

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



Trabajo de Graduación

**EVALUACION DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LEUCAENA-  
(Leucaena leucocephala) VARIEDAD K-28 EN EL INCREMENTO DE  
PESO DE CABROS EN CRECIMIENTO**

**PRESENTADO POR:**

BERTA ROSA GONZALEZ FIGUEROA  
LUCIO ANTONIO GALDAMEZ FUENTES  
CARLOS CUAUHEMOC SORIANO PORTILLO

PARA OPTAR AL TITULO DE  
**INGENIERO AGRONÓMO**

MAYO DE 1989

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

Tesis  
6643lv

ES. 1

660

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : LIC. LUIS ARGUETA ANTILLON

SECRETARIO GENERAL : ING. RENE MAURICIO MEJIA MENDEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. HECTOR ARMANDO MARROQUIN A.

SECRETARIO : ING. AGR. JORGE ALBERTO ULLOA

d/ admón. academica fue. CC. AG. - 09-06-89



DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

JEFE DEL DEPARTAMENTO

ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

ASESOR :

ING. AGR. ANA MARIA MOISA CANALES

JURADO CALIFICADOR :

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

ING. AGR. EDGARDO SALGUERO AREVALO

ING. AGR. GINO ORLANDO CASTILLO BENEDETTO

## AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos de la manera más sincera a nuestro asesor Ing. Agr. Ana María Moisa Canales, por su paciente y desinteresada colaboración en la realización del presente trabajo.
- Al Ing. Agr. José Gabriel Rosales Martínez, M. Sc., - por su valiosa colaboración.
- A la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias -- Agronómicas por su cooperación en el desarrollo de - los análisis químicos.
- Al personal que labora en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas por su ayuda durante la investigación.
- A los miembros del jurado examinador : Ingenieros : - Edgardo Salguero Arévalo, Gino Orlando Castillo Benedetto y José Gabriel Rosales Martínez, por sus acertadas observaciones.
- Especial agradecimiento al Ing. Agr. José Napoleón Bonilla por su valiosa cooperación en la ejecución y desarrollo del trabajo.
- A la señora Marina del Carmen Rodríguez, por su ayuda en la realización del documento.

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Porque con su gratitud me ha conducido por el buen -  
camino para alcanzar las metas propuestas.
  
- A MIS QUERIDOS PADRES :  
Ramón Lidvano González Díaz  
Ursula Figueroa de González  
Con agradecimiento a sus nobles y múltiples esfuerzos.
  
- A MIS HERMANOS :  
Sonia Elizabeth y  
Ramón Lidvano  
Con amor fraternal
  
- A MIS ABUELOS :  
Francisco Javier Figueroa  
De todo corazón  
  
Piedad Narcisa Díaz de González  
Ramón González  
María Elena Paiz de Figueroa  
Una plegaria a Dios Todopoderoso
  
- A MIS MAESTROS :  
Con agradecimiento por su semilla de sabiduría que -  
han dejado en mí.
  
- A MI QUERIDA AMIGA :  
Marta Lidia Majano de Urquilla  
Por su apoyo moral en todos los momentos difíciles.

- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS  
Con afecto y cariño

Berta Rosa González Figueroa.

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por haberme iluminado y guiado en la ejecución del -  
trabajo.
  
- A MIS PADRES :  
Alfonso Brígido Galdámez (de grata recordación)  
María Adela Fuentes v. de Galdámez  
Con especial cariño y respeto, por su valiosa ayuda -  
para mi formación profesional.
  
- A MIS HERMANOS :  
Víctor, Julio, Ladislao, Cristina, Margarita y Elsi  
Por su contribución para el desarrollo efectivo de mi  
carrera.
  
- A MIS SOBRINOS :  
Con respeto y cariño.
  
- A MIS AMIGOS Y AMIGAS :  
Que de alguna forma han contribuido conmigo durante -  
mis estudios.
  
- A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS :  
Por su comprensión y ayuda que me han brindado.
  
- A MIS MAESTROS :  
Por su valiosa enseñanza.

LUCIO ANTONIO GALDAMEZ FUENTES

## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :  
Por haberme guiado durante mis años de estudio y en la realización de mis metas.
  
- A MIS PADRES :  
Carlos Hermógenes Soriano Morán  
Ana Luz Portillo de Soriano  
Por sus esfuerzos y dedicación en mi formación profesional.
  
- A MIS HERMANOS :  
Myrna Arely  
Gabriel Romeo  
Por su apoyo y confianza.
  
- A MI SOBRINA :  
Gabriela Patricia  
Con mucho cariño.
  
- A MIS ABUELOS :  
María Evangelina Morán (Q.E.P.D.)  
Julian Gabriel Soriano (Q.E.P.D.)  
Por su apoyo y cariño durante su vida.  
  
Teresa Ruano  
Con cariño
  
- Demás familia, amigos, maestros y compañeros de trabajo, que en alguna forma han contribuido en mi formación profesional, mis más sinceros agradecimientos.

Carlos Cuauhtémoc Soriano Portillo

## CONTENIDO

	página
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1 Generalidades de la leucaena .....	3
2.1.1 Distribución y ecología .....	3
2.1.2 Descripción de la planta .....	4
2.1.3 Variedades .....	4
2.1.4 Características sobresalientes ..	6
2.2 Valor nutritivo del forraje de leucaena.	7
2.3 Toxicidad de la leucaena .....	9
2.4 Mecanismo tóxico de la mimosina .....	11
2.5 Posibles soluciones al problema de toxi- cidad debido a la mimosina .....	12
2.6 Uso de la leucaena en la alimentación <u>ca</u> prina .....	15
2.7 Uso de la leucaena en la alimentación de diferentes especies animales .....	16
2.8 Generalidades del ganado caprino .....	17
2.8.1 Origen .....	17
2.8.2 Razas .....	17

	página
2.8.3 Niveles de consumo de alimentos.	18
2.8.4 Eficiencia digestiva del ganado caprino .....	19
2.8.5 Requerimientos nutricionales ...	20
 3. MATERIALES Y METODOS .....	 22
3.1 Localización .....	22
3.2 Condiciones climáticas .....	22
3.3 Instalaciones .....	22
3.4 Unidades experimentales .....	23
3.5 Período pre-experimental .....	23
3.6 Período experimental .....	24
3.6.1 Elaboración de alimentos concen- trados .....	25
3.6.2 Factores en estudio .....	26
3.6.3 Descripción de los tratamientos.	26
3.7 Diseño estadístico .....	27
3.8 Análisis de la información .....	27
 4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	 28
4.1 Pesos e incrementos de peso .....	28
4.2 Consumo de materia seca .....	30
4.3 Conversión alimenticia .....	32

	página
4.4 Rendimiento en canal .....	33
4.5 Análisis económico .....	34
4.5.1 Costo por kg de peso incrementa-- do .....	34
4.5.2 Costo por kg de carne en canal ..	35
4.6 Toxicidad .....	36
4.7 Conclusiones .....	37
5. BIBLIOGRAFIA .....	38
6. APENDICE .....	41

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		página
1	Proteína total y fibra cruda de hojas de leucaena, alfalfa secada al sol y harina de frijol de soya .....	7
2	Composición comparativa de aminoácidos en el frijol de soya, harina de pescado, alfalfa y <u>Leucaena leucocephala</u> (mg/gr de N).....	8
3	Concentración de algunos minerales en la harina de hojas de leucaena .....	9
4	Contenido de mimosina en la <u>Leucaena leucocephala</u> .....	10
5	Composición en base seca y base húmeda de las dietas experimentales (%)..	25
6	Peso vivo, peso de canal caliente y rendimiento en canal en los diferentes tratamientos .....	33

## INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

CUADRO		página
1	Requerimientos nutricionales del <u>gana</u> do caprino .....	42
2	Pesos promedio por tratamiento por <u>pe</u> ríodo de 14 días (kg) .....	43
3	Análisis bromatológico de las dietas experimentales (%) .....	43
4	Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en la elaboración de las dietas experimentales (%) .....	44
5	Análisis de covarianza para pesos e <u>in</u> crementos de peso en el primer perío-- do .....	45
6	Prueba de Duncan para las medias de <u>in</u> crementos de peso en el primer período.	46
7	Análisis de covarianza para pesos e <u>in</u> crementos de peso en el segundo perío- do .....	47

CUADRO

página

8	Prueba de Duncan para las medias de - incrementos de peso en el segundo pe- río <u>do</u> .....	48
9	Análisis de covarianza para pesos e - incrementos de peso en el tercer perío <u>do</u> do .....	49
10	Prueba de Duncan para las medias de <u>in</u> crementos de peso en el tercer período.	50
11	Análisis de covarianza para pesos e <u>in</u> crementos de peso en el cuarto período.	51
12	Prueba de Duncan para las medias de - incrementos de peso en el cuarto pe-- río <u>do</u> .	52
13	Análisis de covarianza para pesos e - incrementos de peso en el quinto perío <u>do</u> do .....	53
14	Prueba de Duncan para las medias de <u>in</u> crementos de peso en el quinto período.	54

## CUADRO

página

15	Incremento de peso promedio por tratamiento por período (gr) .....	55
16	Consumo promedio de MS por tratamiento (MS total y MS aportada por la leucaena), con respecto al peso vivo por períodos de 14 días .....	57
17	Consumo promedio de materia seca por animal por día (kg) .....	58
18	Conversión alimenticia por tratamiento (kgs de MS/kg incrementado) .....	60
19	Costo por kilogramo de peso vivo por tratamiento .....	62
20	Costo por kg de carne en canal por tratamiento .....	63
21	Costo del alimento concentrado por kg por tratamiento .....	63
22	Costo total de la investigación .....	64

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA		página
1	Transformación de la mimosina a DHP en rumiantes .....	11
2	Incremento de peso promedio por pe- ríodos de catorce días (kg) .....	56
3	Consumo promedio de materia seca por animal por día (kg) .....	59
4	Conversión alimenticia promedio por tratamiento, kg de MS/kg incrementa <u>do</u> do .....	61

## R E S U M E N

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicado en el Cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz; el cual se encuentra a una altura de 60 -- msnm, con precipitación media de 1737 mm por año; temperatura promedio de 26.8 °C y humedad relativa de 76%.

El objetivo de la investigación fue evaluar diferentes niveles de harina de leucaena (Leucaena leucocephala) variedad K-28 en el concentrado para cabros en crecimiento, con el propósito de reducir los costos de alimentación.

El ensayo se realizó de los meses de diciembre de 1988 a abril de 1989, con una duración de 101 días; divididos en período pre-experimental que constó de 31 días y 70 -- días de período experimental.

Se utilizaron 16 cabros criollos con peso promedio por tratamiento de 11.22 kg  $\pm$  0.41 kg con edades de 2.5 a 4 meses de edad. Estos fueron distribuidos en cuatro grupos, y cada uno de ellos con 4 repeticiones. Se evaluaron 4 niveles de materia seca de harina de leucaena en la ración, éstos fueron: T<sub>0</sub> (0 %), T<sub>1</sub> (20 %), T<sub>2</sub> (40 %) y T<sub>3</sub> (60 %); se ofreció heno de Callie (Cynodon plectostachyus) var. mejorada; los -

concentrados analizados un promedio de 15.53% de proteína total y 67.19% de nutrientes digestibles totales.

Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar con arreglo de grupos.

Los factores evaluados fueron: consumo de alimento donde se obtuvo un porcentaje de consumo de materia seca con respecto al peso vivo de 4.13%, 4.36%, 4.33% y 4.46% para los tratamientos  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  respectivamente; incrementos de peso promedio para los tratamientos  $T_0 = 130.54$  gr/día;  $T_1 = 105.62$  gr/día;  $T_2 = 105.78$  gr/día; y  $T_3 = 96.86$  gr/día, a los cuales se les aplicó análisis de covarianza y la prueba de Duncan. Además se realizó el análisis económico, lo cual sugirió que el tratamiento económicamente más adecuado fue el  $T_3$ . Por lo que se concluyó que se puede utilizar cualquier nivel de los investigados; llegando a incorporar en la ración hasta 60% de materia seca por un período de 70 días sin que se presenten problemas de toxicidad.

El uso de harina de leucaena como materia prima en la alimentación de cabros redujo los costos, además de sustituir el uso de materias primas poco disponibles y de alto costo como la harina de soya, lo cual encarece la alimentación del ganado caprino.

## INTRODUCCION

El Salvador es un país con una extensión territorial de 21,000 km<sup>2</sup>, y con 5,500,000 habitantes, posee la mayor densidad de población de Latinoamérica; sus 262 habitantes por km<sup>2</sup> son evidencia de esto. Dicha población afronta diferentes problemas, entre ellos el alimenticio, debido a la escasa disponibilidad de alimentos protéicos de origen animal, y su elevado costo.

de esp del problema

En base a dicho problema se realizó la investigación en ganado caprino incluyendo en su dieta la harina de leucaena, ya que es una planta que contiene un alto valor nutritivo, es una especie nativa que se encuentra disponible en el país y su uso reduce los costos de alimentación. Sin embargo, presenta la limitante de contener en su composición química el aminoácido "mimosina". El propósito del estudio fue evaluar diferentes niveles (0%, 20%, 40% y 60%) de materia seca aportada por la harina de leucaena en la ración, y determinar la tolerancia de los caprinos a estos niveles, ya que en estudios anteriores de otros investigadores se determinó que el 50% es considerado óptimo y el 75% causa problemas de toxicidad. El objetivo de determinar la tolerancia a dichos niveles fue reducir los costos de alimentación y si los incrementos de peso eran afectados por la existencia del aminoácido tóxico en la alimentación.

Las principales limitantes en el desarrollo del ensayo fueron la poca investigación realizada en el país; -- así como la escasa disponibilidad de unidades experimentales en la zona donde se realizó la investigación.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades de la leucaena

La Leucaena leucocephala (Lam) de Wit., conocida como Leucaena glauca (L) Moenche, Mimosa leucocephala (Lam), Leucaena latisiligua (L) W.T. Gillis y Leucaena salvadorensis Standley; pertenecen a la familia leguminosae (Mimosoidea); conocida comunmente como: Guaje, yage, leucaena, huaxim, ipil-ipil, koa haole, white popinac (12)

#### 2.1.1 Distribución y ecología

La leucaena es una especie originaria de México; extendiéndose en forma natural a través de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua (5).

Es una planta tropical que se cultiva desde el nivel del mar, hasta 1500 m.s.n.m.; a alturas mayores la leucaena no puede competir con la vegetación natural. La temperatura óptima oscila entre 25 y 30°C, por debajo de 10°C su crecimiento es menor; la precipitación óptima es entre 600 y 1700 mm. pero puede ser cultivada en áreas con precipitaciones desde 500 hasta 5000 mm anuales. Sin embargo, la leucaena produce follaje verde durante períodos de sequía entre 6 y 9 meses, ésta resistencia se debe principalmente a sus raíces profundas y transpiración reducida.

La leucaena tiene bajas tasas de crecimiento en suelos ácidos con un pH de 5 a 5.5 o menos, por la falta de calcio y fósforo (12).

### 2.1.2 Descripción de la planta

La leucaena es de crecimiento arboreo, constituyen arbustos o árboles; existen variedades que crecen desde 5 hasta 20 m, las hojas son bipinnadas y tienen una longitud de 15 a 20 cm, las hojas consisten de 4 a 10 folíolos que tienen de 5 a 15 mm de largo y de 3 a 4 mm de ancho. Tienen numerosos ramilletes globosos con flores blancas, de las cuales una tercera o cuarta parte producen vainas. Estas son largas y planas, con una longitud de 12 a 18 cm y entre 1.5 a 2 cm de ancho. Las vainas contienen de 15 a 30 semillas, las cuales son de forma elíptica plana, con una longitud de 6 a 8 mm y de 3 a 4 mm de ancho, de color café quemado brillante (12).

### 2.1.3 Variedades

Las variedades son agrupadas según tamaño y hábito de crecimiento; existen tres tipos:

- Tipo Hawaiano:

Es un arbusto que se ramifica bastante y crece hasta alturas de 5 a 6 m, usualmente empieza a florecer unos 3 a 6 meses después de la siembra. La producción de madera y hojas es relativamente baja; es apta para la reforestación de terrenos accidentados y para producción de leña y carbón.

- Tipo Peruano:

Crece hasta una altura de 15 m, es más conveniente para forraje de ramoneo, ya que es un árbol vigoroso muy ramificado y con buen manejo, el ganado puede alcanzar con facilidad su follaje. La producción de madera es baja.

- Tipo Salvadoreño:

Este tipo puede alcanzar hasta alturas de 20 m, tiene hojas y vainas más grandes y ramas más gruesas que la Hawaiana, por lo que la producción de material verde es dos veces mayor. Este tipo es apto para la producción de forraje, madera y carbón (12).

Dentro de éste tipo se incluyen la variedad k8 y k132 (México) k28, k67 y k72 (El Salvador); k29 (Honduras); k62 (Costa de Marfil). Las variedades k8, k28 y k67, son



de mayor crecimiento y producción de forraje (5).

#### 2.1.4 Características sobresalientes

La leucaena es una de las leguminosas con más amplia variedad de usos en la zona tropical. Para leña ya que arde bien, produce brasas, libre de chispas, humo y olor desagradable; proporciona madera de pequeñas dimensiones; fertilizante orgánico debido a la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico que aumenta el contenido de nitrógeno del suelo; cortinas rompeviento; cercos vivos; alimento humano y producción de forraje (12).

El forraje proviene del follaje y ramas tiernas; se ha usado para alimentar ganado bovino, búfalos, cerdos, cabras, ovejas, pollos, peces y conejos (5).

La producción de materia seca de leucaena por hectárea depende de la variedad, el clima, el ambiente y el manejo. La leucaena produce de 10.6 a 24 ton. de M.S./Ha./año, con frecuencias de corte de 8 a 12 semanas (1).

El primer corte se recomienda de 4 a 8 meses para obtener un sistema radicular bien desarrollado y profundo. Normalmente se cosecha de 4 a 5 veces por año, con intervalo de 2 meses en la época lluviosa y de 3 meses en la época seca. El período de establecimiento para los tipos Peruano y Salvadoreño es un promedio de 6 meses y para el tipo Hawaiano 4 meses (12).



## 2.2 Valor nutritivo del forraje de leucaena

Las hojas de leucaena constituyen un alimento completo para rumiantes, comparable con el forraje de alfalfa (cuadro 1).

CUADRO 1. Proteína total y fibra cruda de hojas de leucaena, alfalfa secada al sol y harina de frijol de soya. (extraído el aceite).

	<u>Leucaena</u>	<u>Alfalfa</u>	<u>Frijol de Soya</u>
Proteína total (%MS)	25.90	15.73	51.25
Fibra cruda (%MS)	11.88	31.46	6.74

Fuente : Tropical Animal Production (1979).

Las hojas de leucaena se separan fácilmente de las ramas y son un alimento alto en proteína, pues contienen de 27 a 34% (11).

La proteína de la leucaena es de alta calidad nutricional, los aminoácidos están presentes en proporciones balanceadas (Cuadro 2), muy similar a la alfalfa, además comparable al frijol de soya o la harina de pescado (14).



CUADRO 2. Composición comparativa de aminoácidos en el frijol de soya, harina de pescado, alfalfa y Leucaena leucocephala (mg/gr de N).

	Harina de Soya	Harina de Pescado	Alfalfa	Leucaena	
				Semillas	Hojas
Cistina	106	69	77	79	67
Acido aspártico	756	625	1/	643	864
Metionina	88	175	96	64	98
Treonina	244	269	290	138	206
Serina	331	256		206	279
Acido Glutamico	1138	813		911	640
Prolina	300	244		222	305
Glycina	275	400		285	278
Alanina	275	394		205	311
Valina	300	325	356	204	311
Isoleucina	294	256	290	148	244
Leucina	488	475	494	283	444
Tyrosina	238		232	162	208
Mimosina	0	0	0	763	743
Fenilalanina	314	256	307	197	283
Lisina	388	500	368	324	339
Histidina	181		139	158	123
Arginina	463	375	357	493	277

1/ No determinado.

Fuente : Tropical Animal Production (1979).

Las hojas de leucaena pueden también proveer una fuente rica de carotenos y vitaminas. El contenido de B-carotenos está en el rango de 227 a 228 mg/Kg de MS; además de ser una buena fuente de B-caroteno, la harina de hojas de



leucaena es también rica en vitamina K, dependiendo de los minerales disponibles en el suelo para el sistema radicular, el forraje de leucaena puede ser una excelente fuente de calcio, fósforo y otros minerales necesarios en la dieta (Cuadro 3) (14).

CUADRO 3. Concentración de algunos minerales en la harina de hojas de leucaena.

<u>Elementos mayores</u>	<u>gr./kg de MS</u>
Calcio	19.00
Fósforo	2.16
Magnesio	3.35
Sodio	0.16
Potasio	17.00

<u>Elementos trazas</u>	<u>mg/Kg de MS</u>
Cobre	11.4
Hierro	907.4
Zinc	19.2
Manganeso	50.9

Fuente : Tropical Animal Production (1979).

### 2.3 Toxicidad de la leucaena

Durante años el uso de la leucaena como forraje era evitado debido al temor de intoxicación por la mimosina, es



te aminoácido no protéico es tóxico y presente únicamente en el género leucaena.

La concentración de mimosina en las hojas y semillas, varía con la edad y parte de la planta. La mayor cantidad de mimosina se encuentra en las hojas más tiernas.

En pruebas de laboratorio con plantas crecidas en Zaire se estableció que la concentración de mimosina era de 7.19% y 12.13% del total de proteína en base seca en las hojas y semillas respectivamente (14).

Las variedades de leucaena actualmente disponibles -- contienen de 3 a 5% de mimosina en la materia seca (12).

La Leucaena leucocephala y otras especies semejantes como la Leucaena pulverulenta tienen menos contenido de mimosina. En Queensland, Australia (1977), se realizó el cruzamiento de Leucaena leucocephala con Leucaena pulverulenta de donde se obtuvo un híbrido con bajo contenido de mimosina, pues las hojas contenían cerca de la mitad del contenido de la L. leucocephala original (14).

#### 2.4 Mecanismo tóxico de la mimosina

En 1944 se dieron los primeros reportes de la toxicidad por mimosina, ratas en estudio sufrían de alopecia, -

cataratas, parálisis, reducción del crecimiento y mortalidad, cuando eran alimentadas con dietas conteniendo mimosina aislada de la L. leucocephala.

El hecho de que la mimosina tiene una estructura semejante a la L-tirosina condujo a hacer la hipótesis que la mimosina probablemente actuaba como antagonico a la L-tirosina, la cual inhibía la biosíntesis de proteína en el cuerpo vivo y causaba síntomas tóxicos incluyendo retardo del crecimiento (14).

En rumiantes el aminoácido mimosina es transformado a 3-4-Dihydroxypyridona (DHP) por las bacterias del rumen (Figura 1).

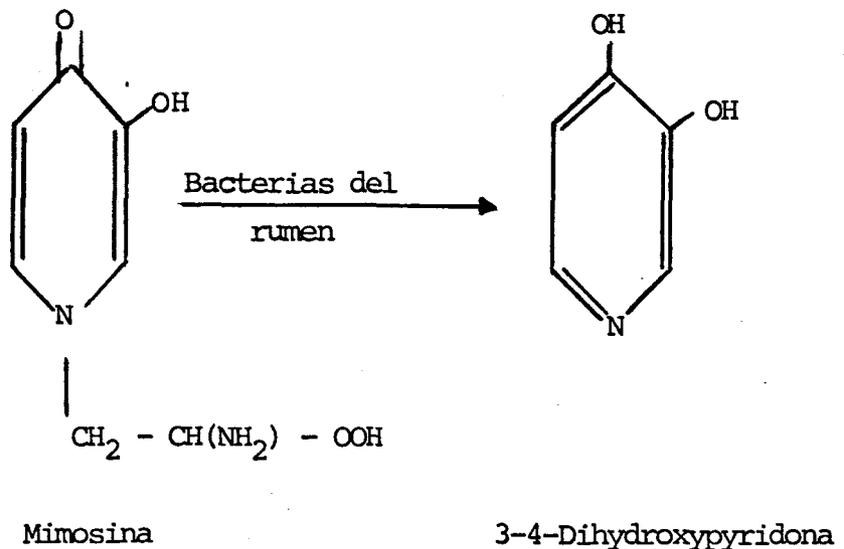


Figura 1. Transformación de la mimosina a DHP en rumiantes.



La afección de la tiroides se debe al DHP, el -- principal metabolito de la mimosina, este interfiere en la incorporación de yodo en la molécula tiroxina, hormona de la tiroides, resultando tiroides elongadas y de gran tamaño (bocio) y baja producción de tiroxina, ésta se relaciona con síntomas como reducción del consumo voluntario ocasionando un pobre crecimiento, pérdida de pelo en la cola y anca, excesiva salivación, incoordinación al caminar y nacimientos de becerros con tiroides grandes (4).

Monogástricos como caballos, cerdos y conejos no son capaces de convertir la mimosina en DHP sin embargo se han observado síntomas de intoxicación en estos animales alimentados con leucaena. Parece que la mimosina es responsable de efectos alopésicos (pérdida de pelo) y reducción en la tasa de concepción. El efecto bociogénico se limita a ruminantes y no reacciona a la administración de yodo. El efecto tóxico producido por la leucaena es reversible si se elimina de la dieta y es importante señalar que no hay antecedentes de muertes por intoxicación con leucaena (12).

2.5 Posibles soluciones al problema de toxicidad, debido a la mimosina.

- Adición de sales de hierro:

La adición de sulfato ferroso en niveles de 1 a 2% a raciones que contienen harina de hojas de leucaena redujo los efectos tóxicos de la mimosina. Hubo una mejora significativa en el crecimiento y eficiencia de conversión alimenticia de pollos cuando la dieta basal de harina de hojas de leucaena fué suplementada con sulfato ferroso.

La adición de sulfato ferroso seco a raciones conteniendo harina de hojas de leucaena (20%) contrarrestó la disminución del crecimiento en los pollos que recibieron estas raciones.

La adición de sulfato ferroso líquido a la harina de hojas de leucaena previo a la mezcla es efectiva para reducir los síntomas tóxicos de la mimosina. Una mejora fué obtenida cuando la harina de hojas de leucaena eran tratadas al menos por una semana antes de ser mezclada con los otros ingredientes de la ración (14).

- Tratamiento con calor:

El tratamiento térmico de la harina de leucaena mejora su valor nutricional por la destrucción de la mimosina. Este efecto es más rápido cuando la temperatura sobrepasa los 70°C en presencia de humedad, pero no ocurre cuando hojas secas son tratadas con calor.



- Lavado con agua:

Lavando con agua se reduce significativamente el contenido de la mimosina de la harina de hojas de leucaena. Pollos que recibieron harina de leucaena lavada mostraron mejores rangos de crecimiento.

Muestras de hojas de leucaena crecidas en Zaire, eran remojadas en agua durante 36 horas, se encontró que contenían 5.96% de mimosina de la proteína total, a diferencia del valor de 7.19% cuando no fueron remojadas (14).

- Rotación del ganado entre pasturas de leucaena y otras pasturas pueden ser un método muy efectivo de protección a los animales de los efectos de la mimosina (14).

- El desarrollo de leucaenas híbridas con bajo contenido de mimosina, pero siempre con alto contenido de proteína, puede ser otra posible solución al problema tóxico de la mimosina (4).

- El uso de la leucaena asociada con otros alimentos, reduce el efecto tóxico de la mimosina, ya que se reduce el consumo voluntario de la leucaena (4).

## 2.6 Uso de la leucaena en la alimentación caprina.

Alimentar cabras con el 100% de hojas de ----- leucaena no es recomendado, ya que provoca que una gran proporción de embriones se reabsorban. Su uso no debe exceder de un 75% de MS del consumo total. El uso de hojas de leucaena en niveles de 56 a 75% de MS en la dieta de cabras con 160 gr de una mezcla concentrada favorece los procesos normales de reproducción (1).

Un estudio con cabras en crecimiento alimentadas durante 77 días con forraje de leucaena y pasto a razones de 1:4, 1:1 y 4:1 mostraron una correlación positiva entre el aumento de la leucaena y la ganancia de peso vivo. Esto sugirió que un nivel de 50% de leucaena en la dieta es apropiado para cabras (6).

El uso del 50% de MS de hojas de leucaena es significativamente superior a otros niveles en términos de ganancia de peso vivo, eficiencia de la conversión alimenticia y rendimiento en canal (1)

En Malasia se examinó el crecimiento de 40 cabras alimentadas con diferentes proporciones de leucaena (0%, 25%, 50%, y 75%) y pasto. Se observó un mejoramiento en el crecimiento y eficiencia alimenticia al aumentar la proporción de leucaena; pero con un nivel de 75%, hubo cierta tendencia a perder el pelo de la cabra, indicando posibles efectos colaterales.

En la India, se administró leucaena ad-líbitum durante 33 días, mostrándose asimismo que en la última semana las cabras comenzaron a perder el pelo.

Estudios sobre el tema señalan la posibilidad de concluir que el 50% de MS de la dieta de cabras puede ser sustituída con leucaena (2).

## 2.7 Uso de la leucaena en la alimentación de diferentes especies animales.

Diferentes especies animales han sido alimentadas con leucaena, pero son menos capaces de tolerar la mimosina.

En Nueva Guinea y Filipinas se ha usado satisfactoriamente la harina de hojas de leucaena hasta un 10% de las raciones para cerdos en crecimiento (3).

La harina de leucaena es rica en xantofila, estimada en el rango de 741-766 mg/Kg de MS. Este pigmento da un color brillante a la yema de los huevos y a la piel de los pollos de engorde. La incorporación de niveles de 4-6% de hojas de leucaena son usadas satisfactoriamente en dietas para aves de corral (4).

En bovinos, cuando la dieta contiene menos del 30% de leucaena en base a materia seca, estos crecen bien por períodos prolongados, pero cuando forma más del 50% y la consumen por más de 6 meses en forma continúa se producen

trastornos metabólicos, se les cae el pelo de la cola y el anca, hay exceso de salivación y pobre crecimiento.

Cuando se dá a las vacas preñadas más del 30% de leucaena en la ración en base MS pueden nacer terneros liviaunos con tiroides agrandadas; sin embargo, estos efectos pueden revertirse cuando se elimine la leucaena.

La leucaena puede transmitir su olor y sabor a la leuche y ésto puede persistir en productos como queso y requesón, pero desaparece con la pasteurización (7).

## 2.8 Generalidades del ganado caprino

### 2.8.1 Origen

La cabra es originaria del medio oriente; éstas pertenecen a la familia de los bóvinos, sub-orden de los rumiantes, orden artiodáctilos, genero Capra; en la actualidad existen siete especies correspondientes a este genero; C. falconeri, C. ibex, C. pyrenaica, C. aegragus, C. caucásica y C. hircus o doméstica (2).

### 2.8.2 Razas

Se han identificado diferentes razas de acuerdo al objetivo de producción; razas lecheras (alpina, anglo-nubian, la Mancha, toggenburg, saanen y oberhasli); razas de carne (Boer, Ma Tou, Kambing Kajang, sapel y pigmea);

doble propósito (barbasi, damasco, jamnapari, nubian); producción de pelo (angora, cachemira); producción de cuero (mubende, sokoto roja) (9).

### 2.8.3 Niveles de consumo de alimento

Las cabras al igual que otros rumiantes requieren de 5 clases de nutrientes principales: energía, proteína, vitaminas, minerales y agua.

Dependiendo de la edad y el estado fisiológico, el animal necesita nutrientes para mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción.

El consumo de materia seca es de mucha importancia, ya que refleja la ingestión o capacidad de ingestión del animal. Existen datos muy contradictorios respecto al consumo de materia seca del ganado caprino.

Son muchos los autores que señalan que el ganado caprino puede consumir de MS hasta el 6% con respecto -- a su peso corporal. Estudios realizados en Francia elevan esta cantidad hasta 8%. Otras experiencias estiman que el consumo máximo de cabras adultas no lactantes es entre 2.5 a 3% y el de cabras lactando de 5 a 8% de su peso vivo (2).

En Texas, en cabras angora en pastoreo, el consumo estimado fué de 3.8 a 5.2% para cabras no lactantes, de 4.6 a 7% para lactantes y 9% para cabritos en crecimiento.

VELEZ (1986), afirma que el nivel máximo de ingestión de materia seca en caprinos es alrededor de 7% de peso vivo.

En estudios con machos adultos castrados y con alimentación de Hyparrhenia spp. se determinó un consumo de 1.8% de su peso corporal (2).

OROZCO LUNA (1978), sugiere como guía un 2.5 a 3% de consumo de materia seca para animales productores de carne y hasta 8% para altas productoras de leche.

#### 2.8.4 Eficiencia digestiva del ganado caprino.

La cabra al igual que el resto de ruminantes, durante los primeros días después del nacimiento se comportan como monogástricos, en éste período el volumen del omaso y abomaso es superior al del retículo-rumen, pero luego se comporta inversamente conforme la edad avanza.

Los caprinos mastican los alimentos en forma más completa que otras especies, rumia durante más tiempo que la vaca y la oveja, además retiene los alimentos en el tracto digestivo durante más tiempo, sobre todo en climas tropicales.

La microflora rumial se distingue de la de los bovinos y ovinos en que predominan las bacterias celulolíticas, tales como el Butyrivibrio fibrisolvens y protozoarios que digieren las celulosas y hemicelulosas. Además su alto gra-

do de fermentación en el rumen es también responsable de la mejor digestibilidad de los nutrientes.

Otro aspecto relevante de su mayor eficiencia digestiva en la cabra es la mayor secreción de saliva que otros rumiantes; esta es el vehículo para reciclar la urea producida en el hígado a partir del amonio ( $\text{NH}_3$ ) producto del catabolismo de las proteínas y otros compuestos nitrogenados por la acción de los microorganismos del rumen. En las demás especies animales la urea es excretada en la orina, en los rumiantes una gran proporción es reciclada a la saliva.

Los alimentos fibrosos, especialmente si son secos aumentan la producción de saliva, ayudando a un mayor reciclaje de la urea al rumen.

El ganado caprino digiere tanto semillas, como matorrales, zarzas espinosas y arbustos; hecho poco frecuente en las demás especies. Posee elevada tolerancia a la ingestión de aguas salinas y es más tolerante a la ingestión de distintas sustancias tóxicas o elementos antinutricionales como el tanino (2, 9, 15).

#### 2.8.5 Requerimientos nutricionales.

El consejo Nacional de Investigación de la Academia Nacional de las Ciencias de los Estados Unidos, publi

có en 1981 los requerimientos nutricionales del ganado ca  
prino (Cuadro 1 del apéndice).

SINN (1983), señala que la composición de nutrientes  
en la dieta total de un cabro es:

Proteína total	=	14-16%
Proteína digestible	=	11%
N D T	=	63%
Fibra cruda	=	16-18%
Calcio	=	0.6-1.0%
Fósforo	=	0.4-0.5%

Dependiendo del nivel de requerimientos nutricionales  
que consuma el ganado caprino puede obtener incrementos de  
peso desde 18 a 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).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización

La investigación se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el Km 36 de la carretera Litoral, Cantón Tecualuya, San Luis Talpa, - Departamento de La Paz.

#### 3.2 Condiciones climáticas

Temperatura media: 26.8 °C; altura sobre el nivel del mar: 60 m; precipitación promedio anual y mensual: 1737 - mm y 144.75 mm respectivamente; y humedad relativa: 76%.

#### 3.3 Instalaciones

Se utilizaron 4 corrales con un área de 16 m<sup>2</sup> cada -- uno, los cuales constaban de 5.4 m<sup>2</sup> de ~~area~~ techada y encementada y 10.6 m<sup>2</sup> de área soleada y piso de tierra. --- Los corrales fueron divididos por cercas de alambre de -- puas con altura de 1.6 m. Se utilizaron bebederos de barril con capacidad de 100 lts cada uno y distribuidos uno para cada dos corrales.

Se usaron comederos de madera de los cuales se desti  
nó 0.20 m lineales por animal para el alimento concentrado  
do y 0.15 m lineales por animal para el heno.

### 3.4 Unidades experimentales

Para la investigación se utilizaron 16 cabros crio--  
llos con una edad entre 2.5 a 4 meses y con un peso pro-  
medio por tratamiento de 11.22 kg  $\pm$  0.41.

### 3.5 Período pre-experimental

Previo al período pre-experimental se realizó la cas  
tración de las unidades experimentales y se proporcionó  
un período de 15 días, necesarios para su recuperación.

Una vez recuperados los cabros fueron pesados previo  
ayuno e identificados con un collar, se agruparon según -  
lugar de procedencia en cuatro grupos de 4 animales cada  
uno. Se les proporcionó un concentrado con un 14.76% de  
PT y 69.77% de NDT el cual contenía 10% de MS aportado --  
por la leucaena, heno previamente pesado y agua a libre -  
consumo, ofrecidos en las primeras horas de la mañana.

En este período se vacunó contra el Antrax, septicem-  
ia hemorrágica y carbón sintomático; y además se realizó  
la desparasitación interna y se aplicó vitaminas AD<sub>3</sub>E.

Diez días antes de finalizar dicho período se realizó el cambio gradual a las dietas experimentales; dicha sustitución se realizó de la siguiente manera :

---

<u>Días</u>	<u>% dieta pre-experimental</u>	<u>% dieta experimental.</u>
1, 2 y 3	75	25
4, 5 y 6	50	50
7, 8 y 9	25	75
10	0	100

---

La fase pre-experimental se realizó en los meses de diciembre de 1988 y enero de 1989, con una duración de 31 días. La toma de pesos se realizó en ayunas, cada 8 días.

### 3.6 Período experimental.

En este período los animales fueron distribuidos en cuatro grupos, con un peso promedio de 11.22 kg, similar entre grupos (Cuadro 2 del Apéndice). La alimentación -

consistió en alimento concentrado con 15.53% de PT  $\pm$  0.51 y 67.19% de NDT  $\pm$  1.17 (Cuadro 3 del apéndice), heno previamente pesado y agua. Antes de ofrecer el alimento se pesó el rechazo de alimento ofrecido el día anterior.

Dicho período se realizó durante los meses de enero a abril de 1989, con una duración de 70 días. La toma de pesos se realizó en ayunas, cada 14 días.

### 3.6.1 Elaboración de alimentos concentrados.

Para la elaboración de concentrados se utilizaron las materias primas siguientes: maíz, harina de soya, melaza, heno molido, sales vitamínicas y harina de hojas de leucaena (Cuadro 5), la cual se obtuvo de árboles con edad de 3 meses.

Cuadro 5. Composición en base seca y base húmeda de las dietas experimentales (%).

INGREDIENTE	T <sub>0</sub>		T <sub>1</sub>		T <sub>2</sub>		T <sub>3</sub>	
	B.S. 1/	B.H. 2/	B.S.	B.H.	B.S.	B.H.	B.S.	B.H.
Leucaena	-	-	20	19.93	40	39.70	60	59.72
Maíz	34	33.51	19.5	19.09	10.5	10.24	4.5	4.40
Soya	22	21.72	14	13.74	7	6.84	1	0.98
Heno	32.5	31.78	31	29.68	27	25.74	23	21.99
Melaza	9	10.48	13	15.06	13	14.99	9	10.40
Sales	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
T O T A L	100	100	100	100	100	100	100	100

1/ Porcentaje de M.S. en la dieta.

2/ Porcentaje de materias primas en la dieta.

Para la preparación de la harina de leucaena, las hojas fueron cortadas y deshidratadas al sol durante 3 días. Posteriormente fueron molidas e incorporadas en el alimento concentrado. Los concentrados se formularon en base a la composición química de sus ingredientes (Cuadro 4 del apéndice), de modo que todos fuesen isoprotéicos e isocalóricos.

### 3.6.2 Factores en estudio

Se determinó el incremento de peso de los cabros, costo de la alimentación, así como el consumo de MS y rechazo de alimento. Además se observó el estado general de los animales para determinar si existían efectos colaterales debido a la leucaena incluida en la dieta.

### 3.6.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados en el ensayo se basaron en diferentes niveles de MS aportados por la harina de hojas de leucaena, ésta se incluyó en el concentrado en las siguientes proporciones :

<u>Tratamiento</u>	<u>Leucaena (% MS en la ración)</u>
T <sub>0</sub>	0
T <sub>1</sub>	20
T <sub>2</sub>	40
T <sub>3</sub>	60

### 3.7 Diseño estadístico

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo de comparación de grupos. Se utilizaron 4 tratamientos con 4 repeticiones. El modelo matemático fue el siguiente :

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

Donde :  $Y_{ij}$  = Factores en estudio

$M$  = Media experimental

$T_i$  = Efecto de los tratamientos

$E_{ij}$  = Error experimental

$i$  = Número de tratamientos

$j$  = Número de repeticiones

### 3.8 Análisis de la información

A los resultados obtenidos acerca de peso e incrementos de peso se les aplicó el análisis de covarianza (Cuadros 5, 7, 9, 11 y 13 del apéndice), y prueba de Duncan -- (Cuadros 6, 8, 10, 12 y 14 del apéndice), para los diferentes períodos.

Además se realizó el análisis económico de las dietas experimentales con el objetivo de determinar la más adecuada.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Pesos e incrementos de peso.

El análisis de los incrementos de peso se realizó a través del método estadístico de covarianza para cada período de 14 días, con el objetivo de determinar si los tratamientos influyeron sobre los incrementos de peso.

En el análisis de covarianza (cuadro 5 del apéndice) correspondiente a los primeros 14 días, se observa que los incrementos de peso fueron significativamente diferentes, indicando que los tratamientos actuaron en forma diferente sobre los incrementos de peso. Posteriormente se aplicó la prueba de significancia de Duncan para las medias ajustadas de los incrementos de peso para cada tratamiento (cuadro 6 del apéndice) con lo cual se determinó que los incrementos del tratamiento control ( $T_0$ ) resultaron superiores a los incrementos de peso de los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$ , pero estadísticamente igual a los de  $T_1$ ; los incrementos de peso del tratamiento  $T_1$  fueron superiores a los de  $T_2$ , pero estadísticamente iguales a los de  $T_3$ ; y los tratamientos  $T_2$  y  $T_3$  resultaron ser iguales estadísticamente durante este período.

Al analizar el gráfico de incrementos de peso (figura 2) se observan diferencias entre los tratamientos, esto se

debió a la influencia de la dieta pre-experimental. Los incrementos de peso de  $T_1$  y  $T_0$  fueron mayores que los del  $T_2$  y  $T_3$ , ya que estos tratamientos contenían niveles más altos de M.S. aportada por la leucaena. La flora ruminal de los cabros estaba adaptada a un 10% de M.S. de leucaena en el período pre-experimental y se sustituyó por niveles de 40 y 60%, lo que significa 30% y 50% más que la dieta anterior; no así los tratamientos  $T_1$  y  $T_0$  cuyos niveles de M.S. variaron en un  $\pm 10\%$  con respecto a la dieta anterior.

En el 2do. período (figura 2) se observa que los incrementos de peso disminuyen, pero en los siguientes períodos los incrementos de peso aumentaron; esta respuesta obedece a las dietas experimentales, con pequeñas variaciones pero tendientes a aumentar con respecto al período 2. Sin embargo estas diferencias desde el 2do. período resultaron estadísticamente no significativas; lo que indica que estos actuaron de igual forma sobre los incrementos de peso.

Respecto a los incrementos de peso promedio/tratamiento (cuadro 15 del apéndice) los animales que presentaron una mayor ganancia de peso fueron los del  $T_0$  (130.54 gr/día); y en orden descendente el tratamiento  $T_2$  (105.78 gr/día);  $T_1$  (105.62 gr/día) y  $T_3$  (96.86 gr/día). Este último obtuvo la menor ganancia de peso promedio/día, debido a que contenía el nivel más alto de harina de leucaena en el cual se encuentra el aminoácido mimosina que se transforma a DHP;

afectando la eficiencia digestiva del animal, pero en menor grado. En los otros tratamientos donde los contenidos de Leucaena son menores por lo que existe menos contenido de sustancias antinutricionales que afectan la eficiencia digestiva de los animales, ante los otros alimentos.

Puede observarse que todos los incrementos de peso es tan comprendidos en el rango de 18 a 200 gr/dia publicados por ARBIZA.

El aspecto genético de los animales criollos es una limitante para los incrementos de peso deseables en la producción de carne, si se compara con la raza especializada Boer de Sud-africa cuyos incrementos de peso son de 300 gr/dia.

#### 4.2 Consumo de materia seca.

Al graficar los valores de consumo de materia seca (figura 3) se observa que en el primer período fueron menores que los del segundo, esto es debido al incremento de la microflora ruminal de bacterias especializadas para la --- digestión del nuevo alimento, y la palatabilidad de los tratamientos con alto contenido de leucaena comparado con el período pre-experimental.

En los siguientes períodos el consumo de M.S. fué si-milar ya que la flora microbiana estaba adaptada a los diferentes niveles de leucaena de los tratamientos, por lo que el consumo de M.S. aumentó.

Los porcentajes de consumo de M.S. con respecto al peso vivo oscilan de 3.21% a 5.37% (cuadro 16 del apéndice) donde se observa que dichos % fueron similares dentro de tratamientos y entre períodos.

En los valores obtenidos se logra determinar que a mayor peso vivo, el % de consumo de M.S. es menor, lo cual es el comportamiento normal del consumo con respecto al peso vivo.

Los consumos de M.S. resultaron superiores a los de 1.8% para cabros adultos castrados alimentados con hypparrenia sp y 2.5 a 3% para animales productores de carne publicados por ARBIZA (1986). Estos mayores % de consumo de M.S. con respecto al peso vivo son debidos a que se proporcionó alimentos de mayor calidad y los animales se encontraban en completa estabulación y con alimentación adlibitum; mientras que los reportados por ARBIZA, se encontraban manejados a pastoreo, desplazandose en la búsqueda del alimento, además la calidad de éste era inferior.

Los consumos de M.S. de leucaena se muestran en el cuadro 16 del apéndice, considerándose un promedio/tratamiento con respecto al peso vivo de 0.86%, 1.72% y 2.76% para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, y T<sub>3</sub> respectivamente.

#### 4.3 Conversión alimenticia.

Los valores de conversión alimenticia encontrados, muestran una tendencia a disminuir, lo que significa que la conversión alimenticia mejoró, pero son valores que para cada tratamiento y dentro del período no presentaron una variación notoria. Al comparar los promedios para cada tratamiento se tiene que los resultados de conversión para el  $T_1$  y  $T_2$  (4.36:1 y 4.32:1), fueron similares al  $T_3$  (4.66:1). En el tratamiento  $T_0$  se obtuvo la mejor conversión alimenticia (4.04:1) (Cuadro 18 del apéndice) y figura 4), pero de mayor costo, ya que un kg de peso vivo cuesta ¢ 0.69, pero el  $T_3$  reduce los costos a ¢ 0.31/kg. La conversión alimenticia de los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$ , son similares, con la diferencia que el  $T_2$  resultó más económico (¢ 0.47/Kg) que el tratamiento,  $T_1$  (¢ 0.57/kg) (cuadro 19 del apéndice).

Los resultados antes mencionados indican que económicamente la mejor conversión alimenticia se obtuvo con el tratamiento  $T_3$  que aportó 60% de M.S. de leucaena.

Las pequeñas variaciones de conversión alimenticia comprueban la capacidad del ganado caprino de aprovechar eficientemente los nutrientes contenidos en la harina de leucaena, así como la tolerancia a sustancias tóxicas como la mimosina. En comparación con otros rumiantes (ovinos y

bovinos) la eficiencia digestiva del ganado caprino es mejor, pues mastica y rumia en forma más completa, con mayor producción de saliva que ayuda al reciclaje de la urea, los alimentos permanecen por más tiempo en el tracto intestinal; y con mayor cantidad de microflora ruminal especializada en la degradación de alimentos fibrosos.

#### 4.4 Rendimiento en canal

Una vez finalizado el ensayo se procedió a sacrificar una unidad experimental/tratamiento para determinar el rendimiento en canal. En el cuadro 6, se presenta el rendimiento en canal de los cabros.

CUADRO 6. Peso vivo, peso de canal caliente y rendimiento en canal en los diferentes tratamientos.

<u>Tratamiento</u>	<u>peso vivo (Kg)</u>	<u>Peso de canal caliente (Kg)</u>	<u>rendimiento en canal ( % )</u>
T <sub>0</sub>	18.41	8.37	45.48
T <sub>1</sub>	19.54	8.69	44.49
T <sub>2</sub>	19.54	8.29	42.45
T <sub>3</sub>	17.95	7.50	41.78

Los pesos vivos de los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> fueron iguales, pero los pesos en canal caliente son diferentes

al igual que los rendimientos en canal, lo que puede deberse a la diferente calidad del alimento, ya que el  $T_1$  posee un 20% de M.S. de leucaena y el  $T_2$  40%.

Al balancear las raciones se consideró el nitrógeno que aporta la mimosina, el cual no constituye parte de las proteínas, por lo que se infiere que para la transformación de proteína vegetal a músculo fue menor que el tratamiento control.

Puede observarse que los rendimientos en canal oscilan entre 41.72% y 45.48%. Los tratamientos  $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$  están comprendidos en el rango de 42% a 52% publicados por VELEZ no así el tratamiento  $T_3$  con un valor de 41.78%, ligeramente inferior al valor mínimo de rendimiento antes mencionado.

ARBIZA (1986) reporta rendimientos en canal obtenidos en diferentes países que van desde 35% hasta 52.4%, comparados con los valores obtenidos en el ensayo, estos se encuentran dentro del rango antes mencionado.

#### 4.5 Análisis económico.

##### 4.5.1 Costo por Kg de peso incrementado.

El costo por Kg de peso vivo para cada tratamiento se presenta en el cuadro 19 del apéndice. Puede observarse que el tratamiento  $T_3$  resultó ser el mejor eco

nómicamente, pues tuvo un costo de ¢ 0.31/kg de P.V. lo que representa el 55.07% menos que el tratamiento control.

Los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$ , también muestran diferencias económicas con respecto al  $T_0$ , pues disminuyeron en un 18% y 31.88% respectivamente, comparado con el tratamiento control ( $T_0$ ), lo que demuestra la importancia de la inclusión de harina de leucaena como sustituto parcial de la harina de soya en el alimento concentrado, lo cual reduce considerablemente los costos de alimentación, pues no hubo diferencias significativas en los diferentes tratamientos en cuanto a los incrementos de peso.

#### 4.5.2 Costo por Kg de carne en canal

Los rendimientos en canal obtenidos para cada tratamiento no muestran mayores diferencias entre si (cuadro 5), pero sí existe diferencias económicas para producir un kg de carne (cuadro 20 del apéndice), lo cual ha sido influenciado por el costo de las dietas ofrecidas.

En el cuadro 21 del apéndice se presenta el costo/kg. de los concentrados para el período experimental, dichos valores son de ¢ 0.97, ¢ 0.77, ¢ 0.66; y ¢ 0.49, para los tratamientos  $T_3$ ,  $T_2$ ,  $T_1$  y  $T_0$  respectivamente.

El costo de producción de un kg de carne en canal para el  $T_0$  fué de ¢ 10.80, observándose una reducción 15%,

22.69% y 19.63% para los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> respectivamente comparado con el tratamiento control.

#### 4.6 Toxicidad

Durante la investigación no se observaron síntomas de intoxicación por la presencia de mimosina de la leucaena incluida en el alimento concentrado.

Investigaciones realizadas reportan que el uso del 50% de M.S. de leucaena es considerado como nivel óptimo, no así el 75% de M.S. de leucaena que provoca síntomas de intoxicación. Esto indujo a evaluar un nivel intermedio (60%) como máximo; con el objeto de determinar si con dicho nivel se presentaban síntomas de intoxicación.

Los animales sometidos al tratamiento T<sub>3</sub> con un nivel de 60% de M.S. de leucaena no presentaron síntomas de intoxicación durante los 70 días de duración del ensayo, estos podrían presentarse si el tiempo de ingestión de M.S. de leucaena fué mayor al período investigado.

Estos resultados comprueban la tolerancia del ganado caprino a sustancias tóxicas como lo reporta ARBIZA, FAO y VELEZ.

## CONCLUSIONES

De la información obtenida durante la investigación se concluye que :

- Los incrementos de peso obtenidos con los diferentes tratamientos resultaron estadísticamente iguales por lo que en la alimentación de cabros en crecimiento - puede proporcionarse cualquiera de los niveles de materia seca de harina de leucaena evaluados.
- Las dietas experimentales presentaron diferencias económicas, y los menores costos se obtuvieron con el -- tratamiento T<sub>3</sub> que contenía un 60% de materia seca de harina de leucaena.
- De los rendimientos en canal la mejor respuesta que - se obtuvo fue la del tratamiento control (T<sub>0</sub>).
- Con los niveles de materia seca de harina de leucaena incluidos en los concentrados, no se presentaron casos de intoxicación por lo que se puede incluir un 60% de materia seca de harina de leucaena en el concentrado - por un período de 70 días sin que se presenten proble- mas de toxicidad.

5. B I B L I O G R A F I A

- 1.- ABILAY, T.A. 1980. Leucaena forum, research round-up warning: too much leucaena bad for mammals. Philippine Council for agriculture and resources research (PCARR). vol. 1 N°2 p. 10-13.
- 2.- ARBIZA AGUIRRE, S.I. 1986. Producción de Caprinos. México, AGT. p. 357.
- 3.- BLOOD, D.C.; RADOSTITS, O.M.; HENDERSON, J.A. ARUNDEL, J.H.; GAY, C.C. Medicina Veterinaria. Trad. Fernando Colchero Arrubarrena. 6 ed. México, D.F. Interamericana. p. 1307.
- 4.- BREWBAKER, J.L.; HUTTON, E.M. 1979. Leucaena: Versatile Tropical Tree legume. In New Agricultural Crops. Ed. by Gary A. Ritchie. Colorado, American Association for the advancement of Science. AAS, Selected Symposium 38 p. 235-238. Fotocopia.
- 5.- CATIE. 1986. Silvicultura de especies promisorias para Producción de leña en América Central. Turrialba, (C.R.). CATIE. p. 183-184.

- 6.- CHOI CHEE, W.; DEVENDRA, C. 1982. Research on Leucaena forraje production in Malaysia. Leucaena Research in the Asian - Pacific region, (Can.) 1982: 55.
- 7.- DE LA ROCA, RH. 1987. El Rol de la Leucaena leucocephala en la alimentación de bovinos con caña de azúcar. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Gua. Vol. 9, N° (1): 9 9-12.
- 8.- DOWNING, E. 1981. Usted puede criar cabrar. Trad. Inés C. de Chiappe y Clementina S. de Rodríguez Gras. Buenos Aires, Argentina. El ateneo. 113 p.
- 9.- FAO. 1987. Tecnología de la Producción Caprina. Santiago Chile. 242 p.
- 10.- GHATNEKAR, S.D.; AUTI, D.G.; KAMAT, V.S. 1982. Feeding Leucaena to Mozambique Tilapia and Indian Major Carps. Leucaena Research in the Asian - Pacific Region. (Can.). 1982: 61.
- 11.- NATIONAL ACADEMY OF CIENCES. 1977. Promising Forage and tree crop for the tropic. Trad. por Jorge Alberto Cruz. Dirección General de Ganadería MAG, San Salvador, El Salvdor. 6:17.

- 12.- REWINKEL, B.; REWINKEL, M.; 1980. La Leucaena Prometedor forraje para El Salvador. San Salvador (Salv.) FAO. p. 16.
  
- ✓ 13.- SINN, R. 1983. Crianza de cabras para leche y carne Trad. Gladys Roma. Arkansas (E.E.U.U.) Heifer Project International. 74 p.
  
- 14.- UTER, M.; S. STRUCK; E. SCHULKE; y HARITH, E.A. 1979. Tropical Animal producción. A review on the Nutritive value and toxic aspect of Leucaena leucacephala. Germany. p. 113-126.
  
- ✓ 15.- VELEZ, N.M. 1986. La crianza de cabras y ovejas en el Trópico. Tegucigalpa (Hond.). El Zamorano. p. 75-76.

6.- A P E N D I C E

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del ganado capri  
no.

<u>Peso vi</u> <u>vo Kg.</u>	<u>NDT</u> <u>gr.</u>	<u>E.N.</u> <u>MCal</u>	<u>P.C.</u> <u>gr.</u>	<u>Ca</u> <u>gr.</u>	<u>P</u> <u>gr.</u>	<u>Vit. A</u> <u>1000 IU</u>
Mantenimiento (estabulación permanente, preñez temprana)						
10	159	0.32	22	1	0.7	0.4
20	267	0.54	38	1	0.7	0.7
30	362	0.73	51	2	1.4	0.9
40	448	0.91	63	2	1.4	1.2
50	530	1.08	75	3	2.1	1.4
60	608	1.23	86	3	2.1	1.6
70	682	1.38	96	4	2.8	1.8
80	754	1.53	106	4	2.8	2.0
90	824	1.67	-	-	-	-

Requerimientos adicionales para crecimiento.

<u>Ganancia/</u> <u>día</u>	<u>NDT</u> <u>gr.</u>	<u>E.N.</u> <u>MCal</u>	<u>P.C.</u> <u>gr.</u>	<u>Ca</u> <u>gr.</u>	<u>P</u> <u>gr.</u>	<u>Vit. A</u> <u>1000 UI</u>
50	100	0.20	14	1	0.7	0.3
100	200	0.40	28	1	0.7	0.5
150	300	0.60	42	2	1.4	0.8

FUENTE : NAS (1981).

Cuadro 2. Pesos promedio por tratamiento por período de 14 días (kg).

Tratamiento	Días 0 <sup>1/</sup>	14	28	42	56	70
T <sub>0</sub>	11.67	13.89	14.83	16.5	18.47	20.68
T <sub>1</sub>	11.13	12.44	12.61	14.57	15.65	17.44
T <sub>2</sub>	11.22	12.78	13.78	15.00	17.01	18.58
T <sub>3</sub>	10.85	12.04	12.78	14.66	16.42	18.63
$\bar{x}$	11.22	12.79	13.50	15.18	16.89	18.83

1/ Pesos iniciales.

Cuadro 3. Análisis bromatológico de las dietas experimentales (%)

TRATAMIENTOS	PT (%)	NDT (%)	MS (%)
T <sub>0</sub>	15.92	66.67	88.65
T <sub>1</sub>	14.98	67.36	88.49
T <sub>2</sub>	15.22	66.20	89.58
T <sub>3</sub>	16.00	68.54	89.03
$\bar{x}$	15.53	67.19	88.94

Cuadro 4. Análisis bromatológico de las materias primas utilizadas en la elaboración de las dietas experimentales (%)

MATERIAS PRIMAS	MS	PT	NDT	FC
Leucaena	84.31	21.46	75.20	11.57
Maíz	85.80	8.30	74.50	2.40
Soya	85.62	46.50	75.00	3.53
Heno	87.78	7.20	55.87	28.79
Melaza	72.60	3.00	70.00	0.30

<u>Sales</u>	<u>Ingredientes</u>	<u>Composición</u>
		Calcio (mínimo) 24 %
		Fósforo (mínimo) 18 %
	Fosfato dicálcico	89% Magnesio 1.25 %
		Manganeso 0.18 %
Vitaminex	Concentrado mineral	10% Hierro 0.40 %
		Yodo 0.024%
	Premezcla vitamínica	1% Cobre 0.058%
		Cobalto 0.007 %
		Zinc 0.020 %
		Vitamina A 500.000 UI/Kg
		Vitamina D <sub>3</sub> 100.000 UI/kg
		Vitamina E 100 UI/kg
Dicalfós	Fosfato dicálcico	94%
	Minerales	4%
	Sal	2%

Cuadro 5. Análisis de covarianza para pesos e incrementos de peso en el primer período.

FILAS	GL	SCx	SCy	SPxy	VALORES AJUSTADOS			
					GL	SCy	CM	Fc
1 Total	15	141.09	6.66	10.29				
2 Tratamiento	3	1.39	3.99	1.31	3	3.82	1.27	6.68**
3 Error	12	139.7	2.67	8.98	11	2.09	0.19	
4 Tratamiento + Error	15	141.09	6.66	10.29	14	5.91	0.42	

\*\* Altamente significativo

F. Tabla : Para 0.05 = 3.59

Para 0.01 = 6.22

Cuadro 6. Prueba de Duncan para las medias de incrementos de peso en el primer período.

Tratamiento		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>
	Medias Ajustadas.	2.24	1.65	1.43	0.82
T <sub>2</sub>	0.82	1.42**	0.83**	0.61 <sup>n.s.</sup>	-
T <sub>3</sub>	1.43	0.81**	0.22 <sup>n.s.</sup>	-	
T <sub>1</sub>	1.65	0.59 <sup>n.s.</sup>	-		
T <sub>0</sub>	2.24				

\*\* Altamente significativo.

n.s. No significativo

Cuadro 7. Análisis de covarianza para pesos e incrementos de peso en el segundo período.

FIJAS	VALORES AJUSTADOS							
	GL	SCX	SCY	SPXY	GL	SCY	CM	Fc
1 Total	15	150.95	6.98	6.74				
2 Tratamiento	3	8.71	2.93	3.71	3	2.70	0.9	2.5 <sup>n.s.</sup>
3 Error	12	142.24	4.05	3.03	11	3.98	0.36	
4 Tratamiento + error	15	150.95	6.98	6.74	14	6.68	0.57	

n.s. NO significativo

F. Tablas : Para 0.05 = 3.59  
 Para 0.01 = 6.22

Cuadro 8. Prueba de Duncan para las medias de incrementos de peso en el segundo período.

Tratamientos		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
	Medias Ajustadas.	1.36	0.99	0.72	0.16
T <sub>3</sub>	0.16	1.20 <sup>ns</sup>	0.83 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	-
T <sub>2</sub>	0.72	0.64 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>	-	
T <sub>1</sub>	0.99	0.37 <sup>ns</sup>	-		
T <sub>0</sub>	1.36	-			

ns : No significativo.

Cuadro 9. Análisis de covarianza para pesos e incrementos de peso en el tercer período.

FILAS	Valores Ajustados									
	GL	SCx	SCY	SPXY	GL	SCY	CM	FC		
1 Total	15	181.11	5.62	9.38						
2 Tratamientos	3	12.55	1.31	-2.16	3	1.61	0.54	1.69 <sup>ns</sup>		
3 Error	12	168.56	4.31	11.54	11	3.52	0.32			
4 Tratamiento + error	15	181.11	5.62	9.38	14	5.13				

ns : No significativo.

F. Tabla : - Para 0.05 = 3.59

- Para 0.01 = 6.22

Cuadro 10. Prueba de Duncan para las medias de incrementos de peso en el tercer período.

Tratamiento		T <sub>3</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>
	Medias Ajustadas.	1.96	1.87	1.67	1.22
T <sub>1</sub>	1.22	0.74 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.45 <sup>ns</sup>	-
T <sub>0</sub>	1.67	0.29 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	-	
T <sub>2</sub>	1.87	0.09 <sup>ns</sup>	-		
T <sub>3</sub>	1.96	-			

ns : No significativo.

Cuadro 11. Análisis de covarianza para pesos e incrementos de peso en el cuarto período.

FILIAS	GL	SCX	SCY	SPXY	Valores ajustados			
					GL	SCY	CM	Fc
1 Total	15	205.47	5.66	- 0.50				
2 Tratamientos	3	9.73	2.23	2.52	3	2.23	0.74	2.39 <sup>ns</sup>
3 Error	12	195.74	3.43	- 3.02	11	3.38	0.31	
4 Tratamientos + Error	15	205.47	5.66	- 0.50	14	5.61	0.40	

ns : No significativo.

F. Tabla : Para 0.05 = 3.59  
 Para 0.01 = 6.22

Cuadro 12. Prueba de Duncan para las medias de incrementos de peso en el cuarto período.

Tratamiento		T <sub>1</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
	Medias Ajustadas.	2.01	1.96	1.76	1.08
T <sub>3</sub>	2.01	0.93 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>ns</sup>	0.68 <sup>ns</sup>	-
T <sub>2</sub>	1.96	0.25 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>	-	
T <sub>0</sub>	1.76	0.05 <sup>ns</sup>	-		
T <sub>1</sub>	1.08	-			

ns : No significativo.

Cuadro 13. Análisis de covarianza para pesos e incrementos de peso en el quinto período.

FILAS	GL	SCx	SCY	SPXY	Valores ajustados			
					GL	SCY	CM	Fc
1 Total	15	210.04	3.40	6.05				
2 Tratamiento	3	16.99	1.27	1.78	3	1.19	0.40	2.22 <sup>ns</sup>
3 Error	12	193.05	2.13	4.27	11	2.03	0.18	
4 Tratamiento + Error	15	210.04	3.40	6.05	14	3.22		

ns : No significativo.

F. Tablas : A1 5% = 3.59  
 A1 1% = 6.22

Cuadro 14. Prueba de Duncan para las medias de incrementos de peso en el quinto período.

Tratamientos		T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>
	Medias Ajustadas.	2.22	2.22	1.79	1.56
T <sub>1</sub>	1.56	0.66 <sup>ns</sup>	0.66 <sup>ns</sup>	0.23 <sup>ns</sup>	
T <sub>3</sub>	1.79	0.43 <sup>ns</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	-	
T <sub>2</sub>	2.22	-			
T <sub>0</sub>	2.22				

ns : No significativo.

Cuadro 15. Incremento de peso promedio por tratamiento por período (gr).

TRATAMIENTO	P E R I O D O $\bar{L}$					PROMEDIO
	1°	2°	3°	4°	5°	
T <sub>0</sub>	160.20	74.91	119.66	139.85	158.09	130.54
T <sub>1</sub>	114.50	71.02	87.23	143.90	111.47	105.62
T <sub>2</sub>	58.69	50.59	135.87	125.66	158.09	105.78
T <sub>3</sub>	113.50	26.26	139.85	77.01	127.68	96.86

$\bar{L}$  14 días.

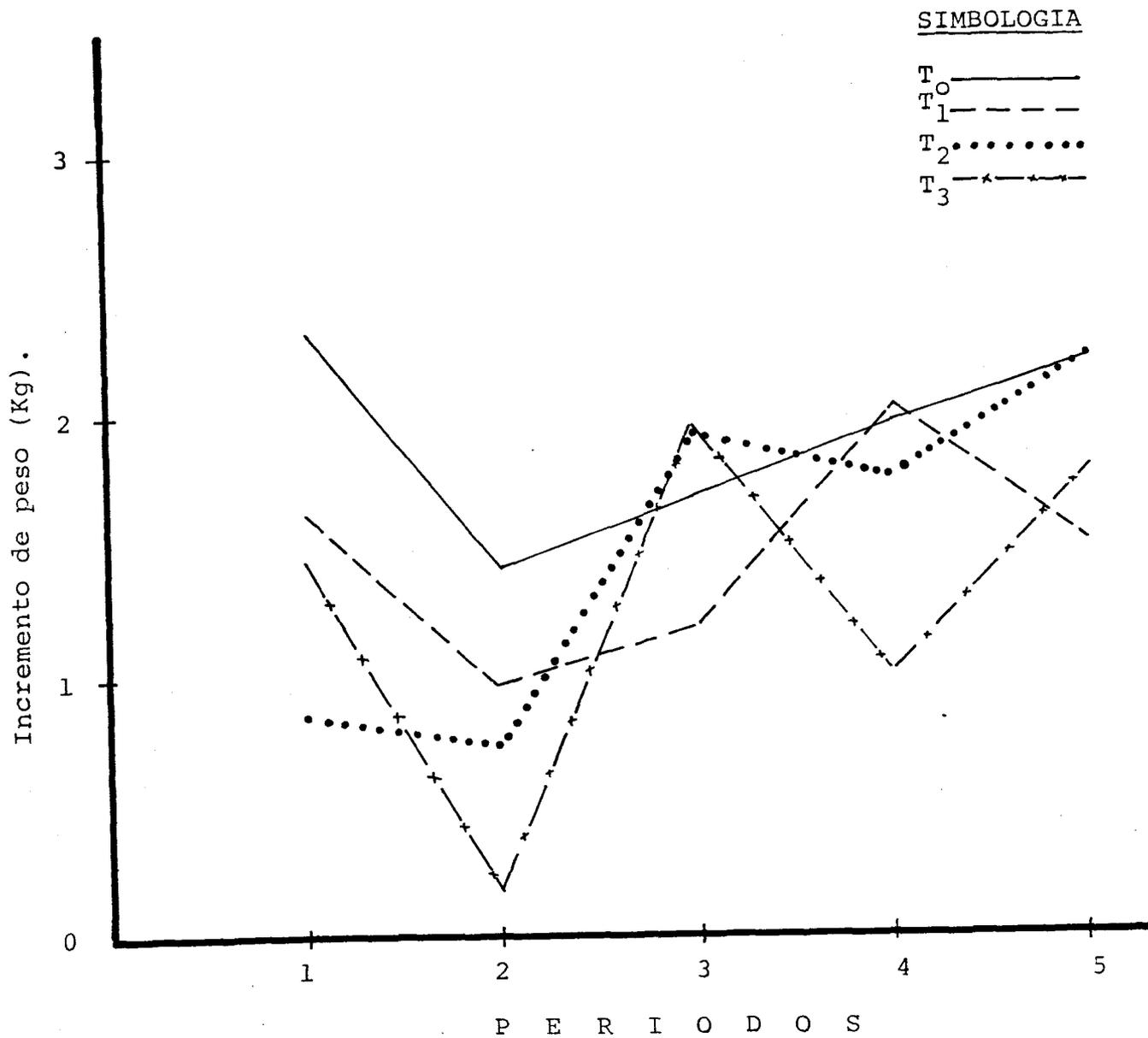


Fig. 2. Incremento de peso promedio por períodos de catorce días (kg).

Consumo promedio de MS por tratamiento (M.S. total y M.S. aportada por la leucaena), con respecto al peso vivo, por periodos de catorce dias.

Consumo promedio de MS de -	Consumo promedio de M.S. con respecto -	Consumo promedio de M.S. con respecto -	Peso vivo	Promedio	Consumo promedio de M.S. Kg/ dia
-----------------------------	---	---	-----------	----------	----------------------------------

-	4.73	4.60	12.78	13.89	2.63
0.91	4.36	4.56	12.04	12.44	2.35
1.73	4.34	4.77	12.78	14.94	2.10
2.68	4.69	13.78	12.61	2.67	2.27
-	4.47	4.77	12.78	2.63	2.71
0.95	4.34	4.69	12.61	2.40	2.67
1.87	4.34	4.69	12.78	2.63	2.40
3.18	4.34	4.69	12.61	2.67	2.71

-	4.36	4.18	15.00	14.69	2.56
0.83	4.33	4.18	15.00	14.66	2.51
1.72	4.33	4.18	14.66	14.66	2.54
2.57	4.34	4.34	14.57	14.57	2.53

-	3.86	4.26	17.02	18.46	2.85
0.84	4.25	4.26	17.02	17.02	2.90
1.69	4.25	4.25	16.42	16.42	2.79
2.70	4.55	4.55	15.65	15.65	2.85

-	3.21	3.98	20.68	20.68	2.66
0.79	4.02	3.98	18.58	18.58	2.96
1.59	4.02	4.02	18.64	18.64	3.00
2.67	4.49	4.49	17.44	17.44	3.13

Quadro 17. Consumo promedio de materia seca por animal por día (kg).

TRATAMIENTO	P E R I O D O 1/				
	1°	2°	3°	4°	5°
T <sub>0</sub>	0.66	0.67	0.64	0.71	0.66
T <sub>1</sub>	0.59	0.66	0.63	0.72	0.74
T <sub>2</sub>	0.52	0.60	0.63	0.70	0.75
T <sub>3</sub>	0.57	0.68	0.63	0.71	0.78

1/ 14 días.

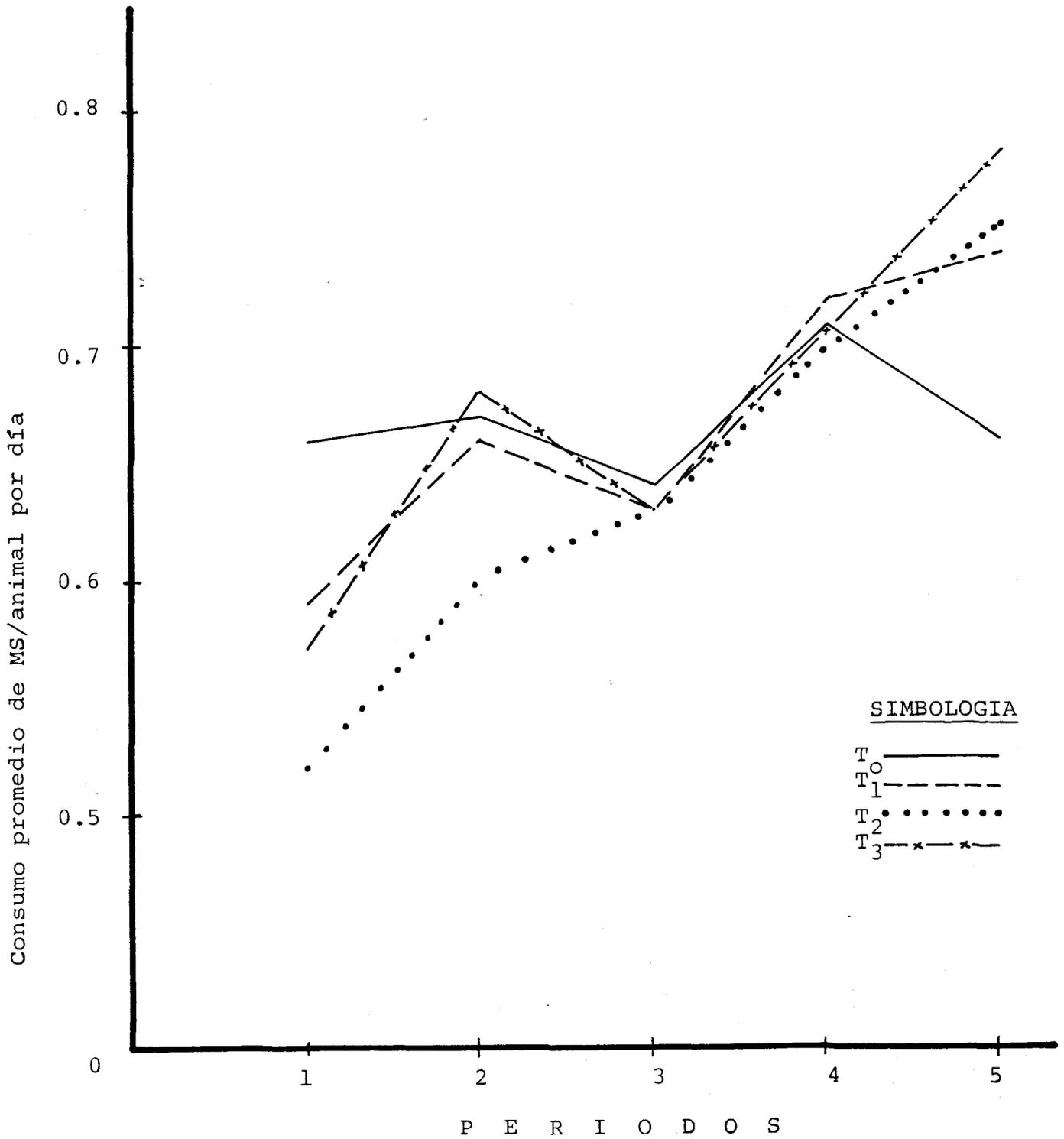


Figura 3. Consumo promedio de materia seca por animal por día (kg).

Cuadro 18. Conversión alimenticia por tratamiento (kgs - de MS/kg incrementado).

PERIODO <u>1/</u>	TRATAMIENTO	CONVERSION ALIMENTICIA
1°	T <sub>0</sub>	4.75 : 1
	T <sub>1</sub>	4.61 : 1
	T <sub>2</sub>	4.32 : 1
	T <sub>3</sub>	4.58 : 1
2°	T <sub>0</sub>	4.52 : 1
	T <sub>1</sub>	4.78 : 1
	T <sub>2</sub>	4.69 : 1
	T <sub>3</sub>	5.39 : 1
3°	T <sub>0</sub>	3.88 : 1
	T <sub>1</sub>	4.20 : 1
	T <sub>2</sub>	4:30 : 1
	T <sub>3</sub>	4.32 : 1
4°	T <sub>0</sub>	3.48 : 1
	T <sub>1</sub>	4.23 : 1
	T <sub>2</sub>	4.26 : 1
	T <sub>3</sub>	4.54 : 1
5°	T <sub>0</sub>	3.19 : 1
	T <sub>1</sub>	3.98 : 1
	T <sub>2</sub>	4.02 : 1
	T <sub>3</sub>	4.47 : 1
$\bar{x}$	T <sub>0</sub>	4.04 : 1
	T <sub>1</sub>	4.36 : 1
	T <sub>2</sub>	4:32 : 1
	T <sub>3</sub>	4.66 : 1

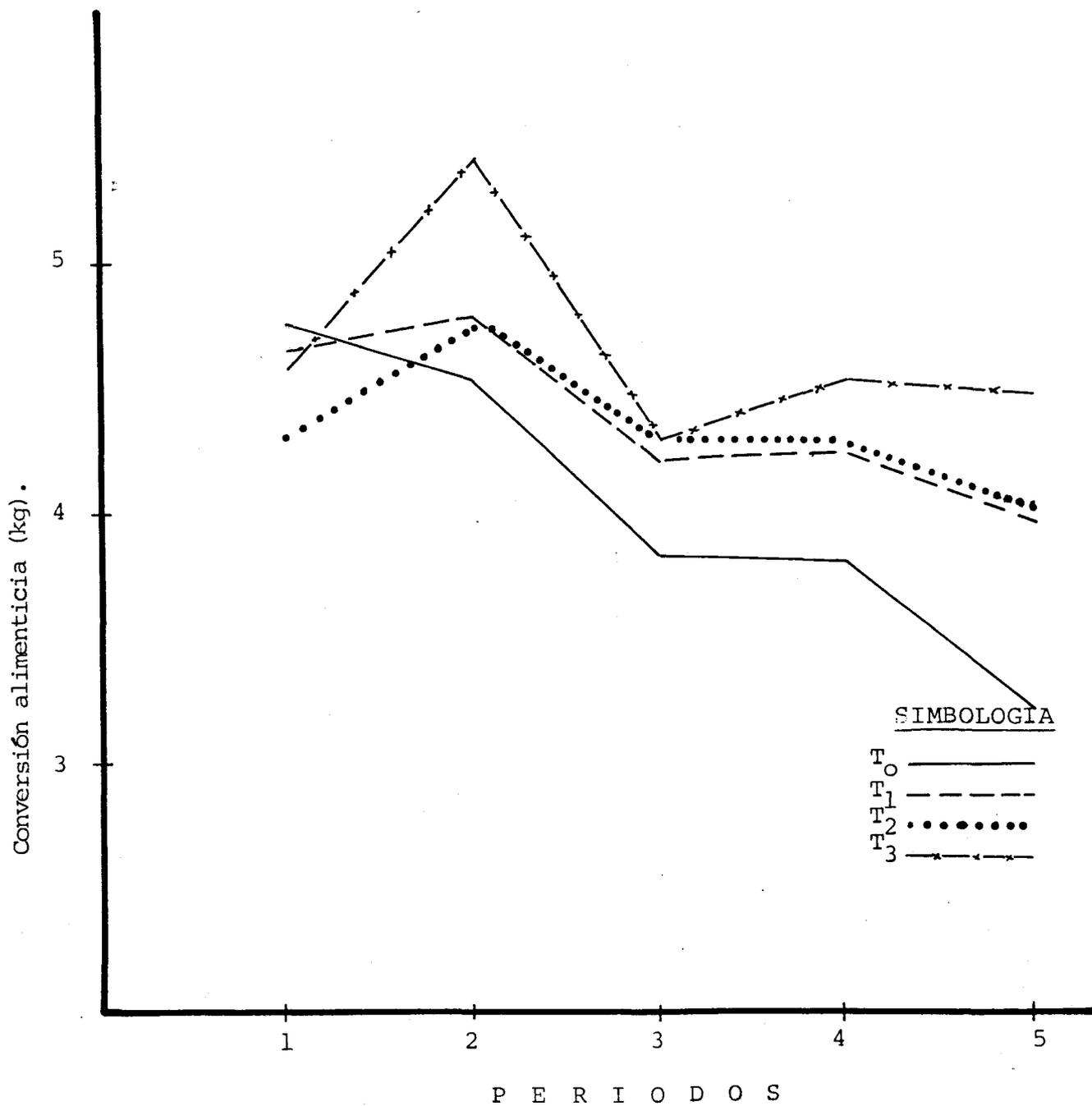


Figura 4. Conversión alimenticia promedio por tratamiento.  
kg de MS/kg incrementado.

Costo por kilogramo de PV por tratamiento.

Ganancia promedio por día == (kg)	Costo promedio de alimento/ - animal/día (kg)	Costo promedio de incremento de peso	Costo por kg. de peso.
0.130	0.73	0.09	0.69
0.106	0.58	0.06	0.57
0.106	0.49	0.05	0.47
0.097	0.36	0.03	0.31

Cuadro 20. Costo por Kg. de carne en canal por tratamiento.

Tratamiento	Rendimiento en canal (Kg)	Costo total <sup>1/</sup> por cabro (¢)	Costo por kg. carne
T <sub>0</sub>	8.38	90.51	10.8
T <sub>1</sub>	8.69	79.88	9.18
T <sub>2</sub>	8.29	69.24	8.35
T <sub>3</sub>	7.50	65.10	8.68

<sup>1/</sup> Costo promedio de adquisición de carpos, medicina veterinaria y alimentación.

Cuadro 21. Costo del alimento concentrado/kg por tratamiento.

Tratamientos	¢ por 45.45 kg.	¢ por kg.
T <sub>0</sub>	44.26	0.97
T <sub>1</sub>	34.93	0.77
T <sub>2</sub>	27.40	0.66
T <sub>3</sub>	22.51	0.49

Cuadro 22. Costo total de la investigación.

DESCRIPCION	COSTO UNI- TARIO, ¢	COSTO TO- TAL, ¢
20 cabros	32.75	655.00
3 rollos de alambre de púas	66.00	198.00
58 Postes de madera	2.00	116.00
16 libras de grapas	2.25	36.00
4 Comederos	15.00	60.00
2 Bebederos	50.00	100.00
2 Botes de Vanodine (desinfectante)	20.00	40.00
Productos veterinarios <sup>1/</sup>		350.00
834 kg. de concentrado	0.72/kg	600.46
Costo de mano de obra	25.00	3,125.00
Transporte de cabros		200.00
Diapositivas		225.50
Materiales usados en laboratorio		300.00
Papelería y gastos secretariales		442.10
<b>T O T A L :</b>		<b>¢ 6,447.56</b>

1/ Incluye : vacunas, desparasitantes, antibióticos, jeringas.