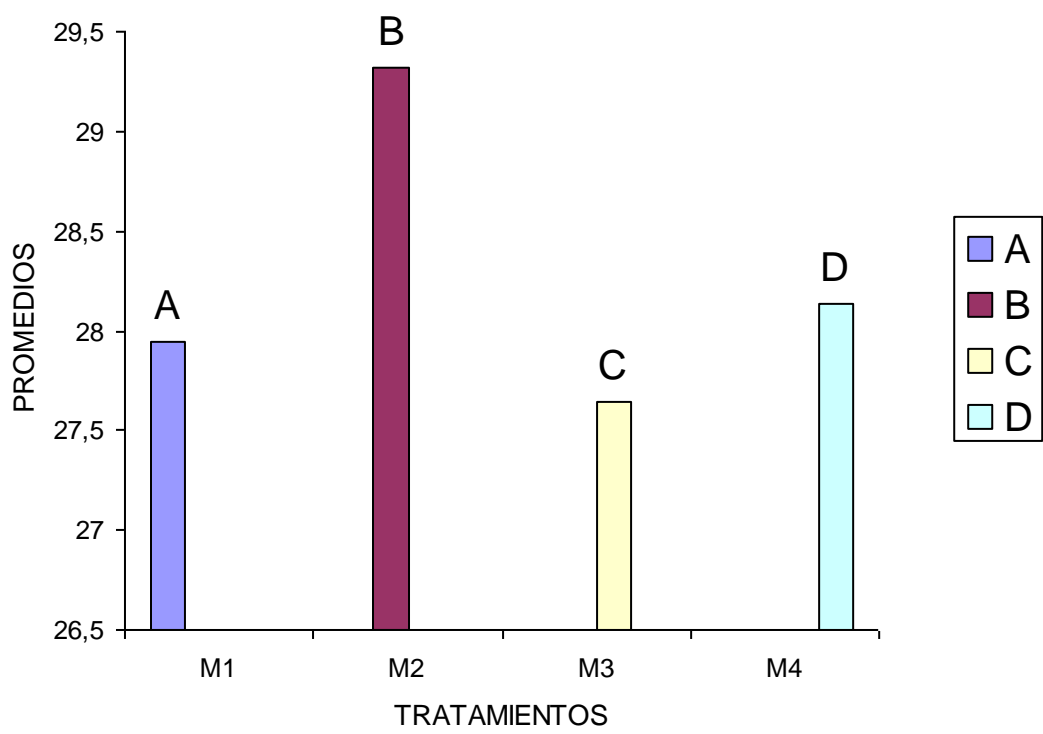
**Figura 5A. Comparación de promedios de Grasa Total durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla.**



**Figura 6A. Comparación de promedios de Nitrógeno durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla.**



**Figura 7A. Comparación de promedios de Celulosa durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla.**



**Figura 8A. Comparación de promedios de Lignina durante el proceso de fermentación en función del tiempo. M: mezcla.**

