

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**ENSILAJE DE MAIZ (*Zea mays*), EN ASOCIO CON LEGUMINOSAS EN LA
FINQUENDA ACHICHILCO, CANTON SAN ANTONIO CAMINOS, MUNICIPIO DE
SAN VICENTE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE.**

POR:

**JOSE GUILLERMO RODRIGUEZ LEMUS.
ISAAC ALEXANDER MARINERO DIAZ.
CARLOS MELVIN MEJIA CASTRO.**

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

SAN VICENTE, 27 DE MAYO DE 2005.

INVENTARIO: 70101680

T-UES
1304
R637e

17 OCT 2005

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**ENSILAJE DE MAÍZ (*Zea mays*), EN ASOCIO CON LEGUMINOSAS EN LA
HACIENDA ACHICHILCO, CANTÓN SAN ANTONIO CAMINOS, MUNICIPIO DE
SAN VICENTE, DEPARTAMENTO DE SAN VICENTE.**

POR:

JOSÉ GUILLERMO RODRÍGUEZ LEMUS.

ISAAC ALEXANDER MARINERO DÍAZ.

CARLOS MELVIN MEJÍA CASTRO.

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

SAN VICENTE, 27 DE MAYO DE 2,005.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINO

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

DECANO

LICDA. BERTA ALICIA HENRIQUEZ DE AREVALO

SECRETARIO

ING. AGR. JOSE ISIDRO VARGAS CAÑAS

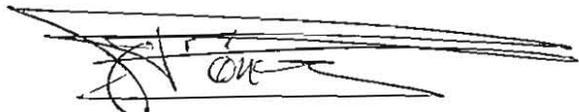
17 OCT 2005

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS



ING. AGR. JORGE LUIS ALAS AMAYA

DOCENTES DIRECTORES



DR. PEDRO ALONSO PEREZ BARRAZA



IGN. AGR. MSc. RENE FRANCISCO VASQUEZ



RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Hacienda Achichilco, Cantón San Antonio Caminos, Municipio de San Vicente, Departamento de San Vicente. Las condiciones climáticas del Municipio son: altura de 340 metros sobre el nivel del mar, la temperatura mínima anual es de 21.3°C y la máxima de 34.6°C., y la humedad relativa promedio de la zona es del 70%. La hipótesis planteada en la Investigación fue: El ensilaje de maíz con leguminosas es una alternativa de alimentación aumentado el contenido proteico y de bajo costo de producción.

Los tratamientos a evaluar fueron T_1 = ensilaje solo Maíz, T_2 = ensilaje Maíz- Frijol Soya, T_3 = Maíz-Frijol de Vara, T_4 = Maíz-Frijol Terciopelo. Con diferentes tiempos de apertura de 30, 45, 60 y 75 días de elaborados los ensilajes. Donde se determinaron los porcentajes de las siguientes variables.

Al evaluar la eficiencia de estas alternativas se determinó que el tratamiento T_4 = Maíz-Frijol Terciopelo a los 30 días fue el que alcanzó el mayor contenido nutricional en los porcentajes de Humedad, pH, Grasa, Nitrógeno, Proteína y Celulosa adecuados para no obtener problemas al momento de la alimentación del ganado.



AGRADECIMIENTOS

- A nuestros sinceros Agradecimientos a los Directores de tesis Msc. Ing. Rene Francisco Vásquez y Dr. Pedro Alonso Pérez Barraza por su ayuda incondicional y dedicar parte de su tiempo en el desarrollo en este trabajo de investigación.
- A la Inga. Agr. Ana Liliam Cabrera por su apoyo incondicional como Docente y Amiga durante el desarrollo de nuestra carrera.
- A todos los Docentes de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral que nos brindaron su apoyo.
- A todos los compañeros y amigos por compartir amistad, experiencias y momentos inolvidables.
- A la Universidad de El Salvador por permitir nuestra superación académica.



Autores.

DEDICATORIA

- **A DIOS TODO PODEROSO:** por haberme brindado la FE y honra necesaria para el feliz termino de mi formación profesional.
- **A MI MADRE:** Juana Emilia Marinero Díaz por su sacrificio y confianza durante todo el periodo de estudio en mi formación profesional.
- **A MI ESPOSA:** Wendy Rocío Lemus de Marinero por su amor y cariño y por estar en los momentos mas difíciles de mi estudio.
- **A MIS Hij@s:** Daniel y Berenice por su especial cariño y amor por que ellos fueron mi inspiración para seguir adelante y cumplir mi logro.
- **A MIS HERMANAS:** Sandra, Jessica y Jenny, que de alguna forma contribuyeron para que lograra esta meta.
- **A MI ABUELA:** Concepción de Marinero por su apoyo.
- **A MIS TI@S:** por impulsarme a lograr mi objetivo.
- **A MIS FAMILIARES:** por contribuir de alguna manera mi formación académica en especial mi Tío Marcos y Abuel@ por su ayuda en el momento mas necesario.
- **A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:** Por haber compartido muchas experiencias malas y buenas que compartimos durante la carrera.
- **DE IGUAL MANERA A TOD@S LOS AMIG@S Y HERMAN@S QUE ME ACOMPAÑARON DURANTE MI TRAYECTORIA DE ESTUDIANTE.**

Isaac Alexander Marinero Díaz.

DEDICATORIA

- **A DIOS TODO PODEROSO Y A LA SANTISIMA VIRGEN MARIA:** por brindarme la fe y permitirme la realización de mi formación profesional.
- **A MI PADRES:** Silvestre Rodríguez (Q.D.D.P.), a Maria Andrea Lemus de Rodríguez que con su apoyo y sacrificio contribuyeron a mi formación profesional.
- **A MIS HERMAN@S:** que con mucho cariño que de alguna forma contribuyeron para que lograra esta meta.
- **A MIS TI@S:** por impulsarme a lograr mi objetivo.
- **A MIS FAMILIARES:** por su apoyo i confianza en los momentos mas dificiles.
- **A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:** Por haber compartido muchas experiencias malas y buenas que compartimos durante la carrera.
- **DE IGUAL MANERA A TOD@S LOS AMIG@S Y HERMAN@S QUE ME ACOMPAÑARON DURANTE MI TRAYECTORIA DE ESTUDIANTE.**

José Guillermo Rodríguez Lemus.

DEDICATORIA

- **A DIOS TODO PODEROSO:** por brindarme la fe y permitirme la realización de mi formación profesional.
- **A MI PADRES:** que con su apoyo y sacrificio contribuyeron a mi formación profesional.
- **A MIS HERMANAS:** que con mucho cariño que de alguna forma contribuyeron para que lograra esta meta.
- **A MIS TI@S:** por impulsarme a lograr mi objetivo.
- **A MIS FAMILIARES:** por su apoyo i confianza en los momentos mas dificiles.
- **A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO:** Por haber compartido muchas experiencias malas y buenas que compartimos durante la carrera.
- **DE IGUAL MANERA A TOD@S LOS AMIG@S Y COMPAÑER@S QUE ME ACOMPAÑARON DURANTE MI TRAYECTORIA DE ESTUDIANTE.**

Carlos Melvin Mejía Castro.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Proceso del Ensilaje	2
2.1.1 Factores que intervienen en la Transformación Conservación del Forraje	2
2.1.2 Momento Oportuno de la Cosecha	2
2.1.3 Materiales que se pueden Ensilar	3
2.1.4 Proceso de Ensilaje	3
2.1.5 Sustancias Preservantes en Ensilaje	3
2.1.6 Tipos de Silos	4
2.1.7 Apertura del Silo	5
2.2 Cultivo del Maíz (<i>Zea mays</i>)	6
2.2.1 Generalidades del Maíz	6
2.2.2 Origen Y Distribución	6
2.2.3 Clasificación Taxonómica	6
2.2.4 Morfología del Planta	7
2.2.5 Adaptación	8
2.2.6 Contenido Nutricional	8
2.2.7 Requerimientos Climáticos	8
2.3 Cultivo de la Soya (<i>Glycine max</i>)	9
2.3.1 Generalidades	9
2.3.2 Origen Y Distribución	9
2.3.3 Clasificación Taxonómica	10
2.3.4 Morfología del Planta	10

2.3.5 Contenido Nutricional	11
2.3.6 Requerimientos Climáticos Y Edáficos.....	11
2.3.6.1 Temperatura y Suelo.....	12
2.3.7 Siembra Y Cosecha	12
2.4 Cultivo del Frijol de Vara (<i>Phaseolus vulgaris</i>).....	12
2.4.1 Generalidades	12
2.4.2 Origen	12
2.4.3 Clasificación Taxonómica	13
2.4.4 Características Botánicas de la Planta	13
2.4.5 Contenido Nutricional	14
2.4.6 Condiciones Climáticas y Edáficas	14
2.4.7 Siembra Y Cosecha	15
2.5 Cultivo del Frijol Terciopelo (<i>Mucuna spp.</i>).....	16
2.5.1 Generalidades	16
2.5.2 Origen Y Distribución	16
2.5.3 Clasificación Taxonómica.....	16
2.5.4 Características Botánicas.....	16
2.5.5 Factores Ambientales	17
2.5.6 Etapas Fenológicas	17
2.5.7 Siembra Y Cosecha	17
2.6 Variables a Evaluar.....	18
2.6.1 Porcentaje de Humedad	18
2.6.2 Porcentaje de Materia Seca.....	18
2.6.3 Porcentaje de pH.....	19
2.6.4 Porcentaje de Grasa Total.....	19
2.6.5 Porcentaje de Nitrógeno	20
2.6.6 Porcentaje de Proteína	20
2.6.7 Porcentaje de Celulosa.....	21
2.6.8 Porcentaje de Lignina	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1 Localización del Ensayo.....	22

3.2 Características Climáticas Y Edáficas	22
3.2.1 Temperatura.....	22
3.2.2 Precipitación	22
3.2.3 Humedad Relativa	22
3.2.4 Suelos.....	22
3.2.5 Uso Actual	22
3.2.6 Fertilidad.....	22
3.3 Metodología de Campo	23
3.3.1 Ubicación Geográfica	23
3.3.2 Muestras del Suelo.....	23
3.3.3 Preparación del Terreno.....	23
3.3.4 Diseño de Campo.....	23
3.3.5 Siembra de la Parcela	24
3.3.6 Riego por Gravedad.....	25
3.3.7 Control de Maleza	25
3.3.8 Raleo.....	26
3.3.9 Fertilización y Aporco	26
3.3.10 Orientación de Guías	26
3.3.11 Control de Plagas.....	26
3.3.12 Control de Enfermedades	27
3.3.13 Cosecha.....	27
3.4 Elaboración de los Silos	27
3.4.1 Procesamiento.....	27
3.4.2 Elaboración del Ensilaje	28
3.4.3 Apertura de los Silos.....	28
4. METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....	29
4.1 Destilación Azeotrópica con Tolueno	29
4.2 Determinación de Materia Seca.....	30
4.3 Determinación de Grasa Total	31
4.4 Determinación de Proteína	32
4.5 Determinación de Lignina y Celulosa	34

5. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA.....	36
5.1 Diseño de Cuadrado Latino	36
5.2 Variable a Evaluar	37
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
6.1 Variable Humedad.....	38
6.2 Variable Materia Seca	41
6.3 Variable pH.....	43
6.4 Variable Grasa Total.....	46
6.5 Variable Nitrógeno	49
6.6 Variable Proteína	52
6.7 Variable Celulosa	54
6.8 Variable Lignina.....	57
6.9 Discusión General.....	60
7. CONCLUSIONES.....	63
8. RECOMENDACIONES	65
9. BIBLIOGRAFÍA	66

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1- Análisis de varianza para la variable Humedad	38
2- Porcentaje de Humedad por tratamiento y periodo.....	38
3- Análisis de varianza para la variable Materia Seca.....	41
4- Datos totales de Materia Seca por tratamiento y periodo.....	41
5- Análisis de varianza de parámetro pH.....	43
6- Datos totales de pH por tratamiento y periodo.....	44
7- Análisis de varianza de parámetro de Grasa Total.....	46
8- Datos promedios de Grasa Total por tratamiento y periodo	46
9- Media de Grasa Total	47
10- Análisis de varianza de parámetro Nitrógeno	49
11- Datos totales de Nitrógeno por tratamiento y repetición.....	49
12- Análisis de varianza de parámetro Proteína	52
13- Datos totales de Proteína por tratamiento y periodo	52
14- Análisis de varianza de parámetro Celulosa	54
15- Datos totales de Celulosa por tratamiento y repetición.....	55
16- Análisis de varianza de parámetro Lignina.....	57
17- Datos totales de Lignina por tratamiento y repetición	57

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráficos	Pág.
1- Porcentaje de Humedad.....	39
2- Porcentaje de Materia Seca	42
3- Porcentaje de pH	44
4- Porcentaje de Grasa Total	47
5- Porcentaje de Nitrógeno	50
6- porcentaje de Proteína	53
7- Porcentaje de Celulosa	55
8- Porcentaje de Lignina.....	58



1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador las gramíneas y leguminosas constituyen una de las fuentes principales de alimentación bovina. Por su alto contenido de proteína y energía aumentan la producción de leche, durante la época seca hay una disminución de disponibilidad de forrajes de buena calidad afectando la producción de leche y el comportamiento reproductivo de las vacas y novillas por lo que a veces se recurre al uso de alimentos concentrados, y su alto costo de ellos principalmente de las fuentes proteicas hace que su utilización sea antieconómica.

Los Follajes provenientes de arbustos de gramíneas y leguminosas por su alto contenido de energía y nitrógeno constituyen un importante potencial como fuente de energía y proteína en la alimentación de rumiantes.

El Ensilaje de Maíz con Leguminosas se propone como una nueva alternativa de alimentación en la época seca, proporcionando un ensilaje de alto contenido proteico y de bajo costo de producción, de fácil elaboración, utilizando materiales que se adapten y se encuentren en la zona, se pretende que los productores obtengan un alimento de buena calidad en la época de mayor crisis alimenticia, al mismo tiempo se reduce los problemas de desnutrición y algunas enfermedades y lo más principal la baja producción de leche y carne.



2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El Proceso Del Ensilaje

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción.

- Ensilaje: es el forraje verde y húmedo almacenado sin aire, y que después de haber sufrido un proceso de fermentación, este acto para el consumo de los animales.

- Silo: es el depósito donde se colocan los forrajes, en la época de abundancia, para suministrarlos a los animales en la época seca. (López, 1,993).

2.1.1 Factores que Intervienen en la Transformación Y Conservación del Forraje

- Oxígeno constituye el combustible para que la respiración intracelular de las plantas al principio y después de los fermentos, se obtiene una elevación de temperatura que caracteriza el fenómeno de la fermentación.

- Fermentos son las bacterias y levaduras que van al silo junto con el forraje y en condiciones favorables actúan y se desarrollan utilizando el oxígeno del aire obtenido de la masa ensilada. (López, 1,993).

2.1.2 Momento Oportuno de la Cosecha

La mayoría de los cultivos deben cosecharse para ensilarlos, antes de la maduración; después de esta la actividad vital disminuye, las diversas acciones protoplasmáticas son menos activas, originándose una acidez mucho menor que favorecen el desarrollo microbiano no deseado. En estado más avanzado proporcionan mayores tonelajes de materia seca, pero el contenido proteico es menor y los nutrientes son menos digeribles. (Reaves, 1,990).

2.1.3 Materiales que se Pueden Ensilar

Prácticamente cualquier cultivo forrajero que sea adecuado para praderas o producción de heno puede utilizarse para producir buen ensilaje. Un ensilaje de alta calidad no podrá obtenerse de forrajes pobres, demasiados maduros o de cultivos forrajeros dañados.

- Pastos: las gramíneas forrajeras más utilizadas son: Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Guinea (*Panicum maximum*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*), King Grass (*Pennisetum purpureum*), etc.

- Cultivos: tenemos el Maíz (*Zea mays*), el Sorgo (*Sorghum bicolor*), aun constituido por largo tiempo los cultivos forrajeros por excelencia para el ensilaje, los cuales contienen bastante carbohidratos.

- Árboles: las especies de árboles cuyo forraje utilizados que son ricos en proteínas; se ensila en bajas proporciones, mezclando con pastos, Maíz o Sorgo; entre ellos tenemos: Madrecacao (*Gliricidia sepium*), Tigüilote (*Cordia dentata*), Leucaena (*Leucaena spp.*). (CATIE, 1,994).

2.1.4 Proceso de Ensilaje

El ensilaje se produce por la fermentación de los azúcares del material verde de los forrajes, las bacterias productoras de ácidos, se multiplican rápidamente y producen ácidos orgánicos de los azúcares, dichos ácidos son lácticos y el acético son de la leche agria y el vinagre. Este proceso continua hasta que la cantidad de ácidos presente evita la actividad de las bacterias. La acción de estas bacterias formadoras de ácido retarda la actividad de los organismos que descomponen las proteínas y otros; si se dejan desarrollar producen un olor y sabor indeseados en el ensilaje. (Reaves, 1,990)

2.1.5 Sustancias Preservantes en Ensilaje

Materiales como melaza, pulpa de cítricos y maíz triturado, proveen una fuente de azúcares solubles que la bacteria usa para hacer el ácido láctico. Si gramíneas o leguminosas se ensilan a

niveles de humedad superiores del 70%, estos materiales pueden ser agregados para asegurar que el nivel de azúcares solubles sea suficientemente alto para llevar el proceso a su terminación.

- Melaza: son de los preservativos mas usados proporcionan azúcar que puede fermentarse por las bacterias y producir ácido láctico y acético.

- Harina de Maíz Y Elote: pueden usarse como materiales aditivos por estar secos dichos materiales absorben humedad. Su valor principal consiste en proporcionar almidón que se transformara en azucares y se fermentara.

- Ácidos Inorgánicos: preservan eficazmente los ensilajes de zacates y leguminosas. Los ácidos usados son: ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y el fosforico y otros como el bióxido de azufre líquido, bisulfito de sodio en polvo y metabisulfito de sodio. (Reaves, 1,990).

2.1.6 Tipos de Silo

Existen diferentes métodos de ensilaje el cual de describen a continuación:

1. Silos Verticales: es un silo aéreo o de torre, generalmente cilíndricos, son construidos con diferentes materiales, como: ladrillo, bloques de cemento, cemento armado, piedra, lamina metálica, madera, etc. La estructura de estos silos deben estar reforzados para que puedan soportar las grandes presiones que produce el ensilaje sobre las paredes.

2. Silos Horizontales: son los comúnmente usados de trinchera y Bunker su construcción resulta mas barato se llenan y vacían con facilidad y no requieren de maquinaria especial, hay menos pérdidas por jugos exprimidos, pero la superficie expuesta a las condiciones ambientales. Los silos de Trincheras son excavados en el suelo. Se ubican en lugares donde hay alguna loma o declive, de tal manera que unos de los extremos que de a nivel del piso para que permita el acceso a maquinaria y la instalación del drenaje, las paredes laterales pueden o no estar recubiertos o se puede revestir con madera, ladrillo o concreto. Los silos de Bunker son construidos sobre la superficie del suelo y las paredes son verticales, y necesitan de soportes que puedan ser postes, puntales, abrazaderas o todos a la vez, el piso es necesario que sea de concreto o ladrillo.

3. Silos del Montón: son los más baratos ya que no necesitan construcción alguna el material se va almacenando en un lugar previamente escogido, generalmente será del cultivo que se va a

ensilar, su forma puede ser redonda, cuadrada o rectangular; una vez terminado se debe colocar suficiente peso en la parte superior para asegurar una buena fermentación. (López, 1,993).

4. Microsilo: 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. (MAG, 2,003).

Es una tecnología barata, sencilla y fiable de ensilado en bolsas de plástico que demuestra que es posible producir ensilaje de alta calidad (Reaves, 1,990).

Consiste en el ensilaje tanto de forraje como productos agroindustriales, así, como pulpa de cítricos, piña y otros materiales en bolsas de polietileno con un peso promedio de 20 Kg.

4.1 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 temporada seca. (Reaves, 1,990).

También cabe resaltar, que son fácilmente transportables a cualquier lugar de la finca, donde se ofrece el ensilaje a los animales (MAG, 2,003).

Un ensilado bien hecho puede ser también un alimento de producción de leche o lograr ganancias de peso en el engorde de novillos. 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, 2,003).

2.1.7 Apertura del Silo

Los silos aéreos pueden abrirse de los 10 días en adelante, después que han sido cerrados. Los silos subterráneos deben abrirse al mes o preferiblemente al mes y medio.

El ensilaje según la cantidad de alcohol, ácido acético y ácido láctico que contenga presenta, modificaciones ligeras en su color y sabor; el olor a vino y a color de tabaco claro es como debe presentarse un buen ensilaje; cuando domina fuertemente el ácido acético indica que obtuvo la

inconveniente fermentación acética, el olor a vinagre es marcado y la coloración es de color verde mas oscuro. (López, 1,993).

- Método del Marchitamiento; el forraje de deja tendido para que sufra una deshidratación en el campo: en un día brillante y caluroso, se necesita de 1 a 4 horas para marchitar y llevarlo a un contenido de humedad de 65-70% si el día esta frío y nublado la marchites puede requerir de 2 a 3 días.

- Método de Corte Directo: en este método, se corta, pica y lanza el forraje directamente a los camiones o vagones (trailer). Estos forrajes picados y depositados dentro del silo se requieren de 1 a 2 operaciones menos que el método del marchitamiento. (López, 1,993).

2.2 Cultivo del Maíz (*Zea mays*)

2.2.1 Generalidades del Maíz

Importancia:

El maíz es una de los cereales de mayor importancia por ser parte de la dieta alimenticia del ser humano ya que un 95% de la producción nacional se utiliza para el consumo humano. (CENTA, 1,993).

Según las estadísticas de la Dirección General de Economía Agropecuaria, en el año de 1,996 el área plantada de maíz en El Salvador fue de 379,300 manzanas, lo cual genero una producción de 13, 705,900 quintales con un rendimiento promedio de 36.13 quintales por manzana. (Martines, 1,997),

2.2.2 Origen Y distribución:

En la actualidad se acepta que es originario de América concretamente de la zona situada entre la mitad Sur de México y Sur de Guatemala y se cultiva hace 1,500 años.

Los primeros Mazorcas se encontraron en Tehuacan, México hace aproximadamente 7,000 años, estas mazorcas eran delgadas y pequeñas; en Sur América se encontraron principalmente en las zonas costeras del Perú, a partir de estas áreas, el cultivo del maíz fue extendiéndose, primero en América del Norte propagándose al resto del mundo. (OCÉANO, 1,999).

2.2.3 Clasificación Taxonómica:

División: Antofitas

Subdivisión:	Angiospermas	
Clase:	Monocotiledóneas	
Orden:	Gluniforos	
Familia:	Gramíneas	
Tribu:	Maídeas	
Genero:	Zea	
Especie:	mays	Según CENTA, 1,993.

2.2.4 Morfología de la Planta

Estructura Vegetativa: básicamente, la planta de maíz esta constituida por tres estructuras vegetativas que son: raíz, hoja y tallo.

La Raíz: inicialmente se desarrolla cuatro o cinco raíces a partir de las semillas (raíces primarias), estas son funcionales en los primeros estadios, luego son sustituidos por otros secundarios que se producen a partir de las ocho a diez primeros nudos de la base del tallo. A partir de las cuatro o cinco nudos por encima de la superficie, emite otro tipo de raíces adventicias más gruesas que sirven para mejorar el anclaje de la planta.

El Tallo: lo constituye un eje formado por nudos y entrenudo, cada nudo es el punto de inserción de una hoja. Los entrenudos son macizos, en lugares de huecos, la parte principal del tallo es conocida como corona, la cual posee entrenudos cortos de los cuales aparecen las raíces principales y los brotes laterales.

La Hoja: esta constituida por vainas, cuello y lámina. La vaina tiene una estructura cilíndrica abierta hasta la base que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transacción entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lamina es una banda angosta de 1.5 metros de largo por 0.10 metros de ancho y termina un ápice agudo. (OCÉANO, 1,999).

La Inflorescencia: la planta es hermafrodita y monoica, es decir que tiene los dos sexos en la misma planta pero separados en estructura diferentes.

El sexo masculino se ubica en la panoja, donde se produce el polen. La mazorca constituye el sexo femenino donde cada pistilo o estigma provienen de un óvulo situado en el raquis o tuza. (OCÉANO, 1,999).

2.2.5 Adaptación:

El maíz se adapta a un amplio rango de valores de temperatura, para una buena producción, esta debe oscilar entre 20-30°C.

Los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son: los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundidad efectiva adecuada y con elevada capacidad de retención de agua y se adapta muy bien en clima tropical desde el nivel del mar hasta los 1,000 metros sobre el nivel del mar. (CENTA, 1,993).

2.2.6 Contenido Nutricional

Composición Química del Maíz			
Descripción	Amarillo Trillado (%)	Blanco Centeno (%)	Blanco Trillado (%)
Agua	12.00	15.20	25.00
Proteína	8.40	7.60	8.70
Grasas	1.20	3.80	0.90
Carbohidratos	77.30	71.20	74.60
Fibra	0.50	1.90	0.50
Ceniza	0.60	1.30	0.30
Hierro	1.20	2.10	1.10
Calorías	361	328	348
Vitamina "A"	300 UI		

CENTA, 1,993.

2.2.7 Requerimientos Climáticos Y Edáficos

Temperatura y Humedad Relativa:

Los límites térmicos se sitúan entre 13°C como temperatura mínima y 30°C como máxima. (OCÉANO, 1,999).

En cuanto a la precipitación pluvial promedio mensual necesita de 114.75 mm y una humedad relativa de 75% se cree que cuando la temperatura la radiación son altas y la humedad relativa es baja se produce una mayor evaporación del agua desde la superficie del suelo y de las hojas. (Rommel, 1,994).

Suelos:

Necesita suelos fértiles, bien drenados, de textura media (francos), profundidad efectiva adecuada y con elevada capacidad de retención de agua con un Ph entre 5.5-7.00. (OCÉANO, 1,999).

Absorción de Nutrientes:

Nitrógeno: la demanda de nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla, cuando se aproxima el momento de la floración.

Fósforo: el fósforo contribuye al metabolismo de la planta joven a una mejor utilización del nitrógeno, además necesita grandes cantidades de potasio, ya que la deficiencia de este las hace susceptible al acame y menos resistentes a enfermedades fungosas; el Calcio actúa en la vida de la planta y en el medio nutritivo como antitóxico contrarrestando los efectos de otros elementos.

El Magnesio: es el único elemento inorgánico en la clorofila y por lo tanto esenciales en los vegetales, las necesidades de azufre en el maíz son pequeñas comparadas con otros elementos principales. Los micronutrientes son importantes para la nutrición de la planta como los nutrientes mayores a un que no se requiere grandes cantidades de ellos.

2.3 Cultivo de la Soya (*Glycine max*)

2.3.1 Generalidades de la Soya

Importancia:

El grano de soya provee una fuente proteica y de grasa y puede ser usado en la población humana o bien constituir un integrante proteico de los concentrados para la alimentación animal. (CENTA, 1,993).

2.3.2 Origen Y Distribución:

La soya tiene sus orígenes en la China Nor-Oriental y se considera activamente como la leguminosa más importante del mercado mundial. La soya se encuentra difundida además de Asia, en Europa, América, África y en Australia, bajo las condiciones alimenticias mas variadas.

El cultivo empezó a adquirir relevancia mundial en 1,950 cuando se verificó un aumento de la demanda de aceites vegetales. (OCÉANO, 1,999).

2.3.3 Clasificación Taxonómica

Reino:	Vegetal
División:	Antofita
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledóneas
Subclase:	Diapétalas
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminosas
Subfamilia:	Papilionáceas
Genero:	Glycine
Especie:	max (Moreno, 1,992).

2.3.4 Morfología de la Planta

Características Vegetativas:

Raíz: el sistema radicular consta de una raíz principal pivotante, y puede alcanzar hasta dos metros de profundidad en condiciones favorables de suelos. Se caracteriza como todas las leguminosas por producir nódulos.

Tallo: este es de color verde oscuro, erecto y presenta la característica de ser veloso y pubescente, con un número de nudos y entrenudos. El tallo es de crecimiento determinado cuando termina en un racimo floral que origina a la vez una vaina; la altura del tallo varia de 0.50 a 0.90 metros y en un suelo fértil alcanza hasta 1.40 metros. (Moreno, 1,992).

Hoja: al inicio presenta dos hojas cotiledóneas, luego aparecen dos sencillas opuestas, después son alternas, compuestas largamente pecioladas y todas provistas de pequeñas estipulas. Los foliolos son de forma ovaladas-elíptica, pubescentes en la lamina superior pero menos intenso. (OCEANO, 1,999).

Vaina: las vainas son generalmente cortas de tamaño, de color variable, según variedades y tipos, pero nunca superan los 10 mm de longitud, contienen de 2 a 5 granos y todas las vainas de una misma planta maduran simultáneamente. (CENTA, 1,993).

Semilla: se compone de dos partes: el tegumento o capa protectora y el embrión, en donde se encuentra los órganos básicos de formación de la planta adulta, y los cotiledones o hojas embrionarias con tejidos de reserva que contienen fundamentalmente aceite y proteína son de forma ovalada o globosa, con diámetro que mide de 3 a 8 mm su color varia dependiendo de las variedades; va de amarillo, blanco, rojo pardo, rojo verde, rojo, verde amarillo, verde y negro. (OCÉANO, 1,999).

2.3.5 Contenido Nutricional

Composición Química de la Soya			
Descripción	Grano Entero (%)	Harina (%)	Leche Atomizada (%)
Aa	9.5	7.7	3.4
Proteína	34.0	32.6	37.9
Grasas	16.1	18.7	30.0
Carbohidratos	27.9	33.4	21.9
Fibra	7.3	2.6	—
Ceniza	5.2	5.0	0.4
Hierro	8.9	8.6	0.3
Calorías	366	405	30
Vitamina "A"	—	50	40

Según CENTA, 1,993.

2.3.6 Requerimientos Climáticos Y Edáficos

La soya es una planta que se adapta satisfactoriamente a las condiciones del país, pero es susceptible a los cambios de clima. La diferencia de crecimiento para una misma variedad en diferentes hábitos es tan evidente como si se tratara de dos variedades.

2.3.6.1 Temperatura y Suelo:

La soya se desarrolla bien en un rango que oscila de 10-30°C; en un rango óptimo de 20-30°C su rango de adaptación para El Salvador es de 0-800 metros sobre el nivel del mar.

Con suelos de textura francos arcillosos a francos arenosos, pero en las condiciones principales debe poseer un buen drenaje, buena aireación interna y un buen contenido de materia orgánica, no deben ser ni muy arenosos ni muy arcillosos, con un pH ligeramente ácido de 5.8 a 7. (CENTA, 1,993).

2.3.7 Siembra Y Cosecha:

La labor de cosecha se realiza en condiciones de ambiente seco, por lo que se considera que la mejor época de siembra esta comprendida desde el 18 de Junio al 30 de Julio un adelanto en época de siembra puede ocasionar que se coseche cuando a un no ha dejado de llover por que la semilla se deteriora en su calidad, si se siembra tarde se reduce su potencial de crecimiento y por ende su rendimiento.

Cosecha:

La cosecha debe realizarse cuando el contenido de humedad de la semilla sea del 14-15% por debajo de estas cifras se registran perdidas por resquebrajamiento del grano y por encima se incurren mayores costos de secado. (CENTA, 1,993).

2.4 Cultivo del Frijol de Vara (*Phaseolus vulgaris L.*)

2.4.1 Generalidades del Frijol

Importancia:

El frijol es una Leguminosa de importancia en la dieta de la población salvadoreña por su contenido nutricional de vitaminas y minerales, diversidad de maneras de preparación y precio al alcance de todos los estratos sociales y es de fácil manejo agronómico y de alta rentabilidad. La parte aprovechable para consumo humano es el fruto; generalmente se consume cocido y encurtido; también se puede consumir fresco y congelado. (CENTA, 2,003).

2.4.2 Origen:

El origen de esta especie es México hasta las Argentina

2.4.3 Clasificación Taxonómica

Reino:	Vegetal
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Rosales
Familia:	Leguminoseae
Subfamilia:	Papilionoideae
Tribu:	Phaseolae
SubTribu:	Phaseolinae
Genero:	Phaseolus
Especie:	vulgaris. L. (CENTA, 2,003).

2.4.4 Características Botánicas de la Planta

Es una planta anual con su sistema radicular bien desarrollado y de crecimiento muy rápido. Esta compuesta de una raíz principal con muchas raíces secundarias situadas en la parte superior cercanas a la superficie del suelo, que nodulizan mediante la fijación simbiótica con *Rhizobium Phaseolis*; los tallos son herbáceos, delgados, la altura varia de acuerdo con la variedad.

Las hojas son compuestas, trifoliadas, adoptadas de pequeñas estipulas en la base del peciolo; la inflorescencia es en racimos, las corolas son de color variado: blanco amarillento y rosa.

La fecundación es fundamentalmente autogama, con menos de 5% de alogamia. La fructificación es en vainas con secciones, longitud y forma variable encontrándose en forma rectas y curvas con bordes redondeados o comprimidos. Las semillas son generalmente arriñonadas prevista de dos cotiledones gruesos. (CENTA, 1,999).



2.4.5 Contenido Nutricional

Composición Química del Fríjol	
Descripción	%
Calorías	37.00
Agua	88.20
Proteínas (g)	2.40
Carbohidratos (g)	8.10
Fibra (g)	2.30
Ceniza (g)	1.00
Calcio (mg)	88.00
Fósforo (mg)	49.00
Hierro (mg)	1.40
Vitamina A	317.00
Vitamina B1 (mg)	0.07
Niacina (mg)	0.71
Vitamina C (mg)	9.60

Según CENTA, 2,003.

2.4.6 Condiciones Climáticas y Edáficas

Clima:

El óptimo desarrollo del cultivo se da en temperaturas de 10 a 27° C y humedad relativa del aire entre 70 y 80%, altitudes de 200 a 1,500 m.s.n.m., precipitación entre 300 y 400 mm de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenados de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad atrofia el desarrollo de la planta y favorece el ataque de enfermedades. En El Salvador, el cultivo se adapta desde los 300 a 1,500 m.s.n.m. Las zonas comprendidas entre las precipitaciones de 1,500 a 2,000 mm anuales se consideran óptimas.

Suelos:

Las características físicas y químicas de suelos apropiados para el cultivo son de textura Franca a Franca Arcillosa, profundidad efectiva superior a 60cm, Materia Orgánica de 3.5%, en condiciones de acidez elevadas el desarrollo se detiene y las plantas presentan anomalías y un pH de 5.5 a 7.0 (CENTA, 1,995).

2.4.7 Siembra Y Cosecha:

Siembra:

La siembra se realiza por medio de siembra directa, los distanciamientos varían de acuerdo con el tipo de crecimiento del cultivar.

Tipo arbustivo; con una sola hilera de plantas, con un distanciamiento de 0.60 a 0.70 metros entre hileras, y de 0.10 a 0.30 metros entre plantas. Aunque es más usual sembrarlo a 0.20 metros entre posturas.

En doble hilera de planta se siembra de 0.60 a 0.90 metros entre surcos y 0.30 metros de hilera, entre posturas; se siembra a 0.20 metros.

De guía; el distanciamiento entre hileras de plantas es entre 1.0 y 1.20 metros y de 0.20 y 0.40 metros entre posturas, dejando dos plantas por postura. Tutorado; para los cultivares de crecimiento indeterminado o intermedios existen tres sistemas de tutorado: estacado individual, estable y espaldera. Esta práctica permite a la realización de cultivos de relevos con tomate y pepino por lo que hay un mayor aprovechamiento del tutor.

Cosecha:

Se inicia cuando las vainas alcanzan su máximo tamaño pero los óvulos no han completado un cuarto de su tamaño normal. El fruto debe ser tierno, color verde claro opaco y de forma alargada, recta o ligeramente cóncava; formas enrolladas disminuyen su calidad el diámetro preferible es de 2 a 3 y de largo de 12 a 20 centímetros. La textura deberá ser suave, sin fibras, con ausencia sin daños mecánicos y pudriciones. (CENTA, 2,003).

2.5 Cultivo del Frijol Terciopelo (*Mucuna sp.*)

2.5.1 Generalidades:

Importancia:

Es una leguminosa anual de tallos rastreros o trepadores de rápido desarrollo, cuyos tallos alcanzan hasta 8 metros de largo excelente como planta forrajera o para abono verde.

El grano también se utiliza en forma de harina como concentrado para el grano en general. (CENTA, 1, 993).

2.5.2 Origen Y Distribución:

El frijol terciopelo es originario de los países del este de Asia se dice que fue traída a Mesoamérica (México y Centroamérica), por los compañías bananeras para alimentar las mulas usadas en el transporte de bananos. Cuando las mulas ya no fueron necesarias las compañías bananeras dejaron de sembrar el frijol, sin embargo, los agricultores para obtener forraje, mejorar la fertilidad de sus suelos y combatir las malezas iniciaron su uso como abono verde. (Quirós, 1,998).

2.5.3 Clasificación Taxonómica

Reino:	Vegetal
Familia:	Fabaceae
Genero:	<i>Mucuna</i>
Especie:	spp. (Quirós, 1,998).

2.5.4 Características Botánicas

La *Mucuna* o Frijol Terciopelo es una planta anual robusta de crecimiento indeterminado y de hábito rastrero. Tiene ramos trepadores, hojas trifoliadas con folíolos grandes y membranosos; la vaina es gruesa de unos 10 centímetros de largo y esta cubierta por pelos finos, posee entre 5 y 6 semillas; su inflorescencia se da en racimos axilares con gran cantidad de flores. Algunas

variedades presentan semillas de colores grises y en otros casos negro y blanco pintado; la semilla negra produce alrededor de 20 toneladas, la semilla pinta o pintada de 10 a 20 toneladas de materia verde. (Quirós, 1,998).

2.5.5 Factores Ambientales

Adaptación:

El frijol terciopelo un razonable desarrollo en la sombra y un rápido crecimiento en condiciones favorables de humedad, luz y buen nivel de fertilidad, proporciona una excelente cobertura del suelo. (Quirós, 1,998).

Se adapta bien en climas cálidos y templados y a alturas comprendidas entre 0-1,300 metros sobre el nivel del mar con temperaturas entre 18 a 30°C crece bien bajo condiciones de suelos que sean profundos y bien drenados, se puede sembrar tanto en suelos fértiles y pobres con un Ph de 6.0a 7.5. (López, 1,993).

2.5.6 Etapas Fenológicas:

Las etapas de desarrollo del frijol terciopelo siguiendo la metodología establecida es la siguiente:

Etapa 0: Germinación Sexto día

Etapa 1: Emergencia Octavo día

Etapa 2: Hojas Primarias Catorceavo día

Etapa 3: Primera Hoja Trifoliada Diecinueveavo día

Etapa 4: Tercera Hoja Trifoliada Veinticincoavo día

Etapa 5: Pre-floración Ciento diez días

Etapa 6: Floración Ciento veintedías

Etapa 7: Formación de Vainas Ciento veintinueve días

Etapa 8: Llenado de Vainas Ciento Cuarenta y cuatro días

Etapa 9: Maduración Ciento Cincuenta días

2.5.7 Siembra Y Cosecha:

Se hace directamente en el terreno dejando distancias de 50 centímetros entre surco y surco sembrando 2 semillas por cada 40 centímetro, enterrados a una profundidad de 4 centímetros. Para sembrar una manzana se necesitan de 80 a 100 lb. de semilla.

La cosecha: para la producción de forraje verde el corte se efectuara a los 90 días después de sembrados y cuando se cultiva para aprovechar el grano a los 130 o 150 días después de la siembra. (López, 1,993).

2.6 Variables a Evaluar

2.6.1 Porcentaje de Humedad

El contenido de humedad del cultivo de corte debe tener distinta incidencia según el sistema de almacenaje (bolsa), que se utilice en los silos (fuente, torca, bunker, de montón), pueden drenarse fácilmente si se realiza un óptimo manejo de la confección del silo (compactado, tapado), el ensilaje puede ser bueno en cambio en la bolsa el exceso de humedad puede dificultar el embolsado además provoca perdidas por mala fermentación a acusa del agua que queda adentro.

El contenido de humedad del silo debería de tener más del 50% de humedad un exceso de humedad al 75% es dañino produciendo un ensilaje acido que reduce la palatabilidad y el consumo. Para ajustar el grado de humedad se puede agregar Agua o Alimentos acuosos o secos según sea necesario.

Cuando la humedad del material es alta se desarrollan Bacterias, Amoniaco, y Aminas, como Cadaverina, Histamina y Butrescina, características de la materia orgánica en descomposición ofreciendo un ensilaje de mala calidad. El desarrollo de estas bacterias se evita bajando la humedad amenos del 70% o aumentando la acides.

2.6.2 Porcentaje de Metería Seca

Tantos en los ensilajes de planta como de Maíz, Sorgo y Pasturas como Forrajes Frescos (verdes y pasturas), se observa una correlación directa y positiva entre el nivel de materia seca de los mismos y el consumo hasta un determinado valor de materia seca.

Para el caso de los ensilajes los máximos consumos se alcanzan cuando el material tiene entre 30 a 35% de materia seca reduciéndose al mismo tanto con niveles inferiores como superiores a esos valores. Esta también se evidencia cuando se hacen ensilajes de forrajes frescos (verdes o pasturas), sin premarchitar, es decir manteniendo altos contenidos de humedad en el material (> 75% de humedad).

El máximo consumo de materia seca en los forrajes frescos ocurre cuando estos alcanzan un nivel cercano al 30% de materia seca; asocian este comportamiento con el contenido de agua que limita el consumo de materia seca.

En un ensayo de ensilaje de maíz se obtuvo un porcentaje de materia seca de 32.0%. Evaluación de ensilaje de Maíz con Soya realizado después de 90 días de almacenaje se obtuvieron características fermentativas de materia seca del 24% de corte directo. La composición nutritiva de la materia seca en ensilaje de maíz organizado en el experimento Tamuco, Chile, fue del 28.14%.

2.6.3 Porcentaje de pH

Un ensilado puede conservar su calidad cuando un pH es inferior a 4.2 sin embargo valores hasta 5.0 son aceptables siempre y cuando exista una porción elevada de materia seca sino se logra una acidez adecuada se desarrolla fermentos que además de acentuar la Proteólisis atacan y transforman el ácido láctico producen un ácido butírico y presentan putrefacción.

Los valores medios como indicadores de calidad del ensilaje (pH y contenido de ácido láctico), en el maíz produjeron un buen ensilaje con pH < de 4.0 y valores ácido láctico de 2.72 y 3.7%

Entre las Gramíneas *Setaria spp.* Y *Pennisetum spp.* Sin uso de aditivos produjeron un ensilaje aceptable con pH entre 3.96 a 4.07% y respectivamente. Cuando el pH es elevado aumenta la producción de Acético y en la medida que este desciende el láctico se convierte en el producto dominante siempre y cuando sea adecuado el nivel de Azúcares en el forraje.

Cuando el pH de un ensilaje es superior a 5.0 pueden actuar bacterias indeseables como el *Clostridium Sacharomises* que fermenta a los carbohidratos y ácidos orgánicos produciendo ácido butírico, dióxido de carbono e hidrogeno (ensilaje de color negro y rancio), incluso otros materia orgánica, proteolíticos fermentando a los aminoácidos y generan especialmente amonio (color amarillo), y aminos (olor a podrido).

Cuando el pH del ensilaje desciende por debajo de 5.0 las proteínas coliformes o acéticas se inhiben y son reemplazadas por las bacterias lácticas que son poco abundantes al inicio que aumenta progresivamente. Otros experimentos se han obtenido porcentajes de pH de 3.68%

2.6.4 Porcentaje de Grasas Total

El porcentaje de grasa total ideal es de 3% para el volumen y humedad sacrificando poca energía en la dieta considerando que aporta un 50% de grano y un 50% de forraje. Es de amplio conocimiento que el uso de dietas con niveles de 3 a 8% de grasa es tóxico para las bacterias celulolíticas del rumen.

2.6.5 Porcentaje de Nitrógeno

El nitrógeno en el pasto fresco se encuentra entre el 75 y 90% como proteína especialmente en el verano en el proceso de fermentación la proteína es hidrolizada (solubilizada), por acción de las enzimas de las plantas convirtiéndose en nitrógeno no proteico y por consecuencia esto ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje (McDonald et al, 1,991).

En ensilajes bien fermentados el nitrógeno está bien constituido principalmente por aminoácidos libres, mientras tanto en aquellos más conservados los aminoácidos son degradados por microorganismos del género *Clostridium* (Elizalde, et al. 1,992).

Otro parámetro de suma importancia en los ensilajes es el nivel de amonio sobre el total de nitrógeno en el material estabilizado. Este parámetro indica la proteólisis (destrucción de proteína del pasto), que se produjo durante la fermentación se acepta como valor máximo entre 8 al 10% de amonio/Ton. de Nitrógeno. (Gross, 1,997).

Estudios realizados en Chile el porcentaje de nitrógeno amoniacal en ensilaje de maíz es de 4.73% en relación con nuestro estudio realizado que fue de 1.62% de nitrógeno tomando en cuenta un promedio de 4 tipos de silos (maíz-soya, maíz-frijol terciopelo, maíz-frijol de vara, maíz-maíz).

2.6.6 Porcentaje de Proteína

La proteína en el ensilaje la eficiencia de utilización de la fracción nitrógeno es inferior en ensilaje que en el forraje fresco o en heno esto se debe principalmente a la degradación que sufren las fracciones proteicas y energéticas en el ensilaje, el nitrógeno de pasto fresco se encuentra entre un 75 y 90% como proteína en especial en la primavera-verano. En el proceso de fermentación la proteína es hidrolizada (solubilizada), por acción de las enzimas de la planta convirtiéndola en nitrógeno no proteico y en consecuencia esta ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje cerca de 50-60%

El contenido proteico de un ensilaje debe ser elevado (superior al 14%), para evitar reducciones en el consumo se recomienda no utilizar más de un 40 a 50% de materia seca o que el contenido de proteína no sea inferior al 14%

Las dietas basadas en forrajes y pastos las proteínas de estas dietas deben estar en el rango de 18 a 23% de proteína encontrados en gramíneas y leguminosas.

Según nuestro estudio realizado de maíz con leguminosas de 4 tipos de silos se obtuvo una media de 10.13% de proteína.

2.6.7 Porcentaje de Celulosa

En efecto la celulosa sobre la digestibilidad es mucha más mayor en las gramíneas que en las leguminosas, los forrajes con un alto contenido de celulosa se alarga el tiempo de retención del material en el rumen lo cual causa que el animal se sienta lleno y limite el consumo voluntario.

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.

2.6.8 Porcentaje de Lignina

La lignina es frecuentemente como limitante de la digestión de la fibra y a veces de la proteína su acción consiste en reducir el acceso de las enzimas hidrolíticas a la fibra digestible por lo que para obtener un ensilaje que favorezca la digestibilidad. Estudios efectuados en ensilajes de maíz con leguminosas reportaron niveles de porcentajes de lignina con 4.10%.

Según (CENTA, 1,993), en estudios realizados sobre ensilaje de gramíneas con leguminosas reporto un porcentaje de 4.94 de lignina.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del Ensayo:

El ensayo se realizó en el Cantón “Hacienda Achichilco”, ubicada en el Municipio de San Vicente, departamento de San Vicente a 7 kilómetros al Sur-Este del departamento a una altura de 340 metros sobre el nivel del mar. (Cornejo, 1,996).

3.2 Características Climáticas Y Edáficas:

Las condiciones meteorológicas que describieron el lugar donde se realizó el experimento son:

3.2.1 Temperatura:

Según el Almanaque Salvadoreño (MAG, 1,996), la temperatura mínima anual es de 21.3°C y la máxima de 34.6°C.

3.2.2 Precipitación:

La precipitación o estación lluviosa se establece a finales de Mayo y se extiende hasta finales de Octubre obteniéndose una precipitación promedio anual con intervalos de 1,763 mm de agua. (MAG, 1,996).

3.2.3 Humedad Relativa:

La humedad relativa promedio de la zona es del 70%. (Cornejo, 1,996).

3.2.4 Suelos:

Menciona que los suelos pertenecen a los grandes grupos de los Latosoles arcilloso Rojizos y Litósoles. Los primeros son menos profundos que los litósoles. Los litósoles están representados por las áreas con suelos muy superficiales y por los afloramientos de las capas duras inferiores. Esta unidad tiene una capacidad de producción bastante baja. (CENTA, 1,996).

3.2.5 Uso Actual:

La mayor parte está ocupada por arbustos, malezas y pastos naturales de muy baja calidad; existen pocas áreas con cultivos. (MAG, 1,996).

3.2.6 Fertilidad:

De acuerdo al (MAG, 1,996), la fertilidad debido a la irregularidad topográfica de la zona, presenta diferencia en la fertilidad, en aquellas zonas con problema de erosión. Las tierras en las zonas planas son de buena calidad y aptas para la labranza intensiva con maquinaria agrícola.

3.3 Metodología de Campo

3.3.1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio

El estudio se realizó en cuatro parcelas diferentes con un área de 81 m² cada una:

- En la primera parcela se estableció Maíz con Soya en asocio.
- La segunda parcela fue de Maíz con Frijol de vara intercalado por surcos.
- La tercera parcela se sembró Maíz y Frijol Terciopelo intercalado por surcos.
- Cuarta parcela, Maíz en monocultivo

3.3.2 Muestreo de Suelo:

Previo a la siembra se efectuó un muestreo de suelo de una profundidad de 0-20 centímetros para determinar la plaga existente en el área de trabajo.

3.3.3 Preparación del Terreno:

Para la preparación del terreno se desarrollaron las siguientes labores:

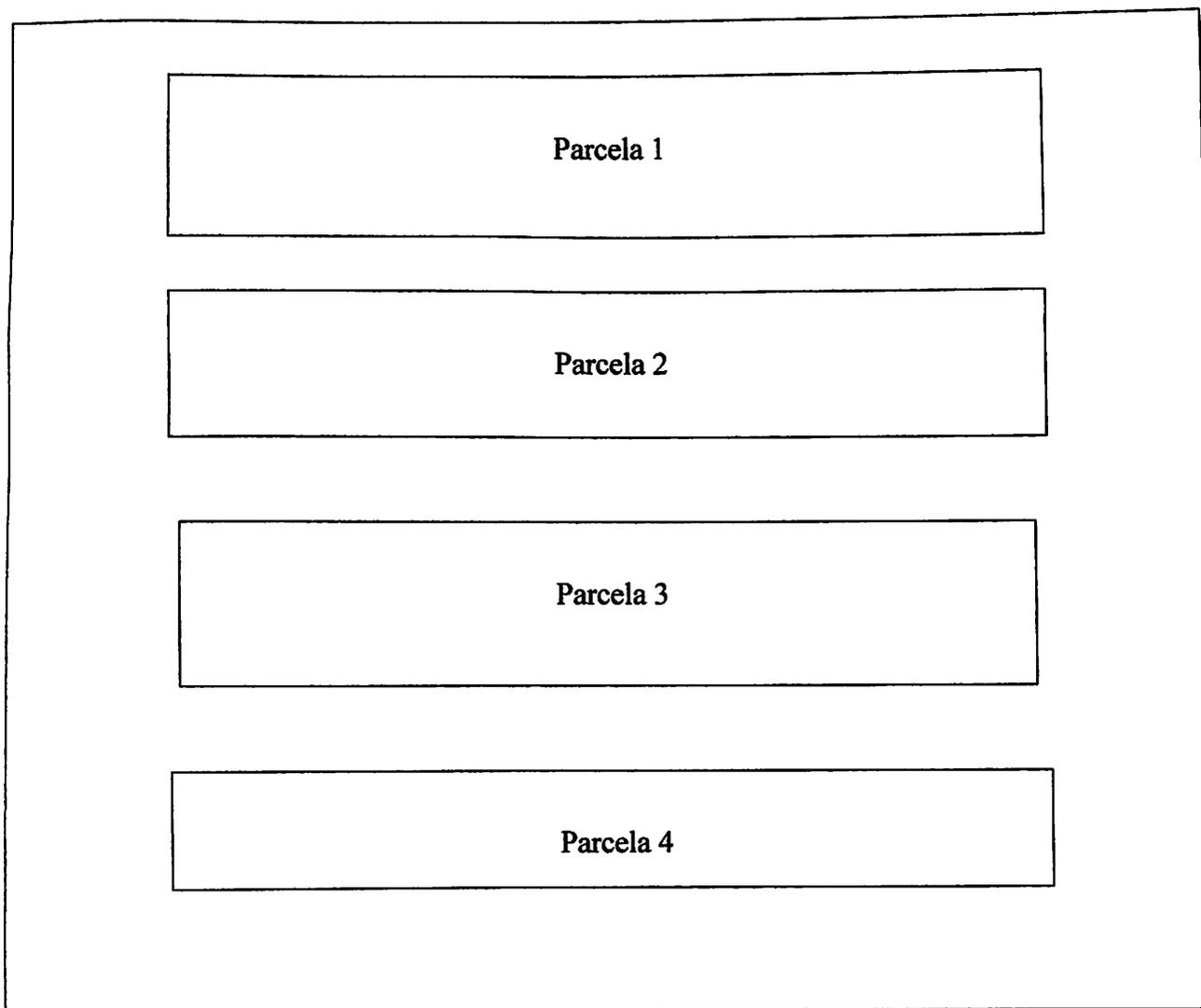
- Eliminación de Malezas se desarrollaron en forma manual (Cuma y azadón), cada 15 días.
- Se efectuaron dos pasos de arado.
- Surqueado con bueyes en donde se orientaron las curvas a desnivel en contra la pendiente del terreno.

3.3.4 Diseño de Campo:

La investigación se realizó en un área de 378 m² dividido en 4 parcelas de 81 m², con dimensiones de 9 metros de longitud y de 9 metros de ancho con separación entre parcelas de 2 metros y se estableció barreras vivas de maicillo en los límites del área cultivada.



Diseño de las Parcelas:



3.3.5 Siembra de las Parcelas:

La siembra se efectuó manualmente:

- En la primera parcela se estableció Maíz en asocio con Soya, para el maíz se sembró 2 semillas por postura cada 0.4 metros a una profundidad de 3-4 centímetros. La soya se sembró a 0.2 metros de distancia de postura del maíz; dejando un distanciamiento entre postura de soya de 0.4 metros a una profundidad de 2-3 centímetros con un distanciamiento entre surcos de 0.7 metros.
- La segunda se sembró Maíz-Frijol de vara con un sistema de siembra intercalando un surco de Maíz y uno de Frijol de vara. La siembra de maíz se realizó con un distanciamiento de 0.4 metros por postura colocando de 2-3 semillas a una profundidad de 3 a 4 centímetros y un

distanciamiento entre surco de 1 metro. El Fríjol de vara se sembró a un distanciamiento de 0.3 metros entre postura colocando 3 semillas y el distanciamiento entre surco fue de 1 metros.

- La tercera parcela se estableció Maíz-Frijol Terciopelo con un sistema de siembra intercalando un surco de Maíz y uno de Frijol Terciopelo. La siembra de maíz se realizó con un distanciamiento de 0.4 metros por postura colocando de 2-3 semillas a una profundidad de 3 a 4 centímetros y un distanciamiento entre surco de 1 metro. El Frijol Terciopelo se sembró a un distanciamiento de 0.3 metros entre postura colocando 3 semillas y el distanciamiento entre surco fue de 1 metros.

- La cuarta se sembró Maíz en Monocultivo. La siembra de maíz se realizó con un distanciamiento de 0.4 metros por postura colocando de 2-3 semillas a una profundidad de 3 a 4 centímetros y un distanciamiento entre surco de 1 metro.

3.3.6 Riego por Gravedad:

En el ensayo se utilizó el método de riego por gravedad. El primer riego se realizó 5 días antes de la preparación del suelo, luego se efectuó un riego 2 días previos a la siembra; posteriormente con intervalos de 4 días entre cada riego.

Día	Mes
19	Febrero
28	Febrero
2	Marzo
5	Marzo
11	Marzo
17	Marzo
23	Marzo
30	Marzo
3	Abril

3.3.7 Control de Malezas:

En el control de maleza se efectuó en forma manual realizando tres limpiezas con intervalo de 22 días entre cada una. Así se logró mantener limpio el cultivo de manera que los nutrientes, la energía solar y el agua sean aprovechadas al máximo por el cultivo.

Día	Mes
19	Febrero
11	Marzo
3	Abril

3.3.8 Raleo:

Se efectuó un raleo a los 12 días después de la siembra, se eliminaron las plantas más débiles dejando solamente las plantas más vigorosas y sanas por postura.

3.3.9 Fertilización y Aporco:

La primera fertilización se realizó a los 8 días después de haber emergido las plantas aplicando el abono 15-15-15 la segunda fertilización se realizó juntamente con el aporco aplicando Sulfato de Amonio. El aporco se efectuó a los 30 días después de emergida la planta, de forma manual utilizando azadón, con el objetivo de fijar la planta adecuadamente e impedir el acame por el viento.

3.3.10 Orientación de Guías:

Esta práctica se inició a los 22 días después de la siembra cuando la guía tenga un aproximado de 0.4 metros, con el objetivo de favorecer la penetración de la luz solar y labores culturales.

3.3.11 Control de Plagas

Para garantizar un mejor control de plagas en el suelo, se trató la semilla con Carbosulfan (Marshall), a razón de 0.5 onzas por libra de semilla. Además se aplicó Ridomil (Fungicida), para evitar los hongos del suelo y Lannate para controlar las plagas de gusanos.

Plagas del Suelo:

Gallina Ciega (*Phyllophaga sp.*), Gusano de Alambre (*Melanotus sp.*), Gusano Tierrero (*Agrotis ipsilon*), etc.

Plagas del Follaje:

Entre las principales plagas que se controlaron durante el ciclo de vida del cultivo tenemos:

Tortuguilla (*Diabrotica sp.*), Gusano Cogollero (*Esplotera frujiperda*), Gusano Peludo (*Stigmene acrea*), Pulgones (*Aphis sp.*), Chinchas (*Burtino notatipennis*), Barrenador del Tallo (*Diatraea sp.*), etc.

Para su control se efectuaron dos aplicaciones de Tamaron en dosis de 10 cc/galón de agua con lapsos de 15 días entre cada aplicación.

También se realizó aspersiones con extractos botánicos (te de Ajo y Chile picante), en dosis de 10 cc/galón de agua, aplicándose cada 2 días después de las aspersiones químicas.

3.3.12 Control de Enfermedades:

Se aplico en forma preventiva Mancozeb (Manzate), en dosis de 12 gr/galón de agua, a los 22 y 30 días después de la siembra.

3.3.13 Cosecha:

La cosecha del material para ensilaje se realizo de forma manual cuando el elote llego a su punto de madurez fisiológica (estado lechoso), aproximadamente 90 días después de la siembra, simultáneamente se corto junto a las leguminosas. El corte del material vegetativo se realizo con machete a 5 centímetros arriba del nivel del suelo.

3.4 Elaboración de los Silos

3.4.1 Procesamiento:

El corte del material vegetativo se realizo con machete a 5 centímetros arriba del nivel del suelo; una vez cortado el material y por razones de inaccesibilidad de vehículo se procedió a cargarlo hasta donde se encontraba el transporte. Una vez cargado el material se traslado a la ciudad de San Vicente donde se procedió a picar el material.

El material obtenido sé proceso con una maquina picadora con motor de combustible, con una longitud de 1 a 2 centímetros, para obtener un resultado homogéneo; el material de cada parcela se pico por separado luego se transporto al sitio donde se establecieron los microsilos.

3.4.2 Elaboración del Ensilaje:

La elaboración del ensilaje se inicio de la obtención del material vegetativo homogéneo de cada parcela por separado para realizar la elaboración de ensilaje utilizando melaza a un $\frac{1}{4}$ de litro a una concentración de 50% de melaza y un 50% de agua; haciendo una sola mezcla para obtener un resultado homogéneo y este se le aplico al material vegetativo.

En el proceso de cerrado se realizo colocando el material vegetativo en dos tipos de envoltura: la primera en bolsas de polipropileno (nylon), la segunda en bolsas plásticas de polietileno se le proporciono una compactación manual al material y se cerró con cuerdas para evitar las entradas de aire que perjudican el proceso de fermentación. Se realizaron 4 tipos de ensilaje una de cada parcela:

- T₁ = Maíz-Maíz.
- T₂ = Maíz-Soya.
- T₃ = Maíz-Frijol de Vara.
- T₄ = Maíz-Frijol Terciopelo.

De los 4 tipos de ensilaje se saco 4 muestras de cada uno haciendo un total de 16 microsilos por todo los tipos de socios del ensilaje debidamente etiquetados.

Luego se cubrió todos los microsilos con plástico de color negro de polietileno una vez terminado el proceso se coloco suficiente peso en la parte superior para asegurar una buena fermentación colocando una capa de tierra de 3 a 5 centímetros de espesor.

3.4.3 Apertura de los Microsilos:

La apertura de los silos se realizo a los 30, 45, 60 y 75 días de su elaboración. Extrayendo mas o menos 1lb. de material de cada microsilos colocándolo en una bolsa plástica que contenía las siguientes descripciones: tipo de ensilaje, fecha de elaboración, fecha de apertura, colector, etc. Las muestras fueron colocadas en una hielera para que no se deshidratara en el traslado hacia el Laboratorio de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador donde se le realizaron los siguientes análisis que se detallan a continuación:

4. Metodología de Laboratorio

4.1 Destilación Azeotrópica con Tolueno.

Reactivos:

1- Tolueno

Material:

1- Matraz de vidrio resistente con cuello corto de 500 ml. de capacidad.

2- Trampa de 235 - 240 mm de tubo recto con tubo colector con capacidad para 5 ml. graduada en ml. y décimas de ml. con el fin de que el error al hacer las lecturas no sea mayor de 0.05 ml. para cualquier volumen indicado.

3- Refrigerante de reflujo de tubo recto.

Equipo:

1- Balanza analítica

2- Microespátulas

3- Hot plate.

Procedimiento:

a) Transferir al matraz perfectamente seco, una cantidad de la muestra exactamente pesada y que se estime que contenga de 2 ml. a 4 ml. de agua. En caso de que la sustancia sea pastosa, se pesa en un papel de estaño de tamaño tal, que pase por el cuello del matraz. Para evitar ebullición brusca, agregar algunas perlas de vidrio o cuerpos de ebullición.

b) Agregar al matraz 200 ml. de tolueno, ensamblar el aparato, llenar con tolueno el tubo receptor vertiendo por la parte alta del refrigerante, calentar el matraz suavemente durante 15 minutos y cuando el tolueno empiece a hervir, regular la temperatura de manera que destile a razón de 2 gotas por segundo aproximadamente, hasta hacer pasar casi toda el agua.

c) Aumentar la velocidad de destilación hasta cuatro gotas por segundo aproximadamente. Cuando se estime que se ha destilado toda el agua, enjuagar con tolueno el interior del refrigerante y frotar sus paredes con un alambre de cobre equipado con una banda de hule enrollada en el extremo y humedecida con tolueno.

- d) Continuar la destilación durante 5 minutos más y suspender el calentamiento.
- e) Dejar enfriar el tubo colector a temperatura ambiente. Dejar reposar.
- f) Cuando el agua y el tolueno se hayan separado totalmente, leer el volumen de agua y calcular el porcentaje de la misma con relación al peso de muestra.

Cálculos:

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

4.2 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:

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

Reactivos:

- Agua destilada libre de CO₂
- Buffer pH 4.00
- Buffer pH 7.00

Equipo:

- Hot-plate.
- Estufa a 60 °C.
- Molino MF 10 Basic. Ika Werke.
- Balanza semianalítica.
- pHmetro Basic 20.

Metodología:

1. Secar la muestra a 60 °C durante aproximadamente 12 horas.
2. Moler la muestra en molino de modo que pase por un tamiz de 10 mesh. Esta muestra molida se utilizará para realizar, además de la determinación de pH, los análisis de nitrógeno, proteína y grasa.
3. Pesar 10 g de muestra molida y seca en un beaker plástico de 250 ml.
4. Adicionar 100 ml. de agua destilada libre de CO₂.
5. Agitar durante 5 minutos.
6. Introducir el electrodo del pHmetro previamente calibrado en el beaker conteniendo la muestra. Cuidar que el electrodo no tenga contacto con el fondo ni con las paredes del beaker.
7. Reportar la lectura directa del equipo como el valor de pH de la muestra.

4.3 Determinación de Grasa Total.

Método de Extracción Soxhlet (Gravimétrico)

Reactivos:

- Éter de Petróleo

Material:

- Equipo de Extracción Soxhlet
- Hot plate
- Estufa a 100°C
- Desecador

Equipo:

Balanza analítica

Procedimiento:

- a) Pesar 4.0 g de muestra seca en un dedal para grasa previamente pesado.
- b) Armar el equipo de extracción empleando un matraz de fondo plano previamente tapado y pesado.
- c) Colocar el dedal con muestra dentro de la corneta, adicionar 250 ml. de éter de petróleo y ajustar correctamente el refrigerante.
- d) Calentar empleando hot plate de modo que la ebullición sea constante. Dejar que la extracción se lleve a cabo por un periodo de ocho horas, y para alimentos que posean mucha grasa, dejar extraer por 12 horas.
- e) Recuperar el éter y desarmar el equipo, permitir que el éter contenido en el matraz se evapore (evaporar en hot-plate) de forma que quede solamente la grasa.
- f) colocar el matraz en estufa a 100°C por 1 hora, después colocar en desecador por 30 minutos.
- g) Pesar en balanza analítica y reportar el porcentaje de grasa total.

Nota: manipular el matraz con pinzas.

Cálculo:

Porcentaje de Grasa en Base Seca:

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

Porcentaje de Grasa en Base Húmeda:

$$\% \text{ Grasa Total (Base Húmeda)} = \% \text{ Grasa (B.S)} \times \% \text{ Materia seca} / 100\%$$

4.4 Determinación de Proteínas

Método Microkjeldahl - Titulación Directa

Reactivos:

- 1- Ácido sulfúrico concentrado
- 2- Ácido sulfúrico 0.02 N VS
- 3- Ácido bórico 4.0 % p/v

- 4- Hidróxido de sodio 50% p/v
- 5- Indicador mixto (rojo de metilo - azul de metileno)
- 6- Mezcla catalítica (K_2SO_4 - $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 15:0.6)
- 7- Agua destilada

Equipo:

- 1 - Digestores microkjeldahl
- 2 - Destilador microkjeldahl
- 3 - Balanza analítica

Materiales:

- 1 - Balones microkjeldahl de 100 ml.
- 2 - Erlenmeyer de 125 ml.
- 3-Bureta de 25 ml.
- 4 - Microespátulas
- 5 - Agitador magnético
- 6 - Soporte con pinza para bureta

Procedimiento:

- a- Pesar 0.1 g de muestra seca y 1.0 g de mezcla catalítica. Colocar en balón microkjeldahl.
- b- Poner el balón en baño de hielo y adicionar por las paredes 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado y 2 ml. de peróxido de hidrógeno al 30%.
- c- Digerir en microkjeldahl hasta completa digestión.
- d- Enfriar a temperatura ambiente
- e- Adicionar 25 ml. de agua destilada. Enfriar a temperatura ambiente.
- f- A un erlenmeyer de 125 ml. adicionar 8 mL de ácido bórico al 4% y 3 gotas de indicador mixto.
- g- Al balón microkjeldahl adicionar rápidamente 10 ml. de hidróxido de sodio al 50%. Colocar en destilador inmediatamente.
- h- Colocar el erlenmeyer en el condensador cuidando que el extremo de este quede sumergido en el ácido bórico.

i- Destilar de 50 a 75 ml. lavar el condensador con agua destilada, recibiendo los lavados en el mismo erlenmeyer.

j- Titular el contenido del elenmeyer con ácido sulfúrico al 0.02 N

VS hasta el viraje del indicador de verde ha morado.

k- Reporte el % de nitrógeno por la siguiente fórmula:

Porcentaje de Nitrógeno en Base Seca

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

Donde:

N = Normalidad del ácido empleado en la titulación.

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

Porcentaje de Proteínas en Base Seca:

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

6.25 = Factor empírico para las proteínas

4.5 Determinación de Lignina y Celulosa

* Método Ácido Detergente - Determinación Fraccionada

Reactivos:

1- Solución Ácido Detergente.

2- Ácido sulfúrico al 72% p/v

3- Acetona

4- Antiespumante

Material:

- 1 - Frascos Kitasatos
- 2- Crisoles Gooch
- 3- Microespátulas
- 4- Pinzas para crisol
- 5- Desecador

Equipo:

- 1- Equipo Dosi - Fiber
- 2- Balanza analítica
- 3- Bomba de vacío
- 4- Homo mufla 500°C
- 5- Estufa 150°C

Procedimiento:

- a) Pesar con precisión de ± 0.1 mg de 1 a 1.5 g. de muestra en un crisol poroso previamente tapado. La cantidad de muestra es W_0 .
- b) Introducir los crisoles en el Dosi - Fiber. Asegurarse de que las válvulas están en la posición cerrado.
- c) Añadir 50 ml. de solución ácido detergente. Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactores (potencia 90%). Esperar a que hierva, reducir la potencia al 30% y dejar hervir durante el tiempo de extracción. (60 minutos).
- d) Detener el calentamiento. Abrir el circuito de vacío y colocar los mandos de las válvulas en posición absorción. Lavar con agua destilada caliente y filtrar. Repetir este proceso tres veces.
- e) Extracción en frío con acetona: preparar el frasco kitasato con la trampa de vacío. Colocar el crisol en la entrada del kitasato y añadir acetona a la vez que el circuito de vacío está absorbiendo hacia el frasco. Repetir esta operación 2 veces.
- f) Colocar las muestras a secar en la estufa a 150°C durante 1 hora. Enfriar en desecador.
- g) Pesar con una precisión de ± 0.1 mg. La cantidad pesada es W_5 .
- h) Determinación Fraccionada; introducir los crisoles con el residuo W_5 en el Dosi - Fiber. Asegurarse de que las válvulas están en la posición cerrado.

- i) Añadir 25 ml. de ácido sulfúrico al 72% p/v. Accionar el interruptor de la bomba de aire en la posición "soplar". Dejar extraer en frío durante tres horas.
- j) Abrir el circuito de vacío y colocar los mandos de las válvulas en la posición "absorción". Lavar con agua destilada caliente y filtrar.
Repetir este proceso tres veces.
- k) Colocar las muestras a secar en estufa a 150°C durante 1 hora.
Dejar enfriar en desecador.
- l) Pesar con precisión de ± 0.1 mg. La cantidad pesada es W7.
- m) Incinerar las muestras de los crisoles en el homo mufla a 500°C durante un mínimo de 3 horas.
- n) dejar enfriar en desecador. Pesar los crisoles. La cantidad pesada es W8.

Cálculos:

Calcular 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.

5. Metodología Estadística

5.1 Se utilizó el diseño estadístico del Cuadrado Latino

Periodo	Mezcla			
	1	2	3	4
I	D	A	B	C
II	A	B	C	D
III	C	D	A	B
IV	B	C	D	A

El modelo matemático que se utilizo es el siguiente:

$$Y_{ijk}(t) = M + a_i + B_j + T_t + E_{ijk}(t)$$

Donde:

M = es la media general

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

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

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

$E_{ijk}(t)$ = es el efecto del error experimental asociado a cada una de las observaciones.

5.2 Variables Evaluadas:

1. Humedad
2. Materia Seca
3. pH
4. Grasa Total
5. Nitrógeno
6. Proteína
7. Celulosa
8. Lignina

Tratamiento

T₁ = Maíz- Soya

T₂ = Maíz- Frijol de Vara

T₃ = Maíz-Frijol Terciopelo

T₄ = Maíz-Maíz



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la discusión de resultado se hizo los análisis de varianza utilizando el diseño estadístico de Cuadrado Latino, 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, Celulosa y Lignina, Evaluadas:

6.1 Variable Humedad

Los datos obtenidos de Humedad se muestran en el análisis de varianza cuadro 1

En el cuadro 1 se presentan el Análisis de Varianza para la variable Humedad

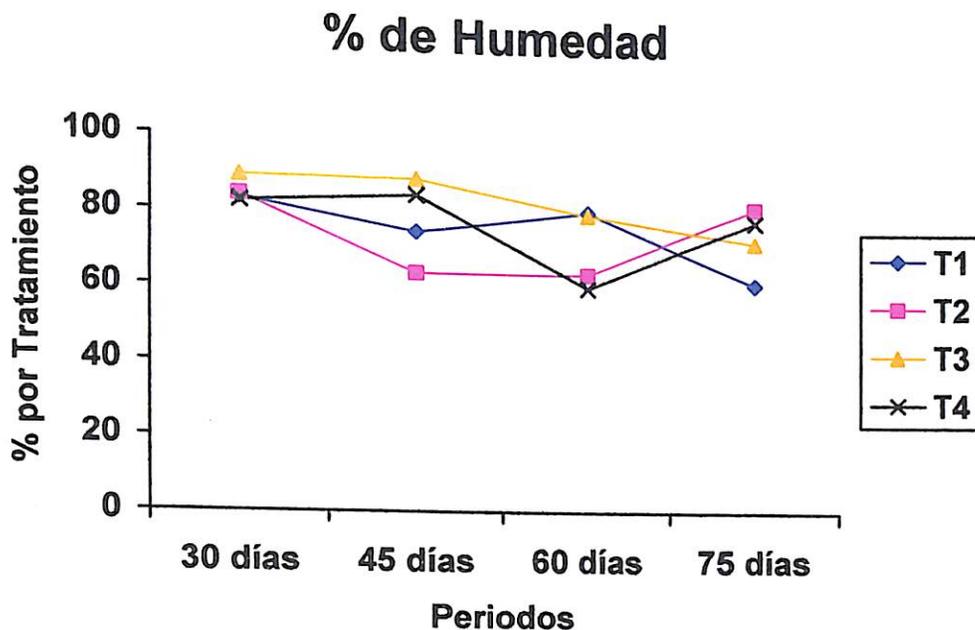
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Prob.
Hileras	3	7.52	2.506	2.85	0.128
Columnas	3	5.02	1.675	1.90	0.230
Tratam. Total	3	5.63	1.878	2.13	0.197
Error	6	5.29	0.881		
Total	15	23.46			

En el análisis de varianza se puede observar que no existió diferencia significativa entre los tratamientos y columnas e hileras.

El cuadro 2 se presenta el resultado de porcentaje de Humedad por tratamiento y periodo de la toma de la muestra:

% de Humedad				
Tipo de Tratamiento	30 días	45 días	60 días	75 días
	T ₁	83.50	75.46	81.38
T ₂	84.38	64.41	64.46	82.76
T ₃	89.43	89.61	80.63	73.46
T ₄	82.57	85.25	60.80	79.08

Grafica 1 Humedad promedio por tratamiento y periodo, (%)



Con los datos anteriores se puede observar que estos valores oscilan entre el 74 al 83.26% (grafica 1), según el contenido de humedad del cultivo de corte debe tener distinta incidencia según el sistema de almacenaje que se utilice en los tipos de silos (bunker, y del montón), pueden drenarse fácilmente si se realiza un óptimo manejo de la confección del silo (compactado, tapado), el ensilaje puede ser bueno en cambio en la bolsa el exceso de humedad puede dificultar el embolsado además provoca pérdidas por mala fermentación a causa del agua que queda adentro. Según (Soledad Aronna, 2,003).

El contenido de humedad del silo debería de tener más del 50% de humedad un exceso de humedad al 75% es dañino produciendo un ensilaje ácido que reduce la palatabilidad y el consumo. Para ajustar el grado de humedad se puede agregar alimentos acuosos o secos según sea necesario.

Cuando la humedad del material es alta se desarrollan bacterias, amoníaco, y aminos, características de la materia orgánica en descomposición ofreciendo un ensilaje de mala calidad. El desarrollo de estas bacterias se evita bajando la humedad a menos del 70% o aumentando la acidez. (F.B. Bareeba, 1,998).

En base al porcentaje de humedad que el silo debe presentar como alimento para ganado, se puede observar que a los 30 días los tratamientos T₁ (Maíz-Maíz), T₂ (Maíz-Soya), T₃ (Maíz-

Frijol de Vara) y T₄ (Maíz-Frijol Terciopelo), no presentan condiciones para ser utilizado como complemento en la dieta alimenticia del ganado debido a su alto contenido de humedad (> 75 %); produciendo un ensilaje de baja calidad estos resultados no coinciden con (McDonald, et al. 1,991), que reporta que los ensilajes no deben de poseer mas del 75% de humedad por que los hace mas ácidos reduciendo su consumo; a los 45 días obtuvimos que en el T₁ Maíz-Maíz (75.46) y T₂ Maíz-Soya (64.41), a los 60 días observamos que T₂ (64.46) y T₄ (60.80), estos valores coinciden con (F.B. Bareeba, 1,998), que menciona que los ensilajes no deben de contener mas del porcentaje estipulado anteriormente por lo que se puede efectuar su apertura del silo y proporcionarlo como alimento; el T₁ (62.10) y T₃ (73.46) a los 75 días se muestran en condiciones favorables para su apertura obteniendo un ensilaje ideal en porcentaje de humedad. Los ensilajes con elevadas cantidades de humedad corren el riesgo de infectarse con diferentes hongos estos alimentos pueden estar contaminados con micotoxinas tales como tricótesenos, zearolenona, fumonisinas, moniliformina, ácido tenuazónico, alternariol, alcaloides del ergot, etc. Los problemas ocasionados por las micotoxinas en animales domésticos como consecuencia de su ingesta. Si bien no son considerados problemas mayores en la salud de los rumiantes, se sabe que son la causa de reducción en la productividad y en casos muy ocasionales, de muerte. Si en los ensilajes se logra una correcta eliminación del aire en un período corto de tiempo, esta condición de anaerobiosis evita el crecimiento de hongos y la posterior síntesis de micotoxinas. Cuando la confección del ensilaje no es correcta se dan condiciones de aerobiosis que permiten la contaminación del material, especialmente con hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* que son potencialmente productores de toxinas tales como aflatoxinas, esterigmatocistina, ocratoxinas, citrimina y patulina entre otras un ensilado muy húmedo facilita el desarrollo de clostridios, estimula la producción de ácido butírico, aumenta las pérdidas y reduce la calidad del ensilaje. El consumo del forraje con alto contenido de agua provoca que el ganado tenga heces blandas y la digestibilidad disminuye debido a que el alimento pasa más rápido del rumen al intestino. El exceso de agua en el forraje impone una alta carga de nutrientes sobre el intestino grueso del animal, provocando alteraciones en la absorción y equilibrio de minerales que afectan la salud y la producción del animal. (McDonald, et al. 1,991).



6.2 Materia Seca

El siguiente cuadro nos muestra el análisis de varianza para la variable de materia seca
Cuadro 3 Análisis de Varianza de parámetros de Materia Seca

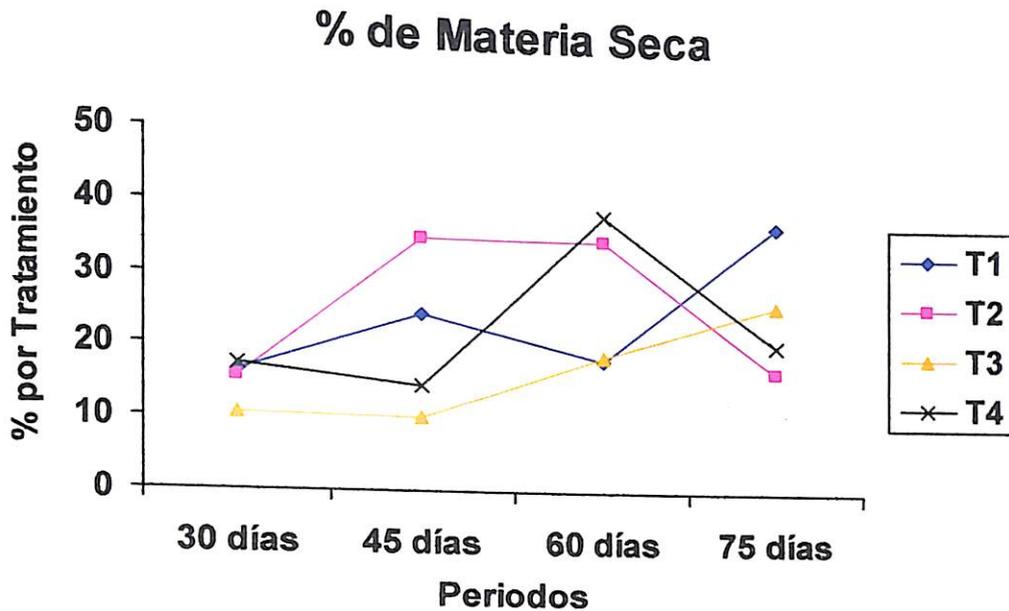
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Prob.
Hileras	3	397.92	132.639	1.99	0.217
Columnas	3	394.75	131.583	1.97	0.220
Tratam. Total	3	198.49	66.164	0.99	0.458
Error	6	400.31	66.718		
Total	15	1391.46			

Con los datos del análisis de varianza se puede observar que no presento diferencia significativa entre los tratamientos, hileras y columnas para el porcentaje de Materia seca.

Cuadro 4 Datos totales de materia seca por tratamiento y periodo

% de Materia Seca				
Tipo de Tratamiento	30 días	45 días	60 días	75 días
	T ₁	16.50	24.74	18.62
T ₂	15.62	35.59	35.54	17.24
T ₃	10.55	10.39	19.37	26.54
T ₄	17.43	14.75	39.20	20.92

Grafica 2 promedios de Materia Seca por tratamiento y periodo, (%)



En el cuadro 4 y grafica 2 se presentan los promedios de materia seca.

Según (López, 1,993) reporta que la materia seca cumple dos funciones importantes: proporciona al animal una sensación de llenura, necesaria para su bienestar y regula además la velocidad con que los alimentos se mueven a través de todo el sistema digestivo ejerciendo una influencia sobre el grado de absorción de los nutrientes.

Los ensilajes de Maíz, Sorgo y Pasturas como Forrajes Frescos (verdes y pasturas), se observa una correlación directa y positiva entre el nivel de materia seca. Para el caso de los ensilajes los máximos consumos se alcanzan cuando el material tiene entre 30 a 35% de materia seca reduciéndose al mismo tanto con niveles inferiores como superiores a esos valores. Esta también se evidencia cuando se hacen ensilajes de forrajes frescos (verdes o pasturas), sin premarchitar, es decir manteniendo altos contenidos de humedad en el material (> 75% de humedad). Según (Soledad Aronna, 2,003).

El máximo consumo de materia seca ocurre cuando estos alcanzan un nivel cercano al 30% de materia seca; asocian este comportamiento con el contenido de agua que limita el consumo de materia seca. (Soledad Aronna, 2,003).

En un ensayo de ensilaje de maíz se obtuvo un porcentaje de materia seca de 32.0%. Evaluación de ensilaje de Maíz con Soya realizado después de 90 días de almacenaje se

obtuvieron características fermentativas de materia seca del 24% de corte directo. La composición nutritiva de la materia seca en ensilaje de maíz organizado en el experimento Tamuco, Chile, fue del 28.14%

De acuerdo a los resultados anteriores se puede observar que los tratamientos T₂ Maíz-Soya presentan valores de (35.59), a los 45 días (35.54), a los 60 días los cuales son los que mas se aproximan a lo que manifiesta, (Soledad Aronna, 2,003), los ensilajes de buena calidad son aquellos que se encuentran en el rango de 30 a 35% de materia seca por los que los tratamientos antes descritos son aceptables para suministrarlos en la dieta alimenticia por encontrarse en su punto optimo para efectuar su apertura. Los contenidos promedios de materia seca fluctuaron en (10.39), a los 45 días T₃ (Maíz-Frijol de Vara). El tratamiento con únicamente Maíz-Frijol Terciopelo presentaron porcentajes de 39.20 (T₄), a los 60 días. Esto es debido a que las leguminosas sus contenidos de materia seca son bajos. La producción de materia seca en el ensilaje a través del tiempo se puede observar en el cuadro 4 que tiene una tendencia de aumento progresivo en los ensilajes Maíz-Maíz (T₁) y Maíz-Frijol de Vara (T₃), caso contrario en los T₂ Maíz-Soya y T₄ Maíz-Frijol Terciopelo reflejan una disminución a través del tiempo.

En este estudio la mayor producción se obtuvo en el T₄ (Maíz-Frijol Terciopelo), a los 60 días (39.20), disminuyendo drásticamente a (20.92), T₄ a los 75 días de apertura. Al ensilar el forraje debe tener por lo menos 30 por ciento de MS. Con valores menores ocurre una fermentación incorrecta que produce una gran cantidad de efluente, lo cual induce una pérdida importante de nutrientes.

6.3 Variable pH

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de varianza para la variable pH

Cuadro 5 Análisis de Varianza de parámetros de pH

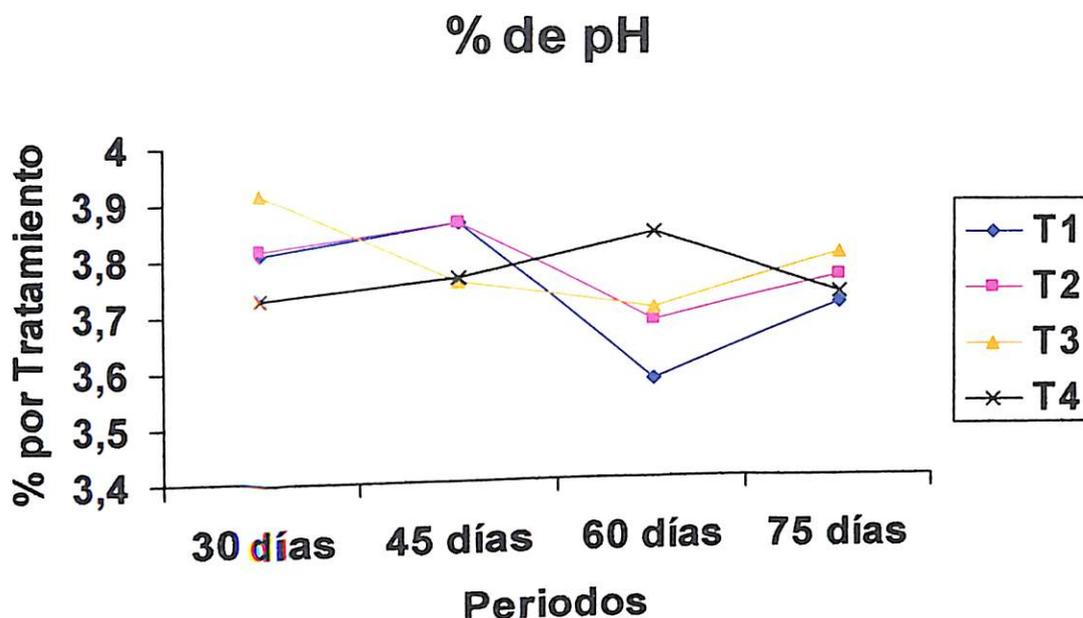
F de V	Gl	SC	CM	Fc	Prob.
Hileras	3	0.05	0.016	1.84	0.240
Columnas	3	0.03	0.011	1.31	0.354
Tratam. Total	3	0.01	0.003	0.37	0.778
Error	6	0.05	0.009		
Total	15	0.15			

El efecto de los tratamientos sobre el pH se presenta en el (cuadro 5). Según los resultados no se observó diferencia significativa entre los tratamientos, hileras y columnas.

Cuadro 6 Datos totales de pH por tratamiento y periodo

% de pH				
Tipo de Tratamiento	30 días	45 días	60 días	75 días
	T ₁	3.81	3.87	3.58
T ₂	3.82	3.87	3.69	3.77
T ₃	3.92	3.76	3.71	3.81
T ₄	3.73	3.77	3.85	3.74

Grafica 3 Datos promedios de PH por tratamiento y periodo, (%)



Se puede observar que los datos de nuestro estudio, el tratamiento mas alto obtiene un promedio de 3.8% T₃ y que los tratamientos T₁ T₂ y T₄ están entre los rangos de 3.75 a 3.79% respectivamente son recomendables para un ensilaje tal como lo afirma (Soledad Arrona 2,003),

los ensilajes de buena calidad son aquellos que están en un rango de 3.5 a 4.0%. Un ensilado puede conservar su calidad cuando un pH es inferior a 4.2 sin embargo valores hasta 5.0 son aceptables siempre y cuando exista una porción elevada de materia seca sino se logra una acidez adecuada se desarrolla fermentos que además de acentuar la Proteólisis atacan y transforman el ácido láctico producen un ácido butírico y presentan putrefacción.

(López, 1,993), menciona que los valores medios como indicadores de calidad del ensilaje (pH y contenido de ácido láctico), en el maíz produjeron un buen ensilaje con $\text{pH} < 4.0$ y valores ácido láctico de 2.72 y 3.7%.

Entre las Gramíneas *Setaria spp.* Y *Pennisetum spp.* El uso de aditivos produjeron un ensilaje aceptable con pH entre 3.96 y 4.07% respectivamente. Cuando el pH es elevado aumenta la producción de Acético y en la medida que este desciende el láctico se convierte en el producto dominante siempre y cuando sea adecuado el nivel de Azúcares en el forraje según (F.B. Bareeba, 1,998).

Cuando el pH de un ensilaje es superior a 5.0 pueden actuar bacterias indeseables como el *Clostridium Sacharomises* que fermenta a los carbohidratos y ácidos orgánicos produciendo ácido butírico, dióxido de carbono e hidrogeno (ensilaje de color negro y rancio), incluso otros materia orgánica, proteolíticos fermentando a los aminoácidos y generan especialmente amonio y aminas (olor a podrido). Cuando el pH del ensilaje desciende por debajo de 5.0 las proteínas coliformes o acéticas se inhiben y son reemplazadas por las bacterias lácticas que son poco abundantes al inicio que aumenta progresivamente. Otros experimentos se han obtenido porcentajes de pH de 3.68%. (F.B. Bareeba, 1,998).

En el cuadro 6 se muestran los resúmenes del análisis para el parámetro pH estos resultados muestran que no existen diferencias significativas entre tratamientos esto estaría indicando que los ensilajes en el presente estudio fueron similares en términos de porcentajes necesarios o ideales coincidiendo con (F.B. Bareeba, 1,998), que recomienda ensilajes no mayores del 4.0%. Ensilajes mayores del 5% actúan bacterias indeseables como que son las causantes de la descomposición del material produciendo un ensilaje no aceptable y bajo en sus componentes nutricionales, los valores observados al compararlos con los diferentes autores demuestran que su apertura la podemos realizar en los diferentes periodos de (30, 45, 60 y 75 días), por encontrarse en su porcentaje óptimo.

6.4 Grasa Total

El análisis de varianza para grasa total se presentan en el cuadro 7

Cuadro 7 Análisis de Varianza de parámetros de Grasa Total

F de V	Gl	SC	CM	Fc	Prob.
Hileras	3	413.82	137.939	6.02	0.031
Columnas	3	2.83	0.942	0.04	0.988
Tratam. Total	3	558.89	186.297	8.14	0.016
Error	6	137.40	22.900		
Total	15	1112.93			

Al efectuar el análisis de varianza, se encontró diferencia significativa al 5% entre las medias de los diferentes tratamientos (cuadro 7), al aplicar la prueba de Duncan se demostró que el T₄ Maíz-Frijol Terciopelo supero a todos los tratamientos, y fue mejor que T₁ Maíz-Maíz, T₂ Maíz-Soya y T₃ Maíz Frijol de Vara y el T₂ fue igual al T₁ y T₃

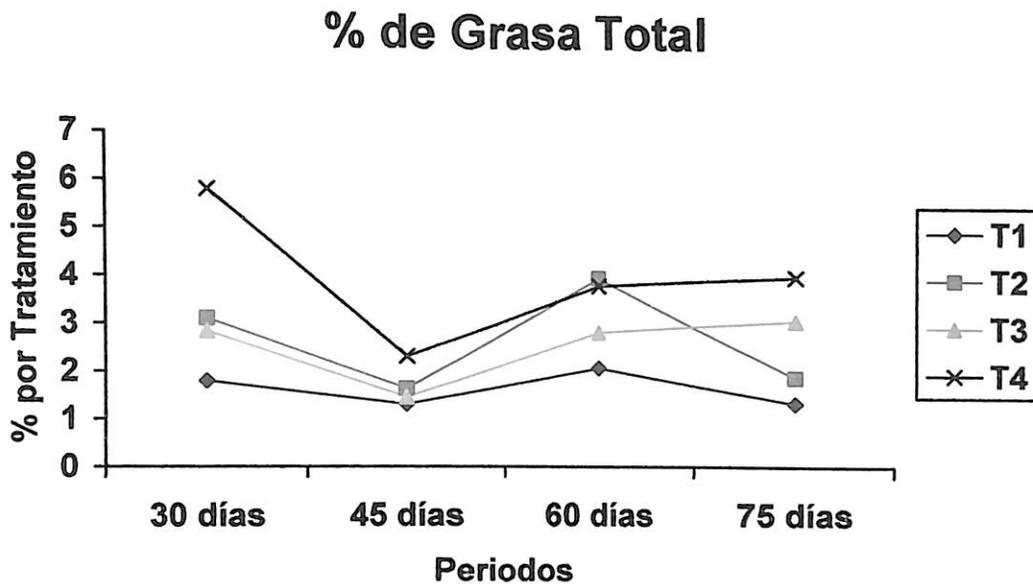
Cuadro 8 Datos promedio de Grasa Total por tratamiento y periodo, (%)

% de Grasa Total				
Tipo de Tratamiento	30 días	45 días	60 días	75 días
	T ₁	1.80	1.32	2.09
T ₂	3.11	1.65	3.99	1.90
T ₃	2.84	1.47	2.84	3.10
T ₄	5.81	2.33	3.82	4.03

Cuadro 9 Medias de Grasa Total

Tratamiento	Media	Desvió Standard
T ₁	1.64	0.61
T ₂	2.66	1.04
T ₃	2.46	0.85
T ₄	3.99	1.20

Grafica 4 promedios de Grasa total por tratamiento y periodo, (%)



Con los datos anteriores se puede observar que estos valores oscilan entre el 1.64 y 3.99% que coinciden con (Soledad Arrona, 2,003) que reporta que un ensilaje de leguminosa contiene el 4.3% de Grasa.

Según (Reaves 1,990), señala que la grasa es una de los combustibles metabólicos de mayor importancia, y como tal es más eficaz que los carbohidratos y proteínas, ya que produce dos y media veces más energía que el peso equivalente de carbohidratos. El uso de suplementos con contenidos medios a altos de grasa se ha tornado más común en nuestros medios no obstante estos suplementos deben ser utilizados con precaución ya que porcentajes excesivos de grasa en dietas de vacas lecheras suelen causar reducciones de consumo y dramáticas bajadas en la producción de la leche y del contenido de proteínas lácteas. Cuando apropiadamente utilizamos,

suplementos con grasa se mantiene la producción de leche, mejorando la condición corporal del ganado, pueden incrementar levemente el tenor graso y generalmente no tienen efecto sobre el tenor proteico de la leche. También es esperable un ligero aumento en el contenido de sólidos no grasos (proteínas + lactosa + minerales) en la leche. El porcentaje de grasa total ideal es de 4%. Es de amplio conocimiento que el uso de dietas con niveles de 4 a 8% de grasa es tóxico para las bacterias celulíticas del rumen. (Gross, 1997).

El cuadro 8 muestra lo que ocurre en la composición de porcentajes durante todo el estudio de los diferentes tratamientos observándose diferencia significativa a los 75 días efectuando la prueba de Duncan se comprobó que el T₄ (4.03) Maíz-Frijol Terciopelo supero a todos los tratamientos y fue mejor que T₁ (1.35) Maíz-Maíz T₂ (1.90) Maíz-Soya y T₃ (3.10) Maíz-Frijol de Vara y T₂ (1.90) Maíz-Soya fue igual a T₁ (1.35) Maíz-Maíz y T₃ (3.10) Maíz-Frijol de Vara. Sin embargo el análisis del cuadro 8 se observa cierta tendencia aumentar al acercarse al final del estudio T₃ (3.10) Maíz-Frijol de Vara, caso contrario los demás tratamientos tienden aumentar T₁ (1.35) Maíz-Maíz o disminuir T₂ (1.90) Maíz-Soya y T₃ (3.10) Maíz-Frijol de Vara, la excepción lo constituye el tratamiento T₄ (5.81) Maíz-Frijol Terciopelo a los 30 días su contenido de grasa no concuerda con lo que afirma (McDonald, et al. 1991), que el uso de dietas con niveles del 4% al 8% de grasa es tóxico para las bacterias celulíticas del rumen que son las encargadas de ayuda al proceso de digestibilidad de los alimentos proporcionados en el rumen de los animales. La cual la mayoría de los tratamientos los podemos proporcionar como alimento para ganado; al suministrar ensilajes con rango de (>5), la digestibilidad se vera afectado por lo que el tratamiento T₄ (5.81) Maíz-Frijol Terciopelo no se encuentra en condiciones de realizar su apertura por contener valores mayores de lo estipulado.

6.5 Nitrógeno

Los resultados de análisis de varianza para el nitrógeno se muestran a continuación:

Cuadro 10 Resumen de los Análisis de Varianza de parámetros de Nitrógeno

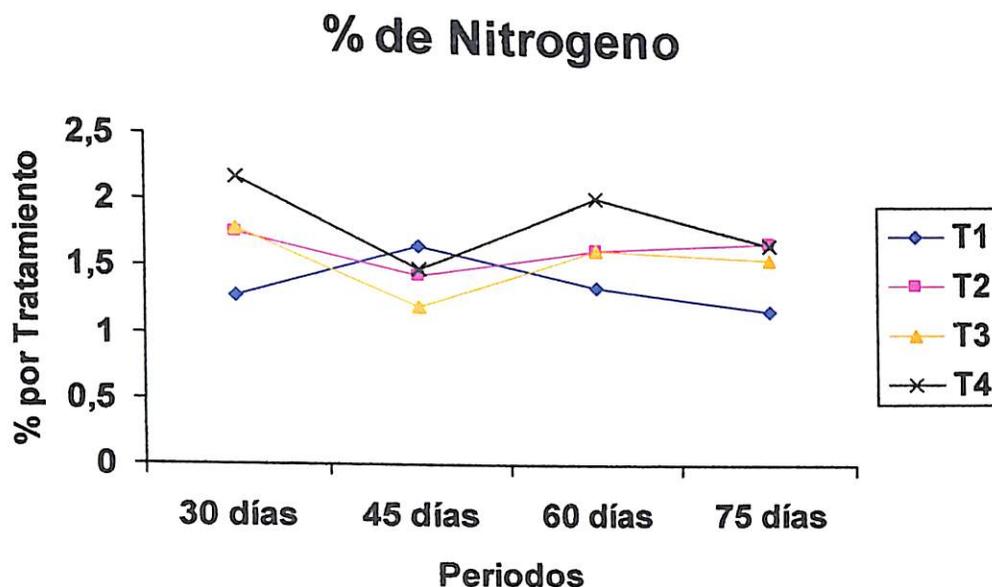
F de V	Gl	SC	CM	Fe	Prob.
Hileras	3	0.21	0.070	1.76	0.25
Columnas	3	0.22	0.073	1.84	0.241
Tratam. Total	3	0.47	0.157	3.95	0.072
Error	6	0.24	0.040		
Total	15	1.14			

Los valores promedios obtenidos para el porcentaje de Nitrógeno en los diferentes tipos de tratamiento se presentan en el análisis de varianza (cuadro 10), no se encontró diferencia significativa entre los resultados.

Cuadro 11 Datos totales Nitrógeno por tratamiento y repetición, (%)

% de Nitrógeno				
Tipo de Tratamiento	30 días	45 días	60 días	75 días
	T ₁	1.29	1.68	1.38
T ₂	1.77	1.46	1.66	1.73
T ₃	1.80	1.21	1.67	1.60
T ₄	2.18	1.51	2.06	1.71

Grafica 5 promedios Nitrógeno por tratamiento y periodo, (%)



Los datos totales por periodo, promedios y tratamiento se muestran en el cuadro 11 y grafica 5. El nitrógeno en el pasto fresco se encuentra entre el 75 y 90% como proteína especialmente en el verano en el proceso de fermentación la proteína es hidrolizada (solubilizada), por acción de las enzimas de las plantas convirtiéndose en nitrógeno no proteico y por consecuencia esto ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje (McDonald, et al. 1,991).

En ensilajes bien fermentados el nitrógeno esta bien constituido principalmente por aminoácidos libres, mientras tanto en aquellos mas conservados los aminoácidos son degradados por microorganismos del genero *Clostridium* (Elizalde et al, 1,992).

Otro parámetro de suma importancia en los ensilajes es el nivel de amonio sobre el total de nitrógeno en el material estabilizado. Este parámetro indica la proteolisis (destrucción de proteína del pasto), que se produjo durante la fermentación se acepta como valor máximo entre 8 al 10% de amonio/Nt. (Gross, 1,997).

Estudios realizados en Chile el porcentaje de nitrógeno amoniacal en ensilaje de maíz es de 4.73% en relación con nuestro estudio realizado que fue de 1.62% de nitrógeno tomando en cuenta un promedio de 4 tipos de silos (Maíz-Maíz, Maíz-Soya, Maíz-Frijol de Vara, Maíz-Frijol Terciopelo).

El contenido de nitrógeno no mostró diferencia significativa entre tratamiento observándose que con todos los niveles de Maíz-Leguminosas los porcentajes de nitrógeno estuvieron alrededor del 2% dicha tendencia se mantuvo a través de la fermentación con respecto al tiempo.

En los ensilajes bien conservados se considera óptima una concentración menor del 7% de nitrógeno; una elevada concentración esta asociada con una elevada protolisis enzimática y microbiana los cuales causan severas perdidas durante el proceso de ensilado y por consiguiente una reducción de consumo.

En el cuadro 11 se aprecia que el nitrógeno estuvo influenciando por el tiempo de fermentación valorando que el T₄ (2.18) Maíz- Frijol Terciopelo a los 30 días fue el menor contenido de nitrógeno; indicando que los porcentajes observados en el cuadro (11) 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.

Para (Aguilera, 1,980), observo que al adicionar 4% de melaza en ensilaje de Maíz-Leguminosas se obtuvo 1.6% de nitrógeno mientras sin aditivos este nivel fue de 2.2%. Dentro de los componentes nitrogenados no proteicos se debe mencionar la presencia de nitratos, que en el rumen es transformado en nitrito el cual es tóxico para los animales. Los síntomas de intoxicación por nitrito son: temblores, mareos y respiración más rápida con posterior muerte. Los niveles de nitrógeno como nitrito a los cuales aparecen estos síntomas están por encima de 0.7 g/kg de materia seca. El nitrógeno no proteico proveniente de la hidrólisis de la proteína y los demás compuestos nitrogenados del alimento se degradan parcialmente a amoníaco en el rumen y éste conjuntamente con los carbohidratos es utilizado por los microbios ruminales para producir proteína microbiana, la que es de muy buena calidad

6.6 Proteína

Datos de proteína obtenidos en el ensayo se muestran a continuación:

Cuadro 12 Análisis de Varianza de parámetros de Proteína

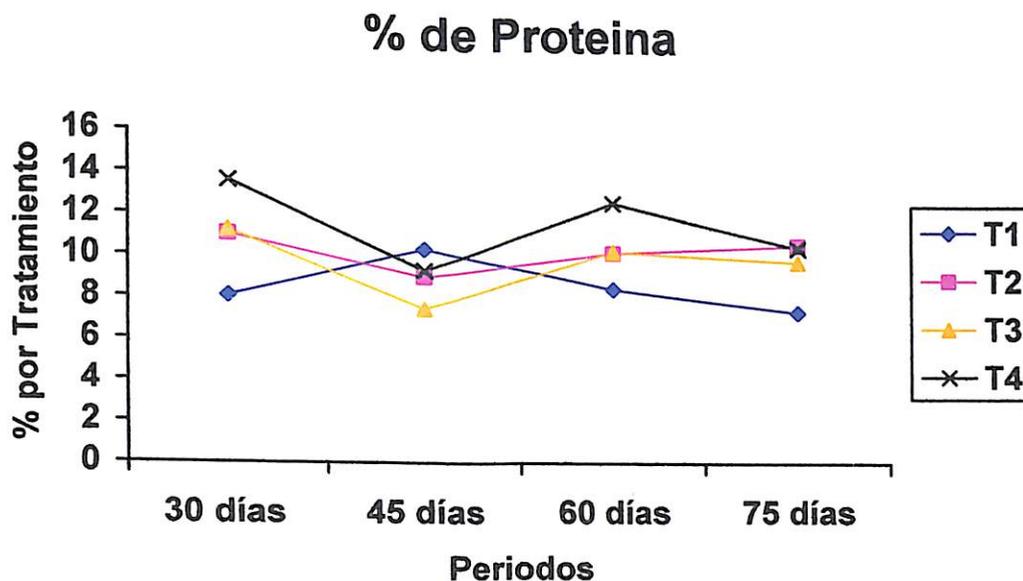
F de V	Gl	SC	CM	Fe	Prob.
Hileras	3	8.23	2.742	1.80	0.247
Columnas	3	8.60	2.868	1.89	0.233
Tratam. Total	3	18.34	6.112	4.02	0.069
Error	6	9.13	1.521		
Total	15	44.29			

Envase a la evaluación del análisis de varianza nos muestra que no existió diferencia entre los tratamientos, hileras y columnas.

Cuadro 13 Datos totales de Proteína por tratamiento y periodo, (%)

% de Proteína				
Tipo de Tratamiento				
	30 días	45 días	60 días	75 días
T ₁	8.09	10.50	8.62	7.51
T ₂	11.07	9.14	10.39	10.82
T ₃	11.27	7.59	10.46	10.00
T ₄	13.65	9.45	12.85	10.69

Grafica 6 promedio de Proteína por tratamiento y periodo, (%)



Según el cuadro 13 y grafica 6 presentan los niveles mínimos y máximos.

La proteína en el ensilaje la eficiencia de utilización de la fracción nitrógeno es inferior en ensilaje que en el forraje fresco o en heno esto se debe principalmente a la degradación que sufren las fracciones proteicas y energéticas en el ensilaje, el nitrógeno de pasto fresco se encuentra entre un 75 y 90% como proteína en especial en la primavera-verano. En el proceso de fermentación la proteína es hidrolizada (solubilizada), por acción de las enzimas de la planta convirtiéndola en nitrógeno no proteico y en consecuencia esta ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje cerca de 50-60%. (Gross, 1,997).

El contenido proteico de un ensilaje debe ser elevado, superior al 14%, para evitar reducciones en el consumo se recomienda no utilizar más de un 40 a 50% de materia seca o que el contenido de proteína no sea inferior al 14%. (Gross, 1,997).

Según (F.B.Bareeba, 1,998), las dietas basadas en forrajes y pastos las proteínas de estas dietas deben estar en el rango de 18 a 23% de proteína encontrados en gramíneas y leguminosa.

El porcentaje de Proteína no demostró diferencia significativa entre tratamientos observándose que el valor más alto fue obtenido en el T₄ (13.65) Maíz-Frijol Terciopelo a los 30 días y el más bajo T₁ (7.51) Maíz-Maíz a los 75 días de apertura esta respuesta debe ser que al incrementar la

fermentación del material ocurre una disminución importante de la materia seca lo cual diluye en el valor de la proteína. Las leguminosas por ser pobres en carbohidratos, su fermentación hidroliza las proteínas lo que nos provoca un aumento en el pH y un mal sabor en el ensilado.

Sin embargo la disminución de los valores de proteína con respecto al tiempo de fermentación no fueron tan drásticos entre los diferentes tiempos de fermentación del ensilaje, esto puede deberse al alto contenido de proteína cruda que contienen las leguminosas la cual varía poco a través del tiempo aportándole las condiciones favorables suministradas durante la realización de los silos para evitar la solubilización de las proteínas tal como el troceado fino con lo cual se acelera la fermentación del material ya que el proceso respiratorio en estas plantas es más largo.

El cuadro 13 nos refleja un ensilaje con porcentajes de proteína obtenidos en el T₄ (13.65) Maíz-Frijol Terciopelo a los 30 días y el T₄ (12.85) Maíz-Frijol Terciopelo los 60 días es de hacer notar que estos tratamientos son los que se obtuvieron los mejores valores de proteína por lo que se debe efectuar su apertura ya que este valor se aproxima al rango de 14% de proteína según afirma (F.B. Bareeba, 1,998).

Las proteínas son vulnerables al ataque microbiano debido a que están formados por compuestos de carbono. Estos compuestos de carbono son reducidos aún más para proveer energía a los microbios, los aminoácidos dan lugar al amoníaco y a un esqueleto de carbono los cuales se acomodan en varios de los poros en las vías de los Ácidos Grasos Volátiles. La acumulación de productos de degradación de las proteínas puede afectar la palatabilidad del ensilado y ocasionar que el ganado disminuya su consumo.

6.7 Celulosa

Los resultados obtenidos Celulosa se muestran a continuación:

Cuadro 14 Análisis de Varianza de parámetros de Celulosa

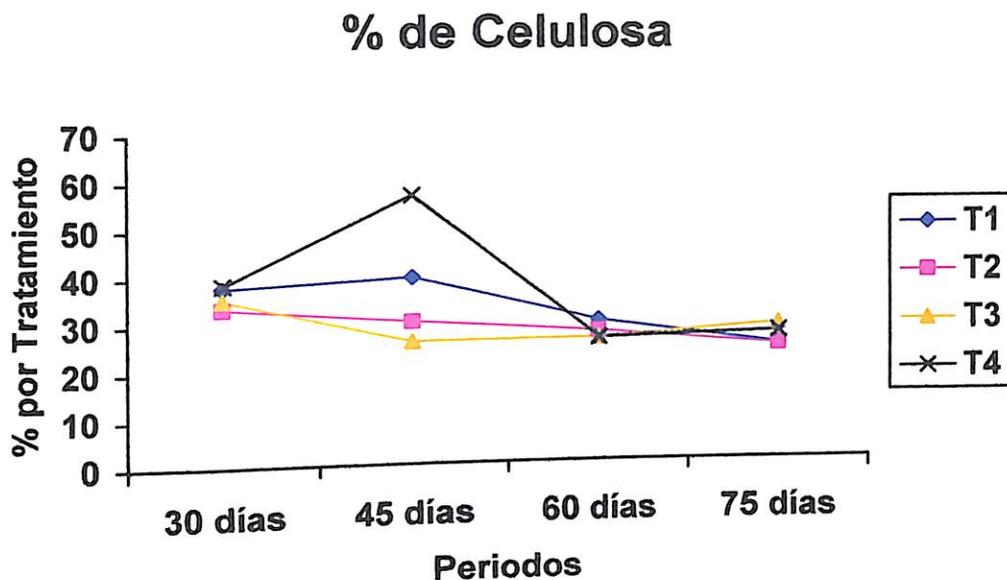
F de V	Gl	SC	CM	Fe	Prob.
Hileras	3	447.57	149.189	2.80	0.131
Columnas	3	107.85	35.951	0.67	0.599
Tratam. Total	3	183.56	61.188	1.15	0.404
Error	6	320.03	53.339		
Total	15	1059.02			

Según los resultados del análisis de varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos

Cuadro 15 Datos totales de Celulosa por tratamiento y repetición:

% de Celulosa				
Tipo de Tratamiento	30 días	45 días	60 días	75 días
T ₁	37.98	39.93	30.11	24.70
T ₂	33.59	30.50	27.81	24.54
T ₃	35.45	26.25	26.41	29.06
T ₄	38.64	57.35	26.28	27.29

Grafica 7 medias del contenido de Celulosa por tratamiento y periodo, (%)



El T₄ Maíz-Frijol Terciopelo se encontró el mayor contenido de celulosa a los 45 días (57.35%), el T₂ Maíz-Soya a los 75 días obtuvo la menor cantidad de celulosa (24.54%) El T₃ Maíz-Frijol de Vara obtuvo la media más alta a comparación de los demás tratamientos T₁

Maíz-Maíz T₂ Maíz-Soya y T₄ Maíz-Frijol Terciopelo, el tratamiento T₁ Maíz-Maíz también resulto superior al tratamiento T₂ Maíz-Soya y T₃ Maíz-Frijol de Vara. 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 resultados obtenidos en este estudio tal como lo refleja el cuadro 15 los ensilajes adecuados proporcionándolos como alimentos del ganado los encontramos en los tratamientos T₁ (30.11) Maíz-Maíz T₂ (27.81) Maíz-soya T₃ (26.41) Maíz-Frijol de Vara y T₄ (26.28) Maíz-Frijol Terciopelo a los 60 días y 75 días por poseer valores más bajos. Con respecto a los otros tratamientos reflejando el contenido de celulosa disminuye a través de los diferentes tiempos de apertura de los silos.

En efecto la celulosa sobre la digestibilidad es mucha más mayor en las gramíneas que en las leguminosas, los forrajes con un alto contenido de celulosa se alarga el tiempo de retención del material en el rumen lo cual causa que el animal se sienta lleno y limite el consumo voluntario por lo que los mayores consumos lo obtendríamos al efectuar la apertura a los 60 días y 75 días de los diferentes tratamientos. Significativamente negativo en el crecimiento, aún a niveles bajos de celulosa. La fermentación de la fibra (celulosa y hemicelulosa) en rumen da lugar a la producción de ácidos grasos volátiles (acético-propiónico-butírico) que son utilizados por la vaca como la principal forma para obtener energía. Además, el ácido acético (el más importante cuando hay mucha fibra en la dieta) es el precursor primario de la grasa en leche.

Cuando la fibra es escasa en la dieta se puede producir acidosis ruminal, por alteraciones en la fermentación y descenso marcado del pH. La fibra larga forma un "entramado, tipo malla" en la parte superior del rumen, donde se enredan las partículas más gruesas. Este estrato fibroso es el que regula el tránsito de partículas que dejará el rumen, a la vez que permite la regurgitación y la masticación, produciendo grandes cantidades de saliva. La saliva es la que protege el rumen, evitando que se acidifique. Los signos más comunes de la acidosis desde la subclínica a la clínica incluyen laminitis, reducción de grasa en leche diarrea, reducción de la masticación y el consumo y menor utilización de los nutrientes en general afirma (Gallardo, 2,003).



6.8 Lignina

Datos de la cantidad de Lignina se reflejan a continuación:

Cuadro 16 Análisis de Varianza de parámetros de Lignina

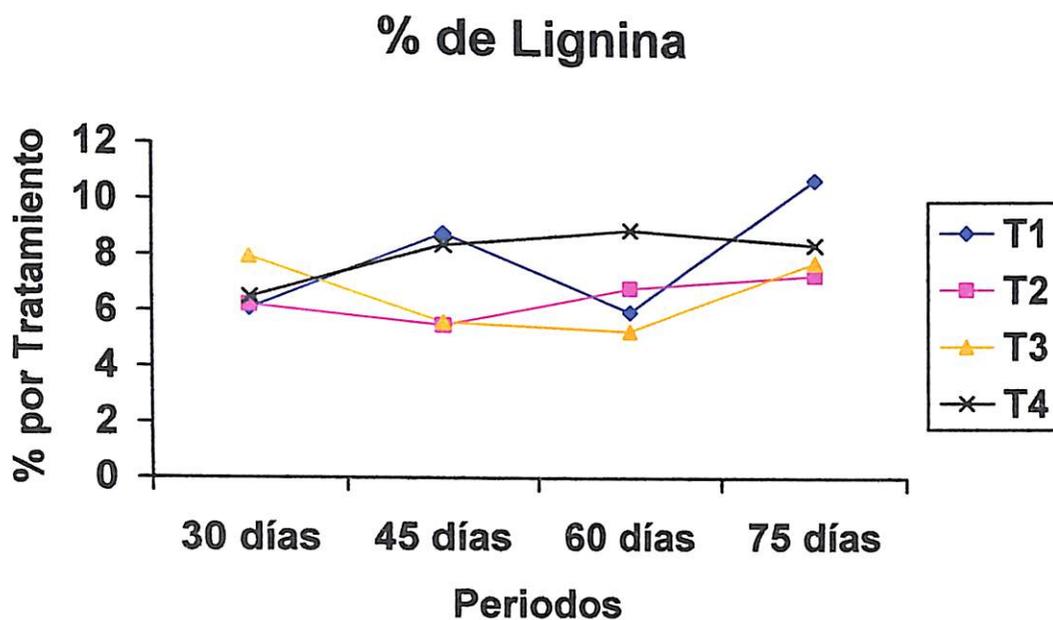
F de V	Gl	SC	CM	Fe	Prob.
Hileras	3	9.93	3.310	2.05	0.208
Columnas	3	8.64	2.879	1.79	0.250
Tratam. Total	3	8.41	2.803	1.74	0.258
Error	6	9.67	1.611		
Total	15	36.64			

Entre los diferentes tratamientos no reporta una diferencia significativa al realizar el análisis de varianza

Cuadro 17 Datos de Lignina por tratamiento y repetición:

% de Lignina				
Tipo de Tratamiento				
	30 días	45 días	60 días	75 días
T ₁	6.12	8.92	6.07	10.39
T ₂	6.25	5.58	6.95	7.43
T ₃	7.98	5.69	5.38	7.90
T ₄	6.53	8.50	9.07	8.54

Grafica 8 medias totales de la cantidad de Lignina por tratamiento y periodo, (%)



Se observó que el mayor contenido de lignina se encontró en el T₁ Maíz-Maíz a los 75 días (10.39%), el T₃ Maíz-Frijol de Vara a los 60 días el menor contenido de Lignina (5.38%). Se demostró que no existe diferencia entre los diferentes tratamientos, el T₂ Maíz-Soya se observó que posee la media inferior a los demás tratamientos. Según Lourdes, 1,998 al aumentar la fibra también aumenta la proporción de lignina y celulosa de la planta esto tiene el efecto de reducción de la tasa y grado de digestión del alimento.

Según (Gallardo, 2,003), evaluación que se realizó sobre ensilaje de gramíneas con leguminosas reportó un porcentaje de 4.94. Con los resultados anteriormente expuestos se observa que el T₂ (5.58) Maíz-Soya y T₃ (5.69) Maíz-Frijol de Vara a los 45 días y el T₃ (5.38) Maíz-Frijol de Vara a los 60 días reportaron menor contenido de lignina que se aproximan a los valores que recomiendan (Gallardo, 2,003), los cuales podemos realizar su apertura.

La lignina es frecuentemente como limitante de la digestión de la fibra y a veces de la proteína su acción consiste en reducir el acceso de las enzimas hidrolíticas a la fibra digestible por lo que para obtener un ensilaje que favorezca la digestibilidad podemos realizar su apertura en los

tiempos se encontró en el T₁ Maíz-Maíz a los 75 días (10.39%), el T₃ Maíz-Frijol de Vara a los 60 días.

Observándose que la lignina aumenta a través del tiempo del ensilado. Los microorganismos que atacan la lignina son de carácter aeróbico, por lo que la oxidación anaerobia del rumen impide su acción oxidativa. Es importante no sólo porque es indigerible sino porque tiende a encapsular a los carbohidratos presentes en la pared celular, disminuyendo la digestibilidad de los carbohidratos presentes en la pared celular, disminuyendo la digestibilidad de los carbohidratos al protegerlos de la acción de la celulosa bacteriana. El alto contenido de lignina puede conducir a problemas químicos y/o físicos de funcionamiento ruminal. Para mantener un buen funcionamiento ruminal en general los animales necesitan de fibra que les permita realizar una buena masticación y rumia y dar las proporciones adecuadas de los precursores de los diferentes productos animales.

6.9 Discusión General

El contenido de humedad del silo debería de tener más del 50% de humedad un exceso de humedad al 75% es dañino produciendo un ensilaje Acido que reduce la palatabilidad y el consumo por lo que de hace necesario el premarchitamiento de los materiales para obtener una cantidad adecuada de porcentaje de humedad, si realizamos los silos sin el premarchitamiento la apertura la debemos de realizar en base a la humedad que el silo debe presentar como alimento los momentos oportunos los podemos encontrar en los tratamientos T₁ (Maíz-Maíz), a los 75 días T₂ (Maíz-Soya), a los 45 y 60 días T₃ (Maíz-Frijol de Vara) a los 75 días y T₄ (Maíz-Frijol Terciopelo), a los 60 días esto nos refleja que a medida que transcurre el tiempo su ensilaje disminuye la cantidad de humedad con respecto a los diferentes periodos.

Para el caso de los ensilajes los máximos consumos se alcanzan cuando el material tiene entre 30 a 35% de materia seca reduciéndose al mismo tanto con niveles inferiores como superiores a esos valores. Esta también se evidencia cuando se hacen ensilajes de forrajes frescos (verdes o pasturas), sin premarchitar, es decir manteniendo altos contenidos de humedad en el material (> 75% de humedad). Según (Soledad Aronna, 2,003). Con valores menores ocurre una fermentación incorrecta que produce una gran cantidad de efluente, lo cual induce una pérdida importante de nutrientes por los que los tratamientos T₂ (Maíz-Soya), presenta valores de (35.59), a los 45 días (35.54), a los 60 días de los cuales son los que mas se aproximan al porcentaje ideal esto es debido a que las leguminosas presentan bajo contenido de materia seca observándose que a medida que aumenta el período de fermentación tiende a elevarse el contenido de materia seca.

La variable pH se observo que en los diferentes periodos sus porcentajes se encuentran en los rangos indicador de un buen ensilaje esto es debido a que se produjo una adecuada fermentación láctica en la cual no actuaron bacterias indeseables como el *Clostridium*, y otras que son las causantes de la putrefacción de los ensilajes por consiguiente inadecuado para la alimentación del ganado por lo que la apertura la podemos realizar en sus diferentes periodos de (30, 45, 60 y 75 días), por encontrarse en su porcentaje optimo.

Según (Paúl 1,990), señala que la grasa es una de los combustibles metabólicos de mayor importancia, y como tal es más eficaz que los carbohidratos y proteínas, ya que produce dos y media veces más energía que el peso equivalente de carbohidratos. El uso de ensilajes como suplementos deben ser utilizados con precaución ya que porcentajes excesivos de grasa en dietas de vacas lecheras suelen causar reducciones de consumo y dramáticas bajadas en la producción de la leche y del contenido de proteínas lácteas por lo que el tratamiento T₄ (Maíz-Frijol Terciopelo), a los 30 días no es aconsejable realizar su apertura.

El porcentaje de grasa total ideal es del >4% observándose que existe una cierta tendencia a medida que aumenta el tiempo del ensilaje identificando que los momentos mas oportunos para efectuar su apertura la podemos realizar en todos los diferentes periodos.

El nitrógeno en el pasto fresco se encuentra entre el 75 y 90% como proteína especialmente en el verano en el proceso de fermentación la proteína es hidrolizada (solubilizada), por acción de las enzimas de las plantas convirtiéndose en nitrógeno no proteico y por consecuencia esto ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje lo cual se considera de buena calidad >7% observándose que los diferentes periodos podemos efectuar su apertura.

El bajo contenido de nitrógeno en los diferentes periodos posiblemente seria el causante de que se obtuviese un bajo porcentaje de proteína. La proteína en el ensilaje la eficiencia de utilización de la fracción nitrógeno es inferior en ensilaje que en el forraje fresco o en heno esto se debe principalmente a la degradación que sufren las fracciones proteicas y energéticas en el ensilaje, el nitrógeno de pasto fresco se encuentra entre un 75 y 90% como proteína en especial en la primavera-verano. En el proceso de fermentación la proteína es hidrolizada (solubilizada), por acción de las enzimas de la planta convirtiéndola en nitrógeno no proteico y en consecuencia esta ocasiona una reducción en el contenido de proteína verdadera en el ensilaje cerca de 50-60%. El tratamiento T₄ (13.65), Maíz-Frijol Terciopelo a los 30 días y el T₄ (12.85), Maíz-Frijol Terciopelo a los 60 días son los que mas se aproximan a lo recomendado por lo que se debe realizar su apertura.

Cuando el contenido de Celulosa y Lignina es al en los ensilajes se alarga el tiempo de retención del material en el rumen lo que causa que el animal se sienta lleno, los mejores tiempo

para realizar su apertura en los tratamientos T₁ (30.11) Maíz-Maíz T₂ (27.81) Maíz-Soya T₃ (26.41) Maíz-Frijol de Vara y T₄ (26.28) Maíz-Frijol Terciopelo a los 60 días y 75 días por poseer valores más bajos. Con respecto a los otros tratamientos reflejando el contenido de celulosa disminuye a través de los diferentes tiempos de apertura de los silos. Observándose una cierta tendencia a disminuir el contenido de celulosa ardida de que aumenta el tiempo de fermentación. En cuanto al contenido de lignina los mejores tiempos se encontró en el T₁ Maíz-Maíz a los 75 días (10.39%), el T₃ Maíz-Frijol de Vara a los 60 días.

7. CONCLUSIONES

- Los ensilajes de maíz acompañado con leguminosas estudiadas de una manera general son superiores en calidad alimenticias que el ensilaje elaborado solo con maíz.
- En los ensilajes de maíz con leguminosas fueron mayores los niveles de humedad a excepción al tratamiento T₁ (maíz –maíz), a los 45 y 60 días.
- El ensilaje de maíz con leguminosas fueron superiores los niveles de materia seca excepto el T₁ (maíz –maíz), a los 30 y 75 días.
- En la variable pH todos los tratamientos presentaron una homogeneidad con porcentajes de 3.58 a 3.92%, los cuales son aceptables y se puede realizar su apertura en los diferentes periodos de tiempos.
- En los ensilajes que se elaboraron con maíz y leguminosa se obtuvo un mayor porcentaje de grasa que el tratamiento elaborado solo con maíz.
- En la variable nitrógeno los tratamientos de maíz con leguminosas fueron mayores con respecto al tratamiento T₁ (maíz –maíz), a los 45 días de apertura.
- De manera general los ensilajes de maíz con leguminosas fueron superiores los niveles de proteína a excepción al tratamiento T₁ (maíz –maíz), a los 45 días.
- El contenido de celulosa en los diferentes tratamientos a medida que aumenta el tiempo de la fermentación del material ocurre una disminución en el porcentaje de celulosa a excepción del tratamiento T₁ (maíz –maíz), T₄ (maíz-fríjol terciopelo) a los 45 días.
- Los ensilajes de maíz con leguminosas aumentan el porcentaje de lignina con excepción de T₁ (maíz –maíz), a los 45 y 75 días.

- En general el mejor momento para realizar la apertura del silo teniendo la seguridad que obtendremos un material con su debida fermentación lo conseguiremos al efectuar su apertura es los 30 días del tratamiento T₄ Maíz-Frijol Terciopelo debido a que es el tratamiento que encontramos los porcentajes de Humedad, pH, Gasa, Nitrógeno, Proteína y Celulosa adecuados para no obtener problemas al momento de la alimentación del ganado.
- Se determino que el uso de Leguminosas en el proceso de Ensilajes hace aumentar el valor nutritivo del ensilado.
- Los contenidos de carbohidratos en los ensilados fue mayor en aquellos que presentan un alto contenido de Maíz y se reduce a medida que aumenta la leguminosa.



8. RECOMENDACIÓN

- Dada la importancia de la investigación se sugiere dar continuidad a estos estudios utilizando otras gramíneas para la elaboración de ensilajes.
- Realizar otras investigaciones de ensilaje de maíz con leguminosas con diferentes tiempos de apertura para determinar el valor nutritivo.
- Continuar estudiando ensilajes de maíz asociándolos con otras leguminosas, de manera que los ganaderos tengan otras alternativas de alimentación en la elaboración de los ensilajes.
- Capacitar a los pequeños y medianos ganaderos sobre la importancia de la elaboración de ensilajes de maíz con leguminosas.
- Realizar estudios sobre la investigación en el uso de leguminosas con algunos aditivos fermentativos que sirven para la descomposición del material obteniendo un mejor consumo y palatabilidad.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilón Barahona, J. A.; Granados Bardales, J. R. Evaluación de Cuatro Alternativas para el Manejo de la Babosa (*Sarasinula plebeius*), en el Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris*), en el Municipio de Guadalupe Departamento de San Vicente. San Vicente, 2,003 Tesis Ing. Agr. San Vicente, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

- Bareeba, F.B. 1,998. Ensilaje de Gramíneas y Leguminosas en los Trópicos. Departamento de Ciencia Animal. Kampala, Uganda.

- CATIE, 1,994. “El Horno Forrajero” Informe Técnico Numero 221 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Costa Rica.

- Carcamo Berrios, J. N.; Iraheta Baires, M. de Jesús. Estudio de la Producción y Comercialización de la Leche y sus Derivados en Pequeñas, Medianas y Grandes Explotaciones Ganaderas de los Departamentote de San Vicente y La Paz. San Vicente, 2,002 Tesis Ing. Agr. San Vicente, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

- CENTA, 1,993. “Programa de Maíz” Guía Técnica. San Andrés, La Libertad, El Salvador.

- CENTA, 1,995. Cultivo de la Soya. San Andrés, La Libertad, El Salvador.

- CENTA, 1,999. Cultivo de Frijol Ejotero, Guía Técnica San Andrés, La Libertad, El Salvador.

- CENTA, 2003. Cultivo del Ejote, MAG. Guía Técnica San Andrés, La Libertad, El Salvador.

- Elizalde, et al 1,992. Mezclas de Leguminosas en Cultivos de Cereales.

- Ferman, Alas, Rommel Elías, 1,994. Evaluación de los Métodos de Preparación de Suelo Usando Aperos de Labranza de Tiro Animal En el Cultivo del Maíz en dos Clases Textuales de Suelo. San Luís Talpa, La Paz, El Salvador.

- Frijol Terciopelo: una Planta Nueva con Historia. (s.f.), (en línea). Consultado el 25 de Mayo de 2,004. Disponible en <http://web.idcr.ca>

- Gallardo, Miriam. 2,003. Proyecto Regional de Lechería INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental.

- Gregoret, R.; Gallardo, M. 2,003. Proyecto Regional de Lechería.

- Gross, A. 1,997. Ensilaje de Maíz. (en línea). Consultado el 11 de Febrero de 2,004 Disponible en <http://www.cultivos.com>

- Hernández Herrador, Lourdes Maria, 1,998. Evaluación del Asocio de Maíz, Leucaena bajo diferentes Modalidades de Fertilización. San Luís Talpa, La Paz, El Salvador.

- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (INIA). 1,984. Proyecto de Producción de Leche. Temuco, Chile.

- López, Delgado, César Gerardo. 1,993. Evaluación de la Composición Química del Ensilaje de Maíz (*Zea mays*), con Gandul (*Cajanus cajan*). Tesis. Ing. Agr. San Luís Talpa. La Paz, Universidad de El Salvador.

- Martines M.M., 1,997. “Realidad Nacional del Maíz” El Diario de Hoy, San Salvador, El Salvador.

- Métodos Oficiales y Análisis de la Asociación de Oficina de Química Analítica
AOAC. 1,994. 14ª Edición
- Moreno Orellana, José R., 1,992. Evaluación del Rendimiento de Cuatro
Variedades de Soya en Tres Densidades de Siembra. San Luís, Talpa
La Paz, El Salvador.
- McDonald, R.; et al. 1,995. Nutrición Animal. 5ª Edición. Editorial ACRIBIA, S.A.
Impresa en Zaragoza, España.
- McGraw-Hill, 1,990. Bioestadística Principios Y Procedimientos
2ª Edición (Primera en Español), Impresa en México.
- Paúl M. Reaves, 1,990. "El Ganado Lechero Y las Industrias Lácteos
En la Granja" Editorial Limusa S.A. de C.V. México, D.F.
- Quirós, B. 1,998. Cultivo del Fríjol Terciopelo. Estados Unidos.
- OCEANO. 1,999. Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería.
Editorial S.A. Impreso en España. Barcelona, España.
- Vásquez, R. F. Comparación del Poro (*Erihtrina poepigiana*), con dos Fuentes
Nitrogenadas Convencionales en la Suplementación de Terneras de Lechería
Alimentadas con una Dieta Basal de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*).
Turrialba, Costa Rica, 1,99. Tesis Ing. Agr. Costa Rica.

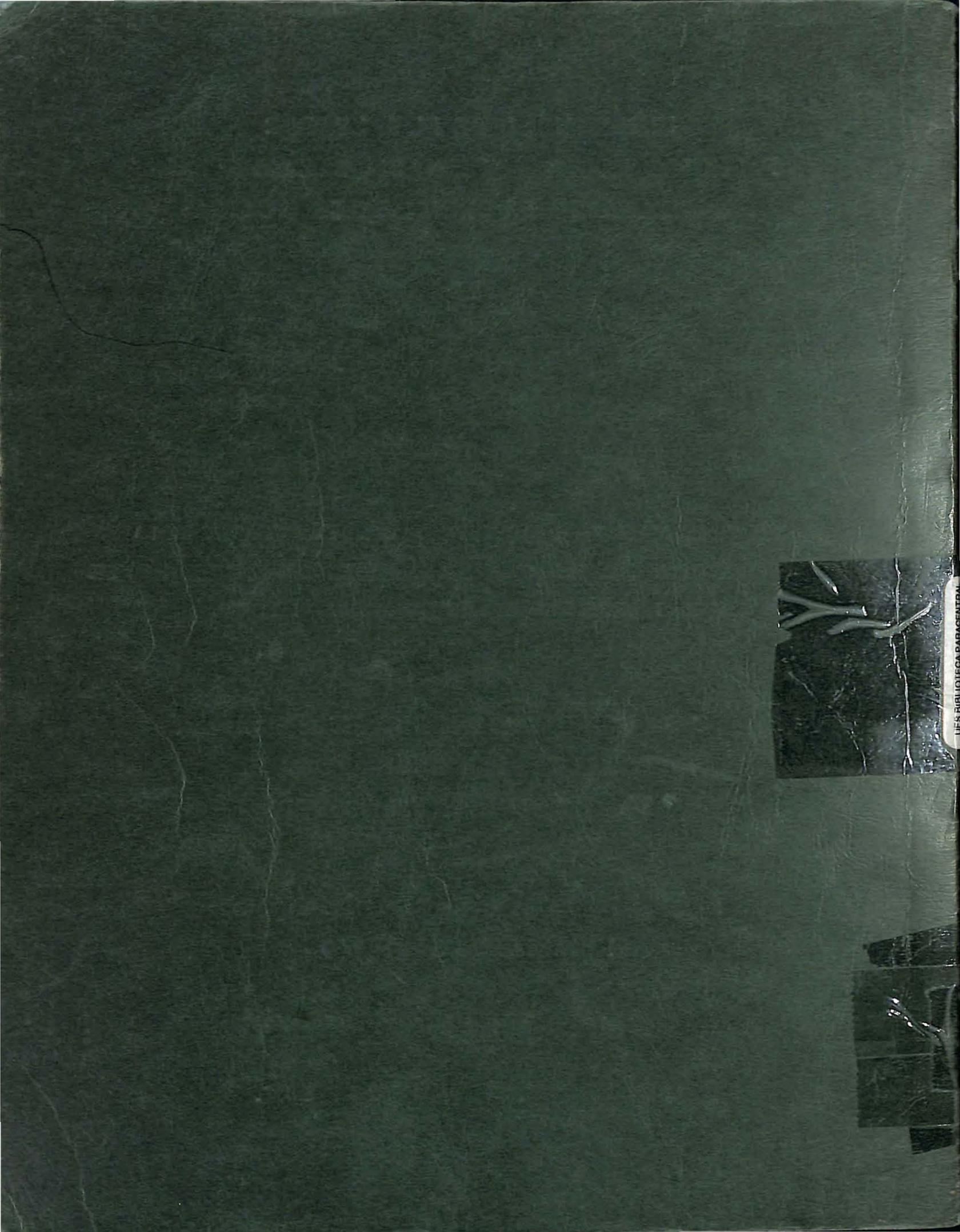


17 OCT 2005

ANEXO

Cuadro de Costos del Ensilaje de Maíz con Leguminosas

Detalle	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Valor Total
Semillas				
- Maíz	3	Lbs.	\$ 0.12	\$ 0.36
- Soya	1	Lbs.	\$ 0.57	\$ 0.57
- Fríjol de Vara	1	Lbs.	\$ 0.57	\$ 0.57
- Fríjol Terciopelo	1	Lbs.	\$ 0.50	\$ 0.50
- Maicillo	10	Lbs.	\$ 0.10	\$ 1.00
Insumos				
- Triple 15	20	Lbs.	\$ 0.25	\$ 5.00
- Sulfato de Amonio	20	Lbs.	\$ 0.23	\$ 4.60
- Bolaton Granulado	1	Lbs.	\$ 0.70	\$ 0.70
- Tamarom	0.24	Lbs.	\$ 1.00	\$ 1.00
Mano de Obra				
- Limpia	1	Días/hombre	\$ 4.00	\$ 4.00
- Rastreado,	1	Días/hombre	\$ 5.00	\$ 5.00
Tracción Animal y				
Surqueado				
- Siembra	½	Días/hombre	\$ 2.00	\$ 2.00
- 1ª Fertilización	¼	Días/hombre	\$ 1.00	\$ 1.00
- 2ª Limpia	1	Días/hombre	\$ 4.00	\$ 4.00
- 2ª Fertilización	¼	Días/hombre	\$ 1.00	\$ 1.00
- Aporco	1	Días/hombre	\$ 4.00	\$ 4.00
- Aplicación de Insecticida	¼	Días/hombre	\$ 1.00	\$ 1.00
- Cosecha				
- Corte del Material	1	Días/hombre	\$ 4.00	\$ 4.00
- Alquiler de la Picadora			\$ 5.00	\$ 5.00
- Plástico de Polietileno	8	Yardas	\$ 0.80	\$ 6.40
- Costo de Melaza	¼	Litro	\$ 0.50	\$ 0.50
- Elaboración del Silo	2	Días/hombre	\$ 4.00	\$ 4.00
Total				\$ 60.80



BIBLIOTECA PARACENTRA