

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**EVALUACION DE LA COMPOSICION QUIMICA DEL ENSILADO EN DIFE-  
RENTES PORCENTAJES DE ZACATE NAPIER ( Pennisetum purpureum)  
FOLLAJE DE MADRECACAO ( Gliricidia sepium)**

**POR:**

**WALTER MAURICIO BOLAÑOS TOVAR  
ERIC RAFAEL HERNANDEZ  
JULIO ERNESTO PARADA DIAZ**

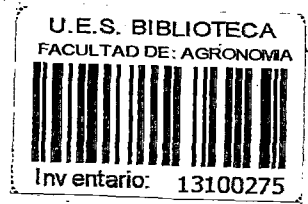
**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**



**SAN SALVADOR, MARZO DE 1995**

TUES  
1304  
B687ev  
1995



001243  
Ej 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. JUSTO ROBERTO CAÑAS

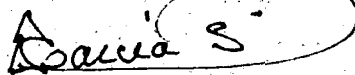
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. GINO ORLANDO CASTILLO BENEDETTO

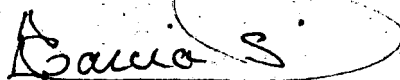
d) por la Secretaría de la Fac. de C.C. AA. Mayo/95.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



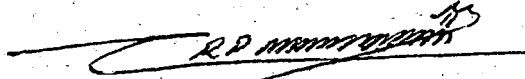
ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS

ASESOR :

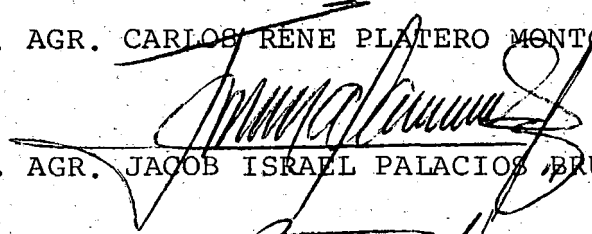


ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS

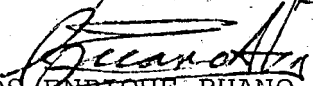
JURADO CALIFICADOR :



ING. AGR. CARLOS RENE PLATERO MONTOYA



ING. AGR. JACOB ISRAEL PALACIOS BRUNO



ING. AGR. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la hacienda del señor José Rolando Bolaños Salguero, ubicada en el Cantón Tierra Blanca, jurisdicción de Candelaria de La Frontera, Departamento de Santa Ana, el cual se encuentra a 700 msnm, temperatura promedio de 23.7 °C, precipitación promedio anual de 1548 mm, ubicado a 14°07' 12" latitud norte y 89°39'06" longitud oeste. El objetivo fue evaluar la composición química de diferentes mezclas de ensilado zacate napier-follaje de madrecaao. El estudio tuvo dos fases con una duración de tres meses, dos de los cuales correspondieron a la fase de campo, en donde se realizaron las labores de corte del material hasta el proceso de ensilaje y prueba de consumo y un mes que correspondió a la fase de laboratorio para realizar el análisis bromatológico de las muestras.

Los tratamientos consistieron en mezclas de zacate napier y follaje de madrecaao en los siguientes porcentajes :  $T_1 = 100\%$  de zacate napier,  $T_2 = 80\%$  de zacate napier y 20% de follaje de madrecaao,  $T_3 = 60\%$  de zacate napier y 40% de follaje de madrecaao; y  $T_4 = 100\%$  de follaje de madrecaao. Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar, con 4 repeticiones cada tratamiento.

Los resultados obtenidos demostraron que dentro de los cua-

tro tratamientos, el T<sub>4</sub> superó en PC, EE, NDT y FC al resto de tratamientos. En cuanto al color y olor el T<sub>3</sub> obtuvo me jo r ca li dad.

El análisis de los costos de ensilado fue de ¢ 0.29 por kilogramo para todos los tratamientos considerando que no se estableció ninguno de los dos cultivos.

Con base a los resultados obtenidos se concluyó que el follaje de madrecaao puede utilizarse en un nivel del 40% mez cl ad o con zacate napier en la elaboración de ensilado debido a que proporciona un alto contenido de nutrientes.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo, expresan sus sinceros agradecimientos a las siguientes personas :

- AL INGENIERO RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS :  
Asesor de este trabajo, por su desinteresada colaboración.
  
- AL INGENIERO HECTOR JAVIER CHAMUL :  
Por su valiosa colaboración en la orientación desde los inicios del ensayo.
  
- A LA SEÑORA MARINA DEL CARMEN RODRIGUEZ :  
Secretaria del Departamento de Zootecnia, por su eficiente colaboración.

## DEDICATORIA

- A DIOS :  
Por haberme dado sabiduría para llegar a culminar mi ca  
rrera.
  
- A MIS PADRES :  
JOSE ROLANDO BOLAÑOS SALGUERO (Q.E.P.D.)  
ETELIA NOHEMI DE BOLAÑOS  
Por su cariño y sacrificio, en mi formación.
  
- A MIS HERMANOS :  
ANA YANET BOLAÑOS TOBAR  
JOSE ROBERTO BOLAÑOS TOBAR  
Por darme su apoyo en los momentos difíciles.
  
- A MIS MAESTROS :  
Por brindarme sus conocimientos y amistad.
  
- A MIS COMPAÑEROS :  
Por el apoyo brindado en los momentos difíciles, durante  
el transcurso de la carrera.

Walter Mauricio Bolaños Tovar

## DEDICATORIA

- A DIOS :  
Por haberme dado fortaleza, paciencia y sabiduría para culminar mi carrera.
  
- A MIS PADRES :  
JUAN JOSE MENENDEZ (Q.E.P.D.)  
EVA HERNANDEZ  
Por su amor y sacrificio, en mi formación profesional.
  
- A MIS HERMANOS :  
MARIO ALBERTO HERNANDEZ  
LILIAN MORENA HERNANDEZ  
NOE ANTONIO HERNANDEZ  
Por brindarme todo su apoyo y comprensión en todos los momentos difíciles.
  
- A MIS MAESTROS :  
Por brindar sus conocimientos y amistad
  
- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS :  
Por el apoyo brindado en los momentos difíciles, durante el transcurso de la Carrera.

Eric Rafael Hernández



## DEDICATORIA

Al tener la satisfacción de haber logrado una anhelada meta trazada, deseo dedicar este triunfo a todas aquellas personas que con mucho amor y esfuerzo lo hicieron posible.

- A DIOS TODOPODEROSO :

Por darme la vida y guiarme e iluminarme el camino para llegar a obtener uno de mis más deseados ideales como - lo es mi carrera universitaria.

- A MI PADRE :

MANUEL ANTONIO PARADA, por su confianza, comprensión y apoyo constante, sin lo cual no hubiese sido posible finalizar mis estudios.

- A MI MADRE :

MARIA GREGORIA DIAZ DE PARADA, por su amor, dedicación y sacrificio constante en mi formación profesional.

- A MIS HERMANOS :

ANA GUADALUPE PARADA DE ROMERO

MARIA CELIA PARADA

MARIO ANTONIO PARADA

Por su amor y comprensión, y especialmente a MARDO ARCIDES PARADA, por su apoyo moral y ayudarme a lograr este triunfo. Gracias.

- A MI ESPOSA :

ELENA DEL CARMEN DE PARADA

Por su comprensión y consejos, lo cual me ayudó en los momentos difíciles.

- A MI PRIMO :

JOSE HECTOR MAYORGA

Por su apoyo incondicional.

- A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS :  
Que de una u otra manera contribuyeron a hacer posible  
este triunfo profesional.

Julio Ernesto Parada Díaz

I N D I C E

	Página
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	xvi
INDICE DE FIGURAS .....	xix
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	2
2.1. Generalidades del zacate Napier ( <u>Pennisetum purpureum</u> ) .....	2
2.1.1. Origen y distribución .....	2
2.1.2. Descripción botánica .....	2
2.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos .....	2
2.1.4. Propagación .....	3
2.1.4.1. Cantidad de material a usar para la siembra asexual .....	3
2.1.5. Epoca de siembra .....	3
2.1.6. Preparación del suelo y método de siembra .....	3
2.1.7. Fertilización .....	4
2.1.8. Epoca de corte y recuperación .....	4
2.1.9. Rendimiento .....	4
2.1.10. Usos .....	5
2.2. Generalidades del madrecaao ( <u>Gliricidia sepium</u> ) .....	5

	Página
2.2.1. Distribución geográfica .....	6
2.2.2. Descripción y clasificación botánica.	6
2.2.3. Requerimientos climáticos y edáficos.	6
2.2.4. Propagación .....	7
2.2.4.1. Plantas en bolsa .....	7
2.2.4.2. Estacas .....	7
2.2.4.3. Siembra por semilla .....	8
2.2.5. Usos .....	8
2.2.5.1. Para leña .....	8
2.2.5.2. Madera .....	8
2.2.5.3. Cercas vivas .....	8
2.2.5.4. Sombra y abono verde .....	9
2.2.5.5. Forraje .....	9
2.2.5.6. Flores .....	10
2.2.6. Composición química del follaje del - madrecacao .....	10
2.3. Ensilaje .....	11
2.3.1. Generalidades .....	11
2.3.2. Conservación del ensilado y daños que puede sufrir .....	11
2.3.3. Ventajas del ensilaje .....	12
2.3.4. Desventajas del ensilaje .....	12
2.3.5. Tipos de silos .....	12
2.3.5.1. Tipo torre .....	13
2.3.5.2. Tipo trinchera .....	13
2.3.5.3. Tipo bunker .....	14

2.3.5.4. Tipo montón .....	14
2.3.6. Factores principales a tomar en cuenta para ensilar .....	15
2.3.6.1. Humedad del forraje .....	15
2.3.6.2. Grados de madurez de la cosecha.	15
2.3.6.3. Compactación del forraje en el silo .....	16
2.3.7. Procesamiento del material antes del ensilaje .....	16
2.3.7.1. Premarchitamiento .....	16
2.3.7.2. Corte del material .....	17
2.3.7.3. Laceración .....	18
2.3.8. Cuidados en el llenado del silo .....	18
2.3.9. Fases del ensilaje .....	19
2.3.9.1. Fase de respiración .....	19
2.3.9.2. Fase de fermentación .....	20
2.3.9.2.1. Fermentación láctica .....	21
2.3.9.2.2. Fermentación butírica ....	22
2.3.9.3. Fase de estabilización .....	24
2.3.10. Asociaciones de gramíneas y leguminosas .....	24
2.3.11. Ventajas del asocio gramínea-legumino <u>sa</u> .....	25
2.3.11.1. Ventajas generales .....	25
2.3.11.2. Ventajas de un ensilado a base de sorgo-gandul .....	25

2.3.12.	Ensilado de maíz-gandul .....	26
2.3.13.	El valor alimenticio de forraje y en silado .....	26
2.3.14.	Los ensilados como alimento forraje- ro para el ganado .....	27
2.3.14.1.	Alimentación de ganado lechero a base de ensilado .....	27
2.3.14.2.	Alimentación de ganado de en- gorde con ensilado .....	28
2.3.15.	Recomendación para el uso de ensila- do en la alimentación del ganado le- chero .....	29
2.3.16.	Consumo promedio de ensilado en bovi- nos de acuerdo a diferentes catego- rías .....	29
3.	MATERIALES Y METODOS .....	30
3.1.	Localización del ensayo .....	30
3.2.	Características climáticas y edáficas del - lugar .....	30
3.3.	Instalaciones y equipo .....	31
3.4.	Materiales a ensilar .....	31
3.5.	Fase de campo .....	31
3.5.1.	Ensilado del material .....	31
3.5.2.	Toma de muestras .....	33
3.5.3.	Prueba de consumo .....	33

	Página
3.6. Fase de laboratorio .....	34
3.6.1. Análisis bromatológico .....	34
3.7. Diseño experimental .....	35
3.7.1. Modelo matemático .....	35
3.7.2. Variables evaluadas .....	36
3.7.3. Observaciones complementarias .....	36
3.7.4. Análisis de costos .....	36
3.7.5. Análisis de la información .....	36
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	37
4.1. Proteína .....	37
4.2. pH .....	38
4.3. Extracto etéreo .....	39
4.4. Fibra cruda .....	41
4.5. Carbohidratos .....	42
4.6. Nutrientes digestibles totales (NDT) .....	43
4.7. Materia seca .....	45
4.8. Análisis de las temperaturas tomadas a los microsilos .....	46
4.9. Comparación de costos para la elaboración del ensilado .....	46
4.10 Prueba de cafetería .....	47
5. CONCLUSIONES .....	49
6. RECOMENDACIONES .....	50
7. BIBLIOGRAFIA .....	51
8. ANEXOS .....	57

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química de follaje de madrecaao - en % .....	10
2	Datos totales y promedios de proteína cruda por tratamiento y repetición (%).....	37
3	Datos totales y promedios de pH por trata- miento y repetición .....	38
4	Datos totales y promedios de extracto eté- reo por tratamiento y repetición, (%) .....	40
5	Datos totales y promedios de fibra cruda -- por tratamiento y repetición, (%) .....	41
6	Datos totales y promedios de carbohidratos por tratamiento y repetición, (%) .....	42
7	Datos totales y promedios de nutrientes di- gestibles totales por tratamiento y repeti- ción, (%) .....	43
8	Datos totales y promedios de materia seca - por tratamiento y repetición en %.....	45
9	Datos promedios de la prueba de cafetería - por tratamiento y repetición (kg) .....	47
A-1	Análisis de varianza para proteína cruda ..	58
A-2	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para pro- teína cruda .....	58



Cuadro		Página
A-3	Análisis de varianza para pH .....	58
A-4	Prueba de rango múltiple de Duncan para pH.	59
A-5	Análisis de varianza para extracto etéreo .	59
A-6	Prueba de rango múltiple de Duncan para extracto etéreo .....	59
A-7	Análisis de varianza para fibra cruda .....	60
A-8	Prueba de rango múltiple de Duncan para fibra cruda .....	60
A-9	Análisis de varianza para carbohidratos ...	60
A-10	Prueba de rango múltiple de Duncan para carbohidratos .....	61
A-11	Análisis de varianza para nutrientes digestibles totales .....	61
A-12	Prueba de rango múltiple de Duncan para nutrientes digestibles totales .....	62
A-13	Análisis de varianza para materia seca ....	62
A-14	Rendimiento de 1.0 km lineal de cerca viva de <u>Gliricidia sepium</u> (madrecacao) .....	63
A-15	Costos para el establecimiento de 1 km lineal de cerca viva de <u>Gliricidia sepium</u> -- (madrecacao) .....	63

Cuadro		Página
A-16	Rendimiento de 1.0 mz de <u>Pennisetum purpureum</u> (zacate Napier) .....	64
A-17	Costos para el establecimiento de 1.0 mz de <u>Pennisetum purpureum</u> (zacate Napier) .....	65
A-18	Costos de elaboración de ensilado .....	66

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
A-1	Contenido de proteína cruda en los diferentes tratamientos en % .....	67
A-2	Valores de pH en los diferentes tratamientos .....	68
A-3	Contenido de extracto etéreo en los diferentes tratamientos en % .....	69
A-4	Contenido de fibra cruda en los diferentes tratamientos en % .....	70
A-5	Contenido de carbohidratos en los diferentes tratamientos en %.....	71
A-6	Contenido de nutrientes digestibles totales en los diferentes tratamientos en %...	72
A-7	Contenido de materia seca en los diferentes tratamientos en %.....	73
A-8	Relación de proteína cruda y nutrientes digestibles totales en los diferentes tratamientos .....	74
A-9	Distribución de tratamientos y repeticiones .....	75

## INTRODUCCION

En El Salvador, uno de los principales problemas para alimentar el ganado es la escasez de forraje verde durante la estación seca, en la cual la alimentación es a base de subproductos agrícolas (rastros), que en su mayoría no llenan los requerimientos nutricionales ocasionando una disminución en los parámetros productivos y reproductivos a corto y largo plazo. Por lo tanto es necesario que el ganadero conozca el ensilaje como método de conservación de forraje para contrarrestar las condiciones severas de la época seca. Dichas prácticas se han limitado a la utilización de gramíneas forrajeras, que por naturaleza son bajas en nutrientes; lo que trae como consecuencia que al final de las transformaciones que sufre el material en el proceso de ensilado disminuye en su contenido nutritivo. Para complementar este déficit se ha empleado follaje de madrecaoa que posee alto contenido de proteína.

Con el presente trabajo de investigación se evaluó el porcentaje de mezcla zacate napier-follaje de madrecaoa para la elaboración del ensilado que resultara de mejor valor nutritivo y ser utilizado en la alimentación del ganado bovino.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del zacate Napier (Pennisetum purpureum)

También conocido por los nombres : Elefante gigante, - de Castilla y Costa Rica.

#### 2.1.1. Origen y distribución

Esta planta es originaria de Africa, distribuida en la zona tropical y subtropical. En El Salvador se encuentra en todo el territorio nacional.

#### 2.1.2. Descripción botánica

Es una planta robusta semejante a la caña de azúcar, perenne, alcanza una altura hasta 5 metros cuando llega a su madurez. La inflorescencia es una espiga cilíndrica de color amarillo.

#### 2.1.3. Requerimientos climáticos y edáficos

Se adapta de 0-1500 msnm, requiere temperaturas que se encuentren en un rango de 17 a 30 °C. Para un excelente desarrollo necesita precipitaciones anuales de 1000 mm, es resistente al exceso de agua como a la sequía. Prefiere los suelos húmedos, sueltos y permeables adaptándose principalmente a suelos francos pero su cultivo se puede realizar en suelos franco arenosos y franco arcillosos.

#### 2.1.4. Propagación

Existen dos formas de propagación las cuales son : a) forma sexual: que es por medio de semillas y posee 10% de - viabilidad por lo que no se utiliza como sistema de propaga- ción; y b) forma asexual, la cual se hace por medio de mate- rial vegetativo como cepas, estacas y cañas; la forma ase- xual es la más utilizada en el país.

##### 2.1.4.1. Cantidad de material a usar para la siembra asexual

En cadena simple se utilizan dos toneladas/manzana, en cadena doble 4 Ton/mz. y estacas 2.5 - 3.0 Ton/mz de mate- rial vegetativo.

#### 2.1.5. Epoca de siembra

Debe efectuarse al inicio de las lluvias de mayo-junio, pero cuando se cuenta con riego puede efectuarse en cualquier época del año.

#### 2.1.6. Preparación del suelo y método de siembra

La preparación del suelo es similar a la del maíz, la que se efectúa de la siguiente manera: se procede a eliminar la maleza luego se hace un paso de arado y 2 pasos de rastra y después se surquea para efectuar la siembra. El sistema - de siembra que ha dado mejores resultados en el país es el - de estaca, el cual consiste en cortar los tallos en pedazos de 50-70 cm de largo, que contengan no menos de 3 a 4 nudos

y sembrados en hileras en forma sencilla o en traslape que puede ser doble o triple, a una distancia entre estacas de 80 cm, a un metro entre hileras y una profundidad de 6 a 8 cm.

#### 2.1.7. Fertilización

A la siembra se aplica 4 qq/ha de Fórmula 15-15-15, ya establecido el pastizal se recomienda 100 kg de nitrógeno/ha/año, 100 kg de  $P_2O_5$ /ha/año y 50 kg de  $K_2O$ /ha/año en tres aplicaciones.

#### 2.1.8. Epoca de corte y recuperación

Para su consumo la edad ideal para realizar su primer corte es de 75 a 90 días después de la siembra, haciéndose de forma preferente a una altura de 10 cm arriba del nudo más próximo al suelo. El período que tarda en recuperarse después del corte si existen buenas condiciones para su desarrollo es de 50-60 días.

#### 2.1.9. Rendimiento

Usando la fertilización nitrogenada anterior se reportan rendimientos de 40-60 Ton/ha de forraje verde (27).

Rodríguez (1978), expresa que alcanza a producir de 5 a 7 cortes por año.

Pinzón y González (1978), reportan respuestas significativas en producción de materia seca al aumentar la fertilización nitrogenada y la edad del corte.

Resultados de estudios realizados en Gualaca, Panamá, - revelan que el contenido protéico del Pennisetum disminuye al aumentar la edad del corte y si ésta sobrepasa los 90 - días, llega a ser inferior al 7% en base seca que se considera como nivel crítico para el consumo voluntario.

Rubiola (1980), reporta que cuando se cultiva sin fertilización el pasto Napier tiene aproximadamente :

- Proteína cruda	: 8.7 %	- Carbohidratos	: 51.97%
- Fósforo	: 0.38%	- Ceniza	: 10.06%
- Calcio	: 0.16%	- Humedad total	: 6.12%
- Fibra cruda	: 32.9 %		
- Grasa	: 1.74%		

#### 2.1.10. Usos

Barreras vivas, en construcciones rurales y principalmente como forraje para ganado bovino.

#### 2.2. Generalidades del madrecaao (Gliricidia sepium)

También conocido por los nombres : Mata-ratón, kakahua ti (Filipinas), Mexican lilac, madero negro.



### 2.2.1. Distribución geográfica

Es una especie nativa de América, donde se extiende desde México y América Central hasta América del Sur; naturalizada en Colombia, Guayanas y Las Antillas. En El Salvador se les encuentra desde la costa hasta alturas que llegan a 1200 msnm, formando rodales naturales o en plantaciones establecidas con fines energéticos (leña), y de protección de cuencas (11).

### 2.2.2. Descripción y clasificación botánica

Gliricidia sepium, es un árbol sin espinas, alcanza 10 metros de altura. Tiene copa abierta y tronco retorcido, cuyo diámetro mide 30 cm ó menos. Su clasificación es:

División	:	Antofita
Sub-división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub-clase	:	Coripetala
Orden	:	Rosales
Familia	:	Papilionacea
Género	:	<u>Gliricidia</u>
Especie	:	<u>sepium</u>

### 2.2.3. Requerimientos climáticos y edáficos

La temperatura óptima para su desarrollo es de 22 a 30 °C. Con respecto a la altitud, se adapta de 300 a 1600 msnm. La precipitación necesaria es de 1500 a 2300 mm anual.

Esta especie crece bien en suelos secos a húmedos incluso en suelos que tienen una gran concentración calcárea. Poco exigente en cuanto a fertilidad natural de los suelos pero requiere buen drenaje. No crece bien en suelos arcillosos.

#### 2.2.4. Propagación

La propagación del madrecaao puede hacerse por tres métodos : Plantas en bolsa, estacas y semilla.

##### 2.2.4.1. Plantas en bolsa

Las plantas se pueden producir en bolsas de polietileno negro de 6 x 9 pulgadas agujereadas, utilizando dos semillas por postura. El sustrato a utilizarse puede ser una mezcla de suelo fértil y arena en proporción 3:1. El tiempo de germinación va de 3 hasta 12 días.

El tiempo de permanencia en el vivero es de tres meses. Debe disminuirse el riego una o dos semanas antes de llevar las plantas al sitio de plantación y aplicar riego a momento de efectuar el trasplante.

##### 2.2.4.2. Estacas

La siembra por estacas se acostumbra usar para cercos vivos y debe realizarse a finales de la época seca (abril), para obtener un mejor rendimiento de las estacas. El tama

ño de las estacas debe ser de 2.2 m, de largo y 3-4 cm de diámetro con cortes inclinados.

#### 2.2.4.3. Siembra por semilla

Es el método más barato para establecer una plantación. Es necesario realizar una buena preparación de suelos (arado con bueyes o mecanizado). Se deben depositar 2-3 semillas por golpe, y el suelo debe estar húmedo para favorecer la germinación. En terrenos inclinados se siembra con chuzo o macana, utilizando también de 2 a 3 semillas por golpe.

#### 2.2.5. Usos

##### 2.2.5.1. Para leña

Dondequiera que crece Gliricidia sepium, su madera dura y pesada se utiliza como combustible. Aunque no es un árbol alto, sus ramas producen mucha madera y rebrota fácilmente. Su valor calórico es 4,900 Kcal/kg de madera.

##### 2.2.5.2. Madera

La madera tiene un acabado liso y es apropiada para muebles, artículos pequeños, implementos agrícolas y mangos de herramientas. También se usa para postes y en construcción pesada como cuarterones, vigas y pilares.

##### 2.2.5.3. Cercas vivas

En el país la tradición es formar hileras de estos árboles dando origen a una cerca viva o barrera rompevientos de gran efectividad, que durará muchos años sin mantenimiento.

#### 2.2.5.4. Sombra y abono verde

Debido a que tiene ramas largas y muchas hojas es una especie ideal para sombra. El follaje es rico en nitrógeno, por lo tanto, las hojas que caen enriquecen el suelo bajo los árboles. Su follaje también se puede cortar con el fin de fertilizar los cultivos cercanos (11).

#### 2.2.5.5. Forraje

La especie se usa de manera tradicional como fuente de forraje, se han iniciado experimentos controlados, para determinar las formas de manejo para la producción de forraje, debido a altos contenidos de proteína cruda (13.36%) para tallos tiernos y 30% para hojas, en base seca.

El follaje de esta especie se ha utilizado en la alimentación de ganado vacuno, cerdos, cabras, aves, ovejas, aunque se considera tóxico para algunos animales, por su contenido de cumarina.

El ganado puede ingerir el follaje tierno solo o mezclado con otros alimentos como gramíneas y melaza; también se ha ensilado para suministrar al ganado durante la estación seca (9).

#### 2.2.5.6. Flores

Las flores son una fuente de alimento para las abejas productoras de miel, inicia la floración en la época seca, según las condiciones climáticas donde se encuentra ubicado dicho cultivo.

#### 2.2.6. Composición química del follaje de madrecaao

Los datos que se han publicado sobre el contenido de nutrientes del madrecaao indica que contiene niveles altos de proteína (23%) y fibra (45% FND) (8).

Cuadro 1. Composición química de follaje de madrecaao en % . (Tomado de DERAS, 1991).

COMPONENTE	MEDIA EN %
Materia seca	21.9
Proteína bruta	23.0
Fibra bruta	20.7
Extracto etéreo	3.1
Cenizas	9.7
Extracto libre de nitrógeno	42.8
Fibra con detergente ácido	28.7
Fibra con detergente neutro	42.8
Celulosa	23.6
Lignina	10.8

## 2.3. Ensilaje

### 2.3.1. Generalidades

La práctica de ensilaje de pastos, es originaria de Italia quienes habían entendido que los principios en que debe basarse la preservación de los forrajes en silos eran: la desecación parcial de los pastos y la exclusión o eliminación del aire. De Italia, dicha práctica pasó a Francia, Inglaterra, Alemania y América (12).

El ensilado es el material resultante del ensilaje, o dicho de otra manera, la fermentación de una porción de forraje fresco arreglado,, compactado y colocado en un lugar ya sea techado o abierto para protegerlo del aire y del agua (12). Este método de conservación de productos agrícolas su éxito se basa en permitir una degradación dentro de límites bastante estrechos, que no permite transformaciones en la composición química del material a conservar (15).

### 2.3.2. Conservación del ensilado y daños que puede sufrir

Para conservar el ensilado se necesita que los silos se cierren herméticamente ya que si entra aire en el silo se producirá un ensilado mohoso (podrido) y muy caliente (29).

Los daños por la intemperie son pocos o ninguno y por lo

general en el ensilado se conserva del 80 a 85% del valor nutritivo del forraje verde recién cortado. Además el contenido protéico es, por lo general, mayor y el contenido de carotenos varias veces superior al heno. No existe peligro de incendios ya que no se produce una combustión espontánea; debido a que el aire se elimina y el material permanece húmedo (28).

### 2.3.3. Ventajas del ensilaje

- a) Es la forma más económica de almacenar alimentos suculentos para la época de escasez de pasto verde.
- b) Los forrajes verdes pueden ensilarse durante un tiempo lluvioso que no permitiría henificar.
- c) Una cantidad determinada de ensilado producirá más leche o carne que si se da en forma de rastrojo o heno a los animales.
- d) Hay menos desperdicio si se alimenta con ensilado que con forraje seco. Si se da con propiedad es consumido en su totalidad (19).
- e) Provee un forraje succulento o jugoso de calidad uniforme.
- f) La acidez del ensilaje hace que éste tenga propiedades ligeramente laxantes, lo que beneficia a vacas lecheras.
- g) El gasto en alimentación y en jornales disminuye cuando se usa ensilaje en vez de hierba cortada a diario (14).

### 2.3.4. Desventajas del ensilaje.

- a) La inversión inicial en el equipo para la cosecha y el -

almacenamiento es alto.

- b) La descomposición es considerable durante el ensilaje y almacenamiento (23-35%) algunas veces.
- c) Cuando los ensilados son muy ácidos, muy secos y mohosos no son consumidos con facilidad (19).

### 2.3.5. Tipos de silos

Existen diversos tipos entre los cuales se pueden mencionar :

#### 2.3.5.1. Tipo torre

Se construye de ladrillo, bloques, cemento armado, metal, madera, etc. Posee techo para protegerlo de la lluvia; las ventajas de éste son : a) presentan una mayor compactación del material; b) hay menor pérdidas superficiales, pero produce mayores pérdidas por los jugos exprimidos. No se usan en la actualidad debido a su costo elevado de construcción y a la maquinaria costosa y complicada que se requiere para llenarlo y vaciarlo.

#### 2.3.5.2. Tipo trinchera

Consiste en una excavación hecha en una ladera. Sus paredes de acuerdo a la consistencia del terreno pueden dejarse al natural o ser revestidos con ladrillos o concreto. Si las paredes y el piso no se revisten, se cubren con plástico para evitar pérdidas por pudrición. Sus ventajas son:



a) Menor pérdida por jugos exprimidos; b) cuando el terreno es bien drenado e impermeable (arcilloso) no necesita llevar plástico en fondo y paredes; c) de costo relativamente bajo.

#### 2.3.5.3. Tipo bunker

Es una modalidad de tipo trinchera pero hecho en terreno plano con ladrillo de obra, piedras, cemento armado o de madera. La ventaja que ofrece es que permite una excelente compactación con tractor, porque éste permite subir por un lado y bajar por el otro.

#### 2.3.5.4. Tipo montón

Es uno de los tipos más prácticos, usados en todo el mundo y se está incrementando su uso en gran escala en el país; consiste en depositar el pasto sobre el terreno bien drenado y aumentar en forma progresiva su altura. Su forma debe ser alargada como el de trinchera y bunker; pero los costados en vez de ser más amplios arriba, se debe ir disminuyendo, a medida que aumenta la altura. Puede hacerse de 2.5 m de altura o más, según el ancho. Tanto sus costados como la parte superior se cubren con plástico y tierra.

Las ventajas que ofrece son: a) permite una excelente compactación; b) las pérdidas son iguales a la de los dos

tipos anteriores; c) no incluye costos de construcción; d) puede hacerse en cualquier potrero de la finca donde se cosecha el forraje; e) reduce los costos de acarreo; f) se presta muy bien para el autoconsumo, por lo que es ideal para alimentar el ganado horro.

### 2.3.6. Factores principales a tomar en cuenta para ensilar

#### 2.3.6.1. Humedad del forraje

Es la cantidad de agua que contiene en el momento de ensilarlo y se puede calcular en forma empírica. Se toma una puñada de forraje picado y se comprime con la mano fuertemente por un minuto y luego se suelta rápido. Si la bola formada permanece comprimida y aparecen jugos abundantes, la humedad es de 76-85%. Si la bola mantiene su forma y queda húmeda la mano tiene 70-75%; y si la bola se expande lentamente y no queda húmeda la mano, tiene un rango óptimo de humedad del 68-75% (5). Valores de humedad menores al 60% corresponden a materiales no aptos para ensilar, presentan una característica quebradiza y la bola se expande rápidamente.

#### 2.3.6.2. Grado de madurez de la cosecha

Para obtener ensilados de buena calidad, la mayoría de las gramíneas y leguminosas se deben cortar en la prefloración (28).

Con excepción del sorgo forrajero que se corta cuando el grano está en estado lechoso o cuando el 90% del cultivo ha florecido, ya que éste en estado vegetativo posee altos contenidos de ácido cianhídrico que puede ser tóxico para los animales. La avena y el maíz se cortan cuando el grano está lechoso (5).

#### 2.3.6.3. Compactación del forraje en el silo

En el material cortado hay bacterias presentes como las aeróbicas las que algunas de ellas siguen aumentando hasta que se acaba todo el oxígeno en un lapso de 1 a 4 horas -- (29), por lo que es de mucha importancia la compactación en el silo para expulsar rápido el aire atrapado entre las partículas del forraje picado y así evitar la fermentación indeseable, la butírica que se da por una degradación extrema de carbohidratos y desnaturalización de las proteínas -- por efecto de temperaturas altas. Además, si el aire llega a tener contacto libre en el interior, los mohos descomponen el ensilado (5).

#### 2.3.7. Procesamiento del material antes del ensilaje

##### 2.3.7.1. Premarchitamiento

La utilidad del oreado es usado en el caso de la hierba tierna y succulenta. Las posibilidades de que ocurran -- fermentaciones anormales son mínimas cuando el grado de hu

medad de los forrajes es del 70-75%. Además los forrajes verdes sometidos a ésto producen menos jugos durante el ensilado. Siempre que sea posible debe evitarse la producción de jugos porque contienen sustancias alimenticias solubles de gran valor. El oreado de hierba madura no sólo es desfavorable, sino que con frecuencia es perjudicial, - debido a que favorece la consolidación del material y se agrava la situación (15).

Cuanto mayor es el contenido de humedad, mayores serán las pérdidas por lixiviación, a menos que el material esté con un buen porcentaje de humedad, si hay exceso de líquidos el silo se inunda y el exceso de presión puede dañar - las paredes. Las leguminosas ricas en proteínas pueden dar un buen ensilado si se les mantiene en el campo después de cortadas, hasta que la humedad se reduzca entre 60-68%; además se reduce el peso del material a ensilar (28).

#### 2.3.7.2. Corte del material

Siempre que se vaya a ensilar material grosero y largo, es necesario trocearlo en pedazos pequeños o picado fino antes de ensilarlo, pues de otra forma es imposible conseguir la compactación requerida (15).

El picado fino es muy importante, si el contenido de humedad es de 70%; la picadora se gradúa para que corte longi

tudes de 0.6 a 0.9 cm; si el material está seco, entonces el cortado debe ser más fino. Si el contenido de humedad es de 72% ó más, los trozos deben tener de 0.6 a 1.6 cm de largo. Se toma la precaución de que las cuchillas estén - afiladas de manera que corten sin desmenuzar (28).

#### 2.3.7.3. Laceración

Es una moderna modificación del troceado del material lo que a su vez hace que la fermentación ocurra más rápido. La laceración permite que quede de inmediato disponible para las bacterias una proporción de material mucho mayor de células muertas, por lo tanto, la producción de ácido tiene lugar más rápido (15).

En los últimos años se han hecho numerosos intentos para idear métodos de tratamiento de los forrajes para que las proteínas de las hojas puedan emplearse como alimento. Puede provocarse la ruptura mecánica de la hierba para utilizar tales proteínas (1).

#### 2.3.8. Cuidados en el llenado del silo

Las paredes deben ser suaves y herméticas. El material se debe distribuir uniformemente en toda la superficie del silo evitando que se apile en el centro o en uno de los lados.

A medida que se llena el silo, la temperatura debe mantener

se por debajo de 35 °C, cerca de la superficie. Si la temperatura es mayor, quiere decir que hay demasiado aire en el silo, o que está muy seco, muy grueso o mal compactado. Investigaciones recientes realizadas en Europa, muestran -- que temperaturas de 29.5 °C ó menos favorecen una más activa fermentación del ácido láctico. Se advierte que las pérdidas de nutrientes son menores a temperaturas más bajas -- que a las más altas (28).

#### 2.3.9. Fases del ensilaje

En el interior del ensilado se desarrollan tres etapas o fases de manera sucesiva, siendo éstas las siguientes :

##### 2.3.9.1. Fase de respiración

Cuando se coloca en el silo un forraje verde las células de las plantas aún están vivas y por lo tanto respiran. Entre la masa del forraje existe aire aprisionado y aunque el forraje se presione bien, queda retenido parte del aire. Mientras haya algo de aire la respiración continúa y sigue produciendo bióxido de carbono (18).

La respiración siempre va acompañada por un aumento de la temperatura, para que el proceso de ensilaje se desarrolle en forma adecuada, las temperaturas deben oscilar de --

35-50 °C. Cuando hay exceso de aire en el ensilado, se producen temperaturas más elevadas. Este exceso de aire impide la fermentación anaeróbica, la cual es indispensable para que las bacterias anaeróbicas acidolácticas conviertan los carbohidratos en ácidos orgánicos.

#### 2.3.9.2. Fase de fermentación.

La fermentación se debe a la acción de las levaduras que se alimentan de los azúcares disueltos en los jugos celulares. Este proceso requiere oxígeno del aire y provoca una elevación de la temperatura. Cuando el oxígeno presente se ha agotado, el proceso se detiene, a menos que reciba aire fresco del exterior. Esto explica la importancia del uso de coberturas tales como capas plásticas o bolsas, así como también la importancia de la eliminación de la mayor cantidad posible del aire encerrado mediante una buena compactación del material verde picado.

Cuanto menor es el contenido de humedad, más difícil resulta lograr la eliminación del aire para que el proceso se detenga en la etapa deseada. Durante el proceso de fermentación, las enzimas convierten las proteínas y los carbohidratos en sustancias más simples, como aminoácidos y a veces amoníaco (9).

Los ácidos orgánicos encontrados en el ensilado son el -

acético, propiónico, butírico y el láctico. Los tres primeros son volátiles y en conjunto se denominan ácidos volátiles del ensilado; el ácido láctico es no volátil.

Para que el proceso de ensilaje se desarrolle de forma adecuada las temperaturas deben oscilar entre 28 a 30 °C. Cuando hay exceso de aire en el ensilado se producen temperaturas más elevadas.

Este exceso de aire impide la fermentación anaeróbica, la cual es indispensable para que las bacterias acidolácticas conviertan los carbohidratos (azúcares, almidones) en ácidos orgánicos, en especial el láctico (6).

#### 2.3.9.2.1. Fermentación láctica

Las bacterias desempeñan un papel preponderante del ensilaje, producen enzimas y atacan a una gran variedad de compuestos orgánicos complejos. La energía necesaria para estos procesos se obtiene a través de la descomposición de dichos compuestos hasta sustancias más sencillas; quedando de este modo la actividad de las bacterias, como una función de la temperatura y la acidez del medio.

Las bacterias que producen ácido láctico a partir de los carbohidratos son los lactobacilos; que se encuentran en --



forma profusa distribuidos en la naturaleza y a veces, su presencia se descubre inclusive en el cultivo verde. Las especies de bacterias aisladas de los ensilado, se desarrollan entre 20 °C y 45 °C , y lo hacen mejor a bajas concentraciones de oxígeno, o bien, en su ausencia. Todos producen ácido láctico a partir de la glucosa, aunque diversos azúcares son también fermentados produciendo otros ácidos además del láctico - como el ácido butírico y el propiónico.

Sin embargo, la característica más importante de los lactobacilos, desde el punto de vista de la preservación de una cosecha, es que pueden soportar una acidez mucho mayor que otros organismos. De modo que cuando un cultivo se ensila, las bacterias del ácido láctico comienzan a proliferar casi de inmediato sobre los azúcares fermentables de la savia vegetal, produciendo gran cantidad de ácido que las bacterias indeseables no pueden desarrollarse.

#### 2.3.9.2.2. Fermentación butírica

Entre las bacterias perjudiciales se incluyen el grupo de las que producen ácido butírico. Al igual que las formadoras de ácido láctico, crecen bien en el ambiente de 30 °C a 40 °C, pero, a diferencia de los lactobacilos, no se desarrollan cuando la acidez es mayor que la correspondiente a un pH de 4.2. Según esto, si los lactobacilos tienen un --

buen comienzo y producen suficiente ácido láctico que hará bajar el pH de la cosecha ensilada hasta el valor de 4.2, se inhibirá el crecimiento de los organismos productores de ácido butírico. Esto es lo que acontece en la práctica, porque pocas veces se encuentra ácido butírico en un ensilaje cuyo pH sea mayor de 4.2.

Una característica distintiva de las bacterias productoras de ácido butírico es que descomponen las proteínas.

Existen enzimas vegetales que convierten las proteínas en aminoácidos, y el proceso es análogo al que se realiza durante la digestión de los alimentos en el organismo animal. Cuando encontramos esta condición durante la manufactura del ensilaje, se considera que es un proceso de digestión previa, y como los aminoácidos son nutrientes valiosos, no se pierde nada del valor nutritivo de las proteínas. Sin embargo, las enzimas proteolíticas de las bacterias formadoras de ácido butírico, producen amoníaco y compuestos amoniacaes a partir de las proteínas.

Tales sustancias de carácter básico, son de dudoso valor nutritivo para el animal e inclusive, algunas pueden ser dañinos, y como neutralizan los ácidos producidos, favorecen el desarrollo de las bacterias del ácido butírico. También

son responsables de los malos olores que recuerdan a los - de materia animal putrefacta (17).

Varios factores son responsables de las actividades de las bacterias del ácido butírico, aunque lo más común es la inadecuada acidez producida por el lento desarrollo de los lactobacilos. La razón más lógica de esta circunstancia es una deficiencia de carbohidratos que se presentan en los pastos jóvenes o en las leguminosas, porque estos cultivos contienen un alto porcentaje de proteínas y proporcionan menor cantidad de carbohidratos solubles (24).

#### 2.3.9.3. Fase de estabilización

Como el ensilaje tiene por objeto la conservación de los pastos, se sabe que esta conservación es perfecta y duradera cuando predomina el ácido láctico pues al llegar a este punto, los ácidos producen un pH de 4.2, que no soporta ninguna bacteria ni hongo los cuáles mueren y al morir éstos, el material se puede conservar durante largo tiempo (12).

#### 2.3.10. Asociaciones de gramíneas y leguminosas

Debido a que el valor nutritivo de todas las gramíneas hasta ahora estudiadas no permite, sobre todo durante la estación seca, que los animales tengan un crecimiento suficiente para el engorde en un período de tiempo adecuado, parece- ría necesario encontrar una leguminosa que ofrezca los ele-

mentos nutritivos faltantes en forma particular proteína - durante dicha estación, lo cual se puede lograr por medio de la adición de una leguminosa de alta calidad en la preparación de un ensilaje.

### 2.3.11. Ventajas del asocio gramínea-leguminosa

#### 2.3.11.1. Ventajas generales

- a) Se aprovecha el N<sub>2</sub> fijado por la leguminosa en el suelo.
- b) Se mejora la dieta al animal al aumentar el porcentaje de proteína en el ensilado.
- c) Se incrementa la producción de forraje por unidad de superficie (30).

#### 2.3.11.2. Ventajas de un ensilado a base de sorgo-gandul

- a) Con el gandul se mejora el valor nutritivo del ensilado aportando mayor cantidad de proteína. El ensilado de sorgo-gandul puede tener de 8-10% de proteína.
- b) Permite hacer un buen uso del primer corte de la leguminosa ya que las condiciones lluviosas pueden dificultar el proceso de oreado y picado.
- c) El ensilado sorgo-gandul aporta grandes cantidades de calcio y vitamina A, ya que el gandul como leguminosa - contiene estos nutrientes.
- d) Permite reducir la aplicación de shock vitamínico, los cuales se realizan por lo menos dos veces durante la época seca.

- e) Es muy apetecido por los animales.
- f) Mejora las condiciones físicas de los animales (26).

#### 2.3.12. Ensilado de maíz-gandul

En la zona oriental de El Salvador se utiliza en el ensilaje mezclas de maíz con gandul.

En el CEGA-IZALCO, se llevó a cabo una investigación - utilizando en el ensilaje mezclas de maíz con gandul en diferentes proporciones; y se llegó a la conclusión de que el mejor tratamiento resultó ser de 60% y 40% de maíz y gandul, debido a un balance en su composición química. Así mismo se recomendó no usar cantidades que excedan - de 40% de leguminosas para ensilaje, debido a que por ser pobres en carbohidratos, su fermentación hidroliza las proteínas, lo que nos provoca un aumento en el pH y mal sabor del ensilado.

#### 2.3.13. El valor alimenticio de forraje y ensilado

El valor alimenticio de cualquier forraje depende de su contenido de nutrientes digestibles y de la cantidad que consumirán los animales, es necesario tomar en consideración los dos factores, para determinar el valor alimenticio de los ensilados.

En el ensilado el contenido de TND depende en gran medi

da de los que posee el material cosechado; debido a que ningún método de ensilaje mejora el contenido nutritivo de los forrajes.

Los ensilados contienen sobre la base del porcentaje de su composición, menos proteínas crudas que los forrajes originales y extractos no nitrogenados en cantidades menores; su proporción de fibra cruda y de grasas es menor. La digestibilidad de los ensilados es inferior a la del forraje fresco y se debe a que el extracto libre de nitrógeno es más poco y más elevado el contenido de fibra cruda. La digestibilidad de la proteína cruda se mantiene sólo si el ensilado no sufre un sobrecalentamiento, ya que se reduce grandemente.

#### 2.3.14. Los ensilados como alimento forrajero para el ganado

Desde 1910, los ensilados se han usado en gran escala en los Estados Unidos, para la alimentación de toda clase de ganado, en especial para el ganado bovino de carne y leche. Es una de las principales fuentes de alimento en el engorde de ganado, pero éste no es práctico realizarlo a base de sólo ensilado, debido a que se prolonga el tiempo de sacado de los animales al mercado y la ganancia diaria de peso - (33).

##### 2.3.14.1. Alimentación de ganado lechero a base de ensilado

La ingestión de materia seca por los animales es menor cuanto más húmedo esté el ensilado; esta limitación es de menor importancia en vacas lecheras que en terneros, pero aún ellas, un ensilado demasiado húmedo puede no ser adecuado (10).

Según ensayos realizados en otros países (Reino Unido), pueden cubrirse todas las necesidades básicas si se proporciona como único alimento el ensilado, se obtiene una producción bastante aceptable como son 18 litros de leche en promedio por vaca por día; pero esto se vuelve poco práctico debido a los grandes volúmenes de ensilado que se les tendría que proporcionar a cada animal (18).

#### 2.3.14.2. Alimentación de ganado de engorde con ensilado.

El vacuno de aptitud cárnica puede engordarse con hierba de buena calidad sin necesidad de alimentos suplementarios. En el Norte de Irlanda y en Escocia, se han realizado trabajos en los últimos años para comprobar la eficacia del ensilaje en la producción de carne durante el invierno y se ha visto en forma clara que el empleo de los alimentos voluminosos baratos tienen tan buen porvenir en la alimentación del vacuno de engorde como en la alimentación de vacas lecheras. Además, modernas investigaciones indican con toda claridad que el vacuno joven puede llevarse al pastoreo a una edad más temprana, de esta forma pueden asegurarse --

una reducción apreciable en el costo de la recria y cont  
nuar el crecimiento mediante el suministro de ensilado -  
(18). Además éste exita el apetito del animal, mantiene  
el contenido intestinal en condiciones físicas adecuadas e  
imparte al animal el aspecto floresciente asociado con la  
salud (1).

2.3.15. Recomendación para el uso de ensilado en la  
alimentación del ganado lechero

En una explotación lechera que se suministra ensilado  
éste debe suministrarse al ganado después de haberse reali-  
zado el ordeño debido a que si se realiza antes, la leche -  
puede adquirir el sabor de dicho ensilado (22).

Cuando se proporcione ensilado al ganado se deben mante  
ner limpios de residuos a los comederos, ya que pueden acidi  
ficarse y producir malos olores.

2.3.16. Consumo promedio de ensilado en bovinos de -  
acuerdo a diferentes categorías

- Vacas de ordeño de 18.5 a 25 kg por día
- Vacas secas de 13.6 a 20.5 kg por día
- Animal adulto (toros, bueyes) de 13.6 a 20.5 kg por día
- Novilla o novillo de 11.4 a 15.9 kg por día
- Terneros destetados. de 4.5 a 9.1 kg por día (5).



### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en la hacienda del señor José Rolando Bolaños Salguero, ubicada en el Cantón Tierra Blanca, jurisdicción de Candelaria de La Frontera, Departamento de Santa Ana; en el km 89 de la Carretera Panamericana que de San Salvador conduce a Santa Ana.

Las coordenadas geográficas de la zona son : 14°07'12" Latitud Norte, 89°39'06" Longitud Oeste y una elevación de 700 msnm (13).

#### 3.2. Características climáticas y edáficas del lugar

La precipitación pluvial anual es de 1548 mm, una temperatura promedio anual de 23.7 °C y la humedad relativa es de 67% (4).

La zona está ubicada en el Cuadrante 2258 II, dentro del grupo de suelos Latosoles arcillo rojizo, Litosoles y alfisoles. La textura del suelo es franca, con una saturación de bases alta y una acidez de ligera a moderada.

El relieve es ondulado y alomado, la topografía es inclinada con una pendiente aproximada de 35% (23).

### 3.3. Instalaciones y equipo

Se construyeron 16 microsilos tipo montón, con dimensiones aproximadas de 1.5 de largo, 1 m de ancho y 0.67 m de alto, con desnivel del 3% y un volumen aproximado de  $1 \text{ m}^3$ .

Los microsilos se ubicaron en una galera techada que se encuentra en el casco de la hacienda con dimensiones de 10 metros de largo, 4 m de ancho; y 3.5 m de alto. En cuanto al equipo se utilizó una picadora de zacate para lacerar el material a ensilar y una báscula tipo romana de 200 libras de capacidad para pesar el material picado y así poder calcular los porcentajes de mezcla.

### 3.4. Materiales a ensilar

Se utilizó zacate napier (Pennisetum purpureum) y follaje de madrecaao (Gliricidia sepium).

### 3.5. Fase de campo

#### 3.5.1. Ensilaje del material

Este período tuvo una duración de cuatro días y consistió en realizar el proceso de ensilaje de la siguiente manera: Se procedió a cortar el zacate napier, al cual se le realizó un control previo de malezas.

El follaje de madrecaao se cortó de los árboles que están dentro de la propiedad en forma silvestre; luego se tras

ladó todo el material cortado al lugar donde se picó, luego se procedió a pesar las diferentes cantidades de zacate napier y follaje de madrecaáo de acuerdo a la mezcla correspondiente a cada tratamiento. Se trasladó luego este material al lugar donde se ensiló, posterior a ésto se realizó el sorteo para asignar los tratamientos y repeticiones de los microsilos tipo montón (Figura A-9), los cuales se empezaron a formar de acuerdo a cada mezcla; cada uno tuvo una capacidad de 227.27 kg, las cuales fueron tomadas como el 100%, éstas se pesaron con una báscula y se realizaron las distintas mezclas de gramínea con leguminosa. Para ensilar las mezclas se procedió de la siguiente manera : En un plástico grande se vaciaron cantidades determinadas de zacate napier y follaje de madrecaáo de acuerdo al tratamiento que les correspondió; luego se procedió a mezclar de forma manual hasta obtener un material homogéneo, posterior a ésto se colocó el material homogenizado en el lugar definitivo y se le agregó melaza y agua como aditivo en una relación de 2:1, respectivamente. Para eliminar cámaras de aire dentro del ensilado se compactó el microsilo por pisoteo.

Al terminar de ensilar se tomó la temperatura con un termómetro a cada microsilo, luego se cubrió con plástico de polietileno, y una capa de tierra de más o menos 4 cm, para asegurar un cierre hermético y así asegurar una buena fermentación; también se colocaron piedras alrededor y so-

bre los microsilos con el mismo fin mencionado.

### 3.5.2. Toma de muestras

La toma de muestras se realizó a los 50 días después de haberse ensilado; se obtuvieron muestras representativas de cada uno de los microsilos de la siguiente manera : Se extrajo material de dos profundidades del centro y capas laterales, para ésto se utilizó un barreno muestreador. El ensilado obtenido se depositó en un recipiente plástico para homogenizar la muestra. Una vez homogenizada la muestra se identificó, se tomó para cada uno de los microsilos dos muestras representativas por separado. Luego se trasladaron al Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, para realizar los análisis de MS, EE, PC, FC, Cz, NDT, pH, y por inspección del material se tomó el color, olor; además se tomó la temperatura después de abrir los microsilos.

### 3.5.3. Prueba de consumo

La prueba de consumo de cada uno de los tratamientos se realizó al suministrar el material ensilado durante dos días por cada tratamiento a 8 animales de un año y medio de edad, se pesó a diario la cantidad ofrecida y rechazada de alimento para luego por diferencia determinar el consumo.

El orden en que fueron asignados los tratamientos fue sorteado.

### 3.6. Fase de laboratorio

Los análisis bromatológicos proximales se realizaron en el Laboratorio de la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, para lo cual se empleó la marcha analítica de laboratorio para análisis bromatológico-análisis proximal, de la Asociación Oficial de Química Analítica (A.O.A.C.).

#### 3.6.1. Análisis bromatológico

Con las muestras identificadas se procedió a tomar 50 g de cada muestra, para determinar el pH con un potenciómetro, se procedió después a pesar el resto de la muestra y se colocó ésta en bolsas de papel en una estufa con una temperatura de 65 °C durante 24 horas. Transcurrido el tiempo, se colocó en un desecador y luego se pesó para poder determinar el porcentaje de humedad de la muestra. Posterior a ello se trituraron en un molino tipo Willey, de cuchilla para realizarle el análisis proximal. Cada análisis fué hecho en base seca; a partir de la PC, FC, EE y ENN, se determinó el % de NDT con ayuda de la siguiente fórmula :

$$\begin{aligned} \% \text{ NDT} = & - 54.572 + (6.769 * \% \text{FC}) - (51.0803 * \text{EE}) \\ & + (1.851 * \text{ENN}) - (0.334 * \text{PC}) - (0.049 * \text{FC}^2) \\ & + (3.384 * \text{EE}^2) - (0.086 * \text{FC} * \text{ENN}) + \\ & (0.687 * \text{EE} * \text{ENN}) + (0.942 * \text{EE} * \text{PC}) \\ & - (0.112 * \text{EE}^2 * \text{PC}). \quad (31). \end{aligned}$$

### 3.7. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, en donde cada tratamiento estaba formado por 4 unidades experimentales, y los tratamientos consistieron en el uso de diferentes niveles de mezcla de zacate napier y madrecaao; los tratamientos fueron los siguientes :

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>MEZCLA</u>
T <sub>1</sub>	100% de zacate napier
T <sub>2</sub>	80% de zacate napier + 20% de follaje de madrecaao.
T <sub>3</sub>	60% de zacate napier + 40% de follaje de madrecaao.
T <sub>4</sub>	100% de follaje de madrecaao

#### 3.7.1. Modelo matemático

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde : Y<sub>ij</sub> = Representa las características bajo estudio observadas en la parcela j.

U = Media experimental

T<sub>i</sub> = Error del tratamiento i.

E<sub>ij</sub> = Error experimental (i, j).

$i = 1, 2, \dots, n$  = número de tratamientos

$j = 1, 2, \dots, r$  = número de repeticiones de cada tratamiento (20).

### 3.7.2. VARIABLES EVALUADAS

Estas se determinaron a nivel de laboratorio: Materia seca (MS); Extracto etéreo (EE); proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), ceniza (Cz), nutrientes digestibles totales (NDT), pH, temperatura.

### 3.7.3. OBSERVACIONES COMPLEMENTARIAS

Estas se determinaron a nivel de campo : olor, color y prueba de consumo a través de la cual se determinó la palatabilidad del ensilado.

### 3.7.4. ANÁLISIS DE COSTOS

Los costos de la elaboración del ensilado se describen a partir de los jornales requeridos para cortar el material, picarlo y ensilarlo; además, se consideran el transporte interno, materiales y alquiler de maquinaria.

### 3.7.5. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A los resultados obtenidos del análisis bromatológico (FC, pH, MS, PC, EE, NDT, Cz), se les aplicó el análisis de varianza y la prueba estadística de Duncan.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Proteína

Los resultados obtenidos del contenido de proteína - cruda se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Datos totales y promedios de proteína cruda por tratamiento y repetición, (%).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	4.45	4.68	4.16	4.51	17.80	4.45
T <sub>2</sub>	7.62	7.51	7.62	7.51	30.26	7.56
T <sub>3</sub>	10.41	10.50	10.20	10.01	41.12	10.28
T <sub>4</sub>	17.01	17.63	17.27	16.97	68.88	17.22

Al realizar el análisis estadístico, se encontró diferencia significativa al 1% entre las medias de los diferentes tratamientos (Cuadro A-1), y su tendencia se observa en la Figura A-1; al aplicar la prueba de Duncan se demostró que el T<sub>4</sub> superó a todos los tratamientos; T<sub>3</sub> fue mejor que T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub>, y este último fue inferior al T<sub>2</sub> (Cuadro A-2).

Es de hacer notar que el T<sub>4</sub> donde la proporción de follaje de madre cacao fue 100% se obtuvo el mayor valor de -





proteína, pero su olor no resultó ser agradable; y en la prueba de cafetería fue el que menor consumo tuvo (Cuadro 9).

En el T<sub>3</sub> se obtuvo 10.28% de proteína y presentó color y olor acorde a lo mencionado por Méndez, citado por Flores (12), quien sostiene que un ensilaje de buena calidad presenta color amarillento y olor agradable, por lo que resultó ser el mejor.

En cuanto al T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, presentaron un color y olor aceptable, pero tuvieron bajos valores protéicos (Cuadro 2).

#### 4.2. pH

En el Cuadro 3 se muestran los datos de pH obtenidos en el ensayo.

Cuadro 3. Datos totales y promedio de pH por tratamiento y repetición.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	2.90	5.20	4.15	3.00	15.25	3.81
T <sub>2</sub>	3.10	3.00	3.10	3.00	12.20	3.05
T <sub>3</sub>	2.75	2.90	3.00	3.00	11.65	2.91
T <sub>4</sub>	3.00	3.00	3.00	3.00	12.00	3.00

Según los resultados del análisis estadístico no existe di-

ferencia significativa al 1% entre las medias de los tratamientos (Cuadro A-3), al aplicar la prueba de Duncan se comprobó que el  $T_1$  se comportó similar a  $T_2$ ,  $T_3$  y  $T_4$  (Cuadro A-4).

De acuerdo a los pH de los ensilados, fueron ácidos, - se puede decir que son de buena calidad e igual valor nutritivo, aunque Watson (32), menciona que un ensilaje puede ser ácido y agradable al paladar porque posee un olor y sabor parecido a la azúcar o al tabaco quemado; pero su valor nutritivo corre el peligro de ser bajo porque los carbohidratos que son fáciles de atacar han sido oxidados. Además menciona que con un pH inferior a 4.2 existe una mayor cantidad de ácido láctico y una menor cantidad o algunas veces ausencia de ácidos volátiles (ácido butírico, acético y propiónico).

Abrams (1), menciona que si el pH aumenta hay un aumento de la descarboxilación de los aminoácidos solubles para dar bases orgánicas. Estos procesos afectan el valor nutritivo del ensilaje hasta un punto sospechado; así como también afecta el desarrollo microbiano. Los valores de pH se reflejan en la Fig. A-2.

#### 4.3. Extracto etéreo

Los datos obtenidos de extracto etéreo se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Datos totales y promedios de extracto etéreo por tratamiento y repetición, (%).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIOS
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	1.67	1.79	1.81	1.65	6.92	1.73
T <sub>2</sub>	2.50	1.99	2.73	2.59	9.81	2.45
T <sub>3</sub>	2.65	2.45	2.40	2.53	10.03	2.51
T <sub>4</sub>	2.99	2.93	2.43	2.68	11.03	2.76

El análisis estadístico realizado a los datos del Cuadro 4, muestran una diferencia significativa al 1% entre las medias de los diferentes tratamientos (Cuadro A-5), al aplicar la prueba de Duncan se comprobó que el T<sub>4</sub> se comportó similar al T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>; y superior al T<sub>1</sub> (Cuadro A-6). Los valores de extracto etéreo se representan en la Figura A-3.

Se observa que el T<sub>4</sub> obtuvo un alto porcentaje de extracto etéreo, debido a que el follaje de madrecaao contiene en su estructura mayores cantidades de grasa.

Tomando en cuenta que el ensilado fue proporcionado en época seca, se garantiza energía suficiente para mantener las actividades productivas y reproductivas del hato.

#### 4.4. Fibra cruda

En el Cuadro 5 se muestran los datos de fibra cruda - obtenidos en el ensayo.

Cuadro 5. Datos totales y promedios de fibra cruda por tratamiento y repetición, (%).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	35.30	35.95	36.71	34.78	142.74	35.69
T <sub>2</sub>	31.70	33.08	31.85	29.57	126.20	31.55
T <sub>3</sub>	26.92	27.24	28.58	27.11	109.85	27.46
T <sub>4</sub>	17.48	16.84	16.22	16.43	66.97	16.74

En base al análisis estadístico, se demostró diferencia significativa al 1% entre las medias de los tratamientos (Cuadro A-7), al aplicar la prueba de Duncan se comprobó que el T<sub>1</sub> fue superior al T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>; T<sub>2</sub> fue mejor que T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>; y el T<sub>3</sub> mejor que T<sub>4</sub> (Cuadro A-8). En la Figura A-4 se representan los valores de fibra cruda para cada tratamiento.

Se observa que los tratamientos donde el porcentaje de carbohidratos es alto (Cuadro A-10), el contenido de fibra cruda es bajo. Esto es debido a la naturaleza de los materiales utilizados en el ensayo donde el zacate napier se encon-

traba en estado de madurez y el madrecaao sólo se utilizaron las partes tiernas.

Reaves, citado por Sahlí (25), sostiene que el contenido de fibra cruda afecta la digestibilidad de los otros nutrientes, ya que con un aumento del 1% de fibra cruda en la ración, la eficiencia de la misma disminuye en un 2.5%.

Halleg (16), reporta que entre los factores que afectan la digestibilidad de la energía está la cantidad de fibra, ya que al aumentar la fibra también aumenta la proporción de lignina y celulosa en las paredes celulares de las plantas; esto tiene el efecto de reducción de la tasa de digestión del alimento.

#### 4.5. Carbohidratos

Los resultados obtenidos de carbohidratos se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Datos totales y promedios de carbohidratos por tratamiento y repetición, (%).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S				TOTAL	PROMEDIOS
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	43.91	46.04	46.09	45.40	181.44	45.36
T <sub>2</sub>	44.96	45.24	45.07	46.17	181.44	45.36
T <sub>3</sub>	48.93	47.49	47.13	49.08	192.63	48.16
T <sub>4</sub>	53.02	52.82	53.97	54.59	214.40	53.60

Al realizar el análisis estadístico, se mostró diferencia significativa al 1% entre las medias de los diferentes tratamientos (Cuadro A-9). En la Figura A-5 se muestran los valores de carbohidratos para cada tratamiento.

Al aplicar la prueba de Duncan se demostró que existe diferencia significativa ya que el T<sub>4</sub> fue mejor que los de más tratamientos; el T<sub>3</sub> superó al T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> y el T<sub>2</sub> fue -- igual al T<sub>1</sub> (Cuadro A-10).

A medida se incrementa el porcentaje de leguminosa en la mezcla del ensilado, el contenido de carbohidratos tiende a aumentar y éste se debe a su bajo contenido de fibra cruda en la mezcla ensilada.

#### 4.6. Nutrientes digestibles totales (NDT).

Los datos obtenidos de NDT son los que aparecen en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Datos totales y promedios de NDT por tratamiento y repetición, (%).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	49.92	48.99	47.80	50.34	197.05	49.26
T <sub>2</sub>	52.00	52.60	52.27	53.51	210.38	52.59
T <sub>3</sub>	61.23	58.87	57.93	60.41	238.44	59.61
T <sub>4</sub>	78.87	78.32	75.24	78.76	311.19	77.79

El análisis estadístico de los datos de NDT, muestran diferencia significativa al 1% entre los tratamientos (Cuadro A-11). En la Figura A-6, se representan los valores de NDT para cada tratamiento.

Al aplicar la prueba de Duncan a las medias de los tratamientos se comprobó que el  $T_4$  es superior al resto de los tratamientos; el  $T_3$  fue superior al  $T_2$  y  $T_1$ , y el  $T_2$  superior al  $T_1$  (Cuadro A-12):

Con respecto a la energía, Church (6), menciona que es muy importante en la dieta de un animal y en todos los modelos de alimentación animal debido a que se basan en las necesidades energéticas.

Halleg (16), hace hincapié de la importancia de la energía en los alimentos para animales ya que esa energía determina el nivel de rendimiento que los animales son capaces de sostener.

Se puede observar que los tratamientos que poseen una mayor cantidad de proteínas (Cuadro A-2), tienen un valor mayor de NDT, lo mismo que poseen altos valores de extracto etéreo (Cuadro A-6 y Figura A-8).

Todo lo anterior coincide con lo que Church (6), reporta

sobre que los aumentos en la grasa y proteínas producen valores energéticos mayores.

#### 4.7. Materia seca

En el Cuadro 8 se presentan los datos de materia seca.

Cuadro 8. Datos totales y promedios de materia seca por -tratamiento y repetición, (%).

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T <sub>1</sub>	18.28	22.18	22.07	22.04	84.57	21.14
T <sub>2</sub>	23.13	25.10	23.10	23.24	94.57	23.64
T <sub>3</sub>	24.67	25.87	25.67	24.40	100.61	25.15
T <sub>4</sub>	26.49	26.49	27.74	26.92	107.64	26.91

En el análisis estadístico para la materia seca se encontró que si existe diferencia significativa al 1% entre los -tratamientos (Cuadro A-13), y sus valores se representan también en la Figura A-7.

Como se puede observar en el Cuadro 8, el contenido de -materia seca tiende a incrementarse a medida que se inrementa el porcentaje de follaje de madrecaao debido al mayor -contenido de proteína, grasa y carbohidratos que tiene di-



cha leguminosa.

Según Halleg (1990), los consumos de ensilado con un alto contenido de materia seca tienden a aumentar, mientras que los consumos de ensilados con bajo contenido de materia seca, pH alto y mucho amonio son bajos.

#### 4.8. Análisis de las temperaturas tomadas a los microsilos

La temperatura al momento de cerrar los silos fue de 35.5 - 36 °C para todos los tratamientos, la cual se considera adecuada para el proceso de ensilaje. Además, la temperatura al momento de abrir los silos fue de 30-31°C para todos los silos, la cual es también aceptable (28)

#### 4.9. Comparación de costos para la elaboración del ensilado

Los costos en que se incurrieron para la elaboración del ensilado fueron: corte del material, acarreo, picado, proceso de ensilaje. Además, se incurrió en la compra de melaza, plástico y costo por alquiler de picadora.

Los rendimientos de 1 km lineal de cerca viva de madre cacao se detalla en el Cuadro A-14; el rendimiento de 1 mz de zacate napier se detalla en el Cuadro A-16; los costos que se incurren para establecer 1 km lineal de cerca viva de madre cacao se detallan en el Cuadro A-15 y los costos -

para establecer 1 mz de zacate napier se presentan en el Cuadro A-17.

Al analizar los costos totales incurridos para ensilar el volumen de 3,636 kg. se obtuvo un estimado de  $\text{¢} 0.29/\text{kg}$  de material fresco, ver Cuadro A-18. En dicho costo no se incluye el establecimiento de ambos cultivos debido a que éstos ya se encontraban plantados.

Al realizar una comparación económica de cada tratamiento, por la facilidad que se tiene al realizar cada uno de ellos, se puede decir que un ensilaje con menor porcentaje de follaje de madrecaao resultaría más económico que uno con un alto porcentaje de éste; debido, a lo costoso de recolectar y ensilar la leguminosa, por el incremento de mano de obra. Otra razón sería el alto costo del follaje de madrecaao ( $\text{¢} 5.75/\text{kg}$ ), comparado con el zacate napier ( $\text{¢} 0.07/\text{kg}$ ).

#### 4.10. Prueba de cafetería

En el siguiente cuadro se presentan los datos observados.

Cuadro 9. Datos promedios de la prueba de cafetería para cada tratamiento (kgs).

Tratamientos	No. de Animales	Edad $\bar{x}$ (años)	kgs ofrecidos	Kg rechazados	kg consumidos	Consumo $\bar{x}$ por animal (kg/día).
T <sub>1</sub>	8	1.5	58	13.25	44.75	5.59
T <sub>2</sub>	8	1.5	58	3.75	54.25	6.78
T <sub>3</sub>	8	1.5	58	2.98	55.02	6.88
T <sub>4</sub>	8	1.5	58	27.22	30.78	3.85

La prueba de cafetería se realizó durante 8 días consecutivos, correspondiéndole dos días a cada tratamiento para el suministro de ensilado a los animales.

Se observó que los ensilajes bajos en leguminosas, hasta un 40% presentaron un menor rechazo al ser consumidos - por los animales, aunque es importante mencionar que el primer día que se les ofreció el ensilado, hubo un rechazo ya que los animales necesitan un período de acostumbramiento a un nuevo tipo de alimento, no utilizado en la explotación.

Con respecto al ensilado a base de leguminosa, éste fué consumido por los animales en cantidades inferiores a las - obtenidas con los otros tratamientos en los que se usa una mezcla de gramínea con leguminosa (Cuadro 9).

## 5. CONCLUSIONES

- Se comprobó que la utilización de follaje de madrecaao en el proceso de ensilaje; incrementó el contenido nutricional del ensilado, en proteína y NDT. Además el ensilado no sufrió descomposición y se preservó en buen estado.
- El T<sub>4</sub> presentó valores altos de proteína, grasa, carbohidratos, NDT y valores bajos de fibra cruda. Así mismo a través de prueba de consumo presentó un mayor rechazo.
- De acuerdo a la prueba de cafetería se observó que no existe rechazo en una mezcla de hasta 40% de leguminosa y 60% de gramínea.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar mezclas de zacate napier y follaje de madrecaao en la elaboración de ensilaje debido a su bajo costo y alto valor nutritivo.
  
- Se recomienda usar el ensilaje preparado a partir de la mezcla de 60% de zacate napier y 40% de follaje de madrecaao, como alimento para ganado bovino; dado que es la mezcla en la que se obtuvieron mayores cantidades de proteína y NDT, así mismo, un menor rechazo.
  
- Se recomienda evaluar los efectos tóxicos que causaría el consumo de ensilado hasta un 100% de follaje de madrecaao.
  
- Evaluar estadísticamente el consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia en el bovino.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ABRAMS, J.T. 1965. Nutrición animal y dietética veterinaria. Trad. Francisco Castejón Calderón, Rafael Garrido Garzón. Zaragoza, España, ACRIBIA. P. 107, - 153, 357, 358.
2. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. Vera Arguello de Fernández. Turrialba, Costa Rica, CATIE. P. 84, 85.
3. \_\_\_\_\_. 1989. Curso Centroamericano de silvicultura de plantaciones de especies de árboles de uso múltiple (6, 1989 Turrialba, Costa Rica) Congreso. ed. Miguel Angel Musalem, CATIE. s.p.
4. CENTRO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1993. Almanaque salvadoreño 1993. Soyapango, El Salvador, MAG. P. 49, 83, 84, 89.
5. CENTRO DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1980. Guía técnica. San Andrés, La Libertad, El Salv., CENTA. P. 3-5.
6. CHURCH, D.C. 1975. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Trad. Pedro Ducar. Zaragoza, España, ACRIBIA. P. 28, 29.

7. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS EE. UU. DE A. s.f.  
La preparación de ensilajes con cosechas de heno y su aprovechamiento como forraje. U.S.A. Centro Regional de Ayuda Técnica-México. P. 26, 27.
8. DERAS FLORES, N.E.; GONZALEZ MOLINA, R.A.; MARTINEZ MEDINA, F.A. 1991. Efecto de diferentes niveles de forraje de madrecaao (Gliricidia sepium Jacq) y melaza sobre la producción de leche en ganado encastado. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 75 P.
9. DUTNIL, J. 1971. Producción de forrajes. Trad. Juan Ignacio de La Vega. 2 ed. Madrid, España, Mundiprensa. P. 78-79.
10. EDE, R.; BLOOD, T.F. 1972. Ensilado. Trad. Guillermo Aparicio Sánchez. Zaragoza, España. Acribia. P. 15.
11. EL SALVADOR, CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL. 1992. Madrecaao Gliricidia sepium (Jacq.) Konth ex Walpers Fabaceae. San Andrés, La Libertad. CENTA (Hoja divulgativa No. 92).

12. FLORES, J.A. 1984. Manual de alimentación animal. México, D.F., Ediciones Ciencia y Técnica. P. 780, - 782, 787, 789, 791.
13. FLORES, R.D. 1985. Disponibilidad de humedad del suelo en El Salvador por el método del balance hídrico. San Salvador, El Salv., MAG. P. 24.
14. GAZTAMBIDE A., C. 1975. Alimentación de animales en los trópicos. México, D.F. DIANA. P. 187, 188.
15. GROSS, F. 1970. Silos y ensilados. Trad. Jaime Escobar. Zaragoza, España, ACRIBIA. P. 63-66.
16. HALLEG, R.J. 1990. Manual de agricultura y ganadería. Trad. Ramón Mata. 17 ed. México, D.F., LIMUSA. P. 461, 464, 466.
17. McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F. 1975. Nutrición animal. Trad. Aurora Pérez. Zaragoza, España, ACRIBIA. P. 301, 304, 306.
18. MOORE, I. 1969. Ensilado y henificación. Trad. Andrés Barrado. Zaragoza, España, ACRIBIA. P. 1, 2, 17, - 18, 32.



19. NEUMAN, A.L. 1989. Ganado vacuno para la producción - de carne. Trad. Guadalupe Cevallos. México, D.F., LIMUSA. P. 566-568.
20. NUILA DE M. J.A.; MEJIA M., M.A. 1990. Manual de diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fi totecnia. P. 63-101.
21. PROYECTO SISTEMAS DE producción para pequeñas fincas, In forme anual, actividades en los países. 1983. Bogo tá, Colombia. CATIE/ROCAP (Vol. 1). P. 80, 81.
22. REAVES, P.M. 1982. El ganado lechero y las industrias lácteas en la granja. 5 ed. México, D.F., LIMUSA. P. 180, 181.
23. RICO N., M.A. 1974. Las nuevas clasificaciones y los suelos en El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. San Salvador. P. 90.
24. RISSE, J. 1970. La alimentación del ganado ovino, bovino, porcino y aves. Trad. Pedro Costa. Barcelo na, España, Editoriál Blume. P. 46-98.

25. SAHLI, J.R. s.f. Curso de nutrición animal. s.n.t.  
p.v.
26. SALAZAR, A. 1988. Gandul forrajero, una alternativa para el ganadero. San Andrés, La Libertad, El Salv. CENTA. Carta informativa No. 44.
27. SERMEÑO A., J.C.; COLOCHO M., E.A.; OLIVARES V., I.A. 1989. Resultado de evaluación de gramíneas forrajeras en el CEGA Izalco. Centro de Desarrollo Ganadero-Izalco, Sonsonate, El Salv. MAG. (Boletín Técnico No. 39). P. 8, 9.
28. SIMPLE, A.T. 1974. Avance en pasturas cultivadas y naturales. Trad. Silvia R. Rodríguez de Cianzio. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. P. 379-383.
29. SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. 1992. Gramíneas tropicales. Roma, Italia, FAO. P. 161-163.
30. TERGAS, L.E.; SANCHEZ, P.A. 1979. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Cali, Colombia, CIAT. Editorial X Y Z. P. 310, 316, 343.
31. UNIVERSITI OF FLORIDA. 1974. Tablas de composición de alimentos para América Latina. Florida, U.S.A. P. XVI.

32. WATSON, S.; SMITH, A.M. 1969. El ensilaje. Trad. -  
Rodolfo Vera. 2 ed. México, D.F., CONTINENTAL.  
P. 21, 23, 25, 26, 27, 62.
33. WILLIAMS, D.W. 1965. Ganado vacuno para carne, cría  
y explotación. México, D.F., LIMUSA-WILEY, S.A.  
P. 153-154.



8. A N E X O S

Cuadro A-1. Análisis de varianza para proteína cruda.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	3	356.03	118.68	2,498.53**	3.49	5.95
Error Experim.	12	0.57	0.0475			
<b>T O T A L</b>	<b>15</b>	<b>356.60</b>				

C.V. = 2.21%                      \*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-2. Prueba de rango múltiple de Duncan para proteína Cruda.

	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	17.22	10.28	7.54	4.45
T <sub>1</sub> = 4.45	12.77**	5.83**	3.09**	0
T <sub>2</sub> = 7.54	9.68**	2.74**	0	
T <sub>3</sub> = 10.28	6.94**	0		
T <sub>4</sub> = 17.22	0			

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-3. Análisis de varianza para pH.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	3	2.08	0.69	2.3 <sup>ns</sup>	3.49	5.95
Error Experim.	12	3.59	0.30			
<b>T O T A L</b>	<b>15</b>	<b>5.67</b>				

C.V. = 9.4%                      ns : No significativo.

Cuadro A-4. Prueba de rango múltiple de Duncan para pH.

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>
	3.81	3.05	3.00	2.91
T <sub>3</sub> = 2.91	0.90 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0
T <sub>4</sub> = 3.00	0.81 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0	
T <sub>2</sub> = 3.05	0.76 <sup>ns</sup>	0		
T <sub>1</sub> = 3.81	0			

ns : No significativo.

Cuadro A-5. Análisis de varianza para Extracto Etéreo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	3	2.34	0.78	16.90**	3.49	5.95
Error Experim.	12	0.56	0.0467			
TOTAL	15	2.90				

C.V. = 9.16%

\*\* : Altamente significativo

Cuadro A-6. Prueba de rango múltiple de Duncan para Extracto Etéreo.

	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	2.76	2.51	2.45	1.73
T <sub>1</sub> = 1.73	1.03**	0.78**	0.72**	0
T <sub>2</sub> = 2.45	0.31	0.06	0	
T <sub>3</sub> = 2.51	0.25	0		
T <sub>4</sub> = 2.76	0			

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-7. Análisis de varianza para fibra cruda.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	3	784.42	261.47	281.15**	3.49	5.95
Error Experim.	12	11.10	0.93			
T O T A L	15	805.52				

C.V. : 3.45%

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-8. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Fibra Cruda.

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
	35.69	31.55	27.46	16.74
T <sub>4</sub> = 16.74	18.95**	14.81**	10.72**	0
T <sub>3</sub> = 27.46	8.23**	4.09**	0	
T <sub>2</sub> = 31.55	4.14**	0		
T <sub>1</sub> = 35.64				

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-9. Análisis de varianza para carbohidratos.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	3	181.07	60.36	80.48**	3.49	5.95
Error Experim.	12	9.02	0.75			
T O T A L	15	190.09				

C.V. = 1.8%

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-10. Prueba de rango múltiple de Duncan para carbohidratos.

	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>
	53.60	48.16	45.36	45.36
T <sub>1</sub> = 45.36	8.24**	2.80**	0	0
T <sub>2</sub> = 45.36	8.24**	2.80**	0	
T <sub>3</sub> = 48.16	5.44**	0		
T <sub>4</sub> = 53.60	0			

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-11. Análisis de varianza para nutrientes digestibles totales.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	3	1,946.51	648.83	379.43**	3.49	5.95
Error Experim.	12	20.56	1.71			
T O T A L	15	1,967.07				

C.V. : 2.19 %

\*\* : Altamente significativo.



Cuadro A-12. Prueba de rango múltiple de Duncan para nutrientes digestibles totales.

	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>
	77.79	59.61	52.61	49.26
T <sub>1</sub> = 49.26	28.53**	10.35**	3.33**	0
T <sub>2</sub> = 52.59	25.20**	7.02**	0	
T <sub>3</sub> = 59.61	18.18**	0		
T <sub>4</sub> = 77.79	0			

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-13. Análisis de varianza para materia seca.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	3	71.64	23.88	17.43**	3.49	5.95
Error Experim.	12	16.40	1.37			
T O T A L	15	88.04				

C.V. : 4.83%

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-14. Rendimiento de 1 km lineal de cerca viva de Gliricidia - sepium (madrecacao).

EDAD DE LA CERCA VIVA (AÑOS)	RENDIMIENTO DE FOLLAJE VER DE (TON./km)
1	2.7
2	2.8
3	10.3
4	13.5
5	12.9

∴ Distanciamiento de siembra : 2 m.

FUENTE : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (3).

Cuadro A-15. Costo para el establecimiento de 1 km lineal - de cerca viva de Gliricidia sepium (madrecacao)

DESCRIPCION	Cantidad	Costo Unita rio (¢)	Total, ¢
<b>A - MATERIALES</b>			
- Templadores	55 U.	3.00	165.00
- Estacas	495 U.	2.50	1,237.50
- Alambre espigado	4000 m.	1.70	6,800.00
- Grapas	18 lbs.	4.80	.86.40
<b>B - TRANSPORTE</b>			
- Viajes	1	150.00	150.00
<b>C - MANO DE OBRA</b>			
- Establecimiento (siembra)	51 J.	20.00 c/J.	1,020.00
- Mantenimiento			
a) Replante (1er. año)	11 J.	20.00 c/J	220.00
b) Podas y limpiezas (1°, 2° y 3er. año)	92 J.	20.00 c/J.	1,840.00

Continuación ... Cuadro A-15.

DESCRIPCION	Cantidad	Costo Unitario (¢)	Total, ¢
- Aprovechamiento			
a) Preparación de estacas	41 J.	20.00 c/J	820.00
b) Preparación de follajes	25 J.	20.00 c/J	500.00
SUB-TOTAL			12,838.90
Imprevistos (10 %)			1,283.89
TOTAL			14,122.79

- Distanciamiento de siembra : 2 m.

Cuadro A-16. Rendimiento de 1 mz de Pennisetum purpureum -  
(zacate Napier).

NUMERO DE MUESTREOS	CANTIDAD DE FORRAJE VERDE POR METRO CUADRADO
1	3.36 kg.
2	3.95 "
3	3.59 "
4	3.95 "
5	3.40 "
6	3.90 "
$\bar{x}$ de rendimiento	3.63 kgs. /m <sup>2</sup>
Rendimiento $\bar{x}$ para 1 mz.	28 Ton/mz

Cuadro A-17. Costos para el establecimiento de una manzana de Pennisetum purpureum (zacate Napier).

DESCRIPCION	Cantidad	Costo Unitario (¢)	Total, ¢
<u>A - PREPARACION DEL SUELO</u>			
a) Limpieza	8 J.	20.00 c/J	160.00
b) Paso de arado	1 paso	150.00	150.00
c) Paso de surqueado	1 paso	140.00	140.00
<u>B - ESTABLECIMIENTO</u>			
a) Siembra	20 J.	20.00	400.00
<u>C - MATERIALES</u>			
a) Semilla (caña)	1 tarea	170.00	170.00
b) Fertilizante (16-20-0)	1 saco	250.00	250.00
<u>D - MANTENIMIENTO</u>			
a) Control de malezas	10 J.	20.00	200.00
			1,470.00
		Imprevistos (10 %)	147.00
			1,617.00
TOTAL			¢ 1,617.00

Cuadro A-18. Costos de la elaboración del ensilado.

DESCRIPCION	Cantidad	Costo Unitario (¢)	Total, ¢
- Corte del material (zacate y follaje)	23 Jorn.	20.00	450.00
- Picado del material	3 "	20.00	60.00
- Ensilaje	9 "	20.00	180.00
- Transporte interno	4 "	25.00	100.00
- Plástico de polietileno.	14 Yds.	9.65	135.10
- Alquiler de picadora	1	50.00	50.00
- Melaza	20 Galones	4.50	90.00
<b>T O T A L</b>			<b>¢ 1,095.00</b>

Total de kilogramos ensilados = 3,636/kg

Costo de 1 kg ensilado = 0.29/kg

VALORES DE PH

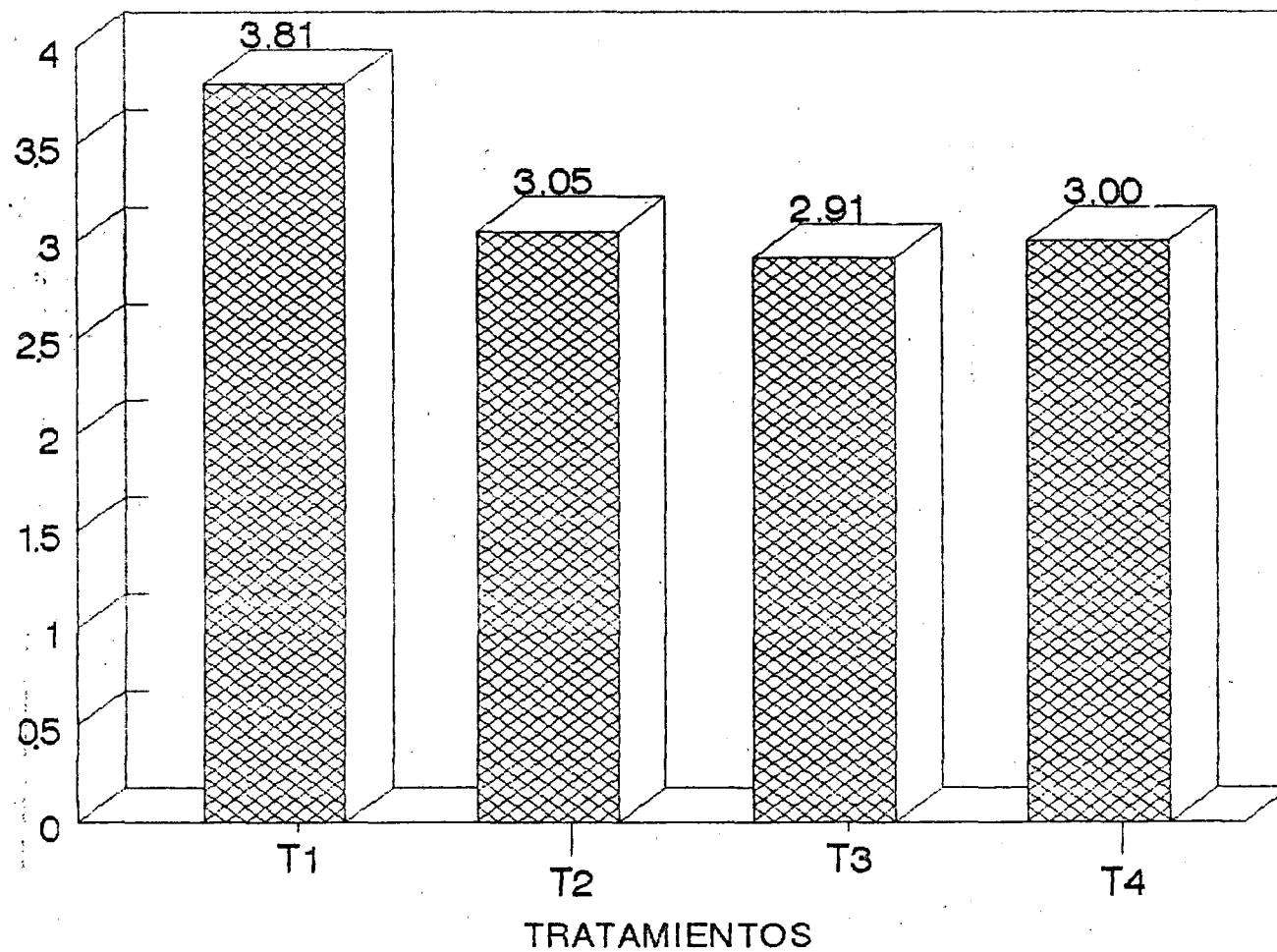


FIG A-2 VALORES DE PH EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

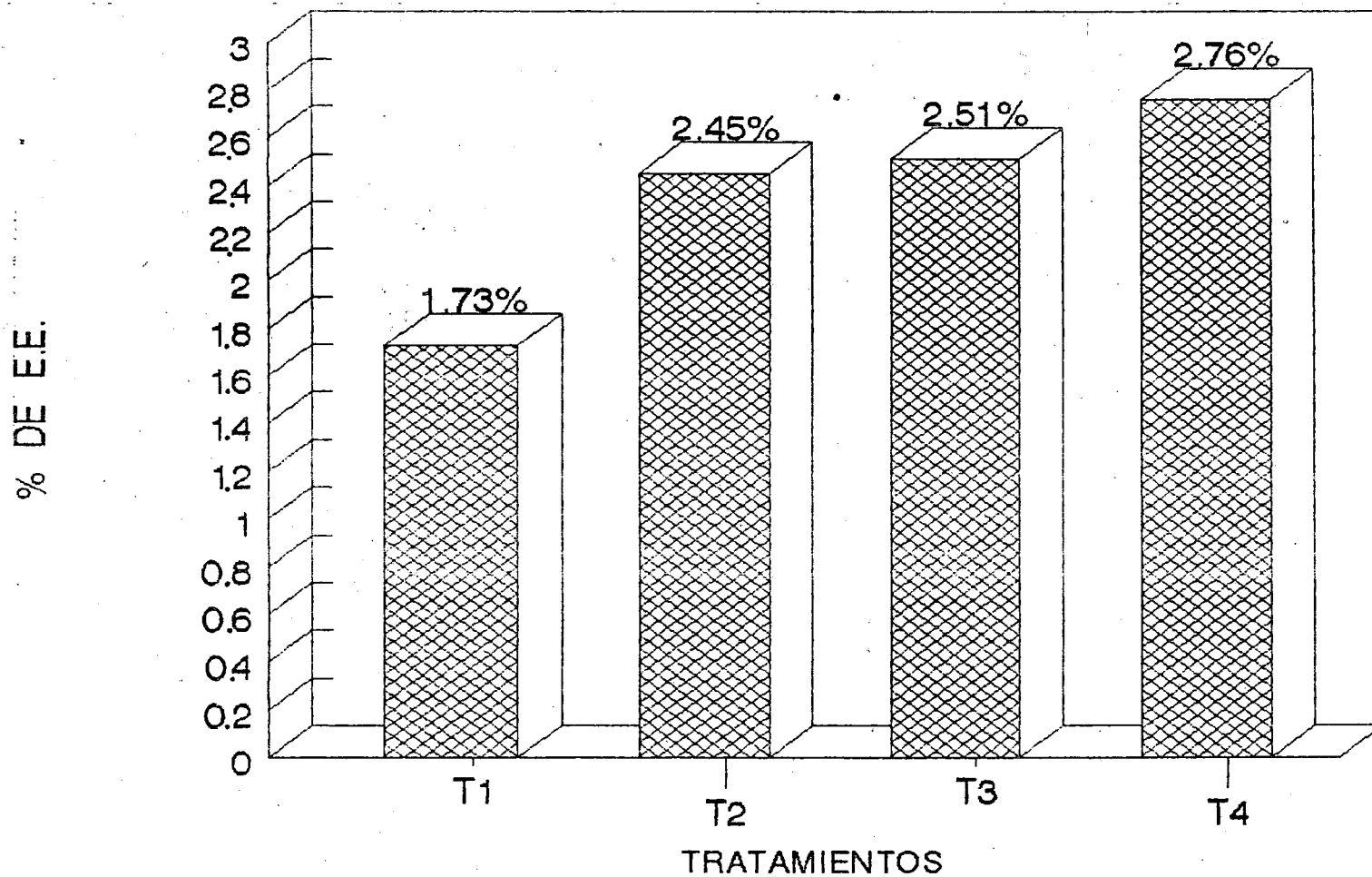


FIG A-3 CONTENIDO DE EXTRACTO ETEREO EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN %

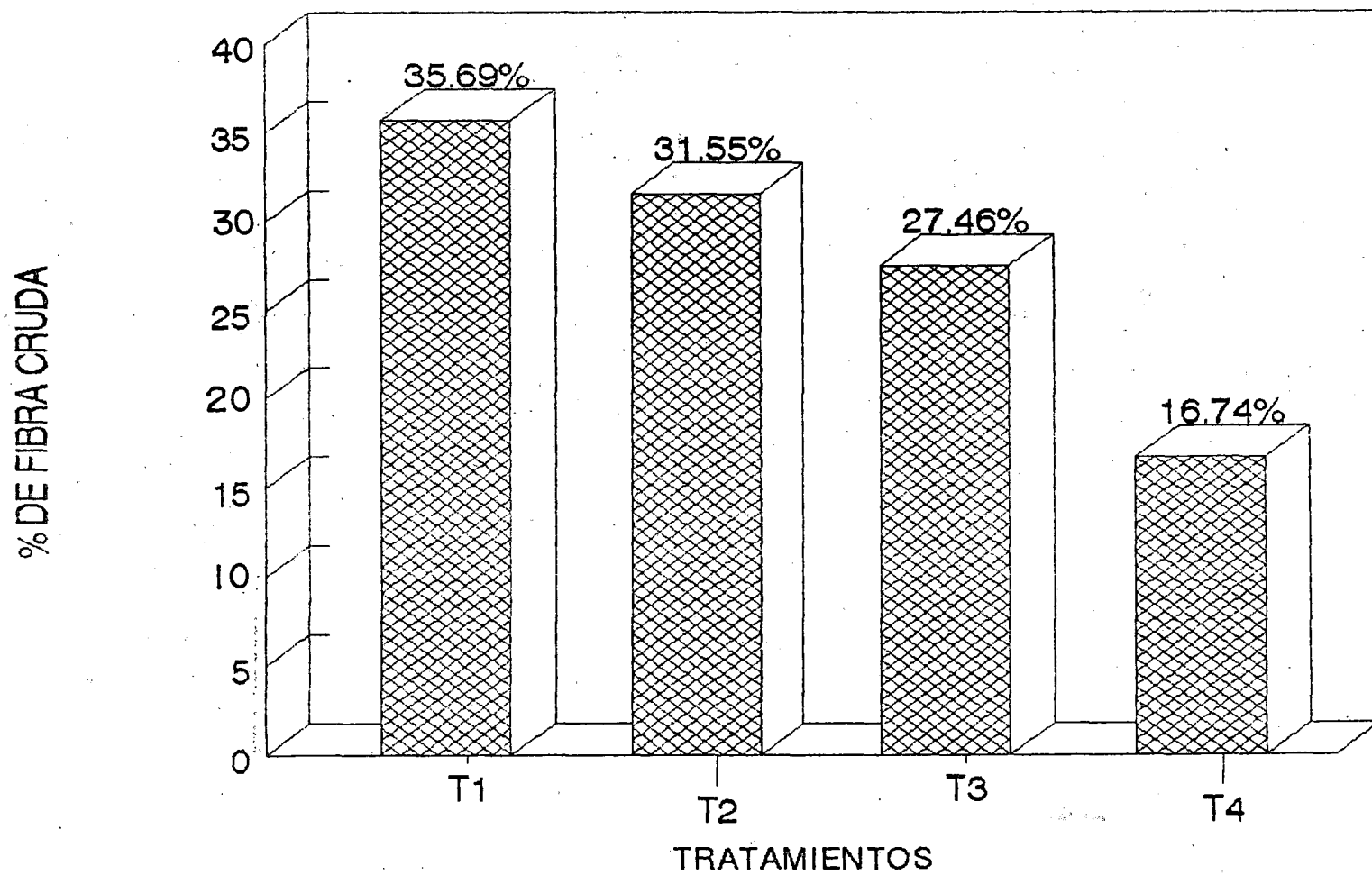


FIG A-4 CONTENIDO DE FIBRA CRUDA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN %



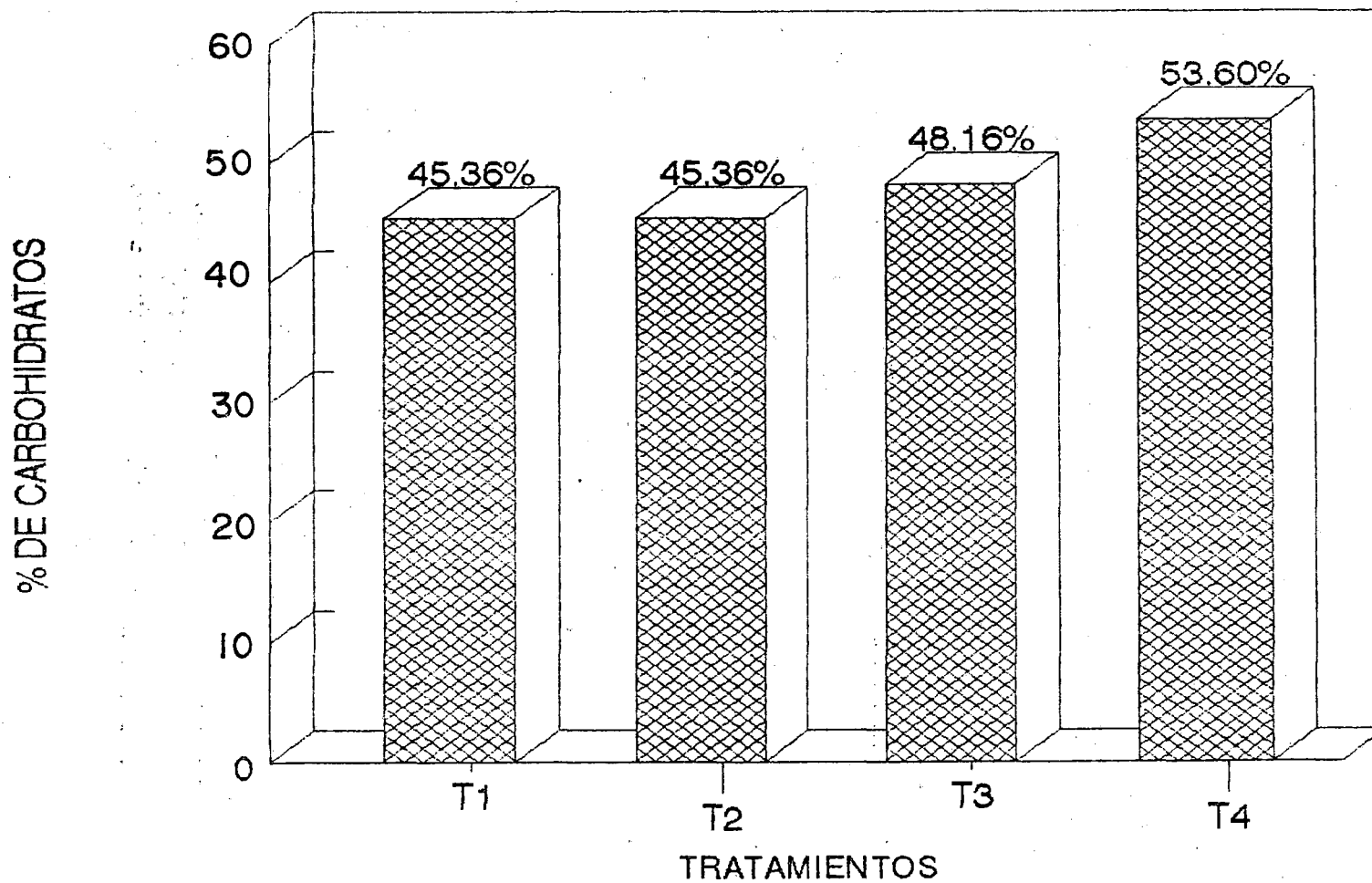
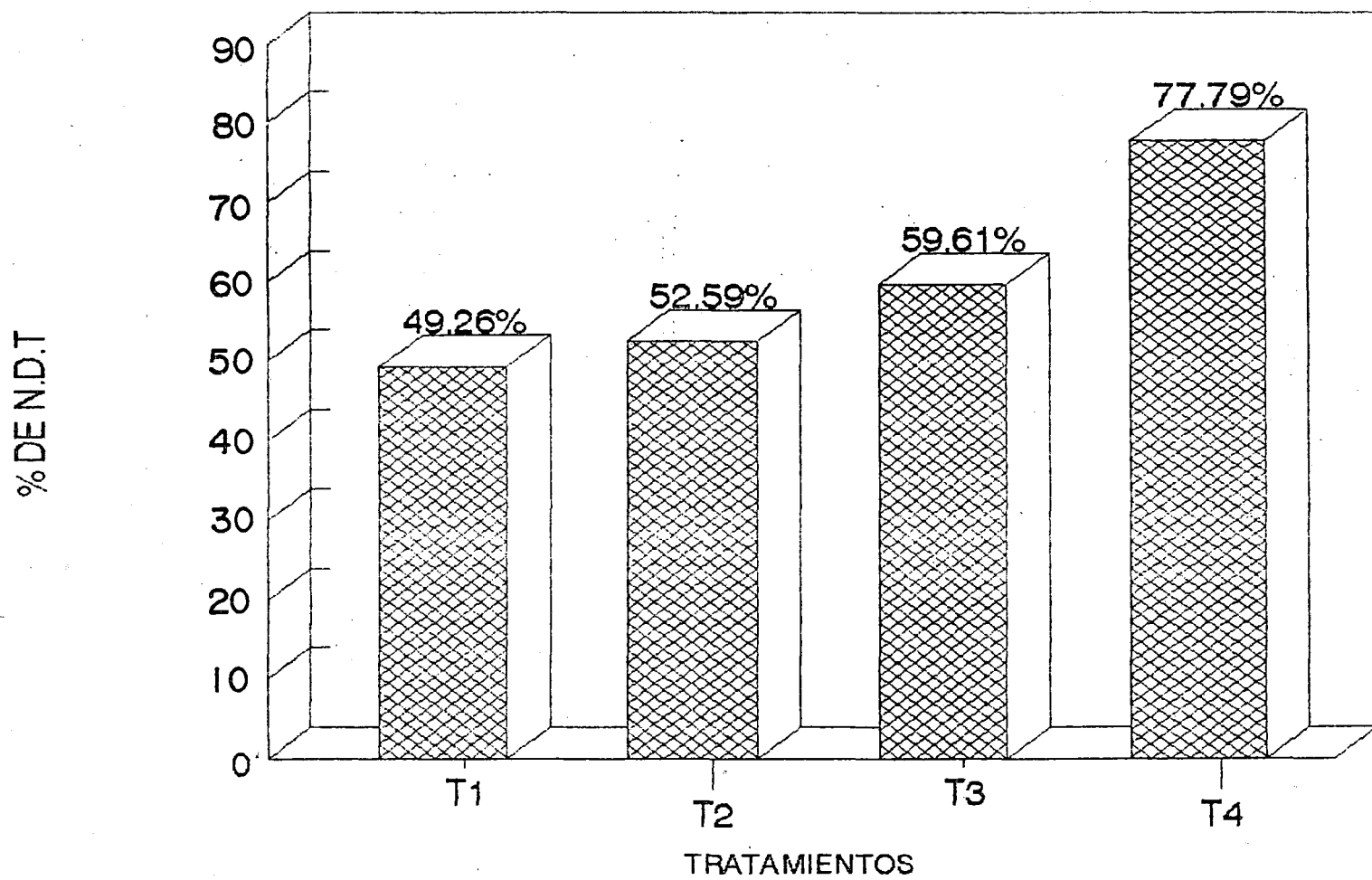
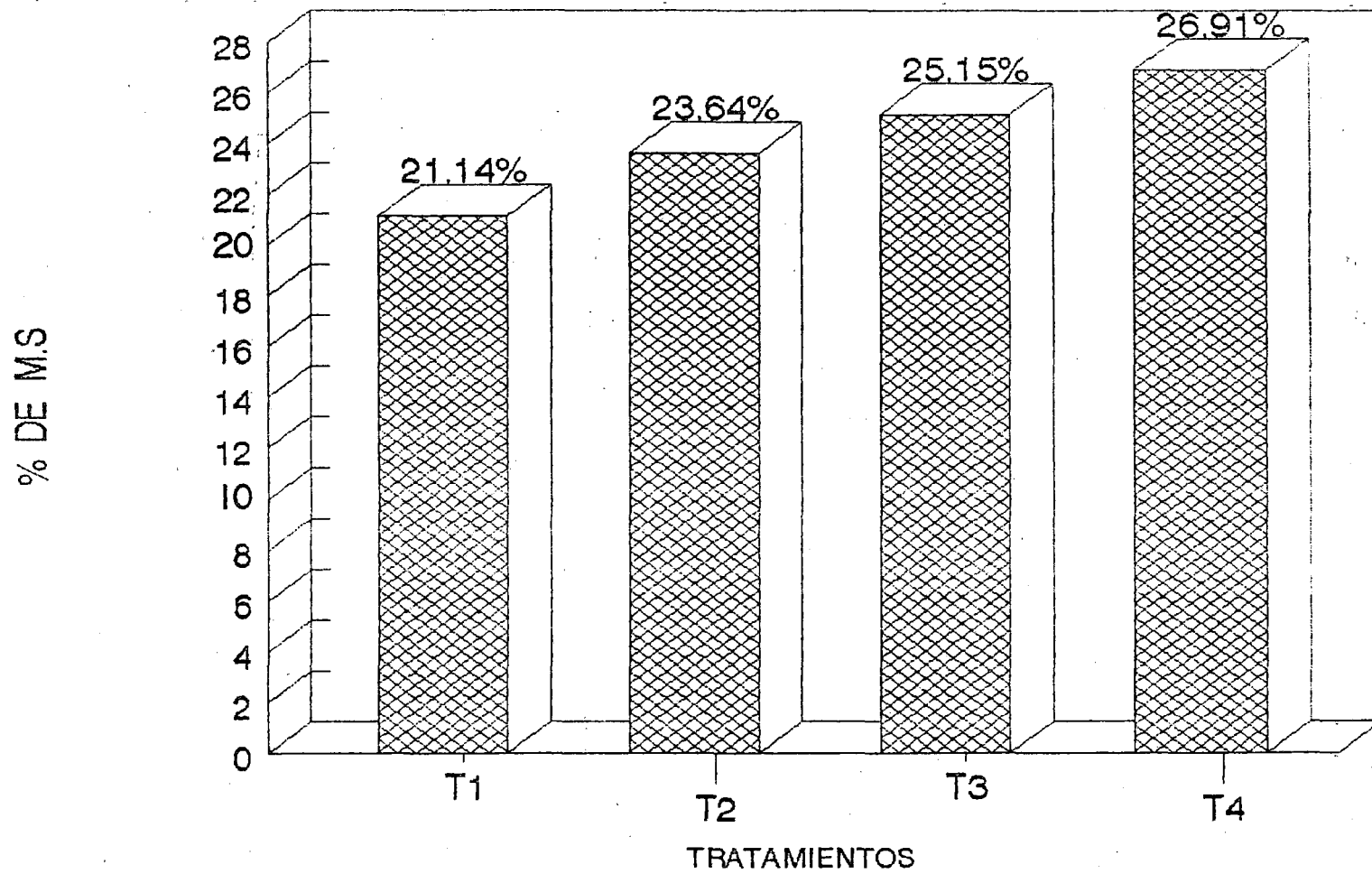


FIG A-5 CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN %



FIGA-6 CONTENIDO DE NUTRIENTES DIGESTIBLES TOTALES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN %



FIGA-7 CONTENIDO DE MATERIA SECA EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN %

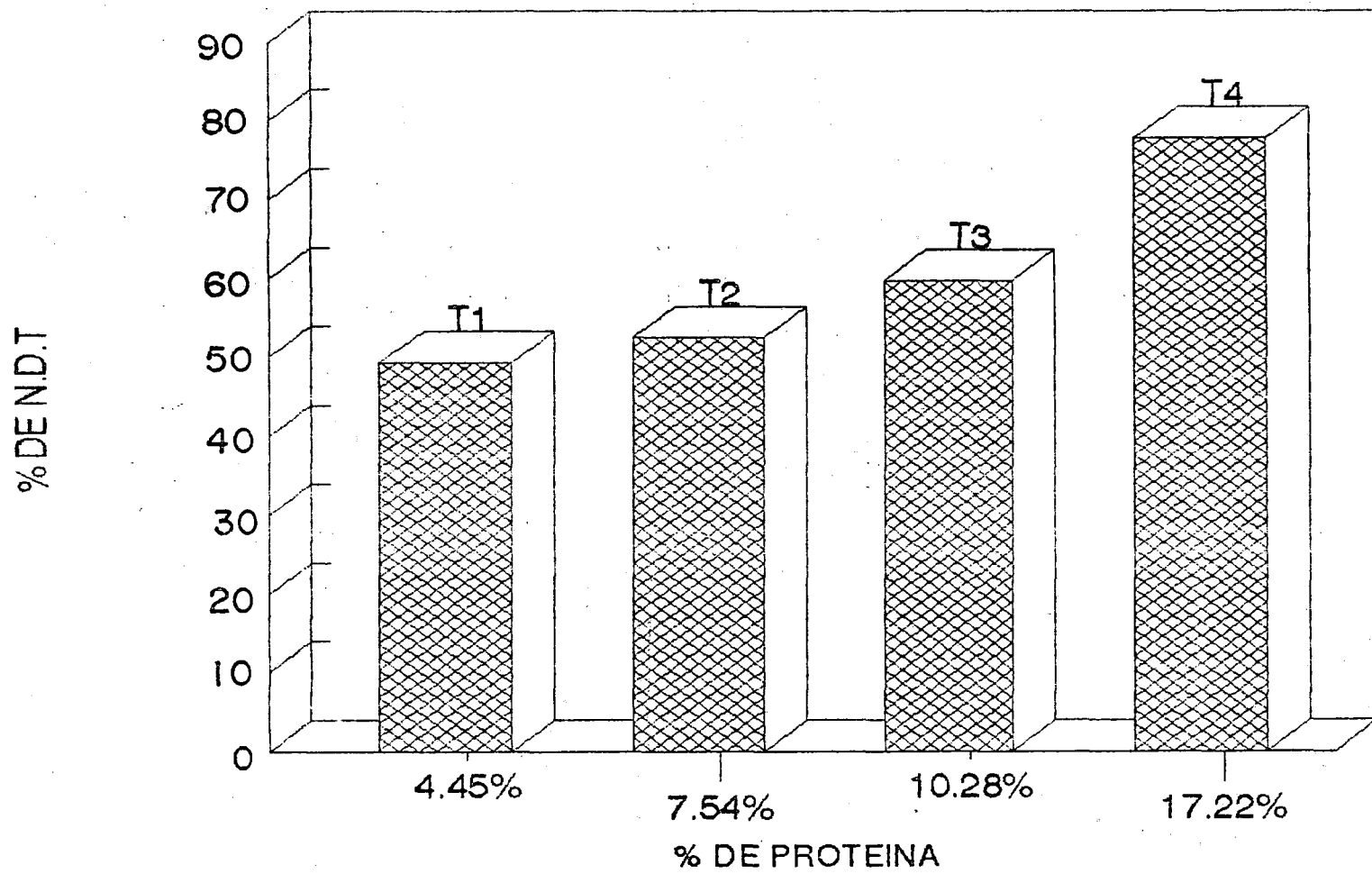


FIG A-8 RELACION DE PROTEINA Y NDT EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

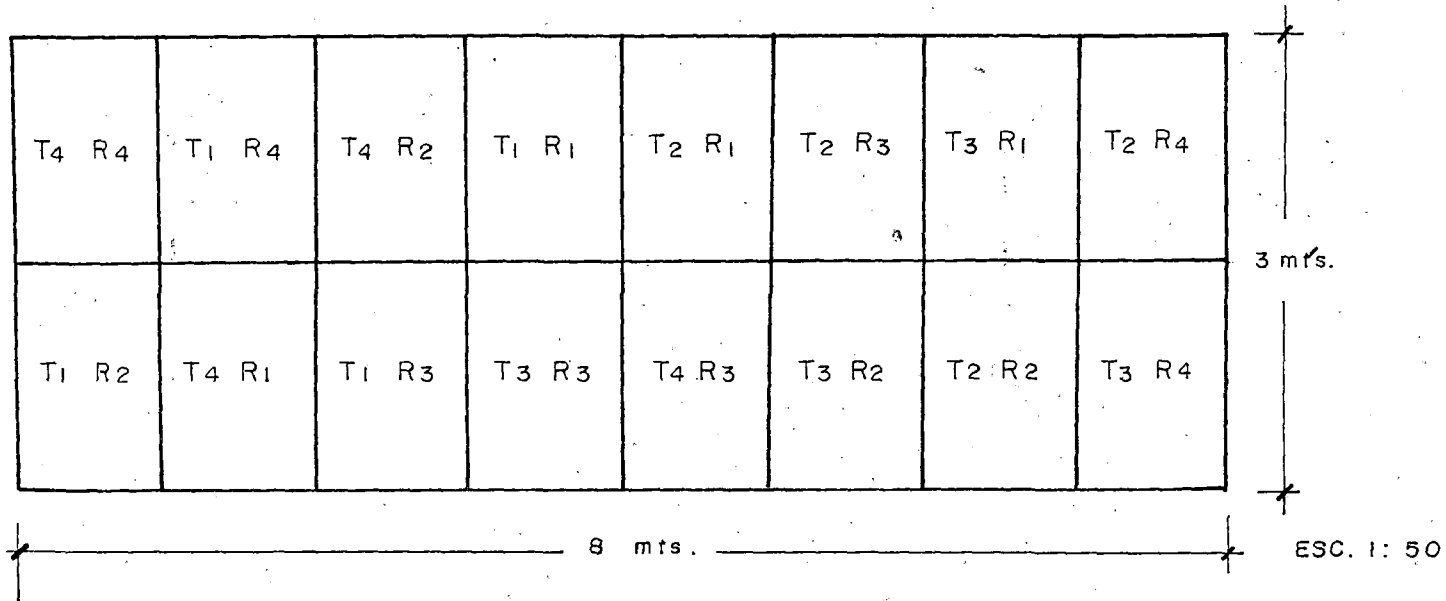


FIG A-9 DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS Y REPETICIONES