

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



EVALUACION DEL INCREMENTO DE PROTEINA UTILIZANDO TRES NIVE-  
LES DE GALLINAZA EN EL ENSILADO DE SORGO  
(Sorghum vulgare)

POR :

HUGO ARMANDO ANAYA BELTRAN

HELMER IVAN IRAHETA CRUZ

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE :

INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, MARZO DE 1992

T-21ES  
1304  
A536e  
1992



01005  
Ej 7

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DOCTOR FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIGUEL ANGEL AZUCENA

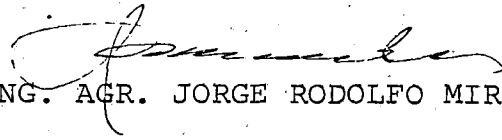
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SOTO

d) por la Presidencia de la Fac. de CC.AA. 18-VI-92.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA




ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

ASESORES :



ING. AGR. JOSE GABRIEL ROSALES MARTINEZ, M. Sc.

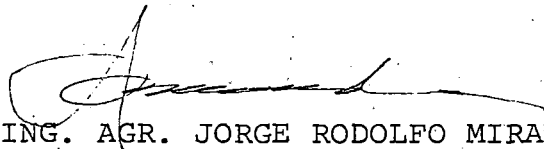


ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS


JURADO CALIFICADOR :



ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA



ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ



ING. AGR. GINO ORLANDO CASTILLO BENEDETTO

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en el municipio de San Martín del Departamento de San Salvador, el cual se encuentra a 650 msnm, limitado geográficamente al norte por el municipio de San Bartolomé Perulápía, al este por Santa Cruz Michapa del Municipio de Cuscatlán, al sur con el Lago de Ilopango y al oeste con Ciudad Delgado, con una precipitación pluvial anual de 1835 mm y con una temperatura promedio anual de 23,0 °C.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar el incremento de proteína cruda del ensilado de sorgo con la adición de tres niveles de gallinaza. El tiempo de duración del ensayo fue de 65 días, una fase de 30 días correspondieron al tiempo necesario para el procesamiento del ensilaje, y la fase de análisis químicos que duró 35 días.

Los tratamientos consistieron en adicionar al silo forrajero diferentes niveles de gallinaza, quedando estructurados de la siguiente manera, así:  $T_0 = 0\%$  (testigo),  $T_1 = 12,89\%$ ,  $T_2 = 18,17\%$  y  $T_3 = 22,84\%$  de gallinaza en el ensilaje. Se utilizó el diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Los valores de proteína encontrados fueron 7,25%, 12,30%, 12,23% y 12,18% ( $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , respectivamente), encontrando diferencia significativa; además del contenido de proteína se evaluó otros parámetros como el pH, temperatura, cenizas, materia seca, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y gra-

sa, encontrándose que el nivel de gallinaza influyó en el pH del material ensilado; así también el contenido de ceniza se incrementa levemente, con la adición de la gallinaza. El tratamiento T<sub>1</sub> (12,89% de gallinaza) fue el que presentó un mejor valor nutritivo, ya que niveles superiores no incrementaron significativamente el contenido protéico.

Con el nivel de 12,89% de gallinaza en el ensilado, incrementó la proteína cruda en un 69,66%, con respecto al tratamiento testigo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer por su colaboración a las personas siguientes :

- Ing. Agr. José Gabriel Rosales Martínez
- Ing. Agr. Ramón Antonio García Salinas
- Sra. Marina del Carmen Rodríguez
- Ing. Agr. Jorge Rodolfo Miranda Gámez
- Ing. Agr. Gino Orlando Castillo Benedetto
- Ing. Agr. Horacio Gil Zambrana Rivera
- A José Rafael Luna

## DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación está dedicado a :

- DIOS TODOPODEROSO.
  
- MIS PADRES  
Carlos Francisco Anaya  
Estela Esperanza Beltrán  
Con amor y profundo agradecimiento, por sus sacrificios  
y abnegación, por ayudarme a culminar con éxito mis es-  
tudios.
  
- MIS HERMANOS :  
Carlos, Francisco, Guillermo y con especial cariño a mi  
hermana Angela del Carmen.
  
- A MI NOVIA :  
Ana Zoila Flores  
Por su apoyo moral durante mis años de estudio.
  
- A MIS SOBRINOS :  
Bianca, Danielito, Grethel, Nancy y Memito  
Por su amor y cariño.

Hugo Armando Anaya Beltrán

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a :

- DIOS TODOPODEROSO
- MI MADRE :  
María Irma Cruz de Iraheta  
Por guiar mis pasos con amor, sacrificio para lograr  
mis metas.
- MI PADRE :  
José Adrián Iraheta  
Por su apoyo y sabios consejos
- MIS HERMANOS :  
Danilo y Heriberto  
Por su apoyo fraterno
- MIS PROFESORES :  
Por sus sabios consejos
- MIS AMIGOS :  
Por su apoyo moral

Helmer Iván Iraheta Cruz



# I N D I C E

	Página
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	xii
INDICE DE FIGURAS .....	xv
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	2
2.1. Generalidades del ensilaje .....	2
2.1.1. Importancia del ensilaje .....	2
2.1.2. Valor nutritivo .....	3
2.1.2.1. Propiedades físicas .....	4
2.1.2.2. Propiedades químicas .....	5
2.1.3. Ventajas del ensilaje .....	7
2.1.4. Desventajas del ensilaje .....	8
2.2. Proceso del ensilaje .....	9
2.2.1. Material a usar .....	9
2.2.2. Llenado y compactación del silo ....	9
2.2.3. Proceso de fermentación .....	10
2.2.3.1. Fermentación láctica .....	11
2.2.3.2. Fermentación acética .....	12
2.2.3.3. Fermentación butírica .....	13
2.2.4. Uso de aditivos .....	13
2.2.4.1. Tipos de aditivos .....	14

	Página
2.2.5. Cubierta y sellado del silo .....	15
2.2.6. Pérdidas .....	16
2.3. Generalidades del sorgo .....	17
2.3.1. Importancia del sorgo en El Salvador.	17
2.3.2. Variedades .....	18
2.3.3. Características agronómicas del sor- go CENTA S-2 .....	18
2.4. Ensilado de sorgo en alimentación de bovinos .....	19
2.4.1. Ensilaje para ganado lechero .....	19
2.4.2. Ensilaje para ganado de carne .....	20
2.4.3. Toxicidad .....	21
2.4.4. Pérdidas en el ensilaje de sorgo ...	25
2.5. Importancia de la gallinaza en la alimenta- ción animal .....	25
2.6. Composición general .....	26
2.6.1. Valor nutritivo .....	27
2.7. Tipos de gallinaza .....	29
2.8. Usos de la gallinaza .....	30
2.8.1. Suministro de gallinaza .....	30
2.8.2. Cantidades en la ración .....	31
2.8.3. Mezcla de gallinaza con forrajes ...	32
2.8.4. Efecto sobre la salud animal .....	32
3. MATERIALES Y METODOS .....	34
3.1. Localización del ensayo .....	34
3.2. Condiciones climáticas .....	34
3.3. Instalaciones .....	34

	Página
3.4. Diseño experimental .....	35
3.5. Fase de campo .....	35
3.6. Descripción de tratamientos .....	36
3.6.1. Factores en estudio .....	37
3.7. Toma de muestras .....	37
3.8. Fase de laboratorio .....	38
3.9. Análisis de la información .....	38
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	39
4.1. Temperatura y pH .....	39
4.2. Materia seca .....	39
4.3. Proteína cruda .....	40
4.4. Fibra cruda .....	41
4.5. Cenizas .....	42
4.6. Extracto libre de nitrógeno .....	43
4.7. Grasa .....	44
5. CONCLUSIONES .....	45
6. RECOMENDACIONES .....	46
7. BIBLIOGRAFIA .....	47
8. ANEXOS .....	51

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Diferentes calidades de ensilado dependiendo de su contenido de amoníaco .....	4
2	Clave para la valorización del ensilado ..	6
3	Característica agronómicas del sorgo CENTA S-2 .....	19
4	Rendimientos de materia seca; energía y digestibilidad de la energía del ensilaje de sorgo, según la etapa de maduración .....	24
5	Composición química de la gallinaza de pollos de engorde y gallinas ponedoras .....	28
6	Proporciones de sorgo y gallinaza en los tratamientos experimentales .....	36
A-1	Efecto de la etapa de maduración sobre la composición química de los ensilados de -- sorgo .....	52
A-2	Datos de pH tomados durante el ensayo .....	53
A-3	Datos de temperaturas tomados durante el - ensayo .....	53

Cuadro		Página
A-4	Valores totales promedios de materia seca por tratamiento .....	54
A-5	Análisis de varianza para materia seca (%) .	55
A-6	Prueba Duncan para materia seca (%) .....	55
A-7	Valores totales y promedios de proteína cruda por tratamiento .....	56
A-8	Análisis de varianza para proteína cruda (%).	57
A-9	Prueba Duncan para proteína cruda (%) .....	57
A-10	Valores totales y promedios de fibra cruda -- por tratamiento .....	58
A-11	Análisis de varianza para fibra cruda (%) ...	59
A-12	Prueba Duncan para fibra cruda (%) .....	59
A-13	Valores totales y promedios de cenizas por -- tratamiento .....	60
A-14	Análisis de varianza para cenizas (%) .....	61
A-15	Prueba Duncan para cenizas (%) .....	61
A-16	Valores totales y promedios de extracto libre de nitrógeno por tratamiento .....	62
A-17	Análisis de varianza para extracto libre de nitrógeno (%) .....	62

Cuadro		Página
A-18	Prueba Duncan para extracto libre de nitrógeno (%) .....	63
A-19	Valores totales y promedios de grasa por -- tratamiento .....	63
A-20	Análisis de varianza para grasa (%) .....	64
A-21	Prueba Duncan para grasa (%) .....	64
A-22	Análisis bromatológico de la gallinaza .....	65

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Tasa de formación de ácido láctico .....	12
2	Contenido de ácido cianhídrico (CNH), mg/100 gr) de tejido verde, en varias partes de la plan- ta de sorgo inmediatamente después de la emergencia de la panoja. ....	23
A- 1	Efecto del nivel de gallinaza sobre la tempe- ratura en el ensilado de sorgo .....	66
A- 2	Efecto del nivel de gallinaza sobre el pH en el ensilado de sorgo .....	67
A- 3	Efecto del nivel de gallinaza en el ensilado de sorgo sobre la materia seca (%) .....	68
A- 4	Efecto del nivel de gallinaza en el ensilado de sorgo sobre la proteína cruda (%) .....	69
A- 5	Efecto del nivel de gallinaza en el ensilado de sorgo sobre la fibra cruda (%) .....	70
A- 6	Efecto del nivel de gallinaza en el ensilado de sorgo sobre las cenizas (%) .....	71
A- 7	Efecto del nivel de gallinaza en el ensilado de sorgo sobre el extracto libre de nitróge- no (%) .....	72
A- 8	Efecto del nivel de gallinaza en el ensilado de sorgo sobre la grasa (%) .....	73

Figura

Página

A-9 Plano de distribución de los microsilos. 74



## INTRODUCCION

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

Considerando lo antes mencionado, se ha visto la necesidad de implementar el uso del estiércol de -- avé en la alimentación de rumiantes; ya que constituye una práctica doblemente beneficiosa pues además de facilitar la deposición del estiércol de las granjas avícolas pueden sustituir parte de la proteína de las raciones, ya que la galli naza posee un valor nutritivo adecuado, principalmente en su contenido de proteína bruta 15-34% del cual, alrededor de un 50% no es proteína verdadera.

Por tanto, se hace necesario buscar alternativas de alimentación; evaluando así la pollinaza como fuente nitrogenada que permita mejorar el valor nutritivo del forraje de sorgo en forma ensilada.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del ensilaje

El ensilaje, es el almacenamiento de forraje verde con la exclusión de aire, a base de la compactación del material picado; siguiendo un período corto de respiración y calentamiento del material vivo con el consumo del oxígeno presente entre las partículas prensadas y producción de dióxido de carbono. En esta fase operan también algunas bacterias aeróbicas. Con la terminación del oxígeno de la masa compactada, da principio a una fermentación por bacterias anaeróbicas disminuyendo la temperatura hasta iniciar la fase de estabilización en un tiempo de 25 días (4, 11, 29).

#### 2.1.1. Importancia del ensilaje

Debido a la distribución de las lluvias en El Salvador, la ganadería debe enfrentar seis meses de escasez de forrajes, que comprende los meses de diciembre a mayo por la falta de precipitación, no hay crecimiento de los pastizales o de los cultivos forrajeros complementarios (5).

Por lo tanto, la importancia del ensilaje radica en que permite la conservación del forraje de las épocas más abundantes para ser utilizados en las épocas de escasez y a la

vez se conserva la vitamina "A" en forma permanente (11, 14).

Un ensilado bien hecho puede y debe ser también un alimento de producción que permita durante los períodos de ausencia de forraje verde, mantener la producción de leche o lograr ganancias de peso en el engorde de novillos (5).

### 2.1.2. Valor nutritivo

Un ensilado de buena calidad, es un producto apete- cido por los rumiantes y se puede lograr excelentes produccio- nes al ser incorporado en raciones para vacas lecheras y ani- males de engorda (5, 14). Además durante la fermentación se reduce el contenido de nitratos, ácido prúsico y algunos agentes causales de timpanismo (3, 14).

Es natural que, al disminuir el contenido de agua, au- menta el valor nutritivo del ensilado de cualquier especie forrajera. Por lo general el ensilaje conserva del 80 al 85% del valor nutritivo del forraje verde (24).

El valor nutritivo de cualquier alimento depende de su contenido de proteína, grasa, fibra, carbohidratos fácilmen- te solubles (E.L.N. o Extracto Libre de Nitrógeno), sales mi- nerales y vitaminas.

La calidad de un buen material ensilado puede ser deter- minado por sus propiedades físicas y químicas (31).

2.1.2.1. Propiedades físicas

- A. Color : El color de un buen ensilado debe aproximarse al verde, o verde que ha sufrido una decoloración algo amarilla pero no café (11, 31).
- B. Olor : No debe ser demasiado penetrante, sino aromático (31). El olor desagradable de un mal ensilado se debe al ácido butírico y a la presencia de compuestos amoniacaes, esto ocurre cuando contiene el material a ensilar, exceso de agua y valores altos en proteínas (11, 14, 31). En el Cuadro 1, se muestra una manera de clasificación del ensilado según su contenido de amoníaco (5).

Cuadro 1. Diferentes calidades de ensilado dependiendo de su contenido de amoníaco.

Calificación	Nitrógeno amoniacal (NH <sub>3</sub> ) En % del N Total
Muy bueno	0
Bueno	10 - 15
Aceptable	15 - 20
Regular	20 - 30
Malo	Más de 30 %

Fuente : Banco de Fomento Agropecuario, 1976.

- C. Textura : La presencia de tallos gruesos, material leño-

ñoso, inflorescencias que indiquen madurez excesiva del material ensilado, se puede detectar al tacto (20). La longitud del material picado debe ser de 6 a 9 cm (29).

#### 2.1.2.2. Propiedades químicas

- A. Acidez : Los buenos ensilajes generalmente poseen un pH de 3.5 a 4.2 (11, 24).  
El ácido láctico es deseable y es característico de buenos ensilados en porcentajes de 2.5 a 3% (11, 14).  
El ácido butírico no es deseable y su valor debe oscilar entre 0.5 - 1% (11, 31). En cuanto el ácido acético por su penetrante y fuerte olor y sabor, debe de encontrarse en el rango de 0.3 - 0.6%.  
En el Cuadro 2, se presenta la categorización del ensilado según Flieg; el índice expresa la relación de los ácidos láctico, acético y butírico (14).
- B. Humedad : Un buen ensilado se caracteriza por un contenido de 65 a 75% de agua (11). Esto va a depender del picado del material. Si el contenido de humedad es de 70% el picado debe tener una longitud 6-9 cm; si el material es seco entonces, el picado debe ser más fino. En un material con el 72% de humedad, la longitud del material a ensilar debe ser de 6-16 cm (22).

Cuadro 2. Clave para la valorización del ensilado.

En % de la cifra total de ácidos	PUNTOS PARA			Puntuación Total	Calificación
	Valor del ácido láctico.	Valor del <u>A</u> cido acético	Valor del ácido butírico.		
0 - 0.1	0	25	50		
0.1 - 1.0	0	25	45	0-20	Malo
1.0 - 2.0	0	25	40	21-40	Regular
2.0 - 5.0	0	25	35	41-60	Aceptable
5.0 - 10.0	0	25	30	61-80	Bueno
10.0 - 20.0	0	25	20	81-100	Muy bueno
20.0 - 30.0	5	20	10		
30.0 - 40.0	10	15	5		
40.0 - 50.0	15	10	0		
50.0 - 60.0	20	5	-5		
60.0 - 70.0	23	0	-10		
70.0 - Más	25	0	-10		

Fuente : Banco de Fomento Agropecuario, 1976.

C. Temperatura : Un buen ensilaje debe mantener una temperatura alrededor de 25 °C, siempre por debajo de los 30 °C lo cual se trata de una característica de fermentación en frío (3, 14).

La temperatura es uno de los factores relacionados con el éxito del ensilado, ya que existe una temperatura óptima para la multiplicación de las bacterias lácticas. Las temperaturas óptimas que determinó Shaw y Colaboradores, fué de 27 y 38 °C. En la práctica se puede tener cierta idea de la temperatura por la apariencia del ensilado.

Un ensilado con temperatura adecuada tiene un color ligeramente verde o amarillo, y un olor agradable a vinagre, con un pH por abajo de 4.2. Los ensilados sobrecalentados tienen características afectadas por el grado del calentamiento, el color varía de marrón a negro (19).

### 2.1.3. Ventajas del ensilaje

- A. Es el método más práctico y fácil de conservar el valor nutritivo del forraje; además es una fuente de vitamina "A" para el ganado (5, 24).
- B. El ensilaje se puede hacer cuando el pasto tiene alto valor nutritivo (alta digestibilidad) (16).

- C. Permite aprovechar totalmente la producción de cualquier tipo de pasto, como también de cultivos forrajeros (maíz, sorgo) (5).
- D. Puede hacerse independientemente del clima imperante (4, 5, 14).
- E. Modernamente los silos no necesitan de costosas construcciones para almacenar el material, requiere un poco de espacio.
- F. Puede conservarse varios años y elimina el riesgo de infestación de parásitos.
- G. El buen ensilado estimula el apetito del ganado para aumentar el consumo voluntario (4).

#### 2.1.4. Desventajas del ensilaje

- A. No puede comercializarse relativamente.
- B. Exige tiempo oportuno para cosechar el forraje a fin de lograr su máximo valor nutritivo.
- C. Las prácticas del ensilaje representa un gasto más para la finca.
- D. Supone de capital suficiente para la adquisición del equipo y construcción de los silos.
- E. Se produce durante el ensilaje reducción de nutrientes totales, daño del material y descomposición de proteínas y carbohidratos (4, 5).



## 2.2. Proceso del ensilaje

### 2.2.1. Material a usar

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

Esto normalmente se logra en algunas leguminosas cuando comienzan a florecer y en el sorgo cuando el grano está en su estado duro-blandito o lechoso.

El forraje a ensilar puede ser picado o entero. En las gramíneas de pastoreo: Pangola, estrella o jaraguá, los silos pueden llenarse con material entero sin ningún problema (5).

En el ensilaje de Elefante, sorgo o maíz, se recomienda picarlo porque esto facilita su compactación y eliminación del exceso de aire. La cosecha debe de hacerse en forma rápida y continua, colocando a lo menos 20 a 30 toneladas diarias de material en el silo (5, 24).

### 2.2.2. Llenado y compactación del silo

El material vaciado al silo debe de extenderse inmediatamente en capas uniformes por toda la superficie, no debe esperarse tener varias cargas vaciadas para extender, pues -

ello no permite un llenado uniforme y quedarán bolsas de aire (5, 20).

Después de cada capa de material debe apisonarse con tractor o mediante el uso de caballos o bueyes; a fin de eliminar totalmente el aire del ensilaje (5, 24).

### 2.2.3. Proceso de fermentación

Después de que la planta es picada, la respiración continúa dentro de las células vivas, produciéndose en correspondencia cierta cantidad de calor. La pérdida tiene lugar principalmente en los carbohidratos (azúcares y almidones).

La respiración disminuirá si la compactación del material impide la entrada del aire, con lo cual se acumulará el bióxido de carbono (31).

Al disminuir la respiración se reduce la elevación de la temperatura entre 25-30 °C lo cual favorece el desarrollo de las bacterias ácidolácticas, la fermentación de los azúcares y almidones para transformarse en ácido láctico y el rápido descenso de la acidez (pH) por debajo de 4.2. Todo esto impide la multiplicación y acción de otras bacterias o procesos de fermentación indeseables (5).

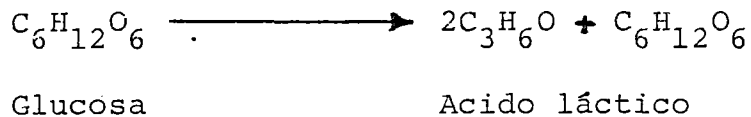
### 2.2.3.1. Fermentación láctica

Las bacterias que producen ácido láctico a partir de los carbohidratos son los lactobacilos; los cuales se encuentran distribuidos en la naturaleza.

El ácido láctico se produce a partir de la glucosa, en la cual actúan las bacterias a una temperatura de 25-30 °C, de modo que cuando un material se ensila, las bacterias del ácido láctico comienzan a proliferar casi inmediatamente sobre los zúcares fermentables de la savia vegetal, produciendo tal cantidad de ácido que las bacterias indeseables no pueden desarrollarse (5, 23, 31).

Cuando la fermentación es láctica se estima que por cada 10 kg de azúcar fermentado se forma alrededor de 9.5 kg de ácido láctico (Fig. 1) (5).

La gran cantidad de lactobacilos se desarrollan entre 37 y 50 °C, variando la temperatura óptima con la especie láctica que se trate. De 25 °C a 30 °C, se tiene un gran desarrollo de estos fermentos en el ensilaje. Actúan preferentemente sobre la glucosa, pero pueden utilizar la lactosa, sacarosa y xilosa (23).



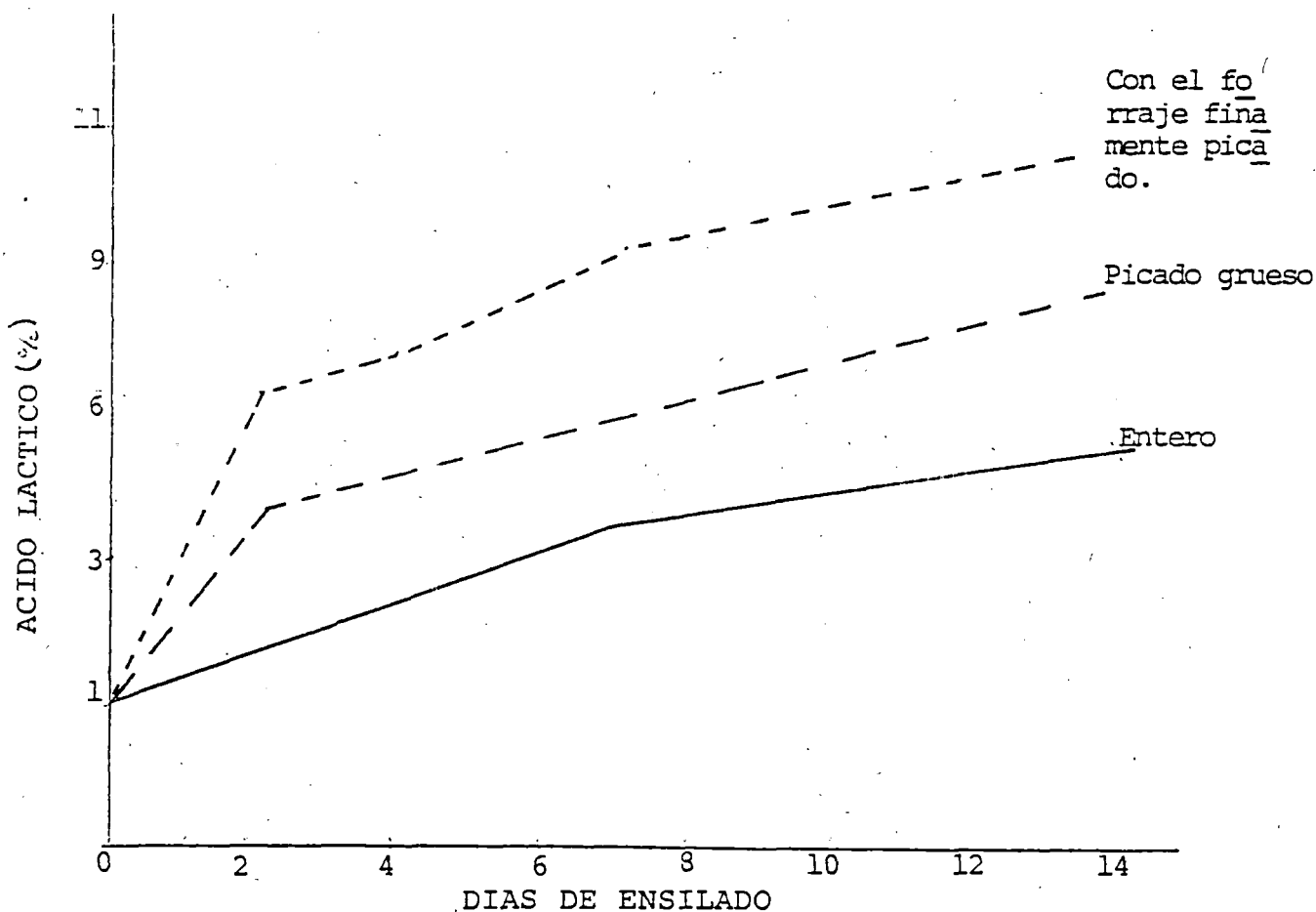


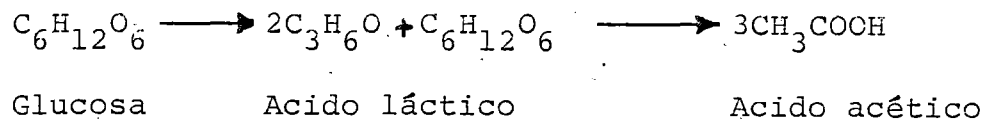
Figura 1. Tasa formación de ácido láctico.

#### 2.2.3.2. Fermentación acética

El ácido acético se produce durante la fermentación, y normalmente abunda en un ensilado bien hecho, en cierto caso la cantidad de ácido láctico y acético son equivalentes (5, 31).

La fermentación acética normalmente antecede a la láctica, y es de corta duración, la cual se produce por bacterias -- del grupo coli (24).

Esta síntesis se verifica gracias al calor producido en el desdoblamiento de la glucosa en ácido láctico y acético (23).



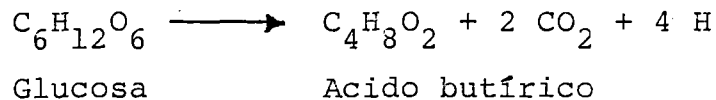
#### 2.2.3.3. Fermentación butírica

Esta fermentación se desarrolla cuando hay exceso de humedad, poca cantidad de carbohidratos solubles y que no se ha desarrollado un nivel de acidez que suprima la acción de bacterias butíricas, dando un ensilado de mala calidad con un mal olor y descomposición de las proteínas (24).

Estas bacterias no se desarrollan cuando la acidez es mayor que la correspondiente a un pH de 4.2 (31).

En caso de fermentación indeseables como es la butírica no se produce más de 7.5 kg de ácido por cada 10 kg de azúcar fermentada (5).

Esta reacción se da en un medio anaerobio lo cual se caracteriza por un olor a mantequilla rancia (28).



#### 2.2.4. Uso de aditivos

Los aditivos son los materiales que al agregarse al ma

terial ensilado ayudan a fomentar la acidez indispensable para la preservación del forraje (5).

Estas sustancias se dividen entre las que estimulan la fermentación de ácido láctico, por medio de la adhesión de azúcares u otros carbohidratos fácilmente fermentables y las sustancias que reducen al mínimo la fermentación inconveniente, porque evitan al desarrollo de bacterias indeseables.

#### 2.2.4.1. Tipos de aditivos

##### A. Aditivos que suministran carbohidratos

Entre estos aditivos se pueden mencionar : Melaza, granos de cereales molidos, tales como sorgo, maíz.

##### B. Acidos minerales

Entre éstos se puede mencionar los ácidos clorhídrico y sulfúrico mezclados, dando un ensilaje estable, con un pH muy bajo (4, 5, 11, 29). También se puede utilizar el ácido fosfórico (24, 29).

##### C. Acidos orgánicos

En particular ácido láctico y fórmico, que ayudan a conseguir un rápido establecimiento de un pH satisfactorio (4, 11, 24).

##### D. Cultivo de lactobacillus.

Este favorece una fermentación láctica, especialmente

con forrajes de verano que no tengan muchas bacterias y pobres en carbohidratos fermentables (4).

E. Antibióticos

Una idea moderna en preservativos para ensilaje es el uso de antibióticos que son selectivos, permitiendo una fermentación deseable. La llamada bacitracina de zinc se ha popularizado ya que mejora la retención de nitrógeno por el animal (11).

F. Otros

El método de metasulfito de sodio conserva los forrajes casi sin fermentación y completamente verde, y se cree que con menos pérdidas (4, 29).

También se ha utilizado el dióxido de azufre (4), e hidróxido de calcio (17).

2.2.5. Cubierta y sellado del silo

En las superficies externas de los silos, especialmente en los tipos de trinchera, bunker y montón, por estar directamente expuestos al aire y a la lluvia, es donde se presentan las mayores pérdidas.

Estas pérdidas son debidas a la acción de bacterias aeróbicas y hongos que fermentan y pudren las capas superiores del ensilaje hasta una profundidad de 10 a 20 cm. Esta capa toma un color negro cuando son atacadas por hongos.

Una vez cubierto el silo con plástico, se debe colocar sobre dicho plástico una capa de 20-30 cm de tierra, lo que tiene por objeto defender el material de la inclemencia del tiempo y daño de animales (5, 11).

#### 2.2.6. Pérdidas

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

A. Pérdidas del material verde depende de :

- Tipo de silo.
- Clase de forraje ensilado
- Estado del forraje al momento del corte.
- Humedad al momento de ensilar
- Tamaño de la partícula.
- Eficiencia en la eliminación del aire
- Grado de compactación
- Rapidez del llenado
- Perfección del tapado y sellado.

B. Pérdidas del material ensilado

- Putrefacción superficial en las paredes superior y externas.
- Pérdidas de líquidos exprimidos debidos a la presión a que se somete el forraje verde.



- Pérdida por respiración de la planta y fermentación bacterial indeseables (5).

### 2.3. Generalidades del sorgo

A medida que el cultivo de sorgo se difundió en forma general, se seleccionaron diferentes variedades para determinados usos. Se obtuvieron sorgos dulces para utilizar el azúcar de sus tallos, y succulentos para forrajes, así como destinados a la producción de grano (22, 32). Es necesario aclarar que el grano de sorgo carece de pigmentos (carotenos), por lo que su contenido de vitamina "A" es mínima (23).

#### 2.3.1. Importancia del sorgo en El Salvador

A través de muchos años las estadísticas han estado indicando la importancia que el maicillo o Sorghum bicolor (L) Moench, tiene en El Salvador. En términos económicos, este cereal es el segundo entre los granos básicos, tanto en superficie como en producción, y en términos sociales es el cultivo de los pequeños y medianos agricultores.

Los agricultores utilizan el grano para consumo humano en forma de tortillas y para consumo animal en la preparación de concentrado, para aves, ganado porcino, bovino o caballar. También se utiliza para alimentar el ganado toda la parte aérea, ya sea en forma fresca o ensilada (30).

El promedio anual de producción nacional de sorgo en 10 años (1977-1989), fué de 138,179 toneladas; el rendimiento promedio fue de 1,063.64 kg/ha, sin tomar en cuenta la producción de 1987 que fue muy baja debido a la sequía que azotó a la región.

La producción promedio anual en referencia se utilizaron para consumo humano 60,908 toneladas, siendo el uso a nivel de finca, 33,636 toneladas anuales; para semilla se utilizan a nivel de finca 8,636 toneladas (incluyendo desperdicio); lo anterior representó 103,181 toneladas anuales. El resto de 34,998 toneladas, se utilizan para consumo pecuario (15).

### 2.3.2. Variedades

Entre las variedades mejoradas más difundidas en El Salvador, se cuenta con: El Isiap Dorado, el CENTA S-2, en proceso de liberación ES-727 y ES-726; y en proceso de validación el SS-42; y en forrajeros el SS-41, L y actualmente se está conociendo el AGROCONSA 1 (15, 30).

### 2.3.3. Características agronómicas del sorgo CENTA S-2.

La variedad CENTA S-2 para forraje puede sembrarse en mayo, agosto o en la estación seca con humedad o regadío.

Una buena práctica es sembrar en mayo/junio para ensilar el forraje en agosto y la segunda cosecha dejarla para grano. En el Cuadro 3, se presentan las características agronómicas de dicha variedad (30).

Cuadro 3. Características agronómicas del sorgo CENTA S-2.

Características	INVIERNO	VERANO
Días cosecha grano	112	97
Días cosecha forraje	75	90
Días a flor	70	67
Rendimiento de grano	2.8 Tm/ha (35.5 qq/mz)	5 Tm/ha (63.4 qq/mz)
Rendimiento de forraje	86 Tm/ha (60 Tm/mz)	71 Tm/ha (50 Tm/mz)
Altura de planta	3.20 m.	2.60 m.
Largo panoja	18 cm	24 cm.
Tamaño grano	grande	Grande
Número de hojas	12-14 hojas	10-12 hojas
Proteínas del grano	11.5%	11.5 %
Proteínas del forraje	8.0%	8.0%
Enfermedades	Tolerante	Tolerante

Fuente : Boletín Técnico No. 11. CENTA, 1984.

#### 2.4. Ensilado de sorgo en alimentación de bovinos.

##### 2.4.1. Ensilaje para ganado lechero

El ensilado de sorgo tiene un elevado valor para las vacas lecheras, a pesar de que se pierde mucho mayor proporción de semilla sin masticar y sin digerir, se ha comprobado que un 25% ó más de las semillas del sorgo ensilado pasan al estiércol casi sin transformación (22).

Morgan y Elizey (1964), suministraron a un lote de vacas, ensilado de sorgo, cosechado 10 días después de la floración, lo cual dió como resultado que la cantidad diaria de leche producida era inferior en comparación a la obtenida proporcionando ensilado de sorgo cosechados en etapas posteriores.

Generalmente la ingestión de la materia seca del ensilado es progresivamente mayor a medida que la cosecha es posterior. Un estudio de dos años realizado por Owen (1962), el consumo de sorgo como forraje ensilado, fue prácticamente igual, según se cosechara, en las etapas de grano lechoso, - pasta blanda, pasta dura y semilla madura. Paralelamente, el consumo de materia seca aumentó en cada etapa de maduración posterior; se consumió casi el 25% más de materia seca con el grano maduro que en el estado lechoso (Cuadro A-1).

El rendimiento diario de leche por vaca tiende a mejorar con forrajes, lo cual conviene demorar la cosecha hasta después del estado lechoso del grano (32).

#### 2.4.2. Ensilado para ganado de carne

El ensilado de sorgo tiene mucha importancia para la pro

ducción de carne en aquellas regiones donde las condiciones atmosféricas son tales que el sorgo produce mucho más forraje, por unidad de superficie (22).

En la mayoría de empresas de ganado vacuno de engorda, pueden ser logradas ganancias diarias de peso de 0.7 a 0.9 kg/día, suplementando el ensilado de sorgo con 2 a 4 kg de grano y proteína. El ensilaje de forraje de sorgo tiene por lo general 80 a 85% del valor alimenticio del ensilado de maíz.

El ensilaje de la planta completa de sorgo incluyendo el grano, posee valores de energía próximos a los ensilados de maíz (69% NDT) y frecuentemente produce iguales tasas de crecimiento de terneros (10).

#### 2.4.3. Toxicidad

Las plantas verdes de algunas variedades de sorgo pueden contener suficiente ácido prúsico (ácido cianhídrico), lo cual puede provocar envenenamiento en el ganado (10, 22, 32).

El glucósido cianogénico llamado durrina, está presente en la mayoría de variedades de sorgo, la concentración depende del genotipo y de las condiciones ambientales (10). -- Braithwaite (1952), comprobó que su concentración es mayor en las plantas jóvenes, que crecen en condiciones de sequía (32).

Cuando se hidroliza, la durrina rinde partes iguales de ácido cianhídrico (prúxico, CNH) y para-hidroxibenzaldehído. La durrina está localizada en los partes aéreas de la planta y se encuentra los niveles más altos en las plántulas (hasta  $15 \text{ MO/g}^{-1}$  de peso fresco). Las concentraciones son bajas después de 30-40 días de edad y su ausencia justo antes de la aparición de la panoja.

El crecimiento nuevo que sigue al corte o al pastoreo, tiene niveles altos de ácido prúxico y se debe evitar su uso como alimento del ganado vacuno (10).

Las plantas de sorgo contienen una cantidad de HCN que varía de vestigios hasta 335 mg por 100 gr de material verde (32). Datos de Martin et al. (1938), muestran los niveles más altos de CNH en las hojas y, en general hay una disminución progresiva en el contenido de CNH de la parte superior de la planta hacia abajo, tanto en las hojas como en los entrenudos del tallo (Fig. 2). La pequeña cantidad de CNH recobradas en la panículas, es atribuida a las ramas verdes de aquella y las glumas, ya que el grano mismo no contiene CNH (10).

El forraje de sorgo que es cortado y luego secado al sol, pronto muestra una reducción en el contenido de CNH y el ensilado lo destruye completamente (10, 22).

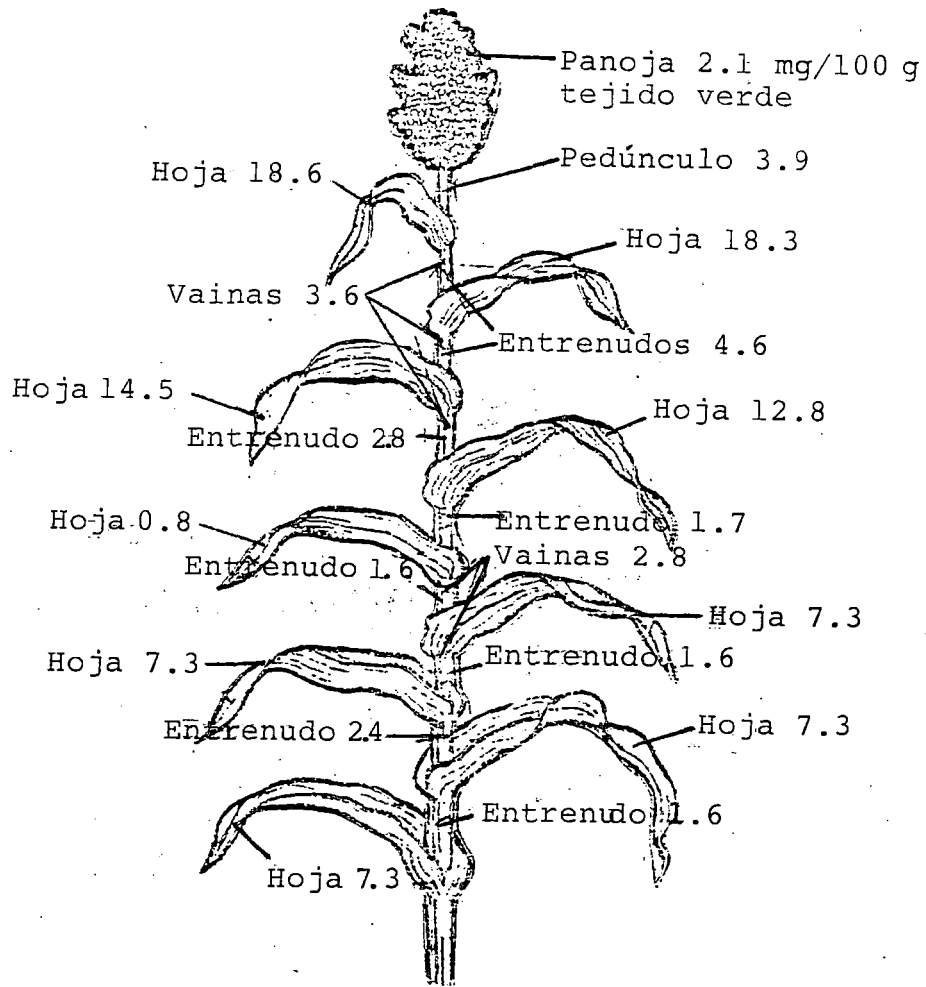


Figura 2. Contenido de ácido cianhídrico (CNH, mg/100 gr) - de tejido verde, en varias partes de la planta de sorgo, inmediatamente después de la emergencia de la panoja.

Los rendimientos de forraje fresco del sorgo, pueden alcanzar de 50 a 60 Tn/ha. Datos de rendimientos de materia

seca y energía, y la digestibilidad de la energía del ensilado de sorgo, según la etapa de madurez (Cuadro 4). Indican que el contenido de energía digerible fue maximizado por la cosecha poco después que la panícula emergió del buche, mientras las plantas estaban en la etapa de floración temprana. Después de una semana, la digestibilidad del ensilado declinó de 64 a 57%; sin embargo, el rendimiento de materia seca aumentó en 2.3 Tn/ha ó alrededor de 24% sobre los niveles de floración temprana. Durante las dos semanas siguientes, las plantas alcanzaron la etapa de masa suave, dando los rendimientos máximos de 13.8 Tn/ha, sin reducir apreciablemente el contenido de energía digerible del ensilaje. Cuando el grano está maduro, la calidad del tallo y de las hojas había declinado y la digestibilidad general era más baja que la del ensilaje cortado en estado lechoso.

Cuadro 4. Rendimientos de materia seca, energía y digestibilidad de la energía del ensilado de sorgo, según la etapa de maduración.

Etapa de madurez	Rendimiento de MS (Tn/ha)	Rendimiento de E.D. (Mcal/ (Tn/ha)	Rendimiento digestible (%)
Floración temprana	9.7	20,867	64
Leche	12.6	26,720	56
Masa suave	13.8	29,223	56
Masa dura	13.3	25,347	48
Maduro	12.1	24,152	51

Fuente : Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos para los Trópicos, 1990.



En las etapas tempranas de crecimiento, las proteínas constituye de 12 a 18% de la materia seca, pero disminuye - entre 5 y 8% conforme a la planta llega a la madurez.

El contenido de fibra disminuye, de alrededor de 35% en la plántula, hasta un mínimo de 24% durante la floración, luego aumenta un poco conforme se alcanza la madurez.

El ensilado de forraje de sorgo cortado en el estado lechoso tardío, contiene cerca de 55 a 58% de nutrientes digeribles totales (NDT); 8 a 9% de proteína; 0,2 a 0,3% de calcio y 0,15 a 0,20 de fósforo (10).

#### 2.4.4. Pérdidas en el ensilaje de sorgo

Las pérdidas que se producen al ensilar sorgos varía según el contenido de humedad o el grado de maduración de la cosecha, el contenido de azúcar, el tipo de estructura que se utiliza y los agentes de conservación. Browning y Lusk (1965), informaron que el sorgo almacenado en pequeños silos de concreto, ocurrieron pérdidas por fermentación y por filtración de 10,6 y 1%, cuando se almacenaba en las etapas lechoso a pasta blanda, de pasta blanda a pasta dura respectivamente. Las pérdidas por fermentación del sorgo fueron 32%, para el período final de floración al estado lechoso, y 25% para la etapa de pasta a semilla madura. Estas pérdidas de de gran volumen quizás se relacionan con el alto contenido de azúcar (32).

#### 2.5. Importancia de la gallinaza en la alimentación animal

Una de las posibles soluciones para el problema alimen

ticio durante la época seca puede ser la adecuada utilización de algunos subproductos agroindustriales y de origen animal, entre los cuales se encuentra la gallinaza, la cual puede usarse en formas diversas debido a la disponibilidad y bajo costo (6, 27).

En términos generales se entiende por gallinaza a las excretas, camada, plumas y residuos de alimento; provengan éstas de pollos de engorde o gallinas ponedoras, pero la tendencia actual es llamar a las excretas de pollo de engorde, pollinaza (1, 3).

## 2.6. Composición general

La gallinaza contiene componentes orgánicos e inorgánicos diversos que pueden ser aprovechados por los rumiantes (3).

Las aves producen excretas que junto a otros materiales como camada, plumas, etc., tienen mucho valor nutricional, especialmente las excretas de pollo de engorde en la cual aumenta su valor debido a que los alimentos no son utilizados en su totalidad por su paso ligero por el tracto digestivo; y presencia de alimento caído al piso, el cual es de mayor contenido protéico que el utilizado con ponedoras (3, 27).

La composición química de la excreta varía debido principalmente a la condición fisiológica y al tipo de alimentación de las aves (27).

La gallinaza posee un contenido de energía que proviene de la parte de los carbohidratos remanentes después de la digestión, debido que este proceso de los alimentos no es completo; así como del alimento que cae a la cama.

Contiene también proteínas, productos del metabolismo del

nitrógeno y así mismo diferentes compuestos nitrogenados que no son proteínas (N.N.P.); pero que pueden ser aprovechados por los microorganismos del rumen para sintetizar proteínas que serán utilizadas por el animal. (3, 27).

Las excretas de aves son ricas en nitrógeno, más que todo en forma de ácido úrico, el cual se hidroliza en forma de amonio por acción de los microorganismos del rumen (13, 25).

Como se puede apreciar en el Cuadro 5, la excreta de pollos de engorde contiene mayores cantidades de proteína cruda y extracto libre de nitrógeno (ELN) y menores cantidades de fibra cruda y cenizas que la excreta de gallinas ponedoras. En ambos casos, el 40% de la proteína es proteína verdadera (3, 6, 27).

El alto contenido de cenizas de la gallinaza hace de este material una buena fuente de minerales, sobre todo de calcio y fósforo, elementos que se sabe pueden ser aprovechados por los rumiantes (6).

#### 2.6.1. Valor nutritivo

La gallinaza contiene un valor nutritivo el cual varía de acuerdo a una serie de factores :

- Fuente de excreta (de pollos o gallinas)
- Tipo, cantidad y tiempo de la camada
- Calidad de alimento consumido
- Temperatura de secamiento.

Cuadro 5. Composición química de la gallinaza de pollos de engorde y gallinas ponedoras.

COMPONENTES	Pollos de Engorde	Gallinas Ponedoras
Materia seca, %	75	63
<u>Composición de la Materia Seca, %</u>		
Proteína cruda	25,5	20,4
Proteína verdadera	11,5 (41.1%)	9,20
Contenido equivalente protéico (NNP)	14,0 (54.9%)	11,20
Grasa	2,50	1,70
Fibra cruda	20,20	21,10
Extracto libre de nitrógeno	34,80	30,50
Cenizas	17,0	26,30
Calcio	1,70	5,70
Fósforo	1,50	2,20

Fuente: Cabezas, M.T. y Murillo, B.

Las variaciones en composición química de la gallinaza afectan notablemente su valor nutritivo para rumiantes. Cuando ésta contiene niveles bajos de proteína, ELN, y niveles altos de cenizas y fibra cruda, la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y energía neta es tan baja que su valor como alimento para el ganado es el mismo que el forraje de mala calidad (6).

Por lo general, la digestibilidad de la materia seca y

la energía proveniente de la gallinaza es comparable a la de un forraje de buena calidad, mientras que la digestibilidad de su proteína es similar a la de la harina de algodón (3, 26).

La adición de gallinaza en las raciones se ve limitada hasta cierto punto por su sabor un tanto desagradable para los animales, problema que puede ser resuelto en parte agregando hasta 20% de melaza a la ración (1, 3, 27).

El menor contenido de proteína cruda de la gallinaza de gallinas ponedoras se atribuye no sólo al menor contenido de proteína de la ración que consume, sino también a su mayor contenido de humedad la cual favorece la liberación de nitrógeno en forma de amonio (1, 3, 13, 27).

En cuanto a la fibra cruda ésta es alta, pero no se puede usar como forraje, por el estado físico que presenta (13).

El problema más común que se enfrenta en el uso de la gallinaza en la alimentación del ganado, es la presencia de sustancias extrañas como piedras, clavos u otros objetos que pueden ser dañinos para los animales que la consumen. Estos materiales deben ser eliminados de forma completa si se desea obtener un producto de calidad alimenticia adecuada para los animales (6).

## 2.7. Tipos de gallinaza

Existen dos tipos de gallinaza :

- Gallinaza seca : Es aquella que está compuesta por granza de arroz o cascarilla de café, plumas, excretas y residuos de alimentos de las aves caídas al piso. Esta se obtiene luego de permanecer cierto tiempo o al final de los ciclos de producción de las galeras de pollo de engorde, pollitas de reposición o gallineros de producción de huevos, con aves en piso seco.
- Gallinaza húmeda : Comprende las excretas y residuos de alimentos de aves criadas en jaulas o baterías (1).

## 2.8. Usos de la gallinaza.

### 2.8.1. Suministro de gallinaza

Es necesario que para hacer uso de la gallinaza se tome en cuenta un programa previo de adaptación a este tipo de alimentación; evitando así las pérdidas de peso que se originan hasta que los animales se encuentran plenamente adaptados a dicho alimento.

Este programa consiste en suministrar los 10 primeros días tan sólo el 10% de la ración total, del día 11 al día 20 se suministrará un 20% y del día 20 en adelante se va incrementando hasta llegar a un máximo de un 30%. A partir del 2º mes, los animales se encuentran plenamente adaptados y la velocidad de crecimiento es prácticamente la misma que si alimenta

mos a los animales con materias primas de buena calidad (3).

#### 2.8.2. Cantidades en la ración

Para hacer uso de gallinaza es necesario tomar en cuenta a qué tipo de animal se le proporcionará ya que se tiene experiencia para engorde, pero poca en vacas lecheras (3).

Alvarado Magaña (1984), manejó un lote de 12 vacas en semi-estabulación; dividiendo el lote en 2 grupos, de los cuales un grupo consumió alimento que no contenía gallinaza ensilada y el otro grupo recibió un tipo de alimento en donde se sustituyó el 30% del concentrado por gallinaza ensilada. Como resultado se obtuvo que al grupo que se le suministró gallinaza, incrementó la producción de leche en 0.3 botellas, así como disminuyó el costo de alimentación en \$3.00/quintal (2).

Meyreles, L. y Preston, T.R. (1980), bajo condiciones tropicales compararon 2 niveles de gallinaza : 1,5 y 3,0 kg/animal/día en una dieta básica de melaza, gallinaza y semilla de algodón, y observaron que los animales que recibieron la melaza y gallinaza en comedero separados respondieron mejor desde el punto de vista de consumo voluntario, ganancia en peso y conversión alimenticia (3).

El límite superior de la cantidad de la gallinaza a ser proporcionada depende de la calidad y de la energía a ser --

suministrada al animal, ya que con exceso de gallinaza en la ración disminuye el valor energético de la misma (27).

### 2.8.3. Mezcla de gallinaza con forrajes

Un proceso que ofrece grandes posibilidades para lograr una utilización práctica y eficiente de la gallinaza en la alimentación animal, es el de ensilar este material junto con forrajes de buena palatabilidad pero deficientes en su contenido de proteína, tales como la planta de maíz, sorgo y algunos pastos tropicales (6, 27).

Recientemente se ha empleado en dietas para rumiantes mezclas de aproximadamente partes iguales de melaza, gallinaza, bagazo de caña y semilla de algodón; resultando que el índice de consumo, ganancia de peso y conversión de los animales es mayor con raciones de 20-30% de gallinaza (18, 21, 27).

La magnitud del incremento en consumo producido por la gallinaza es similar a la que se obtiene mediante la suplementación del ensilaje del maíz con concentrados proteínicos a base de harina de algodón (6).

### 2.8.4. Efecto sobre la salud animal

El uso de gallinaza en la alimentación animal presenta



posibles riesgos debido a los organismos patógenos y residuos de drogas que podrían encontrarse en dicho material. Este problema ha sido investigado intensamente durante los últimos años en los países de clima templado y hasta la fecha no se ha notificado ningún caso en el que la alimentación con gallinaza haya estado relacionado con la producción de enfermedades o toxicidad (27). Más sin embargo, según datos recientes en el país hay reportes de problemas de botulismo causados por Clostridium botulinum (3).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del ensayo

El ensayo se realizó en el Municipio de San Martín del Departamento de San Salvador, el cual se encuentra a 650 msnm, limitado geográficamente, al norte por el Municipio de San - Bartolomé Perulapía; al este por Santa Cruz Michapa del Muni- cipio de Cuscatlán, al sur con el Lago de Ilopango y al oes- te con Ciudad Delgado.

#### 3.2. Condiciones climáticas

- Temperatura máxima anual	:	30.3 °C
- Temperatura mínima anual	:	18.2 °C
- Temperatura promedio anual	:	23.0 °C
- Humedad relativa promedio anual	:	76 %
- Humedad relativa absoluta mínima anual	:	10 %
- Precipitación pluvial anual	:	1835 mm

#### 3.3. Instalaciones

El ensayo se instaló en una galera techada de 18 metros cuadrados.

### 3.4. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar, aplicando cuatro tratamienos con cuatro repeticiones. Matemáticamente se representa con la siguiente expresión (7) :

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

Donde :  $Y_{ij}$  = Característica bajo estudio observado en la parcela "j".

$U$  = Media experimental

$E_{ij}$  = Error experimental de la celda (i, j).

$i$  = Efecto del tratamiento i.

$j$  = 1,2 ..... a = No. de repeticiones de cada tratamiento.

### 3.5. Fase de campo

Esta fase se realizó en las siguientes etapas :

- Recolección de materiales: La variedad de sorgo utilizada para la elaboración de los microsilos fue CENTA S-2, el cual fué obtenido de la Hacienda Palo Alto, ubicada en Zapotitán, Departamento de La Libertad, utilizando 0.5 toneladas de forraje.

La gallinaza fué obtenida de una granja de pollo de engorde, utilizando 1.5 qq, dicha gallinaza contenía el 21.1% de proteína, valor que se utilizó para estimar la concentración de gallinaza que se adicionó.

- Elaboración de los microsilos :

Se elaboraron 28 microsilos, para lo cual se utilizó forraje picado de sorgo CENTA S-2. Cada microsilo contenía 30 lbs de forraje más las libras de gallinaza aplicadas de acuerdo a su tratamiento. Se utilizaron bolsas con capacidad de 50 libras en las cuales se ensiló el material picado y se aplicó la gallinaza en capas, cada capa a 10 cm, compactando el material para eliminar el exceso de aire.

De los 28 microsilos, 12 fueron utilizados para la determinación de temperatura y pH, los otros 16 microsilos se utilizaron para realizar el análisis proximal.

3.6. Descripción de tratamientos

Los tratamientos evaluados durante el ensayo consistieron en adicionar diferentes niveles de nitrógeno, proporcionado por la gallinaza, quedando estructurado de la siguiente forma :

Cuadro 6. Proporciones de sorgo y gallinaza en los tratamientos experimentales.

Tratamientos	N aportado por la gallinaza (%)	Sorgo (lbs)	Gallinaza (lbs)	% de gallinaza en el ensilaje
T <sub>0</sub>	0	30	0.0	
T <sub>1</sub>	0.5	30	4.44	12.89
T <sub>2</sub>	0.75	30	6.66	18.17
T <sub>3</sub>	1.0	30	8.88	22.84

### 3.6.1. Factores en estudio

Durante el transcurso del ensayo se hicieron las siguientes mediciones :

- Temperatura
- pH
- Niveles de gallinaza

### 3.7. Toma de muestras

De los 28 silos que se elaboraron, 12 fueron para tomar pH y temperatura. Las muestras tomadas para pH se sacaron de varios sitios del silo para luego homogenizarlos y sacar una sola muestra, para ser llevadas en bolsa plástica al laboratorio.

La temperatura se tomó antes de romper los microsilos, haciendo una perforación en la bolsa para introducir el termómetro durante un minuto.

La temperatura y pH se tomó tres veces considerando los períodos más críticos donde existen cambios considerables en el silo, a los 5, 15 y 30 días después de haber ensilado el material.

Los otros 16 silos se abrieron a los 30 días de haberse en silado; se tomaron las muestras de distintos lugares para luego homogenizar y sacar una sola muestra, éstas se enviaron en bolsas plásticas de 5 libras cada una para realizar los análisis proximales.

### 3.8. Fase de laboratorio

Los análisis proximales y de pH de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Química Agrícola de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, UCA.

El análisis proximal comprendió la determinación de :

- Materia seca
- Ceniza
- Grasa
- Proteína
- ELN
- Fibra cruda

### 3.9. Análisis de la información

A los resultados obtenidos se les aplicó el análisis de varianza y prueba de Dunca, determinando de esta forma si existieron diferencias entre los tratamientos.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Temperatura y pH

Los resultados obtenidos de temperatura (Cuadro A-3), muestran valores elevados al inicio del proceso de ensilado; debido a que en este momento, todavía existen células de la planta que aún respiran, pero la temperatura tiende a disminuir conforme se reduce el oxígeno presente en el silo (Fig. A-1). Estos cambios de temperatura durante el ensilaje influye en los valores de pH (Cuadro A-2), ya que al reducirse la temperatura entre 25 y 30 °C favorece el desarrollo de las bacterias ácido lácticas, las cuales actúan sobre los azúcares y almidones para transformarlos en ácido láctico y así reducir la acidez (Fig. A-2).

Es necesario señalar que a medida que se agrega gallinaza a los tratamientos, el ensilaje sufre un incremento del pH; ésto es consecuencia del contenido de carbohidratos fermentables, esta disminución de acidez favorece el consumo voluntario.

##### 4.2. Materia seca

El Cuadro A-4 muestra los resultados de materia seca obtenidos en el análisis bromatológico; donde los promedios por

tratamientos son los siguientes:  $T_0 = 23.32\%$ ,  $T_1 = 35.80\%$ ,  $T_2 = 36.01\%$  y  $T_3 = 36.25\%$ .

El análisis de varianza (Cuadro A-5), demostró que existió diferencia significativa ( $P > 0.01$ ) en los tratamientos; indicando que los niveles de gallinaza influyen directamente en el contenido de materia seca del ensilado.

Al realizar la prueba de Duncan (Cuadro A-6), se observa que la tendencia de los tratamientos es similar en aquellos donde se aplicó los niveles de gallinaza ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ), no así en el tratamiento testigo ( $T_0$ ). Esto se debe a que la cantidad de sorgo se mantuvo constante (30 libras); mientras la cantidad de gallinaza se incrementó en 2.22 lb para cada tratamiento en estudio.

Esta tendencia se puede observar en la Fig. A-3 .

#### 4.3. Proteína cruda (%)

Los datos de proteína cruda para cada tratamiento (Cuadro (A-7), fueron los siguientes :  $T_0 = 7.25 \%$ , --  $T_1 = 12.30\%$ ,  $T_2 = 12.23\%$ ,  $T_3 = 12.18\%$ . Al realizar el análisis de varianza (Cuadro A-8), se encontró diferencia significativa ( $P > 0.01$ ); indicando que los niveles de gallinaza actuaron de diferente forma en cuanto al porcentaje de proteína de cada tratamiento; por lo que se realizó la prueba de significancia de medias por el método de Duncan (Cuadro A-9).





Los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , presentan comportamientos similares en el incremento de nitrógeno, con respecto al  $T_0$  (Fig. A-4). Observando que a medida que se incrementó los niveles de gallinaza el porcentaje de proteína presente en el ensilado disminuye, debido a que la gallinaza aporta hasta un 50% de NNP, el cual es fácilmente transformado en amoníaco ( $NH_3$ ) por las bacterias presentes en el proceso.

Los datos reportados coinciden con De Alba (11); el cual menciona que ensilados con mucha humedad y valores altos de proteína dan origen al proceso de amonificación.

Cabezas (6), reporta que adiciones de 10 a 30% de gallinaza aumentan el contenido de proteína del ensilado preparado a base de plantas de maíz o sorgo, alcanzando niveles suficientes como para suplir los requerimientos proteínicos del ganado bovino.

#### 4.4. Fibra cruda (%)

Los valores reportados de fibra cruda en los análisis de laboratorio (Cuadro A-10) son :  $T_0 = 43.95\%$ ,  $T_1 = 44.82\%$ ,  $T_2 = 45.48\%$ ,  $T_3 = 46.80\%$ .

El análisis de varianza (Cuadro A-11), demostró que existió diferencia significativa ( $P > 0.05$ ); indicando así que la adición de gallinaza influye en forma diferente sobre la fi-

bra cruda del material ensilado.

Al realizar la prueba de significancia de Duncan (Cuadro A-12), se determinó que los tratamientos  $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$ , se comportaron de similar forma, con respecto al  $T_3$ , esto se observa en la Fig. A-5.

Church (8), reporta que la fibra cruda disminuye y ELN aumenta a medida que el sorgo alcanza su madurez, pero los datos obtenidos del análisis bromatológicos del ensilado, demuestra que a medida que se adiciona gallinaza la fibra cruda se incrementa y el ELN disminuye; esto se atribuye a la relación de la mezcla de sorgo-gallinaza, ya que la cantidad de sorgo se mantiene constante (30 lbs/silo), variando únicamente las libras de gallinaza, la cual es la que aporta el incremento de la fibra.

#### 4.5. Cenizas (%)

El Cuadro A-13, muestra los resultados de laboratorio obtenidos de los análisis bromatológicos del ensilado; los promedios de cenizas son :  $T_0 = 7.15\%$ ,  $T_1 = 9.05\%$ ,  $T_2 = 10.0\%$  y  $T_3 = 10.02\%$ .

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro A-14), éste demostró que existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), para los tratamientos; indicando que los niveles de gallinaza incrementan la cantidad de cenizas en el ensilado. Al realizar

la prueba de Duncan para conocer la diferencia de medias (Cuadro A-15), demuestra que el tratamiento con mayor cantidad de gallinaza ( $T_3$ ), incrementó el 40.14% la ceniza con respecto al tratamiento testigo ( $T_0$ ), esta tendencia se observa en la Fig. A-6.

El comportamiento de los tratamientos es el resultado de la adición de diferentes niveles de gallinaza a cada tratamiento; debido a que las excretas provienen de granja de piso de tierra, su contenido de cenizas es considerable (17%), ya que junto a la ceniza del sorgo (7.15%), incrementa el contenido de la mezcla (sorgo-gallinaza), donde es la gallinaza la que aporta la mayor cantidad de cenizas a medida se va incrementando su adición. Es necesario indicar que parte de la ceniza de la gallinaza la constituye el calcio y fósforo; por lo que las excretas de aves son -- una fuente de minerales de fácil asimilación por los rumiantes.

#### 4.6. Extracto libre de nitrógeno (%)

En el Cuadro A-16, se muestran el resultado obtenido de ELN en el laboratorio, siendo los promedio los siguientes:  $T_0 = 39.45\%$ ,  $T_1 = 31.23\%$ ,  $T_2 = 29.36\%$  y  $T_3 = 28.45\%$ .

El análisis de varianza (Cuadro A-17), muestra que los tratamientos son significativos ( $P > 0.05$ ); indicando que los

niveles de gallinaza influyen en la disminución del contenido de carbohidratos (Fig. A-7). Esto se debe a que al incrementar la gallinaza, se eleva la temperatura, lo cual provoca la destrucción de los carbohidratos fermentables.

#### 4.7. Grasa (%).

El Cuadro A-19, muestra el resultado obtenido de la grasa, siendo los promedios los siguientes:  $T_0 = 2.20\%$ ,  $T_1 = 2.60\%$ ,  $T_2 = 2.93\%$  y  $T_3 = 2.55\%$ .

El análisis de varianza (Cuadro A-20), muestra que los tratamientos no son significativos; indicando de esta forma que la adición de gallinaza no incrementa estadísticamente la grasa del ensilado. Esta tendencia se observa en la Fig. A-8.

Al analizar la prueba Duncan (Cuadro A-21), se observa también que no hay significancia entre medias; pero es necesario aclarar que la grasa es un componente presente en todo alimento que contribuye a suministrar energía a los animales en determinado momento cuando se necesite.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información obtenida durante la investi  
gación se concluye lo siguiente :

- Los niveles de gallinaza entre el 12.89% al 22.84%, presentaron incremento de proteína cruda del material ensilado; lo que representa una alternativa para enriquecer la calidad del forraje preservado.
- El el mayor rendimiento de N, en el ensilado, fué lograda en el tratamiento uno; no sólo por la adición de gallinaza, sino por la mayor proliferación de bacterias ni  
trificantes.
- La adición de niveles superiores al 12.89%, no incrementó significativamente los niveles de proteína del material ensilado.
- La adición de gallinaza incrementó los niveles de ce  
ni  
za, materia seca y fibra cruda; pero el extracto libre de nitrógeno presentó una disminución.
- El uso de gallinaza como aditivo en el ensilaje, proporciona mayores nutrientes al ensilado a bajo costo.

## 6. RECOMENDACIONES

- Para enriquecer la calidad del ensilado, bastaría adicionar un 12.89% de gallinaza.
- Al utilizar gallinaza, ésta debe ser con la menor hu-  
medad; facilitando su manejo y reduciendo los riesgos  
de putrefacción del ensilado.
- Se recomienda evaluar la adición de gallinaza con otro  
tipo de forraje.
- Se recomienda investigar el uso de otros aditivos que  
proporcionen energía como la melaza y a la vez que au  
menten su palatabilidad.
- Se recomienda hacer investigación con niveles inferio-  
res al 12.89% de gallinaza en el ensilado.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA MANZANO, R.G. 1976. Sustitución de la torta de algodón por gallinaza y efecto del estado sexual en ceba de machos Holstein. Tesis Mag. Sc. Bogotá, Col. Programa Universidad Nacional/Instituto Colombiano Agropecuario. P. 7-19.
2. ALVARADO MAGAÑA, E.; RIVAS GRANDE, P. 1984. Ensilado y uso de la gallinaza en la alimentación de vacas lecheras. Dirección de Investigación del C.D.G., Soyapango, El Salvador.
3. ALDANA, S.; RODRIGUEZ, M. 1991. Influencia de diferentes niveles de gallinaza en la digestibilidad de la ración en novillas de engorde. Tesis Ing. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. P. 3-8.
4. APARICIO SANCHEZ, G. 1970. Ensilado. 2 ed. Zaragoza, España. Acribia. P. 9-26.
5. BANCO DE FOMENTO AGROPECUARIO. 1976. El ensilado. Programa ganadero. El Salvador. P. 1-36.
6. CABEZAS, M.T.; MURILLO, B. 1976. Valor nutritivo de la gallinaza para el ganado bovino. Cuaderno de divulgación agropecuaria del Banco Hipotecario de El Salvador No. 40. P. 1-8.
7. CALZADA BENZA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3 ed. Lima, Perú. Edit. Jurídica. P. 102-105.

8. CHURCH, D.C.; POND, W.G. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación animal. México. Limusa. P. 320-325.
9. CLARA VEGA, R.; CORDOVA, R.H.; COTO AMAYA, H. 1986. Siembra maicillo Isiap Dorado. CENTA. El Salvador. Boletín Técnico No. 30. P. 1-9.
10. COMPTON, L.P. 1990. Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para la investigación en cultivos para trópicos semi áridos (ICRISAT). Hyderabad, India. P. 69-73.
11. DE ALBA, J. 1958. Alimentación del ganado en América Latina. México. Fournier. P. 73-77.
12. ETGEN, W.M.; REAVES, P.M. 1985. Ganado lechero, alimentación y administración. México. Limusa. P. 142-143.
13. FLORES MENDEZ, J.A. 1987. Manual de la alimentación animal No. 4. México. Limusa. P. 1064-1077.
14. GROSS, F. 1970. Silos y ensilados. 3 ed. México. Continental. P. 22-46.
15. GUZMAN, M.E. 1990. Usos actuales del sorgo en El Salvador. CENTA. El Salvador. Boletín Técnico No. 19. P. 1-8.
16. JUERGUESON, E.M. 1985. Métodos aprobados en la producción de ganado vacuno para carne. 8 ed. México. Trillas. P. 133-138.



17. LOPEZ, J.M.; PRESTON, T.R.; SUTHERLAND, T.M. 1976. The effect of various additives on lactic acid production in ensiled sorghum. Journal of tropical animal production. 43(5) República Dominicana. P. 172-176.
18. MAPOON, L.K.; BODOO, A.A.; HULMAN, B.; PRESTON, T.R. 1979. Uso de gallinaza en dietas de melaza y bagazo para engorde de toros. Journal de producción animal tropical. 4(2). Rep. Dom. P. 145-147.
19. McCULLOUGH, M.E. 1976. Alimentación práctica de la vaca lechera. 2 ed. España. Aedos. P. 49-75.
20. McDOWELL, R.C. 1976. Bases biológicas de la reproducción animal de zonas tropicales. Zaragoza, España. Acribia. P. 222-226.
21. MEYRELES, L.; PRESTON, T.R. 1980. Gallinaza para bovinos. Diferentes niveles con melaza ofrecida mezclada o separadas en dietas para engorde. Journal producción animal tropical. 5(3): Rep. Dom. P. 256-259.
22. MORRISON, F.B. 1965. Alimento y alimentación del ganado. México. Hispanoamericana. P. 438-448.
23. NUILA NUILA, R.; AGUILAR, G. 1985. Catálogo de semillas y plantas frutales. CENTA. La Libertad, El Salvador P. 7-9.
24. PEREZ DOMINGUEZ, R. 1986. Manual sobre ganado productor de leche. 3 ed. México. Diana. P. 101-128.
25. PORTSMOUTH, J. 1985. Avicultura práctica. 13 3d. México. Diana. P. 92-93.

26. PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. 1974. Producción intensiva de carne. 6 ed. México. Diana. P. 422-425.
27. PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1989. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultorios para el desarrollo rural integrado en el trópico (CONDRIT). Cali, Colombia. P. 54-105.
28. SAENZ MAROTO, A. 1955. Los forrajes de Costa Rica. San José, Costa Rica. Editorial Universitaria. P. 481-487.
29. SEMPLE, A.T. 1975. Avances en pasturas cultivadas y naturales. 2 ed. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur. P. 377-391.
30. VEGA LARA, R.; CLARA, V.R. 1984. Conozca la variedad de sorgo CENTA S-2. El Salvador. Boletín Técnico No. 11. P. 1-5.
31. WATSON, S.J. 1969. El ensilado. 3 ed. México. Continental. P. 22-46.
32. WALL, J.S.; ROSS, W.M. 1975. Producción y usos del sorgo. Buenos Aires, Argentina. Ed. Hemisferio Sur. P. 69-125.

8. A N E X O S

Cuadro A-1. Efecto de la etapa de maduración sobre la composición química de los ensilajes de sorgo.

ESTADO DE MADURACION	Humedad	Proteína Cruda	Fracción No Prot.	Fibra Cruda	Extacto de éter	Cenizas
Floración	82.0	10.2	48.9	29.2	2.7	8.8
Lechoso	79.4	9.7	51.3	28.6	2.6	7.8
Pasta blanda	78.0	9.3	53.4	26.5	3.1	7.8
Pasta mediana	76.6	9.2	55.2	25.1	3.2	7.8
Pasta dura	74.0	8.8	55.7	25.1	3.2	7.5
Maudro	72.0	8.9	56.2	24.4	3.0	7.4

FUENTE : Joseph S. Wall (1975).

Cuadro A-2. Datos de pH tomados durante el ensayo.

Tratamientos	pH			
	5 días	15 días	30 días	
T <sub>0</sub>	3.75	4.50	3.80	
T <sub>1</sub>	3.95	4.30	4.00	
T <sub>2</sub>	4.05	4.20	4.60	
T <sub>3</sub>	4.25	4.15	4.90	

Cuadro A-3. Datos de temperatura tomados durante el ensayo.

TRATAMIENTOS	D I A S			
	0 días (°C)	5 días (°C)	15 días (°C)	30 días (°C)
T <sub>0</sub>	31.50	25.00	26.00	23.00
T <sub>1</sub>	31.70	26.50	24.00	24.00
T <sub>2</sub>	32.00	25.00	23.50	22.00
T <sub>3</sub>	32.50	26.50	26.00	24.50

Cuadro A-4. Valores totales y promedios de materia seca -  
por tratamiento.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T <sub>0</sub>	22.00	23.05	24.02	26.21	95.28	23.82
T <sub>1</sub>	35.08	34.84	36.75	36.53	143.20	35.80
T <sub>2</sub>	36.03	35.75	37.00	35.26	144.04	36.01
T <sub>3</sub>	35.75	36.00	37.00	36.25	145.00	36.25

Cuadro A-5. Análisis de varianza para materia seca (%)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.
Tratamientos	3	446.93	148.98	114.18**
Error Exp.	12	15.02	1.25	
T O T A L	15	461.95		

F. Tablas : Al 5% = 3.49

Al 1% = 5.95

\* Significativo al 1%

Cuadro A-6. Prueba Duncan para materia seca (%)

TRATA- MIENTOS	MEDIAS	T <sub>3</sub> 36.25	T <sub>2</sub> 36.01	T <sub>1</sub> 35.80	T <sub>0</sub> 23.82
T <sub>0</sub>	23.82	12.43*	12.19*	11.98*	0.0
T <sub>1</sub>	35.80	0.45 <sup>ns</sup>	0.21 <sup>ns</sup>	-	
T <sub>2</sub>	36.01	0.24 <sup>ns</sup>	0.0 <sup>ns</sup>		
T <sub>3</sub>	36.25	0.0			

ns : NO significativo

\* : Significativo

Cuadro A-7. Valores totales y promedios de proteína cruda por tratamiento.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T <sub>0</sub>	7.10	7.00	6.80	8.10	29.00	7.25
T <sub>1</sub>	14.90	10.70	11.50	12.10	49.20	12.30
T <sub>2</sub>	10.40	12.23	13.60	12.70	49.93	12.23
T <sub>3</sub>	11.70	14.90	12.20	9.90	48.70	12.18



Cuadro A-8. Análisis de varianza para proteína cruda (%).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.
Tratamientos	3	74.61	24.87	10.19*
Error Exp.	12	29.28	2.44	
T O T A L	15	103.89		

F. Tablas : Al 5% = 3.49

Al 1% = 5.95

\* Significativo al 1%

Cuadro A-9. Prueba de Duncan para proteína cruda (%)

Trata mientos	MEDIAS	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>0</sub>
T <sub>0</sub>	7.25	5.05*	4.98*	4.93*	0.0
T <sub>3</sub>	12.18	0.12 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.0	
T <sub>2</sub>	12.23	0.07 <sup>ns</sup>	0.0		
T <sub>1</sub>	12.30	0.0			

\* : Significativo

ns : No significativo

Cuadro A-10. Valores totales y promedios de fibra cruda -  
por tratamiento.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T <sub>0</sub>	41.80	45.60	44.40	44.00	175.80	43.95
T <sub>1</sub>	43.80	45.92	44.60	44.96	179.28	44.82
T <sub>2</sub>	46.00	45.50	43.80	46.62	181.92	45.48
T <sub>3</sub>	47.02	46.85	47.00	46.33	187.20	46.80

Cuadro A-11. Análisis de varianza para fibra cruda (%)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.
Tratamientos	3	17.32	5.77	4.77*
Error Exp.	12	14.55	1.21	
T O T A L	15	31.87		

F. Tablas : Al 5% = 3.49

Al 1% = 5.95

\* Significativo al 5%

Cuadro A-12. Prueba Duncan para fibra cruda (%)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>
		46.80	45.48	44.82	43.95
T <sub>0</sub>	43.95	2.85*	1.53 <sup>ns</sup>	0.87	0.00
T <sub>1</sub>	44.82	1.98 <sup>ns</sup>	0.66 <sup>ns</sup>	0.00	
T <sub>2</sub>	45.48	1.32 <sup>ns</sup>	0.00		
T <sub>3</sub>	46.80	0.00			

\* : Significativo

ns : No significativo

Cuadro A-13. Valores totales y promedios de cenizas por tratamiento.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T <sub>0</sub>	7.20	6.60	7.80	7.00	28.60	7.15
T <sub>1</sub>	10.60	8.30	7.80	9.50	36.20	9.05
T <sub>2</sub>	8.80	12.60	8.80	9.80	40.00	10.00
T <sub>3</sub>	8.90	11.20	11.90	8.10	40.10	10.02

Cuadro A-14. Análisis de varianza para cenizas (%)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.
Tratamientos	3	21.852	7.284*	3.492*
Error Exp.	12	25.027	2.086	
T O T A L	15	46.879		

F. Tablas : Al 5% : 3.49

Al 1% : 5.95

\* Significativo al 5%

Cuadro A-15. Prueba Duncan para cenizas (%)

Trata- mientos	MEDIAS	T <sub>3</sub> 10.02	T <sub>2</sub> 10.00	T <sub>1</sub> 9.05	T <sub>0</sub> 7.15
T <sub>0</sub>	7.15	2.87*	2.85*	1.90 <sup>ns</sup>	0.00
T <sub>1</sub>	9.05	0.97 <sup>ns</sup>	0.95 <sup>ns</sup>	0.00	
T <sub>2</sub>	10.0	0.02 <sup>ns</sup>	0.00		
T <sub>3</sub>	10.02	0.00			

\* : Significativo

ns : No significativo

Cuadro A-16. Valores totales y promedios de extracto libre de nitrógeno por tratamiento.

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S				TOTAL	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T <sub>0</sub>	41.00	38.90	39.10	38.80	157.80	39.45
T <sub>1</sub>	28.60	32.98	33.60	29.70	124.92	31.23
T <sub>2</sub>	31.80	26.17	31.00	28.48	117.44	29.36
T <sub>3</sub>	29.28	24.45	25.90	34.17	113.80	28.45

Cuadro A-17. Análisis de varianza para extracto libre de nitrógeno (%).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.
Tratamientos	3	302.43	100.81	12.76*
Error Exp.	12	94.78	7.90	
T O T A L	15	397.21		

F. Tablas : Al 5% = 3.49

Al 1% = 5.95

\* : Significativo.

Cuadro A-18. Prueba Duncan para extracto libre de nitrógeno (%).

TRATAMIENTOS	MEDIAS	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
		39.45	31.23	29.36	28.45
T <sub>3</sub>	28.45	10.80*	2.78 <sup>ns</sup>	0.95 <sup>ns</sup>	0.00
T <sub>2</sub>	29.36	9.89*	1.87 <sup>ns</sup>	0.00	
T <sub>1</sub>	31.23	8.02*	0.0		
T <sub>0</sub>	39.45	0.00			

ns : No significativo

\* : Significativo

Cuadro A-19. Valores totales y promedios de grasa por tratamiento.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	$\bar{x}$
	I	II	III	IV		
T <sub>0</sub>	2.90	1.90	1.90	2.10	8.80	2.20
T <sub>1</sub>	2.10	2.10	2.50	3.70	10.40	2.60
T <sub>2</sub>	3.00	3.50	2.80	2.40	11.70	2.93
T <sub>3</sub>	3.10	2.60	3.00	1.50	10.20	2.55

Cuadro A-20. Análisis de varianza para grasa (%)

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.
Tratamientos	3	1.05	0.35	0.91 <sup>ns</sup>
Error Exp.	12	4.63	0.39	
T O T A L	15	5.69		

F. Tablas : Al 5% = 3.49

Al 1% = 5.95

ns : No significativo

Cuadro A-21. Prueba Duncan para grasa (%)

TRATAMIENTOS	MEDIAS	T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>0</sub>
		2.93	2.60	2.55	2.20
T <sub>0</sub>	2.20	0.73 <sup>ns</sup>	0.40 <sup>ns</sup>	0.30 <sup>ns</sup>	0.0
T <sub>3</sub>	2.55	0.38 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	0.0	
T <sub>1</sub>	2.60	0.33 <sup>ns</sup>	0.0		
T <sub>2</sub>	2.93	0.0			

ns : No significativo.



Cuadro A-22. Análisis bromatológico de la gallinaza

HUMEDAD (%)	M.S. (%)	P.T. (%)	F.C. (%)	GRASA (%)	CENIZA (%)	E.L.N. (%)
16	84	21.10	21.30	2.40	17.0	38.20

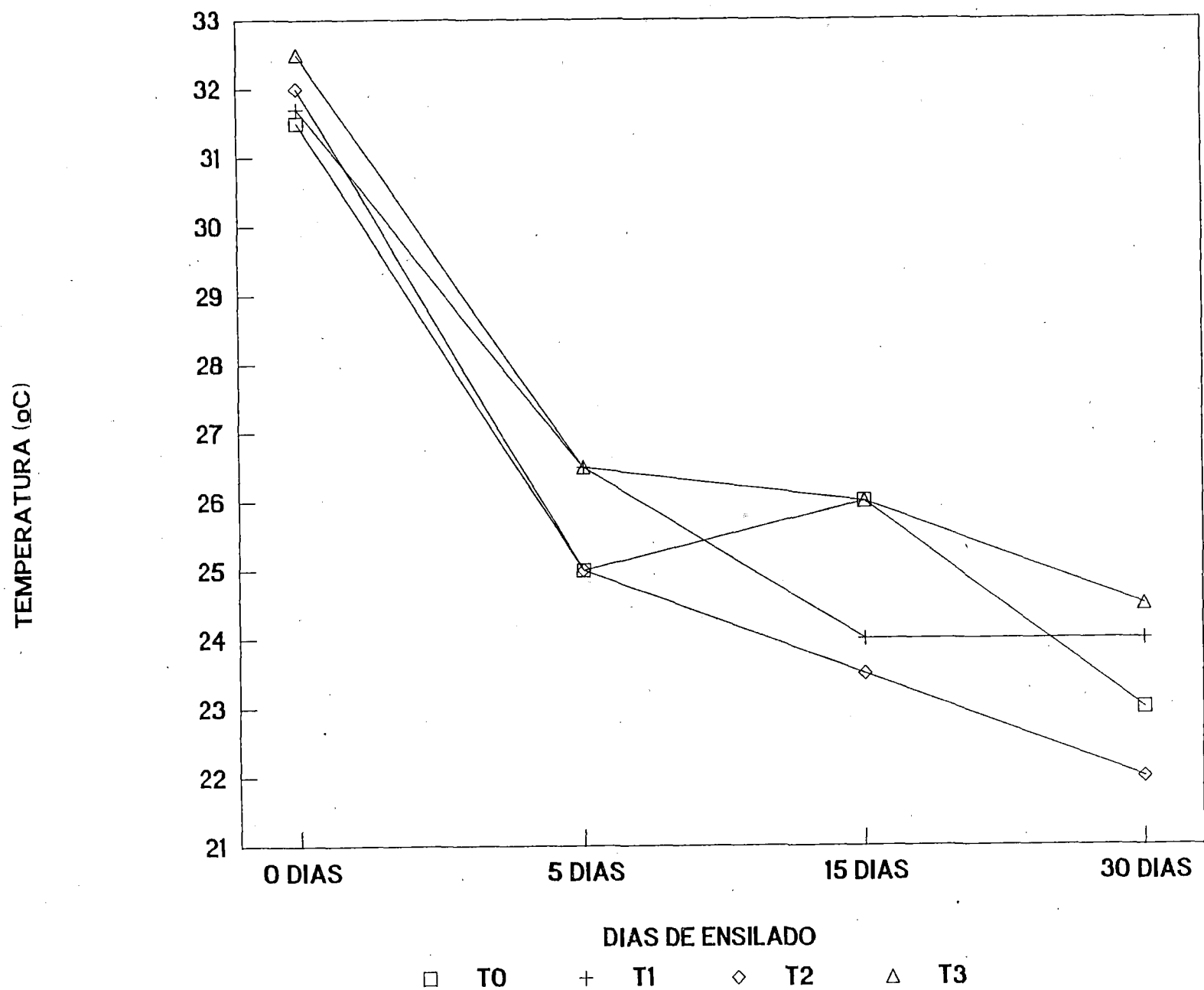
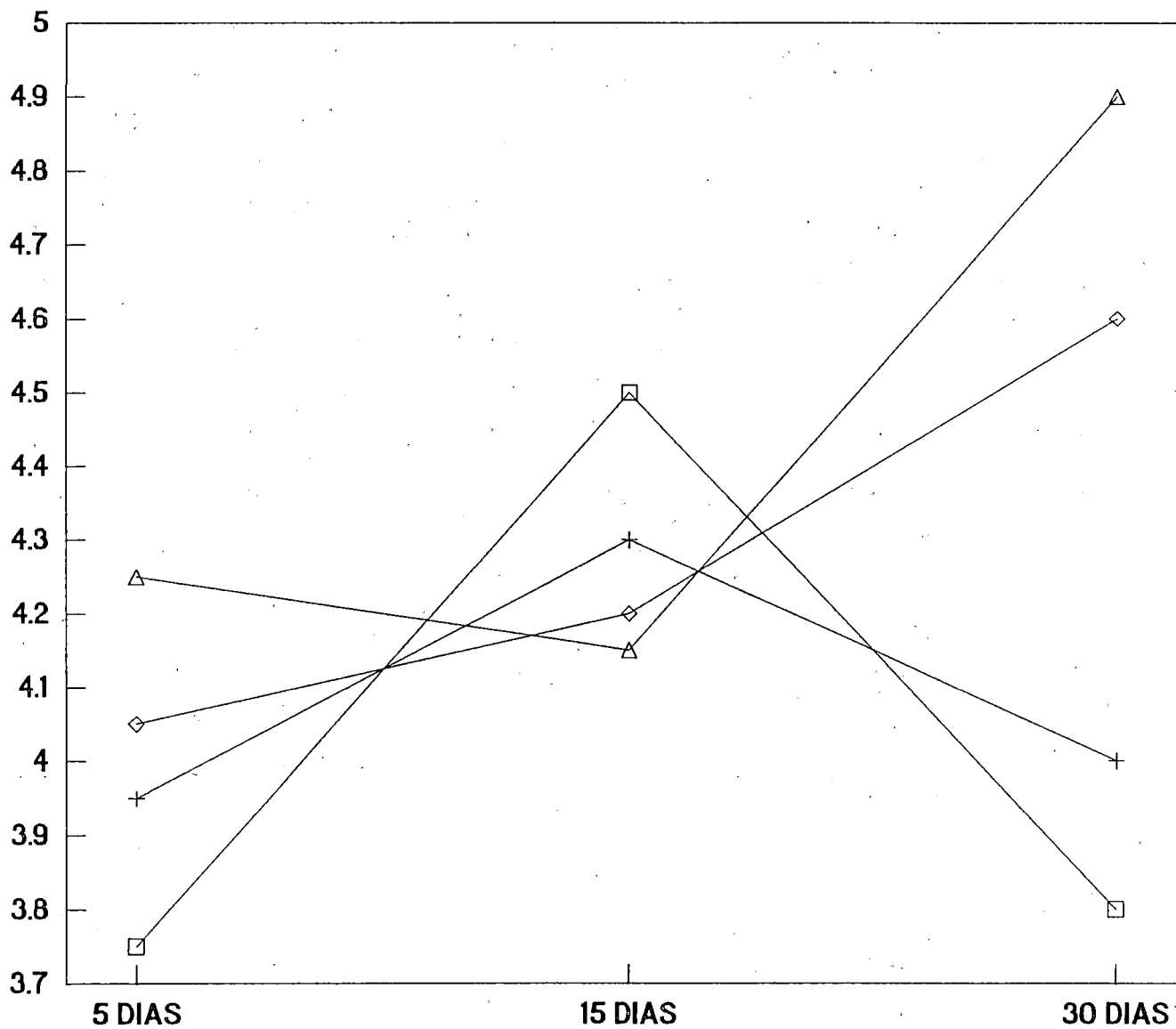


Fig. A-1 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA SOBRE LA TEMPERATURA EN EL ENSILADO DE SORGO.

P. H.



DIAS DE ENSILADO

□ T0 + T1 ◇ T2 △ T3

Fig. A-2 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA SOBRE EL pH EN EL ENSILADO DE SORGO.

MATERIA SECA (%)

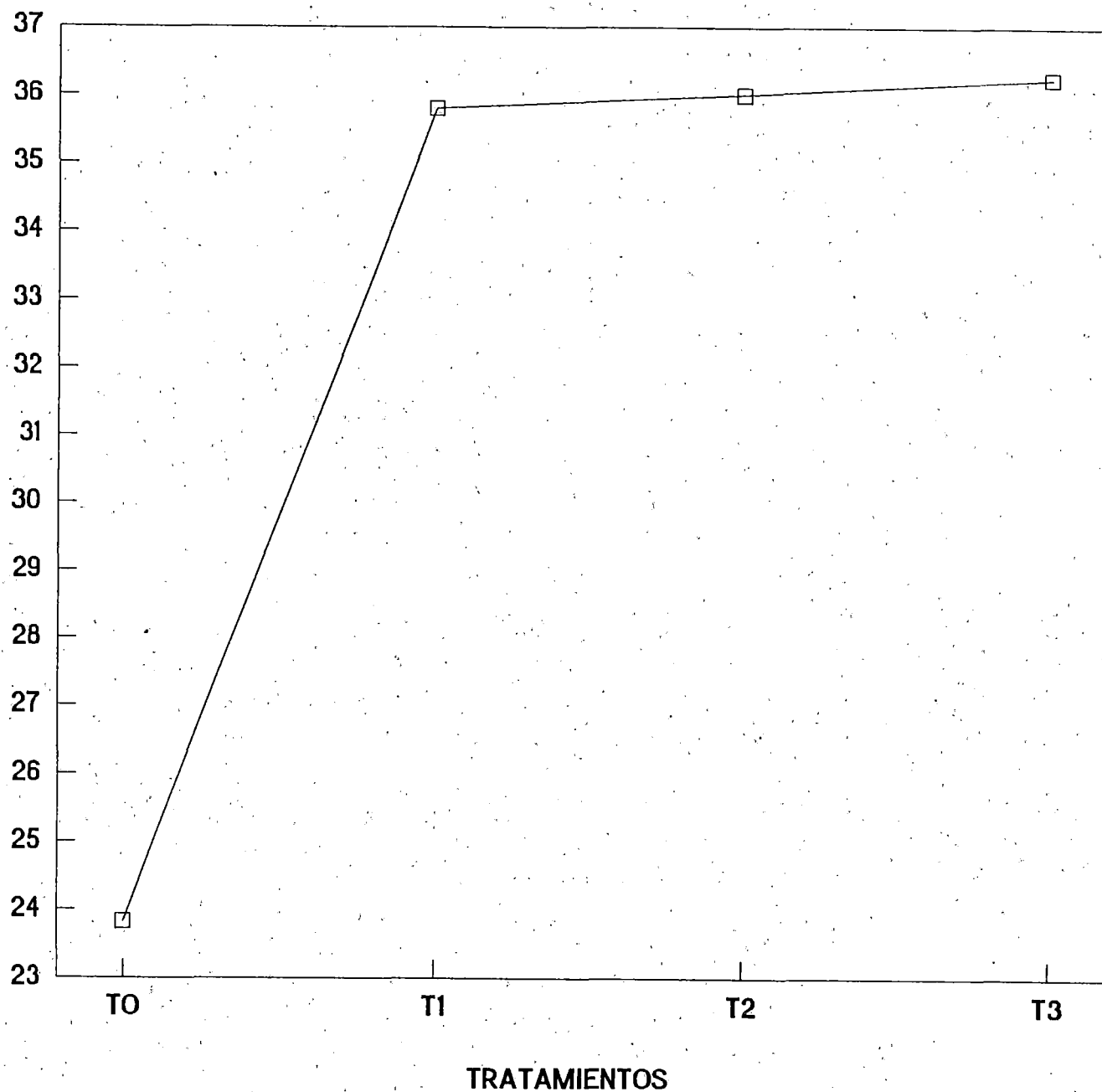


Fig. A-3 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA EN EL ENSILADO DE SORGO SOBRE LA MATERIA SECA (%).

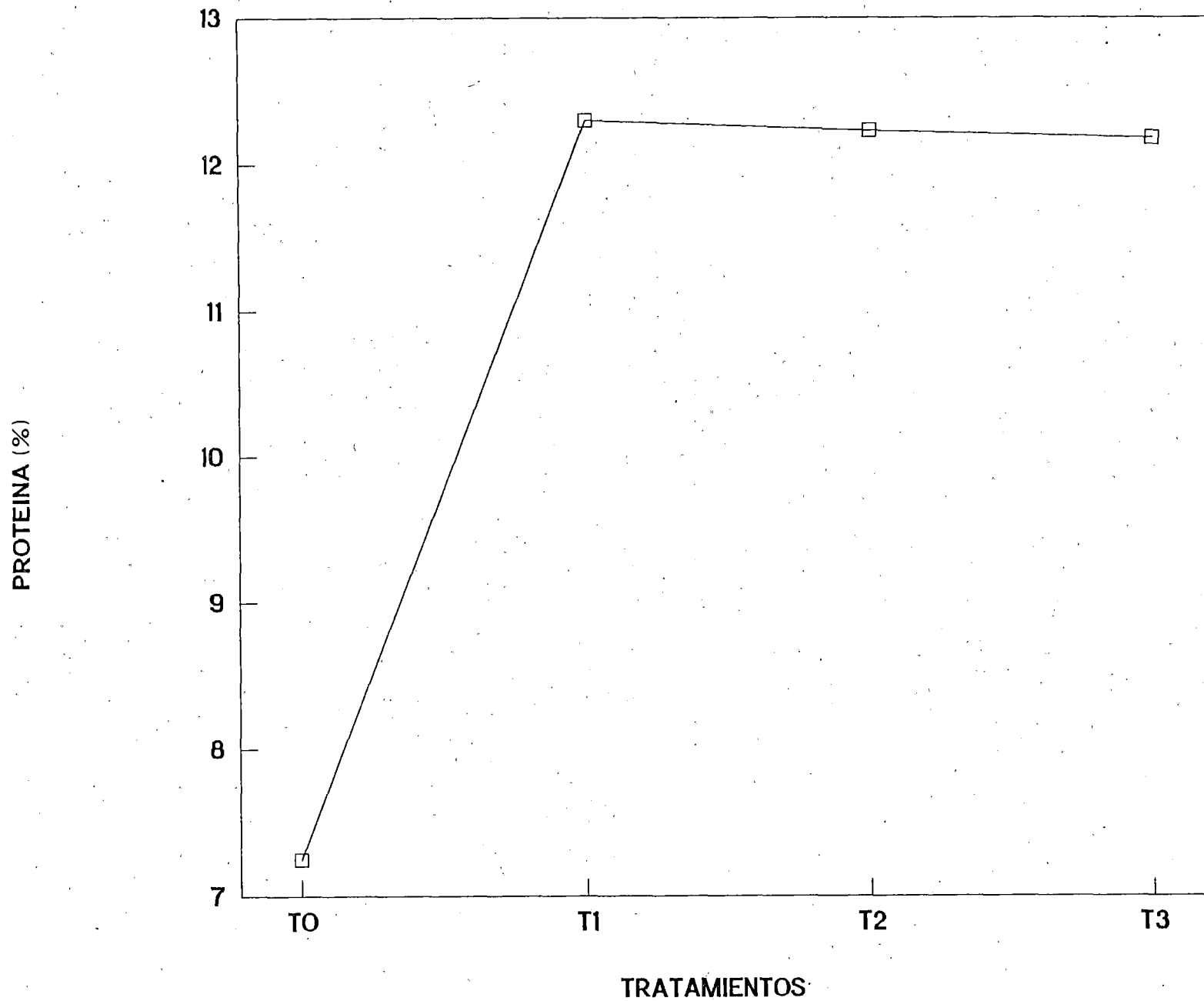


Fig. A-4 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA EN EL ENSILADO DE SORGO SOBRE LA PROTEINA CRUDA (%).

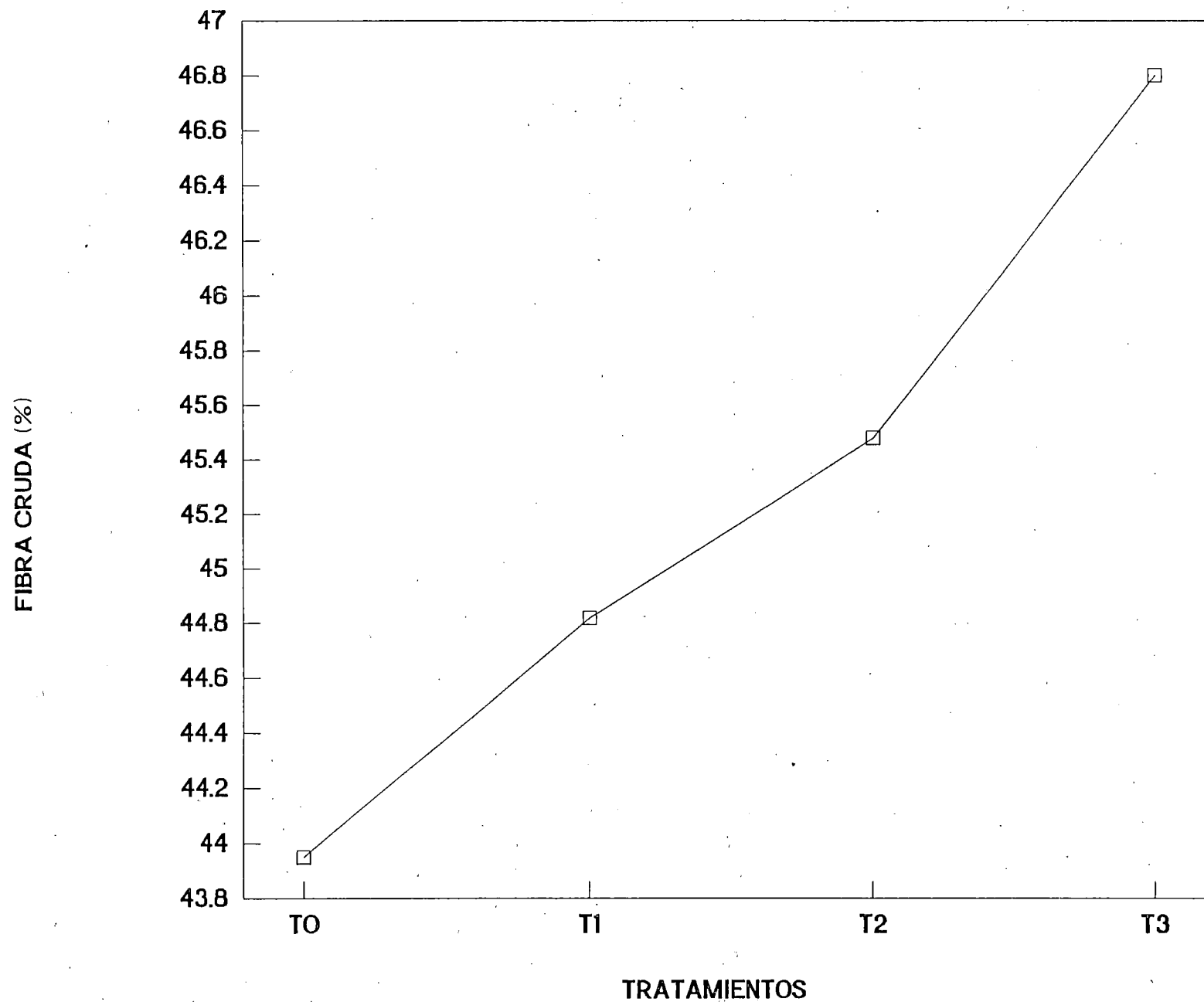


Fig. A-5 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA EN EL ENSILADO DE SORGO SOBRE LA FIBRA CRUDA (%).

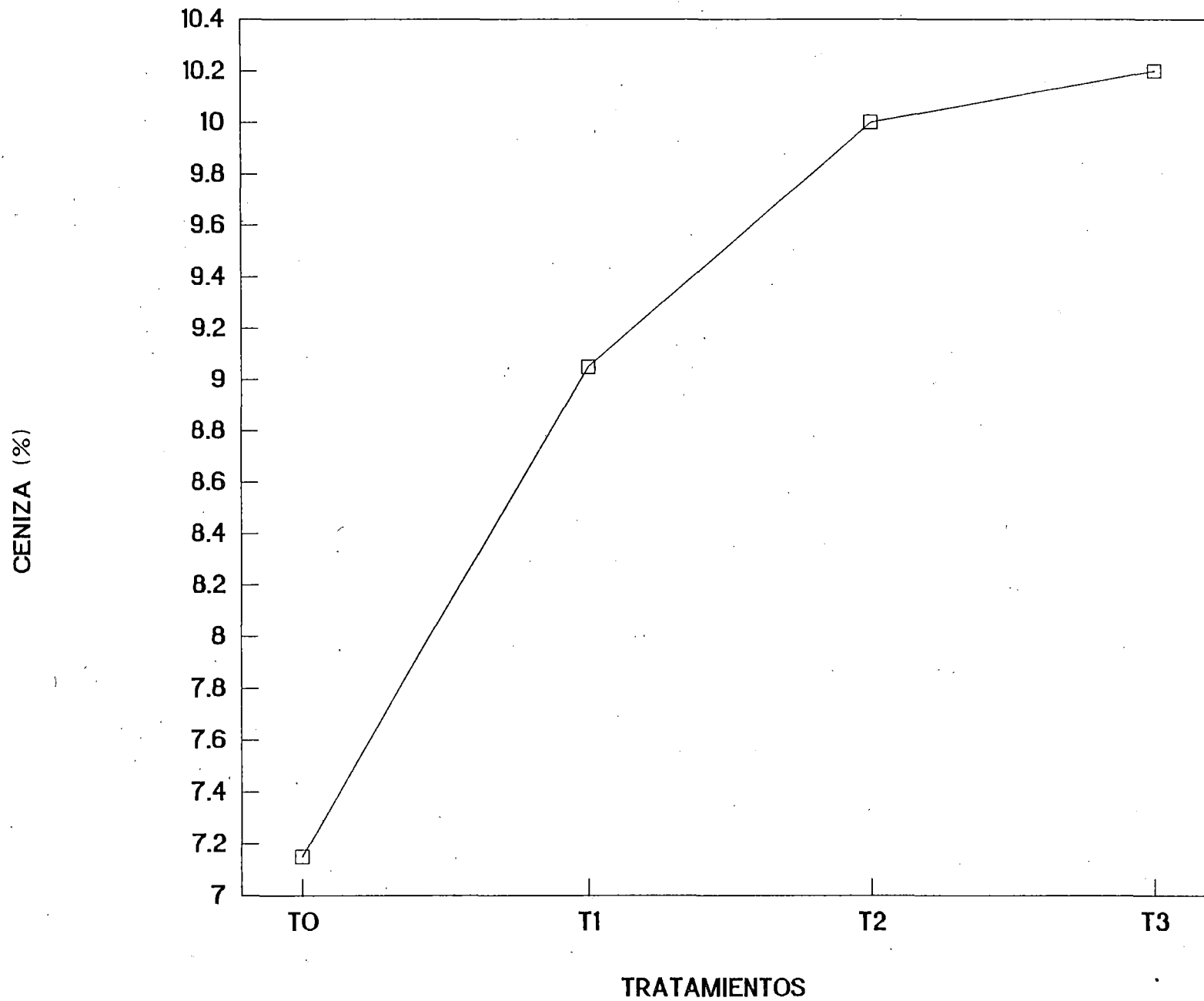


Fig. A-6 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA EN EL ENSILADO DE SORGO SOBRE LAS CENIZAS (%).

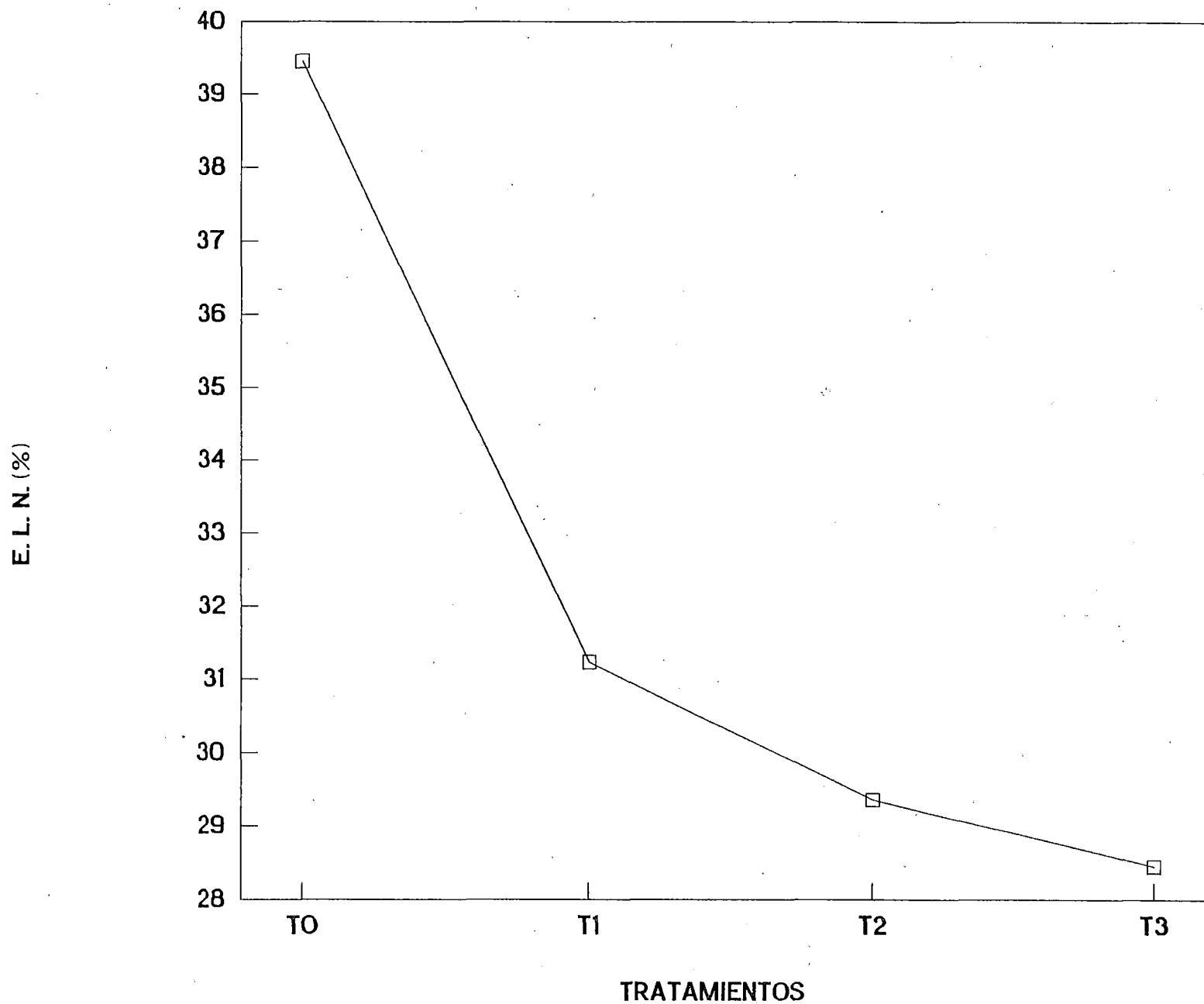


Fig. A-7 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA EN EL ENSILADO DE SORGO SOBRE EXTRATO LIBRE DE NITROGENO (%).



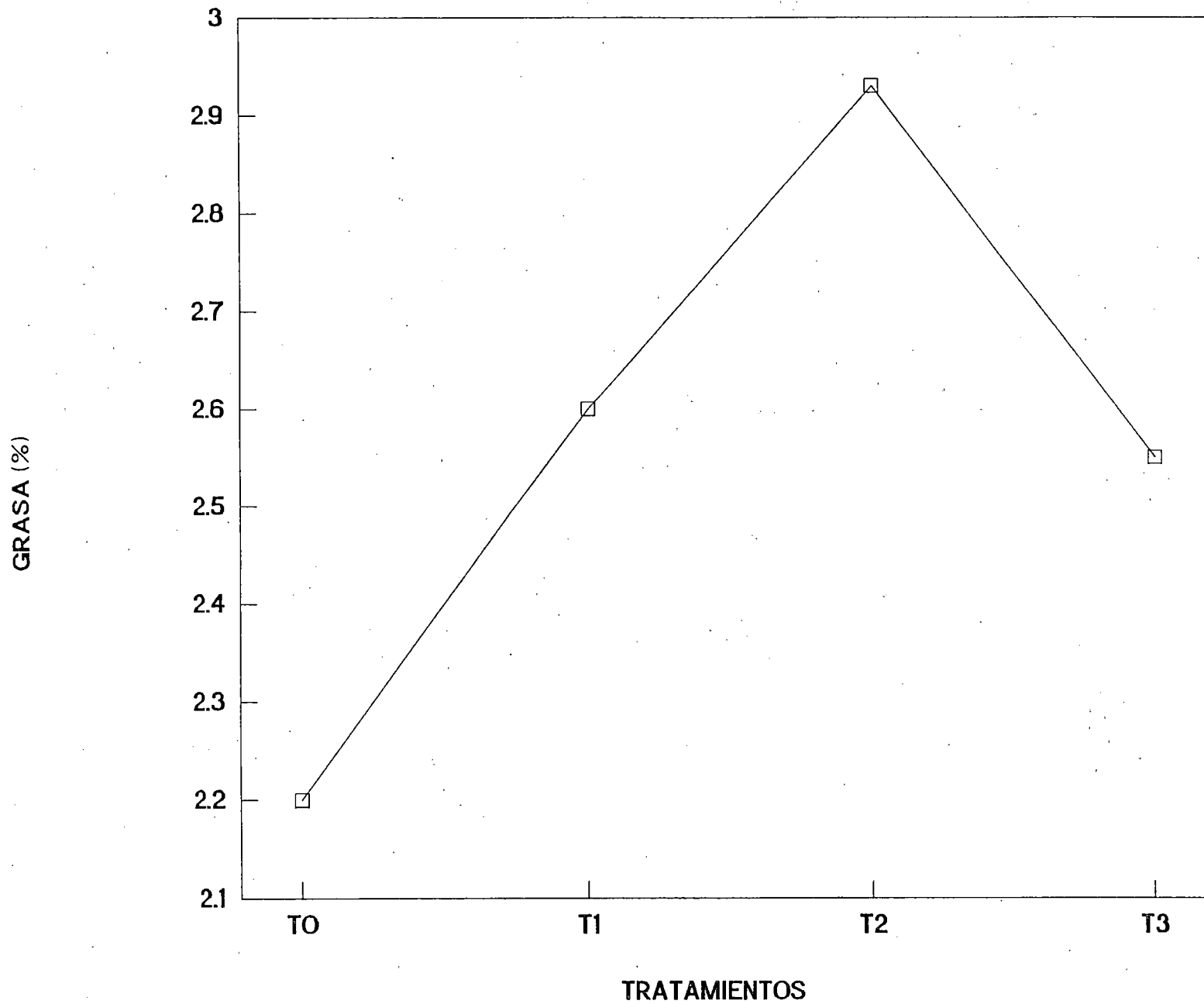


Fig. A-8 EFECTO DEL NIVEL DE GALLINAZA EN EL ENSILADO DE SORGO SOBRE LA GRASA (%).



R I T <sub>0</sub>	R I T <sub>1</sub>	R I T <sub>3</sub>	R I T <sub>2</sub>
R II T <sub>3</sub>	R II T <sub>1</sub>	R II T <sub>2</sub>	R II T <sub>0</sub>
R III T <sub>2</sub>	R III T <sub>0</sub>	R III T <sub>1</sub>	R III T <sub>3</sub>
R IV T <sub>0</sub>	R IV T <sub>2</sub>	R IV T <sub>2</sub>	R IV T <sub>3</sub>

Figura A-9. Plano de distribución de los microsilos.