

U.E.S. BIBLIOTECA
FACULTAD DE AGRONOMIA



Inventario: 13100533

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

UTILIZACION DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum officina-
rum), TRATADO CON SOLUCIONES QUIMICAS BASICAS Y MELAZA EN LA -
ALIMENTACION DE CAPRINOS EN CRECIMIENTO

POR :

JOSE GILBERTO DIAZ VALDIVIESO

MIGUEL DAVID QUINTEROS NAVARRETE

JAIRO AUGUSTO ROMERO AGUILAR

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE :

INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, NOVIEMBRE DE 1991

Tesis
D542

000977

Ej 1.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

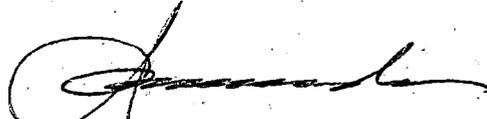
SECRETARIO GENERAL : LIC. MIGUEL ANGEL AZUCENA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENES MORAN

SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ -
DE SOTO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA :



ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

ASESORES :

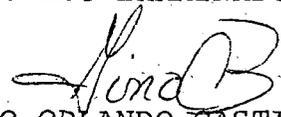


ING. AGR. ANA MARIA MOISA CANALES



ING. AGR. JOSE GABRIEL ROSALES MARTINEZ

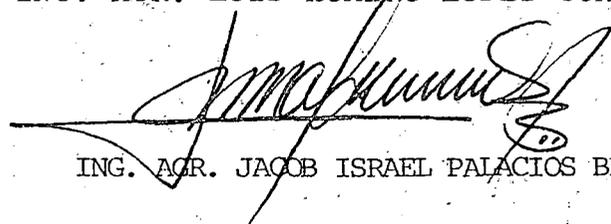
JURADO EXAMINADOR :



ING. AGR. GINO ORLANDO CASTILLO BENEDETTO



ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO



ING. AGR. JACOB ISRAEL PALACIOS BRUNO

R E S U M E N

La investigación se llevó a cabo en el Municipio de San Marcos, Departamento de San Salvador, encontrándose a una altura de 750 msnm, con precipitación media de 1 460 mm por año, temperatura promedio de 25,7 °C y humedad relativa promedio de 64%. El ensayo se realizó en los meses de marzo a junio de 1991, con una duración de 90 días, divididos en dos períodos: el pre-experimental de 20 días y el experimental de 70 días.

Para evaluar el efecto de la adición de soluciones químicas y melaza al bagazo de caña cuando se utiliza como alimento para caprinos en crecimiento, se utilizaron 16 cabros (8 hembras y 8 machos castrados), con un peso promedio de 9,82 kg y 3 a 4 meses de edad.

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los tratamientos evaluados fueron: T_0 , bagazo sin tratar más concentrado; T_1 , bagazo tratado con hidróxido de calcio al 6% de materia seca (MS) más concentrado; T_2 , bagazo tratado con hidróxido de sodio al 6% MS más concentrado; T_3 , bagazo tratado con urea (1,5% MS) y melaza (30% MS) más concentrado. La dieta contenía 40% de bagazo y 60% de concentrado, con un promedio de 12,42 PT \pm 0,27 y 59,01% de NDT \pm 0,52.

Los parámetros evaluados fueron: consumo de materia seca; incremento de peso y conversión alimenticia y costo de ali-

mentación:

El consumo promedio de materia seca con respecto al peso vivo fué de 1,84%; 2,68%; 1,47%; y 2,74% para los tratamientos T_0 , T_1 , T_2 y T_3 respectivamente; los incrementos diarios de peso promedio, en gramos fué: $T_0 = 18,42$; $T_1 = 29,71$; $T_2 = 10,57$ y $T_3 = 35,71$; conversión alimenticia promedio : $T_0 = 11,11:1$; $T_1 = 9,71:1$; $T_2 = 12,36:1$; y $T_3 = 8,588:1$. Al efectuar el análisis económico se determinó que el tratamiento más adecuado fue el T_1 (¢ 8,25/kg incrementado), por lo que se concluyó que el uso de bagazo de caña tratado con hidróxido de calcio en la alimentación de caprinos en crecimiento redujo los costos de alimentación, aunque no mejoró en forma significativa los incrementos de peso y la conversión alimenticia, sin embargo, es una alternativa para la alimentación de los rumiantes en época seca, aunque su alto contenido de fibra (42-52%), constituye una limitante de importancia.

AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos de la manera más sincera a nuestros asesores : Ing. Agr. Ana María Moisa Canales y al Ing. Agr. José Gabriel Rosales Martínez, por su paciencia y colaboración en el desarrollo del presente trabajo.
- Al Ing. Agr. Jacob Israel Palacios y a su madre, señora Rosa Emilia de Palacios, por su valiosa ayuda incondicional.
- Al personal del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas por su colaboración en la realización de los análisis químicos.
- A los Docentes del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agronómicas.
- A la señora Marina del Carmen Rodríguez, por su colaboración en mecanografiar este trabajo.
- A todas aquellas personas que en forma desinteresada nos ayudaron a llevar a un feliz término nuestro trabajo.
- A los miembros del jurado calificador: Ing. Agr. Gino Orlando Castillo Benedetto, Ing. Agr. Luis Homero López -- Guardado y al Ing. Agr. Jacob Israel Palacios Bruno.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO:
Por haberme guiado en todo momento, hasta el cumplimiento de mi meta.

- A MIS PADRES :
José Gilberto Díaz Arita
Blanca Lidia Valdivieso de Díaz
Por su apoyo y ayuda en mi formación profesional.

- A MI HERMANA Y SU ESPOSO :
Blanca Lidia Valdivieso de Rodríguez
Ramón Antonio Rodríguez
Por su ayuda incondicional

- A MIS HERMANOS :
Ana Raquel
Héctor Antonio; y
Carlos Manuel
Con mucho amor fraterno

- A MIS SOBRINOS :
Ingrid Arely y Sergio Alexander
Con mucho cariño

- DEMAS FAMILIA, AMIGOS Y MAESTROS
Con gratitud y aprecio

Gilberto Díaz Valdivieso

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por permitirme terminar mis estudios en forma satisfactoria.
- A LA VIRGEN MARIA :
Por guiarme y darme salud y sabiduría para alcanzar este nivel académico.
- A MIS PADRES :
Adelita Navarrete de Quinteros
Manuel Antonio Quinteros
Por guiarme con su amor, sacrificio y oraciones para seguir adelante y culminar mi carrera.
- A MI HERMANA Y SU ESPOSO :
Blanca Etelba Quinteros de Bonilla
Osmín Antonio Bonilla
Por su apoyo durante mis estudios
- A MI HERMANA :
Gloria Esmeralda Quinteros
Por su apoyo y colaboración en la formación de mi carrera profesional.
- A MI HERMANO Y SU ESPOSA :
Manuel Antonio Quinteros
Ana Guadalupe Escalante
Por su apoyo moral
- A MI HERMANA :
Mirna Adela Quinteros, por su cariño fraterno.

- A MIS SOBRINOS :

Milton

Antonio

Blanky

Iveth

Con mucho cariño

Miguel David Quinteros Navarrete

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Porque sin su voluntad nada es posible y por haberme da
do discernimiento para la realización de este trabajo;
Confío en El para poder culminar mi Carrera con éxito.

- A MIS PADRES :
Felipe Cándido Romero Cortez
Teresa Arleth Aguilar de Romero
Es a ellos a quien debo mi existencia y educación por -
sus esfuerzos y sacrificios.

- A MIS HERMANOS :
Edda Altagracia Romero Aguilar
Sandra Angélica Munguía Romero
Rómulo Alejandro Romero Aguilar
Por el apoyo incondicional que me brindaron durante la
realización de mis estudios.

- A MI NOVIA :
Silvia Margarita Montalván
Por haberme comprendido y brindado su apoyo en todo mo-
mento.

- A MIS TIOS :
Jorge Romero
Otsmaro Romero
Cecilia Romero
Jaime Aguilar
Mercedes Aguilar
Con especial cariño por haber brindado apoyo a mis estu
dios.

- A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE EN FORMA DESINTERESADA --
NOS AYUDARON A LLEVAR A FELIZ TERMINO NUESTRO TRABAJO.

- A DEMAS FAMILIA, AMIGOS Y MAESTROS :
Con gratitud y aprecio

Jairo Augusto Romero Aguilar

INDICE

	Página
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xvii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Fisiología de la digestión y requerimien-- tos del ganado caprino	3
2.1.1. Fisiología de la digestión	3
2.1.2. Requerimientos nutricionales	4
2.1.2.1. Agua	4
2.1.2.2. Energía	5
2.1.2.3. Proteína	5
2.1.2.4. Minerales	6
2.1.2.5. Vitaminas	6
2.2. Capacidad de consumo	7
2.2.1. Factores intrínsecos	7
2.2.2. Factores ambientales	7
2.2.3. Características del alimento	7
2.2.4. Consumo de productos fibrosos	9
2.3. Bagazo de caña de azúcar	9

	Página
2.3.1. Densidad y humedad	10
2.4. La urea como recurso alimenticio	13
2.4.1. Composición química	13
2.4.2. Metabolismo	13
2.4.3. Toxicidad de la urea	14
2.4.4. Utilización de la urea en la alimen tación de los rumiantes	14
2.4.5. Efecto de la urea en forrajes	15
2.5. Melaza de caña	16
2.5.1. Obtención	16
2.5.2. Utilización	16
2.5.3. Composición	17
2.5.4. Recursos alimenticios tratados con melaza	17
2.6. Uso de aditivos químicos en dietas fibrosas para la alimentación animal	18
2.6.1. Hidróxido de sodio	18
2.6.1.1. Propiedades	18
2.6.1.2. Obtención	19
2.6.1.3. Utilización	19
2.6.1.4. Efecto sobre rastrojos ..	20
2.6.2. Hidróxido de calcio	21
2.6.2.1. Características	21
2.6.2.2. Obtención	21

	Página
2.6.2.3. Utilización	21
2.6.2.4. Efecto del hidróxido de - calcio en materiales fi-- brosos	22
3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Localización	23
3.2. Duración	23
3.3. Instalaciones	23
3.4. Unidades experimentales	24
3.5. Elaboración del alimento concentrado	24
3.6. Período pre-experimental	24
3.7. Período experimental	25
3.8. Tratamiento en estudio	26
3.9. Diseño experimental	26
3.10 Parámetros evaluados	27
3.11 Análisis de la información	27
4. RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1. Consumo de materia seca	28
4.2. Pesos e incrementos de peso	29
4.3. Conversión alimenticia	30
4.4. Análisis de costos	31
5. CONCLUSIONES	32
6. RECOMENDACIONES	33
7. BIBLIOGRAFIA	34
8. ANEXOS	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
A-1	Contenido protéico, nutrientes digestibles totales (NDT), fibra cruda (FC) y costo por quintal de concentrado	38
A-2	Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en la elaboración de concentrados (%)	38
A-3	Análisis de Van-Soest del bagazo de los diferentes tratamiento: Fibra neutro detergente (FND), contenido celular, potencial de hidrógeno (PH), proteína total lignificada (PT) y proteína total (PT)	39
A-4	Porcentaje de proteína, NDT y MS de las dietas experimentales por tratamiento	39
A-5	Consumo promedio de materia seca (MS) por tratamiento por período de 14 días (kg) ...	40
A-6	Consumo promedio de materia seca (MS) por tratamiento con respecto al peso vivo, por períodos de 14 días	41
A-7	Incrementos de peso promedio por tratamiento por período de 14 días (gr)	42
A-8	Pesos promedios por tratamiento por período de 14 días (kg)	42

Cuadro		Página
A- 9	Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso al inicio del ensayo	43
A-10	Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso a los 14 días del ensayo	43
A-11	Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso a los 28 días del ensayo	43
A-12	Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso a los 42 días del ensayo	44
A-13	Análisis de varianza para pesos e incremento de peso a los 56 días del ensayo	45
A-14	Análisis de varianza para pesos e incremento de peso a los 70 días del ensayo	45
A-15	ANVA basado en suma de cuadrados original y residual	46
A-16	Suma de cuadrado y productos finales y del valor residual	46
A-17	Conversión alimenticia por tratamiento por período de 14 días (kg de MS/kg incrementado)	47
A-18	Costo total de alimentación por tratamiento y kg incrementado de peso	51

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
A-1	Consumo promedio de MS por tratamiento (kg).	48
A-2	Incremento de peso promedio por tratamiento (gr)	49
A-3	Conversión alimenticia promedio por tratamiento (gr de peso ganado/kg de MS consumida)	50

1. INTRODUCCION

En El Salvador, la producción de carne y leche del ganado bovino (32,144 miles de libras de 215,600 miles de litros), no satisfacen las necesidades de la población por lo que especies rumiantes como los caprinos adquieren importancia dentro de la producción animal, ya que constituyen una alternativa para cubrir parcialmente el déficit alimenticio de la población. En el ganado caprino como en todas las especies, la alimentación es fundamental para que su producción mejore y pueda rendir en forma económica, pero el mayor problema de alimentación se da en época seca ya que no existe disponibilidad de pasto en todas las zonas del país, necesitando utilizarse otros recursos forrajeros.

Con el propósito de buscar alternativas que contribuyan a solucionar el problema de alimentación del ganado en la estación seca, se realizó este trabajo de investigación, el cual se desarrolló en el Municipio de San Marcos, Departamento de San Salvador, durante los meses de marzo a junio de 1991. El ensayo consistió en alimentar cabros en crecimiento con bagazo de caña de azúcar ya que es un forraje disponible y de bajo costo, sin embargo presenta la limitante de ser un alimento alto en fibra (42-52%); debido a ello, se evaluó el efecto de adicionar hidróxido de sodio, hidróxido de calcio y urea melaza sobre la composición química del ba-

gazo de caña, midiendo el grado de aprovechamiento que puedan hacer los caprinos, de este recurso forrajero.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Fisiología de la digestión y requerimientos del ganado caprino

2.1.1. Fisiología de la digestión

Desde el punto de vista anatómico, el aparato digestivo de los cabros no difiere de los demás rumiantes, los cuales poseen cuatro cavidades adaptadas para ingerir y digerir alimentos ricos en fibra, teniendo bajas necesidades de concentrado. La digestión y consumo de los alimentos depende en primera instancia del desarrollo de su tracto digestivo (2).

Al nacimiento el cabrito, al igual que otros rumiantes, se caracteriza por el escaso desarrollo del retículo-rumen, mientras que el omaso y sobre todo el abomaso tiene gran desarrollo, presentándose lo contrario en cabros adultos (2).

Al proporcionar una dieta a base de forraje desde los 37 días de nacido, el retículo-rumen alcanza su relación como adulto a los 56 días de edad; pero si la dieta sigue siendo leche, esto se logra hasta los 72 días, atrasándose la formación de papilas del rumen, por lo que la fermentación microbiana y concentración de amoníaco es menor que -- los alimentados a base de forrajes a partir de los 37 días

de nacidos (2).

La boca del ganado caprino posee labios móviles e inquietos, también una lengua que se destaca por su forma y movimientos, la cual caracteriza a la especie en la forma de obtener los alimentos los cuales son triturados o fragmentados siendo éste, el factor más importante que afecta la velocidad de pasaje de los alimentos por el tracto digestivo (2).

El alimento permanece en el retículo-rumen por un período que oscila entre 32-114 horas dependiendo del alimento, durante este período es atacado por bacterias, hongos y protozoos que proliferan en el líquido ruminal. Una parte de los microorganismos pasan a las porciones inferiores del tracto digestivo, en donde son digeridos y utilizados como fuente de proteínas por el animal (20).

2.1.2. Requerimientos nutricionales

La nutrición adecuada del ganado caprino para cumplir con las funciones vitales y de producción, debe contener los siguientes nutrientes: agua, energía, proteína, minerales y vitaminas (12).

2.1.2.1. Agua

Es un nutriente muy importante, representa el 60% del peso vivo y 7,5% del tejido óseo, el consumo de agua depende -

de la edad y clima (2).

Los cabros tienen poco requerimiento de agua comparados con otras especies domésticas; existen razas de las cuales se sabe que pueden vivir y producir si se les dá agua cada 3-4 días, en lo posible debe ofrecerse agua limpia a discreción (20).

Los cabros consumen un promedio de 4 litros de agua por cada kg de materia seca ingerida, en áreas calientes estos valores son más elevados (12).

2.1.2.2. Energía

Es el nutriente más limitante de la producción, ya que la eficiente utilización del alimento ingerido depende de un suministro adecuado de energía. El requerimiento promedio de energía metabolizable para cabros en crecimiento es de 2,5 - 3 Mcal/kg de materia seca, variando según la edad, ta maño, peso y clima (2).

Sinn (1983), señala que la composición de los nutrientes en la dieta del ganado caprino debe ser de 63% de nutrientes digestibles totales (NDT) y 16,18% de fibra cruda (FC).

2.1.2.3. Proteína

Los requerimientos de proteínas de los cabros y demás ru

miantes es similar, siendo el nitrógeno esencial tanto como constituyente principal del cuerpo del animal, así como restaurador de células que se van perdiendo o para efectuar síntesis para las secreciones de enzimas, hormonas y leche. Para cabros en crecimiento el requerimiento en la dieta de proteína total es de 14-15% (2).

2.1.2.4. Minerales

El requerimiento de minerales depende de la edad, sexo, velocidad de crecimiento, estado fisiológico y clima. Entre los minerales más importantes se tiene el calcio con un 0,6 a 1% y fósforo de un 0,4 a 0,5%, necesitándose en menor cantidad magnesio, sodio, potasio y cloro (2).

Sinn (1983), señala que la composición de los nutrientes en la dieta del ganado caprino debe ser NDT 63%, fibra cruda 16-18%.

2.1.2.5. Vitaminas

El ganado caprino en pastoreo satisface de manera adecuada sus necesidades de vitaminas, los animales estabulados o de muy alta producción no siempre satisfacen sus requerimientos de vitamina, necesitando vitaminas liposolubles A, D y E (2).

2.2. Capacidad de consumo

La capacidad de consumo del ganado caprino se ve influenciada por los siguientes factores :

2.2.1. Factores intrínsecos

Existen una serie de factores que influyen en el consumo de los cabros como son: tamaño, peso vivo, nivel de producción, estado fisiológico ya sea en período de gestación o lactación (2).

2.2.2. Factores ambientales

El consumo de alimento del ganado caprino se ve influenciado por los siguientes factores ambientales: temperatura - (calor o frío intensos), disponibilidad de agua para beber, y estado sanitario del rebaño (2).

2.2.3. Características del alimento

La respuesta de los rumiantes al consumo del forraje, depende grandemente de la gustosidad y digestibilidad del forraje. La cantidad y composición de la pared celular del forraje ha sido identificada como el factor principal que limi

ta el consumo y su digestibilidad; el consumo voluntario es tá relacionado con la velocidad de digestión de la fracción de celulosa y hemicelulosa e inversamente proporcional al tiempo de retención ruminal (11).

A medida que avanza la madurez de los forrajes disminuye su calidad y por ende el consumo; aumenta la cantidad de celulosa, hemicelulosa y lignina; bajando la concentración de almidones y azúcares (11).

En algunos estudios sobre cabros en pastoreo se muestra que su dieta está compuesta en un 60% por ramas y hojas de árboles, 20% de pasto y 20% de herbáceas. En el ramoneo de los cabros la preferencia se manifiesta por tallos suculentos logrando alcanzar sus alimentos hasta 2 m de altura (2).

El consumo de materia seca es de gran importancia reflejando la ingestión del animal, ya que el comportamiento fisiológico puede ser limitado por la concentración energética de la dieta (2).

Vellez señala que el nivel de máxima ingestión de materia seca en caprinos oscila en 7% de su peso vivo (20).

En Texas, en cabros Angora en pastoreo el consumo estimado de materia seca fué de 3,8 a 5,2% para cabros no lactantes, 4,6 a 7% para cabros lactantes y 9% para cabritos en crecimiento (2).

Orozco Luna (11), determinó que el consumo de materia -

seca del ganado caprino oscila del 2,5 a 3% del peso vivo.

Dependiendo del nivel de consumo y calidad del alimento, los cabros pueden obtener incrementos de peso que oscilan de 18 - 200 gr/día. Se han obtenido incrementos de 300 gr/día en la raza Boer de Sud-Africa especializada en la producción de carne (2).

La conversión alimenticia en el ganado caprino varía dependiendo del consumo de materia seca, el incremento de peso y principalmente de la calidad del alimento (12).

2.2.4. Consumo de productos fibrosos

Los caprinos logran mayor digestibilidad de los nutrientes presentes en los alimentos, más que los otros rumiantes, ya que rumian durante más tiempo, retienen más los alimentos en el tracto digestivo, además en la microflora ruminal predominan bacterias celulolíticas y protozoarios que digieren la celulosa y hemicelulosa (7).

Por otra parte el alto grado de fermentación del rumen es también responsable del mejor aprovechamiento de los nutrientes (6).

2.3. Bagazo de caña de azúcar

El bagazo es un componente ligno-celulósico residual -

que se obtiene de los ingenios azucareros después de la extracción del azúcar.

La caña de azúcar es una planta monocotiledónea, cuya estructura física está constituida por tres componentes principales: 1) médula o parénquima; 2) haces fibrosos vasculares centrales; y 3) haces fibrosos de la periferia. Los haces fibrosos vasculares están distribuidos en todo el tallo, agrupados en diversas formas formando una especie de anillo debajo de la epidermis, los haces fibrosos vasculares están rodeados por la médula, cuya función es servir como almacenamiento de jugo y sacarosa (15).

2.3.1. Densidad y humedad

La densidad y humedad del bagazo de caña son de las propiedades físicas más importantes relacionadas con los procesos de utilización industrial. La humedad del bagazo está en relación directa con el alto nivel higroscópico de la médula así como de la elevada porosidad de las partículas, a esto se debe su gran capacidad de absorción de humedad (80-85%) (1).

El bagazo de caña se emplea como combustible en los ingenios donde se procesa la caña de azúcar. Los fragmentos medulares pequeños tamizados, dan lo que se llama pulpa de azúcar, esta pulpa o el bagazo entero desecado puede mezclarse

con melaza de caña, pudiendo adicionarles otros alimentos y destinarlos así a la alimentación animal. Según informes de plantaciones en Hawaii, el ganado de trabajo se mantiene en buenas condiciones, alimentándolos con una mezcla de pulpa de caña o de bagazo con melazas y harina de soya (15).

El bagazo de caña tiene una composición química promedio de :

- Humedad	7,73	-	9,3%
- Proteína cruda	1,6	-	2,25%
- Fibra cruda	42,80	-	43,0%
- Cenizas	2,65	-	3,5%
- Grasa	0,5	-	1,6%
- Carbohidratos	41,2	-	42,58%

La fibra cruda se compone de :

- Celulosa	45 %
- Hemicelulosa	26 %
- Lignina	20 %

La posibilidad de usar bagazo de caña de azúcar como alimento para el ganado ha sido investigado en muchos países, los resultados de numerosos estudios indican que el animal gasta más energía para digerir el bagazo, que la obtenida de este recurso, en muchos casos, pequeñas cantidades en raciones para vacas lecheras han producido disminuciones en la producción de leche, la razón de esto es su alto contenido de lignina (20% de la fibra) (7, 16).

Se ha demostrado que la ingestión de carbohidratos de fácil digestión como el almidón, miel de purga, etc., reduce la digestibilidad de la celulosa, porque las bacterias aprovechan mejor los carbohidratos menos complejos; en cambio la adición de proteína y vitaminas favorece el desdoblamiento de la fibra, al aumentar la actividad microbiana. - El bagazo de caña se usa en la alimentación de ganado bovino como material de relleno, teniendo en cuenta que en cantidades arriba de 25% de la ración, debe aumentarse el nivel protéico y energético para obtener resultados satisfactorios -- (15).

El bagazo deshidratado se compone de 42,58% de hidratos de carbono, 2,25% de proteína, 43% de fibra, 0,5% de grasa, 2,65% de minerales y 7,73 de agua, tiene alto porcentaje de fibra que puede separarse mecánicamente (7).

En la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), se evaluó en novillos Holstein el efecto del nivel de proteína (10,31%; 12,16%; 14,38%; 16,23%), sobre la utilización del bagazo de caña, ofreciéndose una ración común a base de bagazo de caña, melaza, harina de semilla de algodón, y sales minerales observándose diferencias significativas entre los tratamientos, resultando ser mejores con niveles de proteínas de 10,31% y 14,38%, desde el punto de vista biológico y económico, para la utilización del bagazo de caña (15).

En la Universidad Agraria de Lima, Perú, se investigó el efecto de harina de bagacillo y melaza en engorde de ovinos,

los tratamientos estudiados fueron T₁ sin bagacillo y melaza, T₂ 35% de harina de bagacillo, T₃ 33% de harina de bagacillo y T₄ 50% de harina de bagacillo. El análisis de las ganancias de pesos ajustados por peso inicial (covarianza), mostró ligeras diferencias entre los tratamientos, no alcanzando significancia estadística (P 0,05). Es decir los tratamientos tuvieron similar efecto en el crecimiento de ovinos (21).

2.4. La Urea

2.4.1. Composición química

La urea es también llamada carbamina, la cual fué descubierta por Reuelle en 1773; su fórmula es la siguiente: $\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$. La urea es el compuesto nitrogenado no protéico más utilizado en la dieta de los rumiantes, debido a su alta solubilidad en soluciones acuosas, la urea se hidroliza en amoníaco y Bióxido de Carbono en presencia de la enzima ureasa (10).

2.4.2. Metabolismo

En el organismo, la urea se encuentra en la orina (2,5%), en la sangre y en la saliva y se produce por descomposición -

de las proteínas por las proteasas, convirtiéndolas en ácidos aminados, como productos finales de la degradación proteica, además se obtiene amoníaco (NH_3) y parte de los aminoácidos se transforman en ácidos grasos volátiles (11).

2.4.3. Toxicidad de la urea

El peligro al suministrar urea, en altas cantidades a los rumiantes provoca una excesiva producción de amoníaco - en el rumen, afectando las funciones del sistema circulatorio, causando la muerte. Las intoxicaciones que se producen en ciertos casos derivan de la incapacidad del hígado para transformar en urea todo el amoníaco absorbido que le llega a la sangre, proveniente del rumen (10). Para el mejor y eficiente aprovechamiento de la urea en el rumen es necesario que en él exista una gran población de bacterias, para lo cual debe proporcionárseles una fuente de energía, especialmente carbohidratos de gran valor energético (12).

2.4.4. Utilización de la urea en la alimentación de los rumiantes

El organismo animal elimina urea en la orina como un producto residual del metabolismo de las proteínas. Dicho compuesto nitrogenado, es utilizado en la producción animal,

ya que los rumiantes pueden utilizar urea y otros compuestos nitrogenados no protéicos debido a la constitución especial de su estómago, formado por cuatro compartimientos (4).

La urea no proporciona otros elementos de valor alimenticio, únicamente el nitrógeno. Se ha demostrado la importancia que las raciones de urea sean suplementadas o complementadas apropiadamente con vitaminas y minerales (12).

2.4.5. Efecto de la urea en forrajes

Al utilizar urea en el tratamiento de bagazo se produce una hidrólisis mayor en comparación a la provocada por -- los hidróxidos; porque provocan una ruptura mayor de las cadenas de polisacáridos haciéndolo más digerible.^{1/}

Faichney (1978), considera que aunque el agregado de urea como suplemento de forrajes de baja calidad permite un balance de nitrógeno positivo, no produce un aumento del consumo voluntario sobre el nivel de mantenimiento, dicha suplementación difícilmente permite más que mantener al animal -- cuando esos forrajes forman la mayor parte de la dieta del rumiante.

En estudios realizados en ovinos, al agregar a paja de -

1/ MONTERROSA DE LOPEZ, E.J. 1991. Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. (Comunicación personal).

cereales el 3% de la proteína cruda de urea-melaza, se obtuvo ganancia de peso, además un aumento de 45% en el consumo de alimento; también se mejoró el consumo voluntario de forraje de baja calidad con la adición de nitrógeno protéico (17).

Una ventaja importante de utilizar urea y melaza es que aumenta la asimilación de la celulosa y otros carbohidratos en la ración, el nitrógeno contenido en la urea aumenta la actividad de la flora bacteriana en el tubo digestivo del ganado y su acción sobre la celulosa. (10).

2.5. Melaza de caña

2.5.1. Obtención

La melaza empleada en alimentación del ganado, es un subproducto de la obtención del azúcar de caña, es el residuo que queda después de haber cristalizado la mayor parte posible del azúcar existente en el jugo, una vez purificado y condensado por evaporación (11).

2.5.2. Utilización

Las melazas de caña son muy apetecidas por el ganado y tienen, un efecto moderadamente laxante, que resulta muy ven

tajoso cuando los demás alimentos tienden a producir estreñimiento (11).

La melaza suele darse como alimento a las vacas lecheras, al ganado vacuno en engorde, las ovejas y caballos; dándose en cantidades limitadas a cerdos y aves, la administración de melaza en la ración se debe realizar en forma gradual, hasta llegar a los límites de su utilización (11).

En investigaciones realizadas por la Organización de las Naciones para la Agricultura y la Alimentación (FAO), se reportan niveles del 40-50% utilizados en la alimentación de ruminantes (11).

2.5.3. Composición

La melaza de caña contiene aproximadamente 55% de azúcar, lo que le da mayor parte de su valor nutritivo, y se emplea para inducir al ganado a consumir forraje de baja calidad (10). Las melazas de caña son ricas en niacina, ácido pantoténico y potasio pero pobres en tiamina, riboflavina y contiene poco o ninguna vitamina A ó D (11).

2.5.4. Recursos alimenticios tratados con melaza

La miel de caña de azúcar actúa como estimulante del apetito, incrementando el consumo de materia seca, la activi

dad de los microorganismos del rumen y la velocidad del desdoblamiento de moléculas de celulosa y hemicelulosa (10).

En Santo Domingo, República Dominicana, se estudió la digestibilidad de la caña de azúcar picada, suplementada con melaza al 2% y afrecho de trigo, en toros Cebú, obteniéndose que la melaza redujo el consumo de caña pero tanto el consu-
mo de materia seca y la digestibilidad de la melaza aumenta-
ron (9).

2.6. Uso de aditivos químicos en dietas fibrosas para la alimentación animal

La adición de hidróxido de sodio e hidróxido de calcio al bagazo de caña provoca ruptura de las cadenas de polisacá-
ridos, hidrolizando las moléculas de celulosa y hemicelulosa
haciéndola más digerible para los caprinos.^{1/}

2.6.1. Hidróxido de sodio

2.6.1.1. Propiedades

El hidróxido de sodio o hidróxido sódico se conoce co-
mo sosa cáustica. El hidróxido de sodio es un cuerpo sólido

^{1/} Ibid. (Comunicación personal).

blanco muy soluble en el agua y en el alcohol, el cual tiene de atraer la humedad atmosférica y fácilmente se carbonata por combinarse con el bióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera dando lugar a las eflorescencias blancas que se forman en la boca de los frascos mal tapados (14).

2.6.1.2. Obtención

La sosa cáustica se obtiene por el procedimiento llamado caustificación, el cual consiste en la descomposición en caliente del carbonato de sodio (CO_2Na_2), y por la cal, estando ambos en solución. Se filtra para preparar el CO_3Ca sólido, con esto se obtiene la sosa ordinaria, para obtener mayor pureza, se disuelve en alcohol y se vuelve a concentrar, con lo que resulta la llamada sosa al alcohol (14).

2.6.1.3. Utilización

El hidróxido de sodio impuro fué empleado en la antigüedad para obtener jabones, posteriormente se fabricó industrialmente a mediados del siglo pasado; la primera vez que se obtuvo hidróxido de sodio industrial fué en 1844, Weisenfela pudo prepararlo mediante la concentración de la lejías madres de la sosa cáustica. En 1890 se realizaron los primeros ensayos para obtener el hidróxido sódico electrolítico,

partiendo de sal común (4).

2.6.1.4. Efecto sobre rastrojos

La sosa cáustica se ha utilizado últimamente, tratando rastrojos de cosecha para alimentación de rumiantes, esperando reducir la fibra de dichos rastrojos, para que sea aprovechado en forma satisfactoria por los rumiantes. Calderón et. al. (1975), reporta que al alimentar vacunos de 155 a 222 kilogramos de peso, con rastrojo de maíz tratado con hidróxido de sodio al 4%, más concentrado protéico y melaza, no se logran mejorar las ganancias diarias con las pajas tratadas (730 Vs 790 testigo); pero sí mejoran las conversiones (6,91 Vs 8,38) y consumo de materia seca (5,05 Vs 6,22 kg/día) (16).

Suxena et. al. (1971), utilizó paja tratada con hidróxido de sodio al 1,5% y como suplemento suministró harina de soya, urea y fosfato diamónico, encontrando aumentos de 177 gr/día, consumos de 12,9 kg/día y conversiones alimenticias de 7,3 en borregos.

En Santo Domingo, República Dominicana, se ensiló el tallo de caña prensado y el cogollo de la caña de azúcar tratado con NaOH y amoníaco acuoso a 1,2 y 4% y con urea, los cogollos de caña fueron los únicos ensilajes que se degradaron significativamente con relación a los controles. Estos

fueron: urea al 4% y al 8% (P = 0.01) ensilados por dos semanas (13).

2.6.2. Hidróxido de calcio

2.6.2.1. Características

El hidróxido de calcio, hidróxido cálcico o llamada cal apagada se presenta como un polvo blanco amorfo, de sabor cáustico, poco soluble en el agua, a la que se transfiere reacción básica. La solución en agua se llama agua de cal que se incolora, y su suspensión en el agua se denomina lechada de cal y es de color blanco (14).

2.6.2.2. Obtención

El hidróxido de calcio se prepara por la acción del agua sobre el óxido cálcico, la reacción es: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ (4).

2.6.2.3. Utilización

El hidróxido de calcio se emplea en los laboratorios químicos, en la industria se emplea en la obtención de azúcar - de remolacha, en el encurtido de pieles, en el blanqueo de fi

bras textiles vegetales (4). También ha sido utilizado como agente deslignificante para pajas y rastrojos de maíz (8).

2.6.2.4. Efecto del hidróxido de calcio en materiales fibrosos

El tratamiento con hidróxido de calcio en materiales fibrosos, se realiza con el propósito de mejorar el valor nutritivo de los forrajes, haciendo más soluble los carbohidratos para mejorar su digestibilidad (8).

En la Universidad de Agricultura de Bangladesh (India), se llevó a cabo un ensayo de digestibilidad, en ovejas, utilizando paja de arroz tratada con cal, de los cuales los resultados indicaron que la cal puede aumentar la digestibilidad de la paja de arroz, suplementada con melaza para maximizar el consumo (7).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El ensayo se realizó en la propiedad del señor Aquilino Palacios, situada en la Colonia Santa Fé, kilómetro 7 de la antigua carretera a Comalapa, San Marcos, Departamento de San Salvador; a una elevación de 750 msnm; los datos climatológicos promedio anuales son los siguientes: Temperatura 25,7 °C, humedad relativa de 64% y precipitación pluvial de 1 600 mm.

3.2. Duración

El ensayo se realizó en los meses de marzo a junio de 1991 con una duración de 90 días.

3.3. Instalaciones

Se utilizaron 4 corrales con una área de 10 m² cada uno, los cuales contaban con 7,5 m² de área techada y 2,5 m² de área soleada, ambas con piso de tierra. Los corrales fueron divididos utilizando madera rolliza a una altura de 15, m, con una separación de 0,30 m. Se utilizó un comedero y un bebedero para cada corral.

3.4. Unidades experimentales

Se utilizaron 16 cabros criollos con una edad de 3-4 meses, de los cuales, 8 eran hembras y 8 machos con un peso inicial promedio de 9,82 kg.

3.5. Elaboración del alimento concentrado y bagazo tratado

Para la elaboración del concentrado se utilizó: harina de semilla de algodón, melaza de caña, pulimento de arroz y sales minerales (Cuadro 1).

Para el tratamiento del bagazo se prepararon las diferentes soluciones de hidróxido de sodio, hidróxido de calcio y urea melaza, las cuales se adicionaron al bagazo y se mezclaron para cada tratamiento; y se cubrieron con plástico durante 72 horas, este proceso se realizaba cada 3 días.

3.6. Período pre-experimental

Previo a esta fase, se realizó el análisis proximal -- del bagazo y materias primas para formular el concentrado -- (Cuadro A-2), también se procedió a castrar los machos y se les proporcionó 15 días de recuperación.

Una vez recuperados los cabros, fueron pesados en ayunas e identificados con un collar, se formaron cuatro grupos de -



cuatro animales cada uno. En esta fase los animales fueron alimentados a base de concentrado y bagazo con agua miel.

En este período se vacunaron contra antrax, septicemia y carbón sintomático, también se desparasitaron internamente y se les aplicó vitamina A, D y E.

Esta fase se realizó durante el mes de marzo con una duración de 20 días, desde el 23 de marzo al 11 de abril, se tomó el peso al inicio y al final.

3.7. Período experimental

En esta fase los cabros fueron distribuidos en cuatro grupos al azar con un peso promedio de 9,82 kg; en los primeros 15 días de esta fase murieron 3 unidades experimentales correspondiendo un cabro por tratamiento, excepto el tratamiento 2, el cual quedó con cuatro unidades.

La dieta proporcionada fué de 40% de bagazo y 60% de concentrado, con el 12,42 de PT \pm 0,27 y 59,01% de NDT \pm 0,52, la materia seca ofrecida fué calculada en base al 3,5% del peso vivo. La ración se les proporcionó en dos tiempos.

Se realizó la toma de peso al inicio del ensayo y posteriormente cada 14 días, en ayunas.

Este período tuvo una duración de 70 días, desde el 12 de abril al 21 de junio de 1991.

3.8. Tratamiento en estudio

Los tratamientos evaluados en la investigación fueron los siguientes :

T₀ : Bagazo sin tratar más concentrado.

T₁ : Bagazo tratado con hidróxido de calcio al 6% en base a la materia seca, más concentrado.

T₂ : Bagazo tratado con hidróxido de sodio al 6% en base a la materia seca, más concentrado.

T₃ : Bagazo tratado con urea-melaza, más concentrado

Urea = 1,5%

Melaza = 30%; en base a la materia seca.

El bagazo fué tratado durante 72 horas con hidróxido de sodio al 6%, hidróxido de calcio al 6% y urea-melaza 1,5 y 30%, respectivamente, todos en base a la materia seca del bagazo que fue del 75%. El bagazo ofrecido tenía un promedio de 33,25% de humedad.

3.9. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo de comparación de grupo, utilizando cuatro tratamienos con - cuatro repeticiones. El modelo matemático fue el siguiente:

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

Donde : Y_{ij} = Característica en estudio
 M = Media experimental
 T_i = Efecto de los tratamientos
 E_{ij} = Error experimental
 i = Número de tratamientos
 j = Número de repeticiones

3.10 Parámetros evaluados

Durante el desarrollo del ensayo se hicieron las respectivas mediciones sobre el incremento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y costo de alimentación.

3.11. Análisis de la información

La información que se analizó fué: consumo de alimento, incremento de peso, eficiencia de conversión y costo de alimentación.

A los resultados obtenidos de peso de cada período, se les realizó el análisis de varianza (ANVA); y además análisis de covarianza (Cuadro A-9 - A-15 de Anexos).

Además se realizó el análisis de costos de las dietas experimentales con el objeto de determinar el tratamiento más económico (Cuadro A-18).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Consumo de materia seca

Los consumos promedio de materia seca por tratamiento fueron: 2,76 kg, 4,01 kg, 1,98 kg y 4,30 kg para tratamientos T_0 , T_1 , T_2 , T_3 , respectivamente (Cuadro 5). El consumo promedio de MS con respecto al peso vivo por animal/día fue: $T_0 = 1,84\%$, $T_1 = 2,68\%$, $T_2 = 1,47\%$ y $T_3 = 2,74\%$ (Cuadro 6).

Al graficar los valores de consumo de materia seca (Figura A-1); se observa, que el consumo de materia seca del T_3 fue mayor que los tratamientos T_1 , T_0 y T_2 , siendo influenciados por la gustabilidad del alimento y la composición de la pared celular del bagazo.

Se considera que el mayor consumo de materia seca en el tratamiento T_3 se debe a que se redujo el % de fibra neutro detergente, comparados con los tratamientos T_0 , T_1 y T_2 (Cuadro A-3).

El bajo consumo de MS en el tratamiento T_2 se debió a la baja gustabilidad del alimento, aunque la fibra neutro detergente con respecto al testigo fue menor (91,38% Vs 82,04%) (Cuadro A-3).

Los porcentajes de consumo promedio de MS con respecto al peso vivo oscilaron de 1,3% a 2,96%, obteniéndose un promedio de 2,19% (Cuadro A-6), siendo similares a los reporta-

dos por Orozco Luna (1978).

4.2. Pesos e incrementos de peso

Los incrementos de peso promedio por tratamiento y por períodos de 14 días fueron: 258 gr, 416 gr, 148 gr y 500 gr, para los tratamientos T_0 , T_1 , T_2 y T_3 , respectivamente (Cuadro A-7).

El análisis estadístico de los incrementos de peso se realizó por el método estadístico de análisis de varianza para cada período de 14 días (Cuadros A-9 — A-14), y análisis de covarianza a los pesos finales con respecto a los pesos iniciales con el objetivo de determinar si estos últimos influyeron en la respuesta de los tratamientos en la ganancia de peso (Cuadro A-15).

Al analizar los incrementos de peso se observó diferencia aunque no fue significativa, correspondiendo el mayor incremento de peso al tratamiento T_3 , ya que hubo un mayor consumo de materia seca (Cuadro A-5 y Fig. A-2), observándose incrementos de peso menores en los tratamientos T_1 , T_0 y pérdida de peso en el tratamiento T_2 , debido a las diferencias de consumo de materia seca de las dietas ofrecidas (Cuadros A-5, A-7 y Fig. A-2).

Las diferencias de incrementos de peso para los tratamientos no fueron significativos, ya que las dietas eran al-

tas en fibra lo que limitaba el aprovechamiento de los nutrientes aportados por el suplemento.

Los incrementos de peso promedio por tratamiento/día se reportan en el Cuadro 7, presentando mayor ganancia de peso el tratamiento T₃ (35,71 gr/día) y en orden descendente el tratamiento T₁ (29,71 kg/día), T₀ (18,42 gr/día) y T₂ (10,57 gr/día).

Puede observarse que los incrementos de peso T₀, T₁ y T₃, están comprendidos en el rango reportado por Arbiza.

Sin embargo, los incrementos de peso fueron bajos, afectado por el aspecto genético de los animales, limitante para lograr incrementos de pesos deseables, en comparación de la raza Boer especializada en la producción de carne.

4.3. Conversión alimenticia

Los valores de conversión alimenticia promedio expresado en kg de materia seca consumida para generar kg de peso, encontrados en los tratamientos T₀, T₁, T₂, T₃ fueron: 11,11:1, 9,71:1, 12,36:1 y 8,588:1, respectivamente (Cuadro A-16). Al graficar los valores de conversión alimenticia (Fig. A-3), se observa que la mejor conversión se obtuvo en el tratamiento T₃ seguido por los tratamientos T₁, T₀ y T₂.

Las eficiencias de conversiones fueron relativamente adecuadas aunque la baja ganancia de peso se debió a que el con

sumo de materia seca fue bajo.

4.4. Análisis de costos

El costo por kg de peso vivo para cada tratamiento se presenta en el Cuadro A-18, en el cual se observa que el -- tratamiento T_1 , fue el de menor costo (¢ 8,25/kg de incremento de peso).

En cuanto a los tratamientos T_0 , T_2 y T_3 , su costo por kg de incremento de peso fueron: (¢ 9,33; ¢ 14,06 y ¢ 8,33, respectivamente).

El tratamiento T_1 demuestra la importancia de tratar el bagazo con hidróxido de calcio como alimento parcial del ganado caprino el cual reduce los costos de alimentación.

5. CONCLUSIONES

- No existió diferencia significativa en el consumo de materia seca, incrementos de peso y conversión alimenticia por lo tanto no hubo efecto al adicionar productos químicos y melaza al bagazo de caña, aunque los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento T₃.
- El tratamiento químico del bagazo redujo el contenido de la pared celular pero no fué lo suficientemente para mejorar su digestibilidad.
- La baja digestibilidad de la fibra afecta el aprovechamiento de los nutrientes de la dieta, llenando únicamente los requerimientos de mantenimiento y para obtener ganancias mínimas de peso.
- Las dietas experimentales presentaron diferencias, desde el punto de vista económico, ya que se obtuvo el menor costo en el tratamiento de hidróxido de calcio, aunque biológicamente fué mejor el tratamiento de urea-melaza.

6. RECOMENDACIONES

- Utilizar el bagazo de caña en la dieta del ganado caprino, como un recurso alimenticio para que los animales no pierdan peso, en épocas donde hay escasez de pasto.

- Que los ganaderos, criadores de cabros utilicen bagazo tratado con urea-melaza ya que de acuerdo a este ensayo fue el que se comportó mejor biológicamente con respecto a los otros tratamientos.

- Utilizar el bagazo tratado con hidróxido de calcio ya que mejora su digestibilidad maximizando su consumo y reduce los costos de alimentación.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ SANCHEZ, J.A. s.f. Estudios preliminares de algunos productos y subproductos agrícolas para la alimentación animal, El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 11-12.
2. ARBIZA AGUIRRE, S.I. 1986. Producción de caprinos. México, AGT. P. 375.
3. CAIRNIE, A.C. 1981. La urea como suplemento en la alimentación de los rumiantes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Regional Agropecuaria. Angoil. P. 6-7.
4. CALUETE, E. 1956. Química general. 3 ed. Barcelona, Salvat. P. 526-530.
5. DIAZ, V.H. 1975. Utilización de productos agrícolas en la alimentación de rumiantes; subproductos de caña. San Salvador, El Salvador. MAG.
6. FAO. 1987. Tecnología en la producción caprino. Santiago de Chile. P. 242.
7. GATZAMBIDE ARRILCAGA, L. 1975. Alimentación de animales en el trópico. 2 ed. México, Diana. P. 62-68.
8. McDOWELL, R.E. 1977. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, España. Acribia. P. 249-250.

9. MARTE, J.A.; OLIVO, F. 1978. Digestibilidad de la caña de azúcar picada suplementada con melaza y afrecho de trigo; *Producción Animal Tropical*. 3(1): 52-57.
10. MENENDEZ FLORES, J.A. 1989. Manual de la alimentación animal. México. Limusa. P. 875-880.
11. MORRISON, F.B. 1979. Alimentos y alimentación del ganado. José Luis de la Loma. 2 ed. México, D.F. Uteha. P. 477.
12. OROZCO LUNA, A. 1988. Manuales para educación agropecuaria; cabras. 7 ed. México, Trillas. P. 45.
13. PERALTA, G.; JONES, M.N. 1981. Efecto del hidróxido de sodio, amoníaco acuoso y urea sobre ensilaje de cogollo de caña y tallo de caña prensado; *producción animal tropical*. 6(3).
14. PUIG, I. 1956. Química genral. 5 ed. Barcelona, Salvat. P. 462-645, 486-489.
15. ROJAS, S.W.; REATEGUI, J.; CARGAS, J.; OLIVERA, I.; CARRASCO, F.; ZATIZABAL, L. 1979. Empleo de comprimidos de bagacillo y melaza de caña de azúcar en la alimentación de rumiantes. México, D.F., CEPLACEA-Departamento de Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Boletín No. 2. P. 53-56.

16. ROSALES, F.; PAZ A., V.M. eds. s.f. La utilización de subproductos agrícolas en la alimentación de rumiantes. Soyapango, El Salvador. Dirección General de Ganadería. Sc. P. 11-12.
17. SAAULLAM, M.; HAQUE, M.; DOLBERG, F. 1981. La efectividad de la amonificación con urea para mejorar el valor nutritivo de la paja de arroz en rumiantes. Producción Animal Tropical. 6(1): 38.
18. SAADULLAM, M. 1972. Tratamiento de paja de arroz tratada con cal cruda; producción animal tropical. 6(2): 130-131.
19. SINN, R. 1983. Crianza de cabros para leche y carne. Trad. Gladys Roma. Arkansas (EE. UU.). Heifer Project International. 79 P.
20. VELEZ, N.M. 1986. La crianza de cabros y ovejas en el trópico. Tegucigalpa (Hond.), El Zamorano. P. 14-67.
21. ZEGARRA, J.R. 1979. Perspectivas del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar. México, D.F. CEPLACEA. Boletín No. 5. P. 1-5.

8. A N E X O S

Cuadro A-1. Contenido protéico, nutrientes digestibles totales (NDT), fibra cruda (FC) y costo por quintal de concentrado.

MATERIAS PRIMAS	BH (%)	BS (%)	PT	NDT	FC	¢/qq
Pulimento de arroz	24,25	25	2,27	19	3,42	13,75
Maíz	3,50	4	0,25	2,80	0,05	2,40
H. de Algodón	37,50	40	17,2	26	3,71	38
Melaza	33,75	30	-	22,2	-	4,8
Sales minerales	1	1	-	-	-	3,20
	100	100	19,72	70,0		62,15

BH : Base húmeda

MS : Base seca.

Cuadro A-2. Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en elaboración del concentrado (%)

MATERIAS PRIMAS	MS	PT	NDT	FC
Maíz	92,52	6,15	70	1,3
Pulimento de arroz	91,79	9,10	76	13,68
Harina de algodón	90	43	65	9,27
Melaza	77	3,0	7,4	0,30

Cuadro A-3. Análisis de Van-Soest del bagazo de los diferentes tratamientos : Fibra neutro detergente (FND), contenido celular, potencial de hidrógeno (PH), proteína total lignificada (PT) y proteína total (PT).

TRATAMIENTO	FND (%)	Contenido celular %	PH	PT (lignificada), %	% PT
T ₀	91,38	8,62	6,1	0,89	1,55
T ₁	86,84	13,16	10,2	1,05	1,4
T ₂	82,04	17,95	9,0	0,52	1,4
T ₃	68,63	31,38	8,2	1,26	2,2

Cuadro A-4. Porcentaje de proteína, NDT y MS de las dietas experimentales por tratamiento.

TRATAMIENTO	PT (%)	NDT (%)	MS (%)
T ₀	12,40	59,75	81,6
T ₁	12,02	58,25	75,6
T ₂	12,13	58,75	77,20
T ₃	12,56	59,30	79,20
\bar{x}	12,42 \pm 0,27	59,01 \pm 0,52	78,4 \pm 3.

Cuadro A-5. Consumo promedio de materia seca (MS) por tratamiento por período de 14 días (kg).

TRATAMIENTO	PERIODO ^{1/}					PROMEDIO
	1	2	3	4	5	
T ₀	1,85	3,20	2,83	3,21	2,72	2,76
T ₁	3,52	4,06	4,21	4,11	4,18	4,01
T ₂	1,54	1,82	2,10	2,24	2,24	1,98
T ₃	3,12	4,41	4,58	4,73	4,70	4,30

^{1/} Período de 14 días.

Cuadro A-6. Consumo promedio de materia seca (MS) por tratamiento con respecto al peso vivo, por períodos de 14 días.

Tratamiento	Consumo promedio de M.S. por animal/día (Kg)	Peso vivo Promedio (Kg)	Consumo promedio de M.S. con respecto al peso vivo por animal/día (%)
T ₀	0,13	10,0	1,30
T ₁	0,25	9,88	2,53
T ₂	0,11	9,54	1,15
T ₃	0,22	10,0	2,20
T ₀	0,23	10,15	2,26
T ₁	0,29	10,22	2,83
T ₂	0,13	9,37	1,38
T ₃	0,31	10,45	2,96
T ₀	0,20	10,45	1,91
T ₁	0,30	10,60	2,83
T ₂	0,15	9,49	1,58
T ₃	0,32	10,98	2,91
T ₀	0,22	10,68	2,05
T ₁	0,29	11,06	2,62
T ₂	0,16	9,66	1,65
T ₃	0,33	11,51	2,86
T ₀	0,19	11,06	1,70
T ₁	0,30	11,51	2,60
T ₂	0,16	10,0	1,60
T ₃	0,34	12,04	2,82
T ₀	0,19	10,41	1,84
T ₁	0,28	10,65	2,68
T ₂	0,14	9,61	1,43
T ₃	0,30	10,99	2,74

XI

Cuadro A-7. Incrementos de peso promedio por tratamiento por período de 14 días (gr)

Tratamientos	Período					Total	Pro- medio	gr/animal/ día
	1°	2°	3°	4°	5°			
T ₀	150	300	230	380	230	1290	258	18,42
T ₁	340	380	460	450	450	2080	416	29,71
T ₂	-170	120	220	290	280	740	148	10,57
T ₃	450	510	550	500	490	2500	500	35,71

Cuadro A-8. Pesos promedios por tratamiento por período de 14 días (Kg)

Tratamiento	$\frac{1}{0}$	14	28	42	56	70
T ₀	10,0	10,15	10,45	10,68	11,06	11,29
T ₁	9,88	10,22	10,60	11,06	11,51	11,96
T ₂	9,54	9,37	9,49	9,71	10,0	10,28
T ₃	10,0	10,45	10,96	11,51	12,01	12,50
\bar{x}	9,85	10,05	10,38	10,75	11,15	11,51

1/ Pesos iniciales.

Cuadro A-9. Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso al inicio del ensayo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabla	
					5 %	1 %
Tratamiento	3	0,56	0,19	0,04 ^{ns}	3,49	5,95
Error Experimental	12	56,46	4,70			
Total	15					

ns : No significativo.

Cuadro A-10. Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso a los 14 días del ensayo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabla	
					5 %	1 %
Tratamiento	3	2,39	0,8	0,16 ^{ns}	3,86	6,99
Error Experimental	9	45,54	5,00			
Total	12					

ns : No significativo

Cuadro A-11. Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso a los 28 días del ensayo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabla	
					5 %	1 %
Tratamiento	3	4,43	1,47	0,27 ^{ns}	3,86	6,99
Error Experimental	9	48,61	5,4			
Total	12					

ns : No significativo.

Cuadro A-12. Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso a los 42 días de ensayo

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tabla	
					5 %	1 %
Tratamiento	3	6,24	2,08	0,36 ^{ns}	3,86	6,99
Error Experimental	9	52,18	5,8			
Total	12					

ns : No significativo.

Cuadro A-13. Análisis de varianza para pesos e incrementos de peso a los 56 días del ensayo.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamiento	3	8	2,66	0,41 ^{ns}	3,86	6,99
Error Experimental	9	58,38	6,48			
TOTAL	12					

ns : No significativo.

Cuadro A-14. Análisis de varianza para pesos e incremento de peso a los 70 días del ensayo.

F. de Variac.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. Tablas	
					5%	1%
Tratamientos	3	9,59	3,19	0,46 ^{ns}	3,86	6,99
Error Experim.	9	62,44	6,93			
TOTAL	12					

ns : No significativo.

Cuadro A-15. ANVA basado en suma de cuadrados original y residual.

Fuente	G.L.	(YY)	CM	F.	G.L.	(YY)"	C.M.	F
Tratamientos	3	13,043	4.3475	0.67313	3	3,60	1,199	0.591668
Error	9	58,127	6.4585		8	16,22	2,0272	
TOTAL	12	71,170			11	19,82		

Prueba de significancia de b.

$F = 20,672$ como $20,67 >$ Que $1,012$ es significativo y se ajustan las medias.

Cuadro A-16. Suma de cuadrados y productos finales y del valor residual (Covarianza).

Fuente	G.L.	(YY)	(CY)	(XX)	b	(YY)'	(YY)"
Tratamientos	3	13,043	6,630	4,025			3,60
Error	9	58,127	41,403	40,903	1,012	41,908	16,218
TOTALES	12	48,033	44,928	44,928			

Cuadro A-17. Conversión alimenticia por tratamiento por períodos de 14 días (kg de MS/kg incrementado).

Período ^{1/}	Tratamiento	Conversión alimenticia kg MS/kg AP	kg Δ P/kg MS
1°	F3HFO	12,33 : 1	0,081 : 1
		10,35 : 1	0,096 : 1
		-9,05 : 1	0,110 : 1
		6,93 : 1	0,143 : 1
2°	F3HFO	10,66 : 1	0,093 : 1
		10,68 : 1	0,093 : 1
		15,16 : 1	0,066 : 1
		8,64 : 1	0,115 : 1
3°	F3HFO	12,30 : 1	0,081 : 1
		9,15 : 1	0,109 : 1
		9,54 : 1	0,104 : 1
		3,32 : 1	0,120 : 1
4°	F3HFO	8,44 : 1	0,118 : 1
		9,13 : 1	0,109 : 1
		7,72 : 1	0,129 : 1
		9,46 : 1	0,105 : 1
5°	F3HFO	11,82 : 1	0,08 : 1
		9,28 : 1	0,107 : 1
		8,0 : 1	0,125 : 1
		9,59	0,10 : 1
XI	F3HFO	11,11 : 1	0,090 : 1
		9,71 : 1	0,102 : 1
		12,36 : 1	0,080 : 1
		8,588 : 1	0,1166 : 1

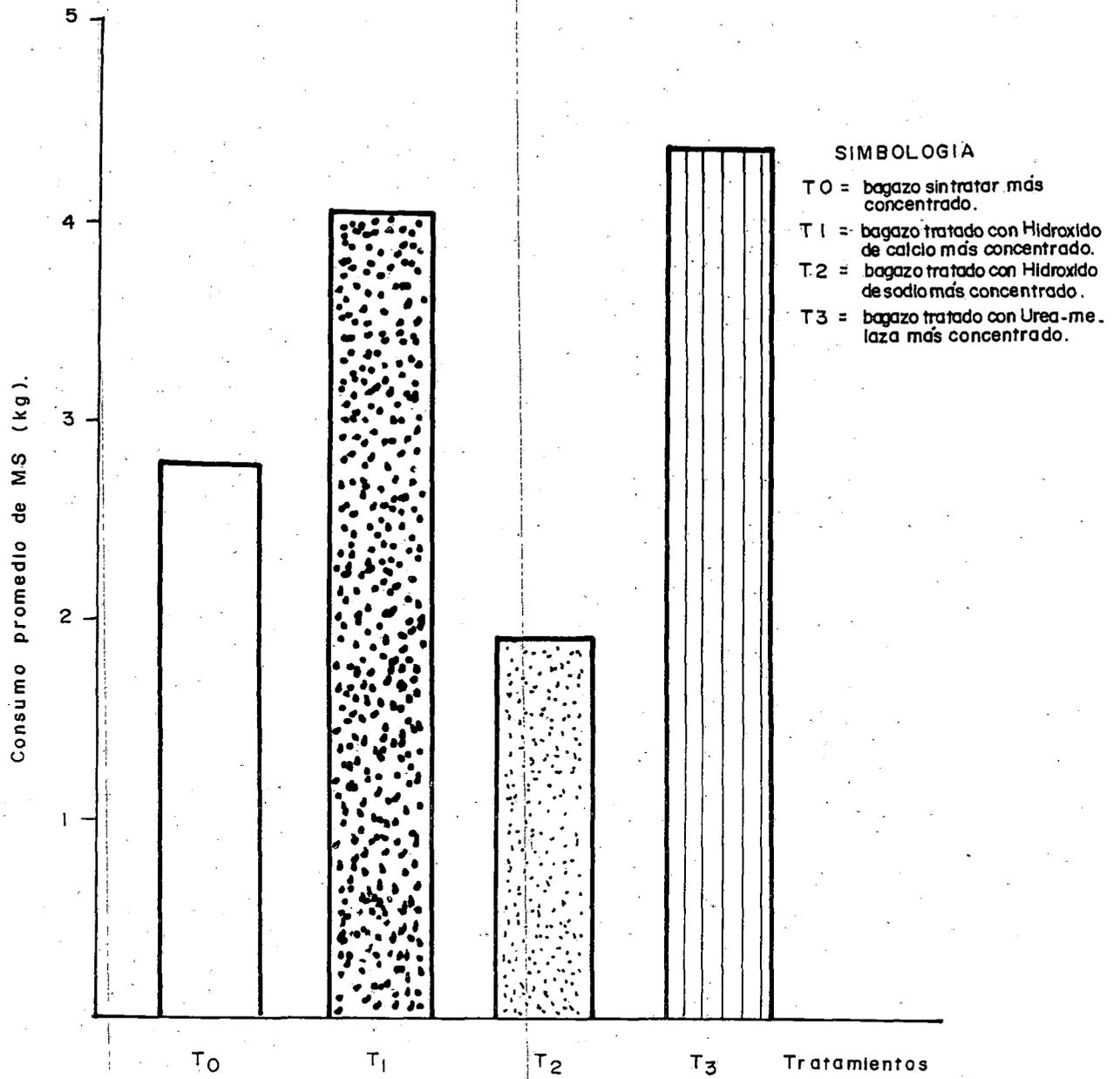


Fig.A-1. Consumo promedio de MS por tratamiento (kg) .

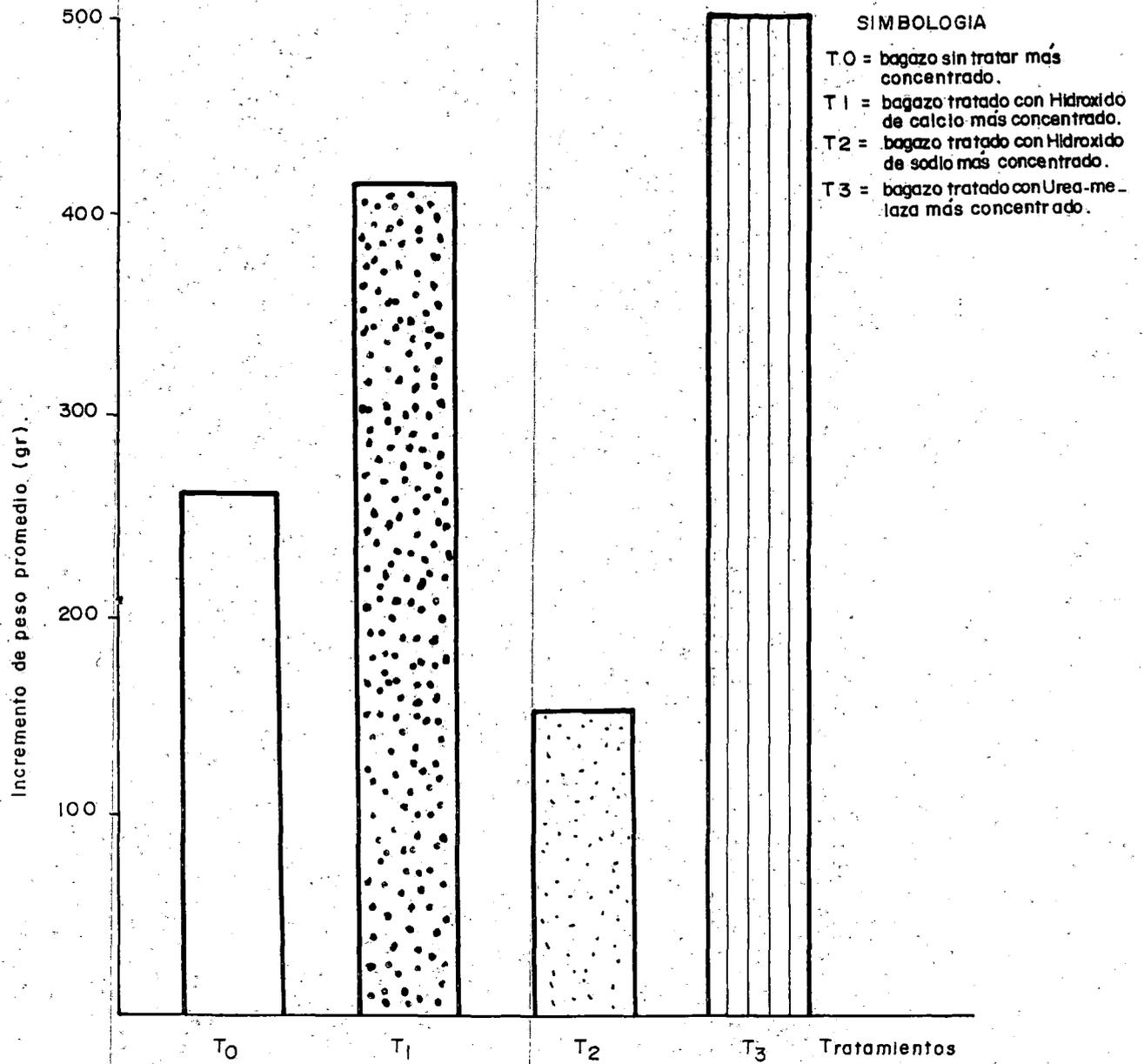


Fig.A-2. Incrementos de peso promedio por tratamiento (gr).

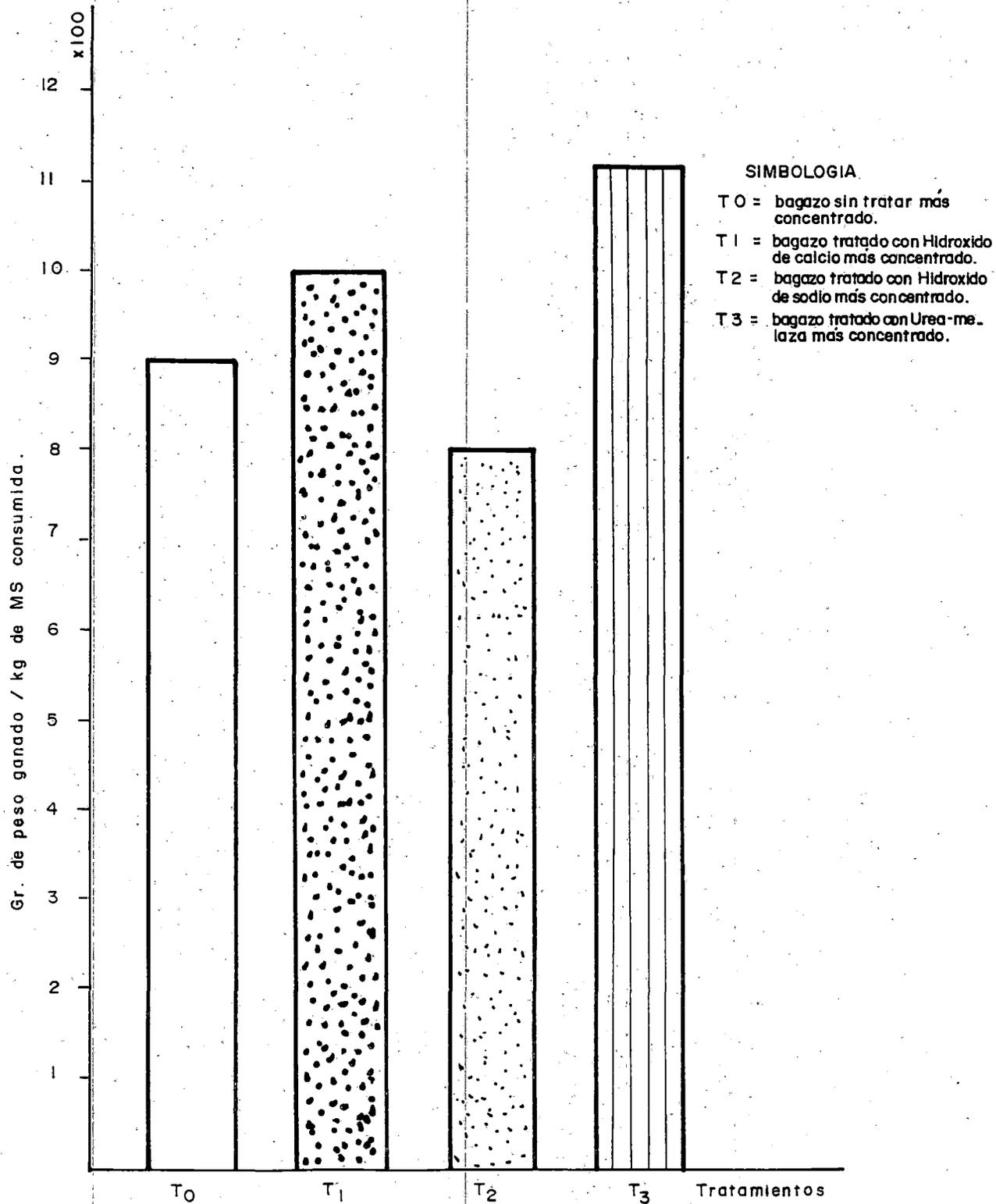


Fig.A-3. Conversión alimenticia promedio por tratamiento (Gr. de peso ganado / kg. de MS consumida.)

Cuadro A-18. Costo total de alimentación por tratamiento y de kg incrementado de peso

Tratamiento	COSTO TOTAL DE ALIMENTACION/ TRATAMIENTO (¢)	COSTO POR Kg DE ALIMENTO (¢)	Eficiencia de conversión Kg MS/kg peso incrementado	Costo/kg incrementado (¢)
T ₀	36,41	0,84	11,11	9,33
T ₁	55,43	0,85	9,71	8,25
T ₂	45,88	1,14	12,34	14,06
T ₃	66,18	0,97	8,533	8,33