

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FORRAJE DE MADRECACAO (Gliciricidia sepium Jacq) Y MELAZA SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE  
EN GANADO ENCASTADO

POR :

NESTOR ENRIQUE DERAS FLORES  
RENE ALBERTO GONZALEZ MOLINA  
FRANCISCO ALFREDO MARTINEZ MEDINA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE :  
INGENIERO AGRONOMO

SAN SALVADOR, DICIEMBRE DE 1991

Tesis  
D427



000993

Ej 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIGUEL ANGEL AZUCENA

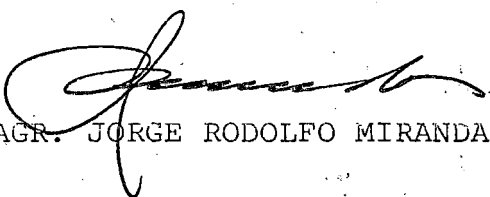
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

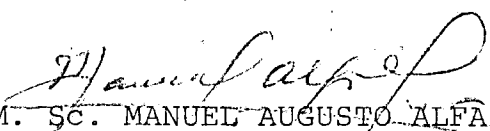
SECRETARIO : ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SOTO

*d) por la Secretaría de la Fac. de C.C.A.A. F-II-92*

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

  
ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

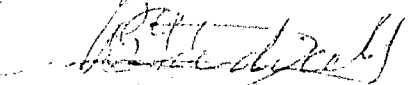
ASESORES :

  
ING. AGR. M. SC. MANUEL AUGUSTO ALFARO TICAS

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

JURADO EXAMINADOR :

  
ING. AGR. RENE FRANCISCO VASQUEZ

  
ING. AGR. REYNALDO ERNESTO YUDICE GARCIA

  
ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Hacienda "El Jícaro", ubicada en el Caserío El Jícaro, jurisdicción de San Matías, Departamento de La Libertad, durante los meses de junio a septiembre de 1991, a 13°53' latitud norte y 89°91' longitud oeste. A una altura de 450 msnm, precipitación anual promedio de 1701 mm, temperatura media anual de 23,8°C, humedad relativa de 76%.

El objetivo fue determinar el efecto de diferentes niveles de forraje de madrecao en la dieta de vacas lecheras encastadas. Se utilizaron 12 vacas (mitad Pardo Suiza por mitad Brahman), con dos meses de lactancia como máximo, bajo un diseño de doble cambio con períodos de adaptación de 14 días y 14 días de fase experimental. Se ofrecieron 4 raciones suplementarias:  $T_0$  = 6 kg de concentrado comercial;  $T_1$  = 4 kg de concentrado comercial más una mezcla de 1,5 kg de madrecao y 1 kg de melaza;  $T_2$  = 2 kg de concentrado comercial y una mezcla de 3 kg de madrecao más 1,5 kg de melaza;  $T_3$  = 4,5 kg de madrecao más 2 kg de melaza. En los cuatro tratamientos la ración base fue pasto Estrella (Cynodon plecostachyus) bajo pastoreo durante el día y Napier picado (Pennisetum purpureum) por la noche, suministrándole el madrecao más melaza y el concentrado durante el ordeño.

Los parámetros utilizados para la determinación del obje

tivo antes mencionado fueron: a) producción láctea; las medias diarias de producción por vaca por día fueron: 6,83, - 6,85, 5,47 y 6,20 kg para los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> respectivamente, con un coeficiente de variación de 7,08%; b) proteína láctea (Pt.L) con los siguientes resultados: 3,20, 3,19, 3,25 y 2,89% para T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; y un coeficiente de variación de 12,36%; c) grasa láctea: para este parámetro se tiene 3,85, 3,80, 4,08 y 3,69% para T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; y un coeficiente de variación de 5,19%; d) consumo voluntario en el cual se pudo determinar un 24% de rechazo para T<sub>3</sub>; e) cambios de peso, los cuales no pueden ser concluyentes debido al corto período transcurrido entre la toma de los datos. El análisis económico indica que el uso de madrecao con melaza como suplemento resultó en un menor costo adicional comparado con el uso de concentrado. La suplementación según tratamiento tuvo un costo diario por animal de ¢ 9,44; ¢ 7,08; ¢ 4,55 y ¢ 2,01 para T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>.

Según los resultados anteriores se concluye que la suplementación con madrecao a vacas de ordeño con el potencial genético utilizado en el ensayo, mantiene la producción de leche igual a la que se obtiene con el concentrado; pero a un menor costo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean brindarles el más sincero agradecimiento a las personas e instituciones que colaboraron de una u otra forma en el desarrollo de la presente investigación.

- A NUESTROS ASESORES

Ing. Agr. M. Sc. Manuel Augusto Alfaro Ticas

Ing. Agr. M. Sc. José Gabriel Rosales Martínez

Por su valiosa y desinteresada colaboración en la realización del presente trabajo.

- Al Dr. Mario Velásquez Gamero

Que nos permitió realizar este estudio en su propiedad.

- A la Unidad de Química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador:

Por su colaboración en los análisis de laboratorio.

- A los miembros del Jurado Examinador

Por sus acertadas observaciones con el fin de mejorar este documento.

- A la Universidad de El Salvador

Por permitirnos forjarnos como profesionales a pesar de todas las dificultades por la que atraviesa.

## DEDICATORIA

La culminación de mi carrera deseo dedicársela a quienes de una u otra forma ayudaron a lograrla :

- AL DIVINO MAESTRO

Por darme la vida y por haber iluminado mi camino en todo momento.

- A MIS PADRES

Modesto Deras y María Ethelvina Flores de Deras

Porque sin el apoyo, amor y comprensión brindados, no hubiera podido alcanzar la meta fijada.

- A LA MEMORIA DE MI ABUELITA FIDELINA

Por todos aquellos consejos oportunos que me dió en vida.

- A MIS ABUELITOS

Joaquín y Juliana

Por su cariño

- A MIS HERMANOS

Roberto, Delmy, Reynaldo y Nelly

Por el amor, comprensión y sabios consejos.

- A LA SEÑORITA NIMER YANIRA CANALES CHICAS

Por el apoyo y amor brindado desinteresadamente en todo momento.

- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Por haber sabido afrontar todos los momentos difíciles que se presentaron a lo largo del desarrollo de este trabajo.

- Y en general a mis familiares y amigos que estuvieron pendientes del logro alcanzado.

Néstor Enrique



## DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO

Que con su voluntad me ha permitido existir y obrar para logro de mi ideal.

- A MIS PADRES

María Susana de González

Mariano González

Por su amor, dedicación y su lucha infinita por mi formación profesional, a quienes agradeceré eternamente sus esfuerzos.

- A MI ESPOSA

Nydia Maribel

Por su sacrificio, dedicación, comprensión, consejos y amor, lo cual me ayudó a continuar en los momentos difíciles.

- A MIS HIJOS :

Karen y René

Con todo mi amor.

- A MIS HERMANOS

Elías Leonel, Ana Concepción y Omar Mariano

Por su apoyo y amor constante.

- A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS

De quienes siempre recibí su franca amistad y apoyo.

- A MI COMPAÑERO Yuri Edson Aparicio Campos

(Q.D.D.G.), para honrar su memoria.

- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

René Alberto

## DEDICATORIA

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

- A DIOS TODOPODEROSO

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

- A MI PADRE

Diego de Jesús Martínez

Por su confianza, comprensión y apoyo constante, sin lo cual no hubiese sido posible finalizar mis estudios.

- A MI MADRE

Rosario Medina de Martínez

Por su amor, dedicación y sacrificio constante en mi formación profesional.

- A MIS HERMANOS

Diego de Jesús, José Alvaro, Víctor Manuel, Mauricio Alberto, José Emilio, Rufino Ernesto y María Elena.

Por su amor y comprensión.

- A MI HIJA

Irma Carolina, con mucho amor

- A DON JOSE SANTOS BONILLA Y FAMILIA

Por la confianza depositada en mi persona y por su apoyo constante contribuyó al logro de este triunfo.

- A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS .

Que de una u otra manera contribuyeron a hacer posible este triunfo profesional.

Francisco Alfredo

# I N D I C E

	Página
RESUMEN .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
INDICE DE CUADROS .....	xv
INDICE DE FIGURAS .....	xviii
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	3
2.1. Sistema de producción pecuaria en el trópi- co .....	3
2.1.1. Generalidades .....	3
2.1.2. Principales causas de la baja produc- tividad de la leche en el trópico ..	6
2.2. Sistemas agroforestales .....	8
2.2.1. La producción animal y los árboles forrajeros .....	11
2.2.2. Importancia de las leguminosas fo- rrajeras .....	11
2.2.3. Mejoramiento de los pastos con legu- minosas .....	13
2.3. Importancia de la melaza .....	14
2.3.1. Generalidades .....	14
3.2.2. Posibles problemas .....	15

	Página
2.4. Características generales de la planta de - madrecacao ( <i>Gliricidia sepium</i> ) .....	16
2.4.1. Distribución .....	16
2.4.2. Clasificación botánica .....	16
2.4.3. Descripción de la especie .....	17
2.4.4. Características sobresalientes .....	18
2.4.4.1. Usos .....	19
2.4.4.1.1. Leña .....	19
2.4.4.1.2. Madera de uso comercial y - familiar .....	19
2.4.4.2. Composición química .....	20
2.4.4.3. Valor nutricional .....	23
2.4.4.4. Potencial alimenticio del madrecacao .....	25
2.4.4.4.1. Aves .....	26
2.4.4.4.2. Conejos .....	28
2.4.4.4.3. Rumiantes me- nores .....	28
2.4.4.4.4. Bovinos .....	30
3. MATERIALES Y METODOS .....	33
3.1. Localización .....	33
3.2. Unidades experimentales .....	33
3.3. Duración .....	33

	Página
3.4. Manejo .....	34
3.5. Tratamientos .....	34
3.6. Parámetros evaluados .....	35
3.6.1. Consumo voluntario .....	35
3.6.2. Producción de leche .....	35
3.6.3. Calidad de leche .....	36
3.6.4. Peso .....	36
3.6.5. Comportamiento .....	36
3.7. Análisis de laboratorio .....	36
3.8. Diseño experimental y arreglo de tratamientos .....	37
3.8.1. Análisis estadístico .....	38
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	41
4.1. Producción láctea y cambio de peso .....	41
4.2. Calidad láctea .....	45
4.3. Consumo de alimento suplementado .....	47
4.4. Comportamiento general .....	49
4.5. Análisis económico .....	49
5. CONCLUSIONES .....	52
6. RECOMENDACIONES .....	53
7. BIBLIOGRAFIA .....	55
8. ANEXOS .....	63

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química del madrecaao .....	21
2	Contenido de minerales del madrecaao .....	22
3	Contenido de aminoácidos de las hojas de madrecaao .....	23
4	Tratamientos experimentales .....	35
5	Arreglo de bloques y secuencia por animal .	38
6	Componentes del análisis de varianza .....	39
7	Producción láctea y cambio de peso .....	41
8	Calidad de leche de acuerdo al contenido de grasa y proteína .....	45
9	Costo por raciones experimentales y costo por unidad de leche producida .....	49
10	Costo por kg de grasa (producción promedio láctea 6,67, kg porcentaje de grasa promedio 3,87) .....	50
11	Relación Beneficio-costo de alimentación -- por tratamiento (producción láctea promedio 7,67; kg porcentaje de grasa promedio 3,87).	51
A-1	Producción diaria de leche de vacas alimentadas con madrecaao .....	64

Cuadro		Página
A- 2	Análisis de varianza para producción diaria de leche en vacas alimentadas con madrecaao .....	65
A- 3	Cambio de peso vivo de vacas alimentadas - con madrecaao $\sqrt{\text{valor transformado a partir de Log. } 10 \text{ (valor + 51.4)} \sqrt{\text{.....}}}$ .....	66
A- 4	Análisis de varianza para cambio de peso vivo de vacas alimentadas con madrecaao ..	67
A- 5	Grasa láctea promedio de vacas alimentadas con madrecaao .....	68
A- 6	Análisis de varianza para grasa láctea promedio de vacas alimentadas con madrecaao.	69
A- 7	Proteína láctea promedio de vacas alimentadas con madrecaao .....	70
A- 8	Análisis de varianza para proteína láctea promedio de vacas alimentadas con madrecaao .....	71
A- 9	Análisis de costo por establecimiento de 1.4 ha de madrecaao y Plan de Pagos.....	72
A-10	Resultados del análisis bromatológico de hojas de Madrecaao Pasto Napier y concentrado comercial .....	74



Cuadro

Página

A-11	Análisis bromatológico de las raciones experimentales .....	75
------	---	----

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Comportamiento de la producción de leche de vacas encastadas alimentadas con raciones - que incluyen diferentes niveles de madreca-cao ( <u>Gliricidia sepium</u> ) .....	43
2	Comportamiento del cambio de peso vivo de - vacas encastadas alimentadas con raciones que incluyen diferentes niveles de madreca-cao ( <u>Gliricidia sepium</u> ) .....	44
3	Niveles de grasa de la leche (%) de vacas - encastadas alimentadas con raciones que in- cluyen diferentes niveles de madrecacao ( <u>Gli- ricidadia sepium</u> ) .....	46
4	Niveles de proteína de la leche (%) de va- cas encastadas alimentadas con raciones que incluyen diferentes niveles de madreca-cao ( <u>Gliricidia sepium</u> ) .....	48

## 1. INTRODUCCION

En los últimos años los costos de producción de leche en El Salvador han experimentado un incremento significativo, a tal punto que los ingresos obtenidos a través de dicho rubro no alcanza a cubrir las inversiones realizadas. Hay que mencionar también que las políticas de liberación del comercio exterior, que permite la introducción de leche en polvo agrava más la situación ya que su precio en el mercado es infe-rior en comparación con el de la leche fluida, lo que hace -difícil la competencia.

Factor importante en un sistema de producción lechero, es la alimentación, dado que influye en forma directa tanto en la producción como en el costo de la misma. En ese sentido es de interés mencionar que gran parte de las materias primas destinadas a la fabricación de concentrados provienen del extranjero, por lo cual, tanto su precio como la existencia en el mercado, está supeditado a una serie de factores tales como devaluaciones de la moneda, situación de guerra, existencia en el mercado externo, etc.

Por otra parte, los sistemas tradicionales de alimenta-ción desarrollados en el país a base de pastos, subproductos agroindustriales, desperdicios de cosecha, etc., dependen en gran medida de determinada época del año, en especial la lluviosa, lo que provoca que en el período seco las ganaderías

experimenten descensos en la producción debido a la escasez de fuentes protéicas.

Esta situación da la pauta para la búsqueda y el estudio de nuevas alternativas, que representen una salida a bajo -- costo, fácil adquisición y rápida utilización. En tal sentido, el follaje de madrecao se constituye como una forma de solucionar el problema, ya que su contenido protéico y energético lo hace una fuente importante de forraje para la alimentación bovina, pues se ha comprobado en forma científica que su valor nutritivo reúne los requerimientos necesarios para una buena dieta. Además se obtiene leña como fuente de energía, madera de buena calidad y mejora la fertilidad del suelo.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Sistemas de producción pecuaria en el trópico

#### 2.1.1. Generalidades

Los sistemas de producción animal desarrollados en el trópico y más específicamente en el área de Centro América, son en general reflejo de la tradición y de las condiciones ecológicas de la región.

En la actualidad se identifican tres sistemas de producción bovina: El de lechería especializada, predominante en las zonas frescas del trópico; el de doble propósito, generalizado en la mayoría de fincas de Centro América, debido a su fácil adaptación a condiciones de clima adversos; y por último, el sistema de cría, o cría y engorde.

El sistema de lechería especializada se caracteriza por la utilización de razas lecheras de origen europeo y un sistema de manejo que incluye dos ordeños diarios y sacrificios o venta de los terneros inmediatamente después del nacimiento, además la base principal de la alimentación la constituyen pastos mejorados y alimentos concentrados.

El sistema de doble propósito está caracterizado por el genotipo de los animales, que es cruzado con marcada predominancia media sangre europea sobre base Cebú-Criollo, anima-

les que son ordeñados una sola vez al día con apoyo del ternero; en estos sistemas, tanto la leche como la carne contribuyen en alto grado al producto final vendible y al ingreso. Es de hacer mención que este sistema es el más difundido a nivel de medianos y pequeños ganaderos.

El sistema de cría o cría y engorde se caracteriza por la ausencia de ordeño y por ser la carne en pie el producto principal. Este sistema se encuentra en la actualidad en su fase más crítica, a tal grado, que en muchas regiones casi ha desaparecido.

La ocurrencia de estos sistemas en las diferentes áreas, parece ser consecuencia de las características ecológicas de las áreas, de las condiciones de mercado y de los precios relativos de ambos productos alternativos (7).

Considerando la predominancia a nivel latinoamericano del sistema de doble propósito, puede establecerse, que éste es el que tiene mayor influencia sobre las características de la ganadería latinoamericana.

Cualquiera que sea el sistema desarrollado, la ganadería en el trópico se ve influenciada por dos épocas climáticas - muy bien definidas: Invierno y verano.

Durante el invierno la alimentación del ganado se basa en la utilización de pastos, ya que éstos son la fuente más abundante y de bajo costo. Los pastos de mayor predominancia son: Jaraguía (Hyparrhenia rufa), zacate de costa (Cynodon dactylon),

y Guinea (Panicum maximun) que se consideran nativos; de corte como el Elefante (Pennisetum purpureum) y sus diferentes variedades mejoradas caracterizados todos por su baja calidad (28).

Los subproductos agrícolas, llamados también rastrojos, constituyen la fuente de alimentación en la época de verano; se caracterizan por ser de bajo costo, pero la energía y proteína que proporcionan es mínima (9).

Una condición general en toda el área es la insuficiencia de recursos alimenticios para el ganado en las épocas secas o de menor precipitación. Esta insuficiencia es agravada por la baja calidad nutritiva de los forrajes disponibles (7).

Matute (28), señala que la baja productividad de la ganadería es el factor común predominante en toda el área. Esto obedece entre otros aspectos a una deficiente utilización de los recursos disponibles, lo que se refleja en una baja respuesta productiva de los hatos.

En tal sentido, en El Salvador la mayoría de las empresas ganaderas mantienen una carga animal inferior a la capacidad de la tierra lo que repercute en sus bajos ingresos por hectárea, siendo la consecuencia principal el mal manejo de los pastos (34).

2.1.2. Principales causas de la baja productividad de leche en el trópico

Según Preston (35), una de las causas es la adaptación de tecnología generada en otras latitudes y que se implementa en el trópico lo que ha traído como consecuencia, el uso casi universal del ganado de zonas templadas (Holstein Friesian, Pardo Suizo, etc.), la dependencia de alimentos ricos en proteínas y de alta digestibilidad como los cereales; tortas de oleaginosas y forrajes mejorados, los cuales no son aplicables a las ganaderías de zonas tropicales.

Por otra parte, no obstante, además del alto potencial de producción de materia verde y materia seca, las gramíneas tropicales, por múltiples razones no cubren los requerimientos totales de los elementos básicos requeridos por el ganado bovino en pastoreo, para una eficiente y satisfactoria producción láctea. Esto se debe entre otras cosas, a la baja digestibilidad que presentan, así como también a su bajo contenido protéico y energético (23); pero por otra parte, Ruíz (37), menciona que el nivel protéico no puede ser una limitante, más bien es el contenido de energía presente en los pastos los responsables de la baja calidad de los mismos.

En ensayos realizados con especies de zonas templadas se ha encontrado que la actividad bacteriana es inhibida cuando el contenido protéico es menor de 8,5%. Valores de contenido pro-



téico menor de 7% es común denominador de las ganaderías tropicales en la mayoría de los casos, lo que explica en parte su bajo potencial nutritivo (23).

La utilización de razas puras europeas en la mayoría de empresas especializadas, es otra causa importante para la baja productividad de la ganadería tropical. Esta práctica generalizada conlleva problemas de índole biológicos asociado con las condiciones ambientales del trópico. En estos términos la evidencia internacional disponible demuestra en forma consistente que animales cruzados (europeo x Cebú Criollo), tienden a ser más productivos en condiciones del trópico.

Experiencias en el trópico han podido constatar la importancia de los cruces: los mayores niveles de producción de leche por vida fueron alcanzados por los animales 50 y 75% Pardo Suizo y no por los 87,5 ni 93,8 % Pardo Suizo que produjeron menores cantidades por lactancia, debido a los menores índices de eficiencia reproductiva y sobrevivencia de éstos (41).

La búsqueda de tecnologías y estrategias aplicables a la zona es un reto que se debe de enfrentar a corto plazo. Así, la alternativa a una industria ganadera especializada es estimular la producción de leche y carne con los animales y recursos locales existentes, los cuales en gran parte se encuentran en manos de los productores pobres. Esto implica la utilización de alimentos tales como: residuos de cosechas, sub-

productos agroindustriales y pastos de baja digestibilidad y bajo contenido de nitrógeno, pero como es de esperarse, no es fácil introducir nuevas tecnologías pues es necesario, ante todo evaluar las costumbres y sociología de la población rural (35).

## 2.2. Sistemas agroforestales

La utilización de tierras en zonas tropicales y subtropicales han sufrido una profunda e irreversible modificación que se acentúa año tras año debido a las siguientes necesidades :

- Necesidad de aumentar la producción de alimentos
- Disminución de la capacidad productiva de los suelos
- Buscar nuevas tierras para uso agrícola
- Uso de tecnología inapropiada de producción

Frente a esta situación, García (17), menciona que es necesario la utilización de técnicas que integren sobre una misma modalidad de producción, que permitan la mezcla de muchas especies de exigencias distintas y a la vez que aprovechen de una manera más eficiente el espacio y el tiempo, por lo que se han propuesto la aplicación de los sistemas agroforestales, que son aquellos que combinan la producción y utilización derivada de árboles y arbustos con cultivos agrícolas o actividades pecuarias en arreglo espacial o secuencial

y con una integración significativa entre sus componentes.

Ultimamente se ha sugerido que los sistemas silvopastoriles son aquellos que combinan diversas clases de producción animal con árboles de diferente propósito (4), y los que incluye cultivos alimenticios herbáceos, además de los componentes contenidos en los silvopastoriles se llaman agrosilvopastoriles (17).

Un recurso alternativo que puede servir como fuente de nitrógeno fermentable, y de proteínas sobrepasantes, es el forraje procedente de cultivos de leguminosa producidos en la finca para alimentación humana.

El follaje de las leguminosas es una de las fuentes alimenticias más eficaces dentro de los sistemas de producción animal basados en los residuos de cosecha y otros recursos alimenticios de bajo nivel de nitrógeno.

En el trópico las leguminosas arbóreas juegan un papel esencial ya que también pueden usarse para proporcionar sombra a otros cultivos (café y cacao), como cercas vivas y fuentes de energía (leña). Son perennes y la mayoría de ellas pueden establecerse de manera fácil mediante la siembra de estacas.

Las leguminosas tropicales son más ricas en taninos que las de clima templado, los cuales son absorbidos a nivel de duodeno e intestino delgado, por lo tanto pueden funcionar como fuentes de proteína sobrepasante (35).

Las especies arbóreas más importantes en los sistemas silvopastoriles son los de crecimiento rápido, múltiples usos y fijadoras de nitrógeno. Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium, Sebania grandiflora y Erythrina puepigiana leguminosas arbóreas de crecimiento rápido que ya se han utilizado en el trópico en sistemas de cultivos y de forraje (35, 44).

En estudios realizados en Nueva Concepción, Guatemala, utilizando el madrecaao (Gliricidia sepium) para la producción de forraje y leña, se evaluó la producción de materia verde comestible, materia seca comestible, proteína cruda comestible y leña verde.

Se obtuvieron las conclusiones que el Gliricidia sepium se comporta como un excelente cultivo forrajero capaz de proporcionar altos rendimientos de proteína cruda, para la alimentación animal, la frecuencia de corte que ofrece mayor producción de materia verde comestible y proteína cruda es cada dos meses; además, se recomienda manejar el madrecaao para fines forrajeros, bajo una frecuencia de corte de cada dos meses y sin fertilización fosforada, debido a que fué el tratamiento que ofreció mayores producciones (11). El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (38), reporta a nivel centroamericano una producción promedio de biomasa total comestible de 14 Tm/ha a un distanciamiento de 2 m x 2 m, con una densidad de 2,500 árboles/ha.

Al analizar la situación de los sistemas agroforestales en la mayoría de los países de América Latina, se destaca el consenso técnico respecto al potencial de este sistema para contribuir al desarrollo de las comunidades rurales (14).

#### 2.2.1. La producción animal y los árboles forrajeros

Los árboles forrajeros, en especial las especies que producen vainas, son importantes para el suministro de forraje al ganado en cualquier parte del mundo tropical (42).

Son capaces de capturar grandes cantidades de energía solar y en áreas con humedades adecuadas, crecen rápido y con altas producciones de biomasa continuas, reducen la erosión, mejoran la estructura y fertilidad del suelo y permiten que se cultiven por debajo de su follaje otras plantas de raíces superficiales. En áreas marginales donde la estación de sequía se prolonga, las raíces profundas de estos árboles les permiten aprovechar el agua y las reservas minerales en el perfil inferior del suelo. Tales rasgos le permiten a los árboles proporcionar follaje de alta digestibilidad y alto contenido de proteínas, en épocas del año en que los recursos alimenticios convencionales son escasos y con bajo contenido de nitrógeno (35).

#### 2.2.2. Importancia de las leguminosas forrajeras

Las leguminosas forrajeras desempeñan un importante pa

pel en la alimentación del ganado, debido a diversas cualidades que le hacen superiores a todas las demás plantas utilizadas como forrajés, entre las que se pueden mencionar :

- Son más ricas en proteínas que todos los demás forrajes ordinarios en consecuencia su utilización reduce la cantidad de alimentos proveedores de proteínas necesarios para equilibrar la ración.
- Sus proteínas compensan las deficiencias de otras proteínas de los granos de cereales cuando forman parte importante de la ración de forrajes.
- Los forrajes de leguminosas son los alimentos más ricos en calcio quedando satisfechas las necesidades de éste en las vacas lecheras, aún en las de gran capacidad de producción.
- Los forrajes de leguminosas son pobres en el contenido de fósforo en comparación a los granos de cereales, pero su contenido es mayor que el forraje procedente de maíz, de los sorgos y de las gramíneas.
- Los forrajes de leguminosas poseen un valor excelente en vitamina A, su contenido de caroteno es mayor que el heno de las gramíneas y otros forrajes secos.
- El heno de leguminosas es de calidad apreciable, y es la fuente más rica de vitamina D, comparado con otros forrajes comunes.

- Los forrajes de leguminosas son ricos en otras vitaminas, contienen más riboflavina que los granos de cereales y que los henos convencionales de gramíneas. También son ricos en niacina y constituyen una buena fuente de vitamina E (31).

### 2.2.3. Mejoramiento de los pastos con leguminosas

Las leguminosas disponen de un gran potencial para mejorar los pastos, debido a su capacidad para proporcionar una fuente de nitrógeno a las gramíneas asociadas. Su presencia en un pastizal suele contribuir al valor nutritivo total de los forrajes. El consumo que hacen los animales de las leguminosas no desciende con su maduración como sucede con las gramíneas y la digestibilidad se mantiene elevada. Casi siempre la productividad animal es mayor en las pasturas ricas en leguminosas que en aquellas de sólo gramíneas (29).

La utilización de leguminosas adaptadas para aumentar la calidad y productividad de pasturas tropicales ha sido demostrada en diversos ambientes. En algunas situaciones se ha podido incrementar de manera sustancial la producción animal a través de la introducción de leguminosas en los pastos nativos sin tener que usar fertilizantes. Dicho aumento en producción no se atribuye a un solo factor. Existen interac

ciones complejas entre la cantidad adicional de materia seca disponible para el pastoreo, y el aumento en el contenido de nitrógeno del pasto asociado.

Hay otras razones por lo que las leguminosas pueden aumentar la producción animal, incrementar la producción de materia seca de los pastos asociados a través del aporte del nitrógeno al suelo, tienen un contenido mineral más alto que las gramíneas y además la disponibilidad potencial de la semilla que queda sobre la planta, contiene hasta 45 por ciento de proteína, 0,8% de fósforo, de 0,3 a 0,5% de azufre y posee una digestibilidad de 50 a 80%. También tienen un alto contenido de lípidos lo cual puede ser importante en situaciones donde los pastos están viejos y secos (35).

### 2.3. Importancia de la maleza

#### 2.3.1. Generalidades

La melaza se usa por lo general en los países que industrializan la caña de azúcar como parte de los alimentos balanceados en donde se busca aumentar la palatabilidad y la consistencia de los alimentos peletizados así como la disminución de polvo. Para este propósito, se necesitan concentraciones muy bajas (5-10%); la peletización y el mezclado se dificultan si se usan concentraciones elevadas. Se pro-



porciona en forma líquida, y se utiliza en especial como alimento durante la época seca, combinada muchas veces con nitrógeno no protéico (15, 35). Es un producto de bajo costo y fácil de digerir por el ganado lechero. Contiene de 20 a 30% de agua, 60 a 65% de hidratos de carbono, 5 a 10% de minerales y de 2,5 a 5% de proteínas. No contiene grasa ni fibra cruda en grandes cantidades (19).

Este subproducto actúa como estimulante del apetito, por lo que incrementa el consumo de materia seca, aumenta la actividad de los microorganismos del rumen y la velocidad de desdoblamiento de las moléculas de celulosa y hemicelulosa.

En trabajo realizado por Gómez y Valle (20), suplementando madrecaao en vacas lecheras, para evaluar su producción; determinaron que la melaza aumenta el consumo de madrecaao favoreciendo el estado físico de los animales.

### 2.3.2. Posibles problemas

La mayoría de los productos de la melaza tienen una aplicación limitada, debido a que los niveles que exceden del 15 al 25% de la ración predisponen a que se presenten trastornos digestivos, diarrea y un rendimiento ineficaz en los animales. La diarrea se presenta principalmente como consecuencia del nivel elevado de varias de las sales minerales que se encuentran en la mayoría de los productos a base de melaza.

El problema no se debe al contenido de azúcar, ya que los cerdos o los rumiantes pueden utilizar cantidades comparables de azúcar proporcionada en otras formas (8).

#### 2.4. Características generales de la planta de madrecaao (Gliricidia sepium)

##### 2.4.1. Distribución

Especie nativa de las zonas bajas con una estación seca bien definida de México y América Central, se extiende hasta el norte de América del Sur (Colombia y Guyanas). Fue introducida en las Islas del Caribe, Filipinas y Africa, el sur de Asia e Indonesia donde se ha naturalizado.

En América Central, especialmente en Nicaragua, Honduras, El Salvador y Guatemala, existen campos naturales de esta especie (13, 32, 33, 12, 43, 38).

##### 2.4.2. Clasificación botánica

División	:	Antofita
Sub-división	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub-clase	:	Coripétalas
Orden	:	Rosales

Familia : Papilionáceas

Género : Gliricidia

Especie : sepium

Nombre común : Madrecacao

Nombres comunes : Cacahuenance, palo de hierro (El Salvador);  
Madrecacao, Mata-ratón (español), Cacahue  
nance, Coite, Sayab (México); Madero negro  
(Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá);  
Madriado (Honduras, Nicaragua), Bala, Balo  
(Costa Rica, Panamá) (43, 5, 12, 38).

#### 2.4.3. Descripción de la especie

Es un árbol de tamaño mediano, de hasta 10-15 m de altura y generalmente 40 cm ó menos de diámetro, sin espinas, copa abierta y follaje ralo irregular. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunos ecotipos (procedencias), hasta retorcido y muy ramificado. El tronco es de base recta, fuste normalmente torcido.

En plantas propagadas por semillas el sistema radicular es profundo con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En plantas propagadas por estacas las raíces son superficiales y las secundarias poseen nódulos que fijan nitrógeno atmosférico.

Las hojas son alternas, imparipinnadas, de 3-6 cm de lar

go y 1,5 - 3 cm de ancho. Las flores son zigomorfas, papilionadas de 2 a 2,5 cm de largo, cáliz de color verde claro con matices rojos, corola glabra formada por cinco pétalos de color blancuzco (33, 24, 38, 43).

En las zonas con estación seca marcada el árbol pierde casi por completo las hojas cuando produce flores. En América Central la época de floración se inicia en diciembre y se prolonga hasta comienzos de marzo, durante la estación seca. En zonas húmedas la producción de flores, semillas y la pérdida de hojas es variable; existen años que no hay producción de semillas. Los frutos son vainas dehiscentes, aplanadas, de color verde amarillento cuando nuevas y oscuras al madurar; de tallo corto en la base y punta corta en el ápice. Las legumbres tienen de 10-15 cm de longitud, 12-30 mm de ancho y contiene de 3 a 8 (en algunos casos 10) semillas planas, elípticas, brillantes de color café oscuro cuando maduras, de 1,0 cm de longitud. Hay aproximadamente 4,500 ó 6,000 semillas por kg.

La madera es dura, pesada y fuerte, albura de color castaño claro y duramen de color castaño oscuro que cambia a castaño rojizo al exponerse al aire (38).

#### 2.4.4. Características sobresalientes

Esta leguminosa es muy conocida como árbol de cercos vi

vos en especial en fincas ganaderas, donde se ha plantado - por estacas largas (más de 2 metros). La especie se utiliza como sombrío de café y cacao. Se defolia casi en su totalidad durante la época seca. Crece bien en un rango amplio de condiciones de suelo y clima, aunque suelos con altos contenidos de arcilla o poca retención de humedad limitan su crecimiento. Resiste bien al fuego y rebrota aún después de -- que la parte aérea haya sido quemada casi por completo (38).

#### 2.4.4.1. Usos

##### 2.4.4.1.1. Leña

La madera del Gliricidia sepium es muy apreciada como leña en la región centroamericana. La madera seca se quema en forma lenta, libre de chispas y olores desagradables, produce poco humo y abundantes brazas; el poder calórico es de 20 500 kj/kg (4 900 Kcal/kg) para madera seca al horno. La madera raja fácilmente, se puede quemar verde y almacenar al aire. Se utiliza en la fabricación de carbón (38).

##### 2.4.4.1.2. Madera de uso comercial y familiar

La madera es dura y pesada ( $0,75 \text{ g/cm}^3$  en madera dura) y difícil de trabajar pero tiene buen brillo, vetada con lí-

neas finas, en madera sazonada parece caoba. Se ha utilizado para fabricar muebles, implementos agrícolas y mangos de herramientas. Es utilizada como postes de cerdos y en construcciones fuertes (columnas y vigas) por su alta resistencia a las termitas y a la pudrición. Ha sido empleada para la fabricación de durmientes de ferrocarril (13, 38, 43).

#### 2.4.4.2. Composición química

Los datos que se han publicado sobre el contenido de nutrientes del madrecaao indican que contiene niveles elevados de proteína (23%), fibra (45% FND) y calcio (1,7%) y niveles bajos de fósforo (0,2%). Los niveles de aminoácidos azufrados y de triptófano parecen bajos, mientras que el de lisina es satisfactorio. En los Cuadros 1, 2 y 3 se resumen los valores medios y los intervalos de variación de la composición química, contenido de minerales y contenido de aminoácidos de las hojas de madrecaao.

Entre los factores que determinan la variabilidad que se observa en los Cuadros 1 y 3, están: La edad de la planta, la parte de la planta, el intervalo entre las recolecciones, la estación y la ubicación.

Cuadro 1. Composición química del madrecaao.

COMPONENTE	Intervalo (% de MS)	Media (% de MS)	Fuente*
Materia seca	14,0-30,0	21,9	1, 2, 3, 4, 5, 12
Proteína bruta	9,0-30,0	23,0	2, 3, 5, 11, 12
Fibra bruta	13,4-33,9	20,7	1, 2, 3, 4, 11, 12
Estracto de éter	0,9- 6,7	3,1	1, 2, 3, 4, 11, 12
Cenizas	6,4-13,3	9,7	1, 2, 3, 4, 11, 12
Estracto libre de nitrógeno	37,6-55,7	42,8	1, 2, 3, 4
Fibra con detergente ácido	23,2-34,2	28,7	1, 6, 7, 10
Fibra con detergente neutro	37,6-55,7	42,8	6, 8, 10
Celulosa	22,0-24,4	23,6	8
Lignina	7,7-12,7	10,8	8, 9

- \* : 1 Falvey, 1982  
 2 Chadnokar, 1982  
 3 Reverón, Montilla y Funes, 1967  
 4 Devendra y Gohl, 1970  
 5 Sentheshanmuganathan y Durand, 1969  
 6 Vearaslip, 1981  
 7 Carew, 1983  
 8 Adejumo, 1984  
 9 Manidool, 1985  
 10 Kabaija, 1985  
 11 García, Guardado y Ramírez, 1990  
 12 Argueta y Rodríguez, 1991

Cuadro 2. Contenido de minerales del madrecaao

COMPONENTES	Intervalo	Media	Fuente*
Calcio (% de MS)	0,6 - 2,5	1,3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Fósforo (% de MS)	0,11 - 0,27	0,18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Relación calcio-fósforo	3,7 - 9,3	6,2	
Magnesio (% de MS)	0,21 - 0,58	0,34	2, 4, 5, 7
Sodio (% de MS)	0,09 - 0,50	0,25	2, 4, 5
Potasio (% de MS)	2,3 - 3,4	3,3	2, 4, 5
Zinc (mg/kg)	22,0 - 37,0	26,0	2, 4, 5
Hierro (mg/kg)	259,0 - 362,0	207,0	4, 5
Manganeso (mg/kg)	40,0 - 90,0	69,7	2, 4, 5
Cobre (mg/kg)	4,0 - 7,7	5,8	4, 5

- \* : 1 Falvey, 1982  
 2 Chadhokar, 1982  
 3 Reveron, Montilla y Funes, 1967  
 4 Carew, 1983  
 5 Kabaija, 1985  
 6 García, Guardado y Ramírez, 1990  
 7 Arqueta y Rodríguez, 1991



Cuadro 3. Contenido de aminoácidos de las hojas de madreca  
cao.

C O M P O N E N T E S	CANTIDAD (g/16 g N)
Arginina	6,4
Cistina	1,7
Histidina	2,0
Isoleucina	4,8
Leucina	9,6
Lisina	4,5
Metionina	1,7
Metionina-Cistina	3,4
Fenilalanina	6,2
Treonina	4,8
Tirosina	4,5
Valina	6,4

Fuente : Smith (Datos originales convertidos en (g/16 g N).

#### 2.4.4.3. Valor nutricional

Las hojas del madrecacao (Gliricidia sepium) es un buen forraje para dietas tropicales, ya que presenta alto contenido nutricional, una buena tasa de degradabilidad y principios tóxicos bajos (16, 35).

Ghotsimhunnauat, citado por Elvira, Rodríguez, Solano (11), determinó coeficientes de digestibilidad del madrecaao en bovinos de 57,7 y 55,5 para la materia seca y proteína cruda respectivamente y en ovinos reportó valores de 43,1 y 53,5 de materia seca y proteína cruda respectivamente.

Preston (35), hace referencia que IFE (984), evaluando una mezcla de Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala en una proporción de 60 y 40 por ciento respectivamente, incubadas en bolsas de nylon en el rumen de cabras, lograron establecer que esta mezcla es altamente digerible y que el nitrógeno se fermenta a una tasa menor que la materia seca indicando ésto que parte del nitrógeno (proteína), escapa a la fermentación ruminal.

Se ha descrito el aislamiento de algunas sustancias potencialmente tóxicas de diversas partes del madrecaao. Griffiths, citado por Smith (39), aisló de las hojas cumarina y ácido O-cumárico, indicando que la mayor concentración se encontraba en las hojas jóvenes. Manidool, citado por Smith (39), determinó que el contenido de ácido cianhídrico del madrecaao podría llegar a ser de 4,0 mg/100 mg, lo cual permite suponer que puede haber cianógenos en la planta (39).

En 1989, en la ciudad de Cali, Colombia, a través de estudios realizados en cabras sobre sustancias antinutricionales en las hojas de Guano (Inga spectabilis), nacedero (Trichantera gigantea) y madrecaao (Gliricidia sepium), se deter

minó que tanto el nacedero como el madrecaao presentan una alta tasa de degradabilidad, además las pruebas cuantitativas de alcaloides y saponinas se descartaron para las hojas, ya que la prueba inicial dió negativa para alcaloides y el contenido de saponinas no fue tan alto para que afectara la salud animal y además la sintomatología que manifiestan intoxicación no se presentó en pruebas anteriores, por lo que se llegó a la conclusión de que la hoja de madrecaao es el mejor forraje para dietas tropicales y no tiene repercusión al ser utilizado en nutrición animal, ya que presentó los principios tóxicos más bajos que los otros forrajes estudiados (16).

#### 2.4.4.4. Potencial alimenticio del madrecaao

La especie se usa de manera tradicional como fuente de forraje, se han iniciado experimentos controlados para determinar las formas de manejo para la producción de forraje, debido a los altos contenidos de proteína cruda (13,36% para tallos tiernos y 30%, para hojas frescas, en materia seca).

El follaje de esta especie se ha utilizado para alimentar ganado vacuno, cerdos, cabras, aves, ovejas, aunque se supone que es tóxico para algunos animales (38).

El ganado puede ingerir el follaje tierno solo o mezclado con otros alimentos como gramíneas y melazas; también se ha -

ensilado para suministrar al ganado durante la estación seca.

#### 2.4.4.4.1. Aves

Según resultados obtenidos por Mishra, Singh y Sahoo, citado por Smith y Van Houtert (39), los cuales investigaron la posibilidad de utilizar dietas con madrecaao para pollos en crecimiento de la línea Leghorn, incorporando niveles escalonados de 5, 10 y 15% a una dieta a base de maíz en sustitución de torta de maní, y de salvado de arroz, llegaron a la conclusión de que las dietas que contenían hasta un 10% de madrecaao pueden suministrarse a las pollas en crecimiento sin que influya en su rendimiento y supervivencia.

Reveron, Montilla y Funes, citado también por Smith y Van Houtert (39), utilizaron ponedoras Leghorn para estudiar el efecto de la utilización de madrecaao en la alimentación de las aves sobre el crecimiento, la producción de huevos y la pigmentación de la yema. Los autores administraron a ponedoras una dieta a base de harina de maíz blanco suplementada con 4,5% de alfalfa, madrecaao secado al sol o en horno. También se administró una dieta normal a base de maíz amarillo como referencia para determinar la capacidad de pigmentación de la yema de las leguminosas. No se observaron diferencias significativas en un período de puesta de 360 días -

entre los diversos grupos en cuanto al peso de los huevos - (54,7 - 56,1 gr) y su producción (58,2 - 71,9%).

Se puso de manifiesto, sin embargo, que las cifras más altas dentro de los intervalos de variación indicados correspondían siempre a las aves alimentadas con madrecaao secado al sol, mientras que los valores más bajos eran los del madrecaao secado en horno. Parece que el secado al horno a 60°C durante 48-60 horas podría reducir su calidad.

Los anteriores estudios indican que puede administrarse madrecaao a las aves en niveles que no excedan del 10%. Los niveles superiores pueden ser perjudiciales y reducir el rendimiento a causa de su elevado contenido de fibra y la presencia de sustancias tóxicas que los animales monogástricos son incapaces de destoxificar. Por consiguiente, el madrecaao parece más adecuado para la alimentación del rumiante. (39).

García, Guardado y Ramírez (18), evaluaron niveles de 5, 10 y 15 por ciento de harina de hoja de madrecaao en la alimentación de pollos de engorde, llegando a la conclusión de que el nivel óptimo de utilización de dicha hoja corresponde al 5% en la ración de pollos de engorde. Determinaron también que a niveles iguales o arriba del 15% provoca síntomas de intoxicación en la quinta semana de desarrollo, reduciendo también el consumo de alimento y por tanto bajas ganancias de peso por animal. Además los resultados obtenidos indican que los diferentes niveles de madrecaao en las raciones no afecta la conversión alimenticia.

#### 2.4.4.4.2. Conejos

Argueta y Rodríguez (1), utilizando 60 conejos del cruce de razas Neozelandés por California con un diseño estadístico completamente al azar, evaluaron niveles de 100% de concentrado comercial; 5, 10, 15 y 20% de harina de follaje de madrecaao en la alimentación de conejos durante la fase de engorde, obteniendo ganancias de peso para cada tratamiento de 2,03; 1,08; 1,74- 1,68 y 1,58 kg, concluyendo que entre los niveles evaluados el más adecuado resultó ser el que contenía el 20% de harina de follaje de madrecaao.

#### 2.4.4.4.3. Rumiantes menores

En el año de 1980, en Costa Rica, el CATIE, con el propósito de buscar nuevas alternativas para la alimentación de rumiantes menores; realizaron ensayos en cabras en crecimiento alimentadas con forraje de especies no tradicionales como son: Erythrina berteroana, Gliricidia sepium, Erithrina poeppigiana, Musa sp.; a libre consumo y suplementadas con banano. Teniendo como objetivo determinar que fuente proporciona mejores resultados en la ganancia de peso y consumo en determinado tiempo, lograron establecer que en cuanto a consumo, todos los follajes de las especies evaluadas fueron adecuadas; y en cuanto a la ganancia de peso las especies que dieron mejor re

sultado fueron: Erythrina berteroana y Gliricidia sepium. -  
Entre estas dos especies la que dió mejor resultado fue la  
Gliricidia sepium (3).

Chadhokol y Kantharajil, citado por Torres (40), utilizaron Gliricida como suplemento de Brachiaria miliformis en la dieta de las ovejas preñadas. Proporciones de 25, 50 y 75% de Gliricidia en la dieta incrementaron la sobrevivencia de los corderos de 33 a 71, 75 a 100%, y el peso de los corderos a las 15 semanas de 5,4 a 9,9, 10 y 11 kg.

Carew, citado también por Torres (40), usando Gliricidia sepium, encontró que las ovejas y las cabras, alimentadas durante cuatro meses, tuvieron un aumento de 30 y 14 gr/día, respectivamente, a pesar de tener 66% de DMS\*, un contenido de proteína cruda de 26,1% y un consumo de MS de 3,2 y 3,1 como porcentaje de peso metabólico. Al realizar análisis más completos, con períodos de adaptación de nueve semanas, se obtuvieron incrementos de peso del orden de 64 y 25 gr/día en ovejas y cabras; las bajas tasas podrían sugerir una deficiencia mineral.

Los datos disponibles indicarían, por lo tanto, que los componentes nutritivos más importantes en la dieta de los ruminantes, el follaje de los árboles y arbustos de ramoneo, deberían principalmente considerarse como una fuente protéica (40).

\* Digestibilidad de la materia seca.

2.4.4.4.4. Bovinos

Los experimentos realizados, usando otra especie de Gliricidia (Gliricidia sepium), como suplemento en la dieta de ganado de leche; se encontró que incorporando el follaje del árbol en proporciones de 50 y 100% en la dieta, se produce aumentos de peso de 10 a 14 kg/vaca, en un mes y produce 6,6 a 7,6 litros de leche/vaca/día. Cuando las vacas se alimentan sólo con pastos se produce una pérdida de peso de 12 kg y un rendimiento de 5,8 litros de leche (40).

Hidalgo y Rivera (22), determinaron el efecto de una suplementación balanceada a base de madrecaao y melaza en la producción de leche en ganado vacuno, utilizando para ello 18 vacas con alto encaste de Pardo Suizo, las que se encontraban entre el segundo y tercer mes de lactación. Ofreciéndoles tres raciones suplementarias: A: 6,8 kg de hoja verde de madrecaao con 2,7 kg de melaza; B: 11,36 kg de hoja verde de madrecaao con 3,6 kg de melaza; C: 2,7 kg de concentrado comercial; las medias de producción de leche corregida a 4% de grasa según tratamiento fueron: 10,4; 10,7 y 9,9 kg indicando una superioridad ( $P \leq 0,05$ ) en favor de la suplementación de madrecaao con melaza. El análisis económico indicó que el uso de madrecaao con melaza como suplemento produjo un menor costo comparado con el uso de concentrado. Concluyendo que el madrecaao adicionado con una fuente energética puede sustituir el concentrado como suplemento alimenticio -



en la producción de leche; además puede mejorar la utilidad económica.

Por otra parte Rodríguez, Pineda y García (36), evaluando la influencia del madrecao en la producción de leche, - utilizando 12 vacas cuyos encastes fueron Pardo Suizo, Brahman y Holstein sobre base criolla, las cuales fueron sometidas a dos tratamientos: A : Pastoreo con pasto alemán (Echinochloa polystachya); B: Pastoreo con pasto alemán y adición de 4,54 kg/vaca de hoja de madrecao rociadas con melaza. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos siendo las medias diarias por vaca de  $7,9 \pm 0,1636$  y  $7,8 \pm 0,1639$  kg, respectivamente. Por lo que concluyeron que la suplementación con madrecao en vacas de ordeño no aumenta la producción de leche.

Resultados obtenidos por Gómez y Valle (20), utilizando 8 vacas Holstein puras y cruzadas con Brahman las que dividieron en dos grupos, A y B. El grupo A recibía durante el ordeño hoja de madrecao a libre consumo más 1,5 kg de melaza y el grupo B, recibía 1,8 kg de concentrado comercial. Encontrando diferencia significativa entre la producción promedio de leche de las vacas consumiendo madrecao más melaza y las que recibían concentrado.

El consumo promedio de madrecao por vaca/día fue de 5,5 kg, llegando a la conclusión de que el madrecao más melaza fue superior al concentrado, en cuanto a producción de leche, y de menor costo; y que la melaza aumenta el consumo de madre

cacao.

Del Cid y Valle (10), también utilizaron vacas Holstein puras y cruzadas con Brahman para estudiar el efecto de la suplementación con madre cacao sobre la producción de leche. Para lo cual dividieron a las vacas en dos grupos; uno de los grupos se suplementó con madre cacao a libre consumo y el otro recibió 4 libras de concentrado. No encontrando diferencia significativa entre la producción de leche promedio de las vacas que consumieron madre cacao y las que consumían concentrado. Lo que los llevó a la conclusión de que el madre cacao es un forraje palatable de alto valor nutritivo que mantiene la producción de leche igual a la que se obtiene con concentrado, pero a un costo menor.

En la Finca La Pacífica, situada en la Provincia de Guanacaste, Costa Rica para solventar el problema de la falta de suplementos ricos en carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, se ideó un sistema de alimentación basado en gramíneas (de pastoreo y de corte) y en una leguminosa arbórea (Glirici-dia sepium), cosechando volúmenes de 700 kg de King grass y 300 kg de Gliricidia colocada sobre la gramínea. De esta manera era transportada hasta el galerón donde se realizaba la mezcla y era suministrado en los comederos para vacas y terneros. Llegaron a la conclusión de que al no suministrarse la mezcla se disminuiría la producción de leche y las ganancias de peso vivo en terneros sería mínima (30).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización

El ensayo se desarrolló en la Hacienda "El Jícaro", ubicada en el Caserío El Jícaro, jurisdicción de San Matías, departamento de La Libertad; a 13°55'34" latitud norte y 89°19'50,3" longitud, a una altura de 450 msnm, con precipitación anual promedio de 1 701 mm, humedad relativa 76%, velocidad del viento 5,5 kg/h y temperatura de 32,9, 17,5 y 23,8°C, máxima, mínima y media respectivamente.

#### 3.2. Unidades experimentales

Se utilizaron 12 vacas encastadas (1/2 sangre Pardo Suizo x 1/2 sangre Brahman), entre el segundo y tercer parto, - con una fase de lactancia de entre los 50-110 días; una producción promedio por vaca/día de 6,6 kg y peso promedio de - 418 kg.

#### 3.3. Duración

La fase de campo tuvo una duración de 84 días divididos en tres períodos.

### 3.4. Manejo

Las vacas se alojaron en corrales bajo techo, provistos de bebederos y comederos, agrupados de acuerdo a las raciones experimentales y trasladadas a la sala de ordeño dos veces al día, a las 4 y a las 16 horas.

La base de la alimentación diaria estaba constituida por la ración experimental que fue suministrada al momento del ordeño.

El resto del día pastoreaban zacate estrella y consumían Napier picado durante la noche.

El ordeño se realizó en forma manual, haciendo limpieza periódica en los corrales. Se desparasitaron los animales antes del ensayo, tanto interna como externa, realizando esta última cada 21 días; se vacunó contra Antrax, Septicemia hemorrágica y Carbon sintomático.

Cada una de las unidades experimentales se marcaron con collares provistos de una placa con número para caracterizar los diferentes tratamientos.

### 3.5. Tratamientos

A cada tratamiento se asignaron tres vacas (1 por bloque), durante tres períodos de 28 días cada uno, divididos en 14 días de adaptación y 14 días de toma de datos y recolección de muestras.

El diseño experimental utilizado fue el de secuencia de tratamiento con doble cambio en bloques, propuesto por Lucas (27), el cual combina el cambio simple y bloques incompletos.

El número de tratamientos evaluados se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Tratamientos experimentales

TRATAMIENTO	Base	Concentrado comercial (kg)	Madrecacao (kg)	Melaza (kg)
T <sub>0</sub>	Forraje	6,0	0,0	0,0
T <sub>1</sub>	a	4,0	1,5	1,0
T <sub>2</sub>	libre	2,0	3,0	1,5
T <sub>3</sub>	Consumo	0,0	4,5	2,0

### 3.6. Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fueron :

#### 3.6.1. Consumo voluntario

Se evaluó a través de la técnica de oferta y rechazo.

#### 3.6.2. Producción de leche

La producción de peso en kilogramos de leche en cada -

ordeño durante el período de evaluación.

### 3.6.3. Calidad de leche

Se tomaron muestras a las cuales se les hizo pruebas - bromatológicas.

- Proteína : A través del método de Walker propuesto por Bateman (2).
- Grasa : Por el método de Babcock propuesto por Bateman (2).

### 3.6.4. Peso

Se pesaron los animales al inicio y al final de cada - período.

### 3.6.5. Comportamiento

Se anotó el estado de salud y celo durante el período de evaluación.

### 3.7. Análisis de laboratorio

Se realizó análisis bromatológico al concentrado, al pasto y forraje de madrecaao (Cuadro A-11), a través del método de Weende para el análisis proximal (6).

### 3.8. Diseño experimental y arreglo de tratamientos

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar en arreglo de doble cambio, como propuesto por Lucas (27).

El modelo matemático del diseño es :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde :  $Y_{ijk}$  = Cada observación

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = i-ésima secuencia de tratamiento representada por la suma de los valores del primer y tercer período menos el doble del segundo período.

$B_j$  = Efecto del j-ésimo bloque

$E_{ijk}$  = Efecto del componente aleatorio en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo bloque y k-ésima observación (error experimental).

Los arreglos de tratamiento se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Arreglo de bloques y secuencia por animal.

		B L O Q U E											
		I				II				III			
VACA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PERIODO	I	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
	II	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C
	III	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D

A, B, C, D = Raciones experimentales.

### 3.8.1. Análisis estadístico

Para medir el efecto de las raciones experimentales sobre la producción y calidad de la leche y consumo voluntario de la ración, se hizo análisis de varianza de acuerdo al diseño utilizado, por lo tanto el arreglo de datos, fue como lo indica Lucas (27), para cada secuencia de tratamiento y por bloques. Para ello, se calcularon los efectos diferenciales de tratamiento (A) por medio de la ecuación :

$$D_s = Y_1 = 2Y_2 + Y_3$$

Donde :

$Y_1$ ,  $Y_2$  y  $Y_3$ , representan el comportamiento de cada vaca en los períodos  $I_1$ ,  $II_1$  y  $III_1$ , respectivamente. Con estos valores es posible calcular los siguientes parámetros indispensables para el análisis de varianza.



- M : Suma de  $D_s$  para todas las vacas en todas las secuencias.
- B : Suma de  $D_s$  en cada bloque.
- Q : Suma de  $D_s$  para las vacas que recibieron el tratamiento en el primer y tercer período, menos la suma de  $D_s$  de las vacas que recibieron ese tratamiento en el segundo período.

En el Cuadro 6 se describen los componentes del análisis de varianza utilizados para el procesamiento de los resultados obtenidos.

La media de tratamiento ( $Y_{tr}$ ), se calcula mediante la fórmula :

$$Y_{tr} = \bar{Y} + Q \frac{K}{2} np$$

Donde:  $\bar{Y}$  es la suma de la respuesta de las vacas, por tratamiento y período sobre el número de observaciones (36 observaciones).

Cuadro 6. Componentes del análisis de varianza (Tomado de Lucas, 1956).

Fuente de Variación	Grados de libertad	Abreviatura	Suma de Cuadrados
Factor de corrección	1	Fc	$\frac{M^2}{3 np (p-1)}$
Total corregido	$\frac{np (p-1)}{2} - 1$	SCT	$1/2 \sum_{i=D}^n i \sum_{j=D}^n j D_{ij}^2 - Fc$
Bloques	V-1	SCB	$1/6 \sum_{u=1}^n u \frac{Bu^2}{\mu} - Fc$

Continuación .... Cuadro 6.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Abreviatura	Suma de Cuadrados
Tratamiento	D-1	$SCT_r$	$1/6 np \sum_{k=1}^n kQ k^2$
Error	$\frac{np(p-1)-2(p+v) + 2}{2}$	$SC_E$	$SCT = (SB + SCE_r)$

P = Número de tratamientos

v = Número de bloques del diseño

D<sub>ij</sub> = Valor D para la j-ésima vaca en la i-ésima secuencia de tratamiento.

n = 2r, donde r = número de vacas por secuencias de tratamiento.

mu = Número de vacas en el u-ésimo bloque

B<sub>u</sub> = Valor B del u-ésimo bloque

Q<sub>k</sub> = Valor Q para e<sub>k</sub> k-ésimo tratamiento.

La desviación típica de ( $\bar{Sx}$ ) se calcula por  $\sqrt{S^2/np}$ , donde  $S^2$  es el cuadrado medio del error SCE/g.l., y es coeficiente de variación (CV) por  $100 \sqrt{\frac{S^2}{\bar{Y}}}$

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

La presente discusión se orienta a establecer, en forma sencilla, la relación de eficiencia de utilización de madre cacao-melaza presentes en los tratamientos  $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$  comparado con el suplemento comercial utilizado en el tratamiento  $T_0$ .

##### 4.1. Producción láctea y cambio de peso

En el Cuadro 7 se presentan los promedios de producción láctea, así como también los cambios de peso por tratamiento, en el cual al realizar el análisis estadístico respectivo, no se encontró diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos ( $P \leq 0,05$ ), lo que indica que los diferentes niveles de madre cacao utilizados no influyeron en la producción de leche ni en los cambios de peso.

Cuadro 7. Producción láctea y cambio de peso

Concepto	TRATAMIENTOS				$\bar{x}$	E.T.	C.V.	Nivel significativo (0,05)
	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$T_3$				
Producción láctea (kg)	6,83	6,85	6,47	6,20	6,67	0,41	7,08	n.s.
Cambio de peso* (kg de P.V.)	1,78	1,78	1,69	1,66	1,76	0,27	17,512	n.s.

n.s. : No significativo

\* : Valor transformado a partir del  $\log_{10}$  (valor + 51,4).

E.T. : Error típico

C.V. : Coeficiente de variación

Los resultados obtenidos en lo que respecta a producción lácrea coincide con lo reportado por Rodríguez, Pineda y García (36), al igual que lo reportado por Del Cid y Valle (10), pero no sigue la misma tendencia con los presentados por Gómez y Valle (20) e Hidalgo y Rivera (22).

Es de hacer mención que a pesar de no existir diferencia estadística entre los tratamientos evaluados, hubo cierta tendencia en favor del tratamiento  $T_1$ , la cual puede apreciarse en la Figura 1. Dicha tendencia puede deberse a la cantidad de proteína sobrepasante que proporcionó el nivel de leguminosa utilizado en dicho tratamiento. Preston (1990), menciona lo anterior como una de las características principales del madrecaao (Gliricidia sepium) y en general de las leguminosas forrajeras.

En la Figura 2, se presenta la tendencia seguida por los valores de cambio de peso. En los tratamientos  $T_0$  y  $T_1$ , se dieron los incrementos más altos de peso, pero como se mencionó con anterioridad, entre los valores presentados no existe diferencia significativa. Esto podría interpretarse de tal forma que dentro de las unidades experimentales se produjeron aumentos y disminuciones de peso, pero que en general dichos cambios no fueron significativos. Es de hacer mención que los resultados obtenidos, no pueden ser concluyentes debido al corto período transcurrido entre la toma de los pesos, por lo cual no pueden interpretarse como efecto de las raciones

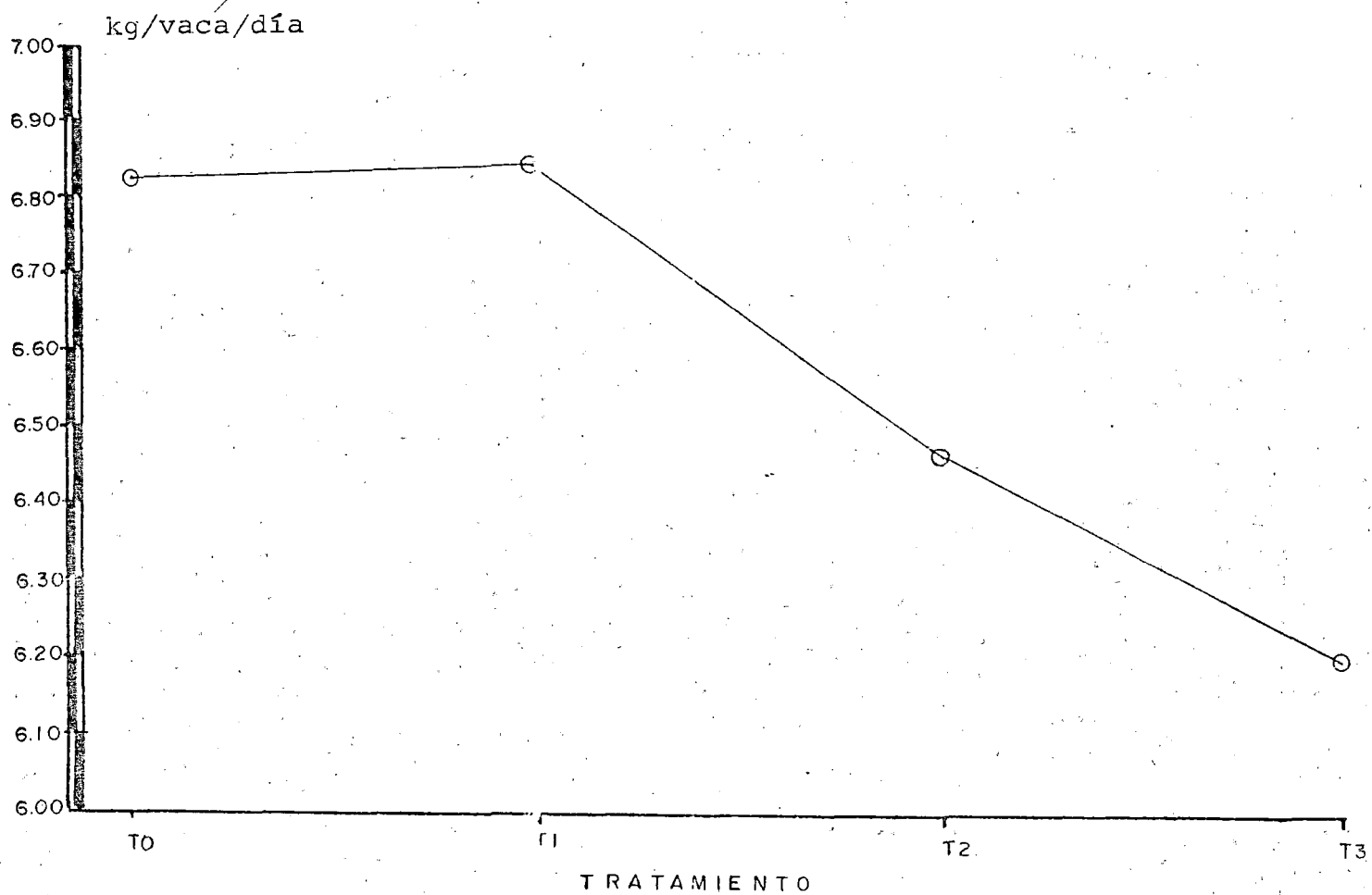


Fig. 1. COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION DE LECHE DE VACAS ENCASTADAS ALIMENTADAS CON RACIONES QUE INCLUYEN DIFERENTES NIVELES DE MADRE CACAO (Glicidia sepium)

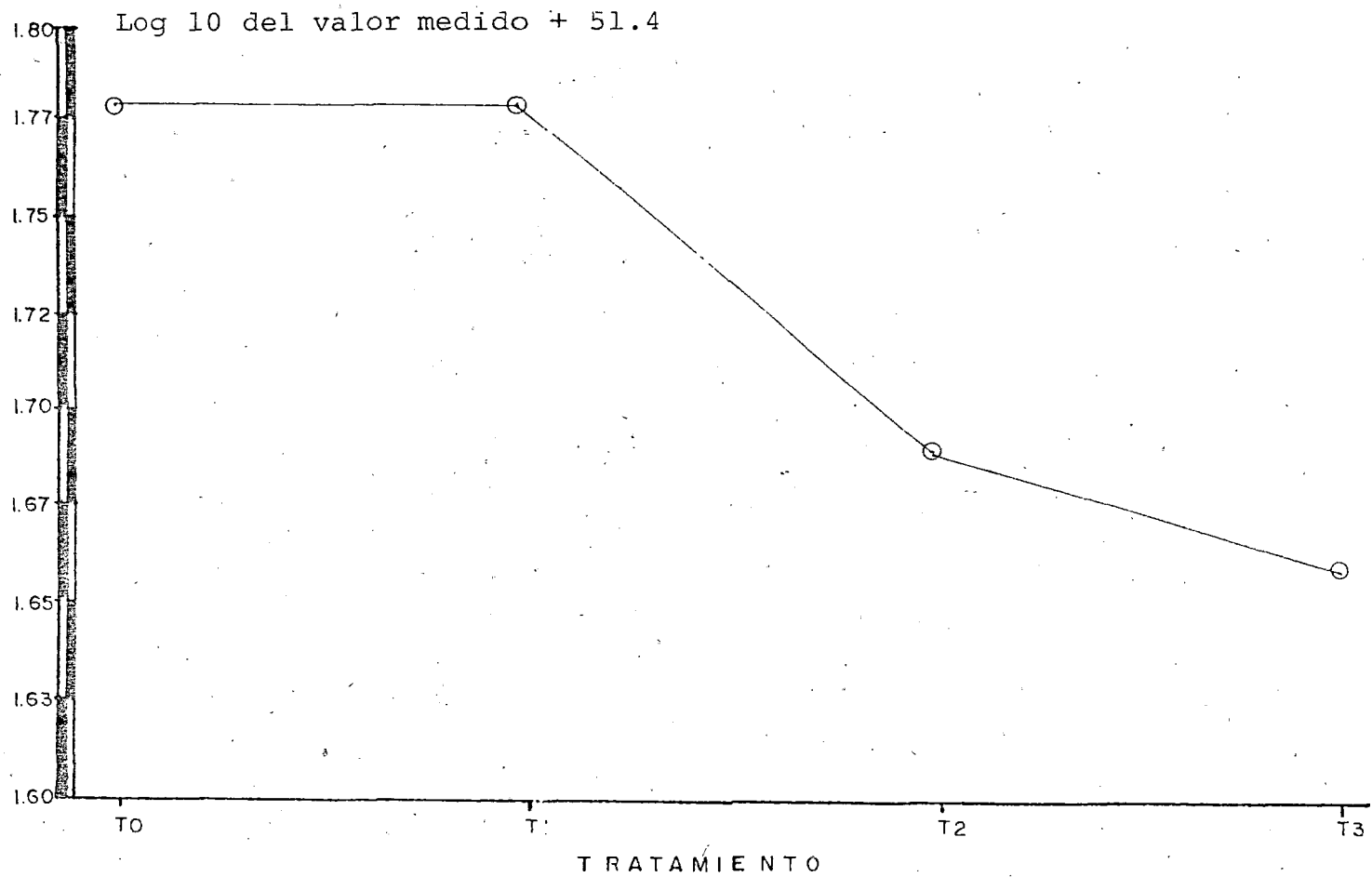


Fig.2 COMPORTAMIENTO DEL CAMBIO DE PESO VIVO DE VACAS ENCASTADAS ALIMENTADAS CON RACIONES QUE INCLUYEN DIFERENTES NIVELES DE MADRE CACAO (*Glyricidia sepium*)

evaluados, aunque Torres (40), reporta ganancias de peso significativas al utilizar otra especie de madrecaao (Gliricidia maculata) en ganado de leche; Carew, citado por Torres (40), a su vez reporta ganancias de peso utilizando madrecaao (Gliricidia sepium) en rumiantes menores.

#### 4.2. Calidad láctea

En el Cuadro 8 se presentan los promedios de porcentaje de grasa, así como el contenido protéico de la leche por tratamiento; al realizar el análisis estadístico respectivo, resultó que entre dichos valores no hubo diferencia significativa, lo que indica que los diferentes niveles de madrecaao utilizados no influyeron en el porcentaje normal de grasa y proteína.

Cuadro 8. Calidad de leche de acuerdo al contenido de grasa y proteína.

CONCEPTO	TRATAMIENTOS				$\bar{x}$	E.T.	C.V.	Nivel Signific. (0,055)
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>				
Porcentaje de grasa	3,85	3,80	4,08	3,69	3,87	0,17	5,19	n.s.
Porcentaje de proteína	3,20	3,19	3,29	2,84	3,14	0,34	12,36	n.s.

n.s.: No significativo

E.T. : Error típico

C.V.: Coeficiente de variación.

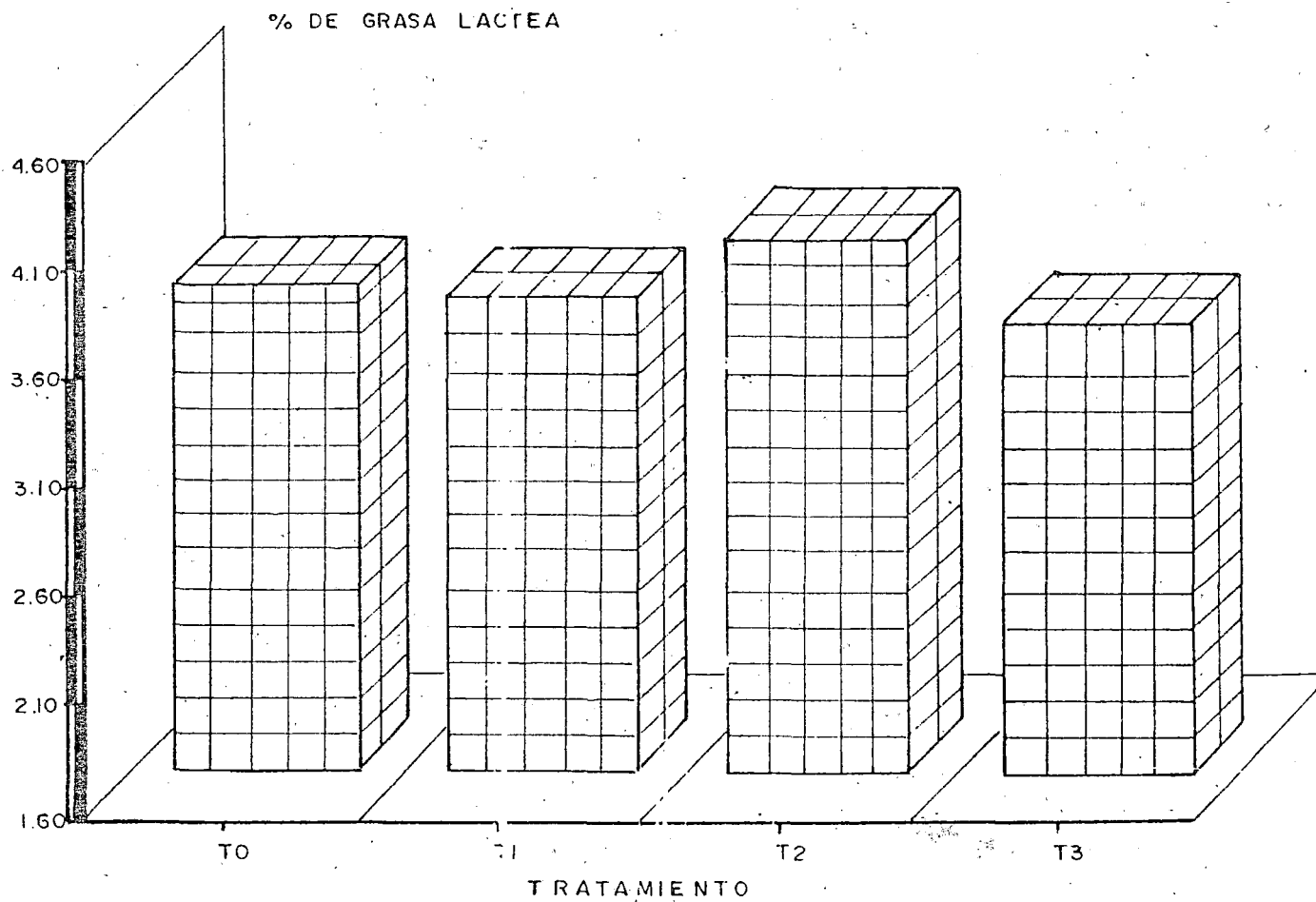


Fig.3 NIVELES DE GRASA DE LA LECHE (%) DE VACAS ENCASTADAS ALIMENTADAS CON RACIONES QUE INCLUYEN DIFERENTES NIVELES DE MADRE CACAO (Glicidia sepium)



En la Figura 3, se presenta la tendencia seguida por los valores de grasa láctea en los diferentes tratamientos. Nótese el incremento en favor del tratamiento  $T_2$ ; dicho efecto pudo deberse al patrón de fermentación seguido por dicho tratamiento.

El tratamiento  $T_3$  produjo menos grasa que los demás tratamientos, esto pudo deberse a que posee el menor contenido de fibra en la ración (Cuadro A-12).

En la Figura 4, se presenta la tendencia seguida por los tratamientos en lo que respecta a proteína. Puede observarse el bajo contenido de dicho elemento en el  $T_3$ , debido posiblemente a la baja aceptación que tuvo la ración, pero como se dijo anteriormente, la diferencia presente entre los valores no es estadísticamente significativa.

#### 4.3. Consumo de alimento suplementado

En los tratamientos  $T_0$ ,  $T_1$  y  $T_2$ , hubo un 100 por ciento de consumo, pues las unidades experimentales no presentaron ningún tipo de rechazo; no así el tratamiento  $T_3$ , en el cual se pudo apreciar un 24 por ciento de rechazo en los primeros días de toma de datos.

Los bajos niveles de consumo en este tratamiento se pueden deber a la baja gustosidad del madrecaao fresco.

Es de mencionar que debido al manejo existente en la hacienda, el consumo de pasto no se puede determinar.

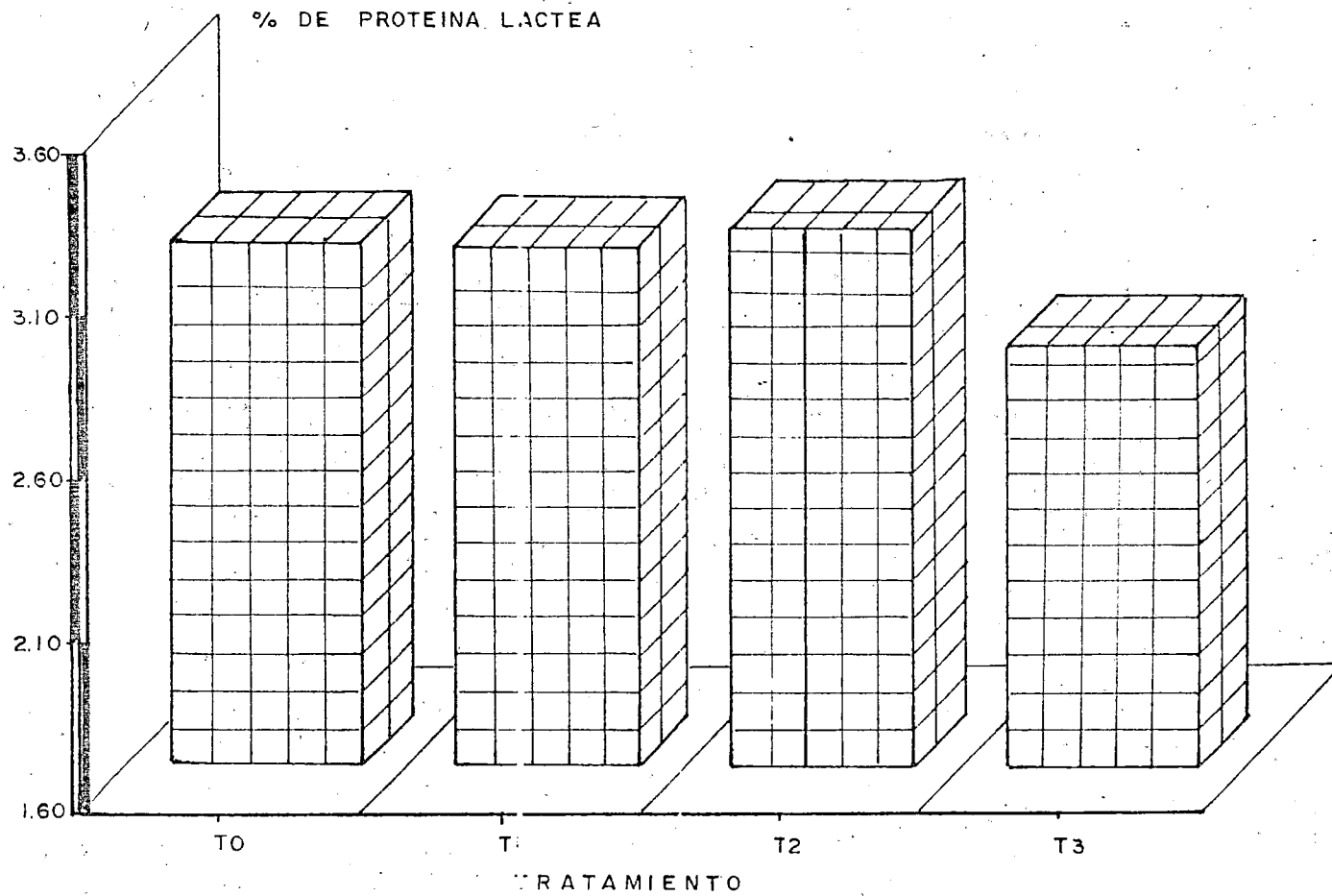


Fig. 4 NIVELES DE PROTEINA DE LA LECHE (%) DE VACAS ENCASTADAS ALIMENTADAS CON RACIONES QUE INCLUYEN DIFERENTES NIVELES DE MADRE CACAO (Glicidio seplum)

#### 4.4. Comportamiento general

A lo largo de todo el ensayo no se reportaron problemas en el comportamiento general de las unidades experimentales, ya que tanto la salud como la frecuencia de celos se presentaron en forma normal.

#### 4.5. Análisis económico

Los costos de las raciones experimentales y los costos por kg de leche producida se presentan en el Cuadro 9; se observa que el tratamiento T<sub>3</sub> fue el que presentó menor costo por ración (¢ 2,01 por día), comparado con los otros tratamientos evaluados que tuvieron un costo de ¢ 4,55, ¢ 7,08 y ¢ 9,44 para T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>0</sub>, respectivamente, por lo que el tratamiento T<sub>3</sub> resultó ser el más económico.

Cuadro 9. Costo de raciones experimentales y costo por unidad de leche producida.

CONCEPTO	UNIDAD	TRATAMIENTOS			
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Concentrado	kg	6	4	2	-
Madrecacao	kg	-	1,5	3	4,5
Melaza	kg	-	1	1,5	2
RACION TOTAL	kg	6	6,5	6,5	6,5
Costo de concentrado	¢	9,44	6,29	3,15	-
Costo de madrecacao*	¢	-	0,44	0,87	1,31
Costo de melaza	¢	-	0,35	0,57	0,70
COSTO POR RACION	¢	9,44	7,08	4,55	2,01

\* Ver Anexo A-9.

Continuación Cuadro 9.

CONCEPTO	UNIDAD	TRATAMIENTOS			
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Producción promedio de leche	kg	6,83	6,35	6,47	6,20
Costo/kg de leche producida	¢	1,38	1,03	0,70	0,32

En el Cuadro 10 se presenta el costo por kg de grasa producida y se observa siempre una diferencia en favor del T<sub>3</sub> - (¢ 7,73), con respecto a los demás tratamientos evaluados, los cuales presentaron un costo por kg de grasa producido de ¢ 17,5, ¢ 27,23 y ¢ 36,31 para T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>0</sub>, respectivamente.

Cuadro 10. Costo por kg de grasa (producción promedio láctea 6,67, kg porcentaje de grasa promedio 3,87).

CONCEPTO	UNIDAD	TRATAMIENTOS			
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
- Producción de grasa*	kg	0,26	0,26	0,26	0,26
- Costo por ración	¢	9,44	7,08	4,55	2,01
- Costo por kg de grasa	¢	36,31	27,23	17,50	8,73

\* Producción de grasa = 6,67 kg x 0,0387 = 0,26 kg.

Por otra parte la relación de ingresos y costos de alimentación (Cuadro 11), se muestra siempre en favor del T<sub>3</sub> (3,70), comparado con los demás tratamientos, los cuales obtuvieron valores de 13,84, 2,47 y 1,85 para T<sub>2</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>0</sub>, respectivamente.

Cuadro 11. Relación de ingresos y costos de producción por alimentación por tratamiento (producción láctea promedio, precio de venta por kg de leche ¢ 2,62).

C O N C E P T O	TRATAMIENTOS			
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Ingreso por venta de leche* (¢)	17,48	17,43	17,48	17,48
Costo de alimentación diaria (¢)	9,44	7,03	4,55	2,01
Relación beneficio-coste	1,85	2,45	3,84	3,70

\* Ingreso por venta de leche = 6,67 kg x ¢ 2,62 kg  
= 17,48 kg.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos y su discusión permiten establecer las siguientes conclusiones :

- Desde el punto de vista biológico, todos los tratamientos resultaron ser similares en los parámetros evaluados. Desde el punto de vista económico el tratamiento T<sub>3</sub> (4,5 kg de madrecaao fresco y 2 kg de melaza), resultó ser el mejor debido a su bajo costo.
- El madrecaao fresco presentó un bajo consumo voluntario por lo cual es necesario incorporar a la ración una fuente que incremente su aceptación.
- La adición de madrecaao fresco en la dieta, no afectó la calidad de leche obtenida, ya que en lo que respecta a grasa y proteína, los valores se mantuvieron dentro de los niveles normales.
- El madrecaao fresco no afectó el comportamiento normal de la vaca en producción, ya que tanto las manifestaciones reproductivas (celo), como la salud general de los animales no se vieron alterados.

## 6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados de este trabajo, se recomienda lo siguiente :

- A nivel de medianos y pequeñas explotaciones ganaderas, con un potencial genético similar al utilizado en el en sayo, la incorporación de la mezcla madrecaao-melaza - como base dentro de la alimentación, ya que mantiene la producción de leche y no ocasiona cambios sustanciales en el peso de los animales.
- Realizar estudios utilizando forraje de madrecaao dur ante períodos más prolongados para evaluar posibles efectos negativos colaterales.
- Evaluar el forraje de madrecaao como suplemento en la alimentación de vacas con un mayor nivel de producción para verificar si dicha fuente llena sus requerimientos nutricionales.
- Evaluar el potencial alimenticio del madrecaao en el - crecimiento y engorde de terneros.
- Se recomienda realizar trabajos de investigación que per mitan caracterizar nutricionalmente el efecto de incorpora rar el follaje de madrecaao fresco en los patrones de

fermentación ruminal y su grado de aprovechamiento.



## 7. BIBLIOGRAFIA

1. ARGUETA VANEGAS, A.G.; RODRIGUEZ CHACON, V.A. 1991. Uso de bloques con diferentes niveles de harina de follaje de madrecaao (Gliricidia sepium) en la alimentación de conejos durante la fase de engorde. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.
2. BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D.F. México. Herrero Hnos. 467 P.
3. BENAVIDEZ, J.E. 1983. Utilización de forrajes de origen arbóreo en la alimentación de rumiantes menores Turrialba, Costa Rica. USAID, CATIE. P. 1-3.
4. BOREL, R. 1983. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y su uso de árboles forrajeros en la alimentación animal. Resúmenes analíticos sobre pastos tropicales (Colombia) 6(2): 71.
5. BOTERO, R. 1983. Los árboles forrajeros como fuente de protección para la producción animal en el trópico. Ed. Susana López, T.R. Preston y Mauricio Rosales M., Bogotá, Colombia, CIPAV. P. 76-96.
6. CAÑAS DE MORENO, F.; MONTERROSA DE LOPEZ, S.J. 1976. Manual de laboratorio de química. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Unidad de Química. P. 42-44, 55-56, 58-59.

7. CATIE (C.R.) 1983. Investigación aplicada en sistemas de producción de leche. Informe técnico final del proyecto CATIE-BID 1979-1983. Turrialba, Costa Rica, Ed. CATIE. P. 43-44, 85-86.
8. CHURCH, D.C.; POND, W.G. 1990. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Trad. Luis Jorge Pérez Calderón. México, D.F., México. Limusa. P. 330-331.
9. DE ALBA, J. 1971. Alimentación del ganado en América Latina. 2 ed. México, D.F., México, Fournier. P. 234-235.
10. DEL CID, V.; VALLE, G. 1987. Producción de leche de vacas suplementadas con madriado en el litoral Atlántico de Honduras. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (33, 1987, Guatemala, Gua.). Memoria. Ed. Sector Público Agropecuario y de Alimentación, Ministerio de Agricultura. P. 290.
11. ELVIRA, P.; RODRIGUEZ, A.; SOLANO, A.; ROMEO, A. 1980. El madrecao (*Gliricidia sepium*), para la producción de forraje y leña en Nueva Concepción. In. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (15, 1983, Investigaciones Agropecuarias de Panamá (Pan.)). P. 111-116.

12. ENDEM M., VANDEN; ACOSTA, C.; GOMEZ, M.E.; RESTREPO, J. D. 1989. Matarratón (Gliricidia sepium) avances en su cultivo intensivo. Cali, Colombia, CIPAV. 14:1-16.
13. ESPECIES PARA LEÑA. 1984. Arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. Vera Arguello de Fernández. Turrialba, Costa Rica, CATIE. P. 83.
14. FAO (CHILE). 1984. Sistemas Agroforestales en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, s.n. P. 10, 66.
15. FRAGAS, M.J.; BLAS, J.C. 1984. Alimentos del ganado. 2 ed. Madrid, España, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica. P. 179-184, 194-199.
16. GALINDO, W.I.; ROSALES, M.; MURGUEITIO, R.; LARRAHONDA, I. 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, nacedero y matarratón. Investigación Pecuaria para el desarrollo rural (Colombia). 1(1): 37.
17. GARCIA SALINAS, R.A. 1989. Sistemas agrosilvopastoriles. San Salvador, El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. P. 1.
18. GARCIA VILLATORO, J.Z.; GUARDADO CHOTO, D.E.; RAMIREZ CERRITOS, S.G. 1990. Evaluación de harina de hoja de madrecaao (Gliricidia sepium) en la alimentación de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 78 P.

19. GARTAMBIDE ARRILLAGA, C. 1975. Alimentación de animales en el trópico. 2 ed. México, D.F. México, Diana. P. 62-63.
20. GOMEZ, D.; VALLE, G. 1987. Producción de leche de vacas suplementadas con madriado (Gliricidia sepium) más melaza en el Litoral Atlántico de Honduras. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. (33, 1987, Guatemala, Gua.). Memoria Ed. Sector Agropecuario y de Alimentación), Ministerio de Agricultura. P. 291.
21. GUZMAN, D. 1941. Especies útiles de la flora salvadoreña. 3 ed. Morelia, México. P. 83.
22. HIDALGO, C.A.; RIVERA, J.E. 1990. Evaluación de diferentes niveles de madrecaao (Gliricidia sepium) con -- adición de melaza como suplemento en la alimentación de ganado lechero. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (36, 1990, San Salvador, El Salv.). Memoria. Ed. Comité de Publicaciones. San Andrés, El Salv. CENTA. P. 93.
23. ITURBIDE, A.M. 1984. Producción de leche con pastos tropicales. In Aspectos de la utilización y producción de forrajes en el Trópico. Ed. Andrés R. Novoa, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 3:83-105.

24. LAGOS, J.A. 1983. Compendio de botánica sistemática. 2 ed. San Salvador, El Salvador. Ministerio de Educación. P. 140.
25. LAGOS, S. 1977. Arboles del campo experimental. San Salvador, El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, Universidad de El Salvador. P. 42.
26. LENG, R.A.; PRESTON, T.R. 1976. Caña de azúcar para la producción bovina, limitaciones actuales, perspectivas y prioridades para la investigación tropical. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 6(1): 22.
27. LUCAS, H.L. 1956. Switchback trials for more than two treatments. *Journal of Dairy Science* 39: 146-149.
28. MATUTE, O.R. 1987. Caracterización de los sistemas de producción en el hato nacional: Alimentación y manejo. In. Seminario Centroamericano sobre reproducción y mejoramiento bovino. Ed. Angel María Iturbide Collino. Tegucigalpa, Honduras, INFOP. P. 25-31.
29. McDOWELL, R.E. 1972. Bases biológicas de alimentación de la producción en zonas tropicales. Trad. Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, España. Acribia. P. 202, 203.

30. MORENO, A. 1986. Estructura y función del sistema agroforestal Gliricidia sepium-bovinos-gramíneas. Finca La Pacífica. Guanacaste, Costa Rica. In. Sistemas Agroforestales Principios y Aplicaciones en los Trópicos. Ed. CATIE. San José, Costa Rica. P. 299-321.
31. MORRISON, F.B. 1951. Alimentos y alimentación del ganado. Trad. José Luis de La Loma. 21 ed. México, D.F. México. UTEHA. P. 748, 752, 758.
32. MOCHEBUENA, G.; O'DONOVAN, P.B. 1986. Valor nutritivo del forraje rico en proteína de Gliricidia sepium. Revista Mundial de Zootecnia (Italia). No. 57: 48, 49.
33. ORGANIZACION PARA ESTUDIOS TROPICALES. 1986. Sistemas agroforestales principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica, CATIE. P. 300-321.
34. PALOMO SOL, H.M. 1974. Administración de las empresas ganaderas en El Salvador, ganado bovino. Tesis Lic. Administración de Empresas. San Salvador, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, Facultad de Ciencias Económicas, P. 42, 43.
35. PRESTON, T.R.; LENG, R.A. 1990. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles, aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de ruminantes en el trópico. 2 ed. Cali, Colombia. CONDRIT. P. 24, 142, 155, 159.

36. RODRIGUEZ, E.S.; PINEDA, E.; GARCIA, P. 1986. Suplementación con madriado (Gliricidia sepium) a vacas de ordeño en el Litoral Atlántico de Honduras. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. (32, 1986, San Salvador, El Salv.). Memoria. Ed. Comité de Publicaciones. San Andrés, El Salv., CENTA. P. 23.
37. RUIZ, M.E. 1983. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo. In Aspectos nutricionales en la producción de leche. Ed. Andrés R. Novoa. B. Turrialba, Costa Rica, CATIE. I: 23-56.
38. SILVICULTURA DE especies promisorias para la producción de leña en América Central. 1986. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Informe Técnico No. 86. P. 145-152.
39. SMITH, O.B.; VAN HOUTERT, M.F.S. 1987. Valor forrajero del Gliricidia sepium. Revista Mundial de Zootecnia (FAO). No. 62 : 57-58.
40. TORRES, F. 1985. El papel de las leñosas perennes en los sistemas agrosilvopastoriles. Turrialba, Costa Rica. P. 15, 16.
41. VACCARO, L. 1987. Mejoramiento genético para la producción de leche en el trópico. In Seminario Centroamericano sobre Reproducción y Mejoramiento Bovino. Ed. Angel María Iturbide Collino. Tegucigalpa, Honduras. INFOP. P. 64-92.

42. WILLIAMSON, G.; PAYNE, W.J. 1975. La ganadería en regiones tropicales. Trad. María de Sales Viñas. Barcelona, España. BLUME. P. 37.
43. WITSBERGER, D.; CURRENT, D.; ARCHER, E. 1982. Arboles del Parque Deininger. San Salvador, El Salvador, Ministerio de Educación. P. 146.
44. WILDIN, J.H. 1989. Especies arbóreas en sistemas forrajeros. Resúmenes Analíticos sobre Pastos Tropicales (Colombia) 12(3): 78.



3. A N E X O S

Cuadro A-1. Producción diaria de leche de vacas alimentadas con Madrecacao.

V A C A		B L O Q U E												TOTAL
		I				II				III				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PE	I	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	77.6
		7.7	4.4	5.8	5.2	6.5	5.7	5.2	5.7	9.4	10.4	5.6	6.0	
RIO	II	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C	79.2
		7.8	4.3	5.6	6.6	6.7	5.7	5.5	7.0	7.0	11.0	5.9	6.1	
DC	III	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	83.4
		7.6	5.1	6.8	7.1	8.2	7.2	5.1	6.9	7.4	9.8	5.6	6.6	
Dij <sub>2</sub>		-0.3	0.9	1.4	-0.9	1.3	1.5	-0.07	-1.4	2.8	-1.8	-0.6	0.4	
Dij		0.1	0.8	2.0	0.8	1.7	2.3	0.5	2.0	7.8	3.2	0.4	0.2	240.2
Bu <sub>2</sub>			1.1				0.7				0.8			2.6
Bu			1.2				0.5				0.6			2.3
						M	M <sup>2</sup>	F.C.			Media general			
						2.60	6.8	0.0939			6.67			
											Media ajustada			
										A =	6.83	A		
										B =	6.85	A		
										C =	6.47	A		
										D =	6.20	A		

Cuadro A-2. Análisis de varianza para producción diaria de leche de vacas alimentadas con Madre-cacao.

F. de V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F 0.05	Tab. 0.01	Sign.
Total	11	3.52					
Trat	3	1.73	0.58	2.59	4.07	7.59	n.s.
Error	8	1.78	0.22				

Error típico : 0.41 A-B                    0.0    B-C            0.4  
 Coefic. Var. : 7.082 A-C                   0.4    B-D            0.7  
                   5.67 A-D                    0.6    C-D            0.3  
 n.s.            : No significativo

Cuadro A-3. Cambio de peso vivo de vacas alimentadas con Madrecacao  $\sqrt{\text{valor trans}}$  formado a partir de Log 10 (Valor + 51.4)  $\sqrt{\quad}$

VACA		B L O Q U E												TOTAL
		I				II				III				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PE	I	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	22.4
		1.9	1.8	2.1	2.0	1.9	1.8	1.9	1.6	1.7	1.7	2.1	1.8	
RIO	II	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C	
		1.8	1.8	1.2	1.8	1.5	1.7	1.5	2.1	1.6	1.7	1.7	1.0	
OO	III	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	21.2
		1.9	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.6	2.0	1.7	1.7	1.7	
$D_{ij}^2$		0.2	-0.1	1.5	0.0	0.7	0.1	0.6	-1.0	0.5	0.0	0.4	1.5	
$D_{ij}$		0.0	0.0	2.2	0.0	0.5	0.0	0.4	0.9	0.2	0.0	0.2	2.3	
$Bu_2$			1.6								2.4		4.491611	
$Bu$			2.5								6.0		8.7	

$ED_{ij}^2 = 6.7$   
 $ED_{ij} = 0.5$   
 $ED_{ij} = 0.2$

M = 4.49  
 $M^2 = 20.2$   
 F.C. = 0.28  
 Media general = 1.76

Media ajustada

- A = 1.78 A
- B = 1.78 A
- C = 1.69 A
- D = 1.66 A

Cuadro A-4. Análisis de varianza para cambio de peso vivo de vacas alimentadas con Madrecacao.

F. de v.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F 0.05	Tab. 0.01	Sign.
Total	11	0.8					
Trat.	3	0.1	0.03	0.29	4.76	9.78	n.s.
Error	8	0.8	0.09				

Error típico	:	0.27	A-B	0.0	B-C	0.1
Coefic. Var.	:	17.512	A-C	0.1	B-D	0.1
n.s.	:	No significativo	A-D	0.1	C-D	0.0

Cuadro A-5. Grasa láctea promedio de vacas alimentadas con Madrecacao.

V A C A		B L O Q U E												TOTAL
		I				II				III				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PE	I	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	46.2
		4.5	4.5	3.2	4.2	3.6	4.2	3.1	3.2	4.0	3.8	4.2	3.7	
RIO	II	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C	43.9
		3.2	3.8	2.2	3.5	4.2	4.0	3.3	3.7	3.9	3.9	4.1	4.1	
CO	III	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	49.3
		4.1	4.2	4.2	3.9	4.0	4.0	4.1	4.3	4.3	4.0	4.1	4.1	
Dij <sup>2</sup>		2.2	1.1	3.0	1.1	-0.3	0.2	0.6	0.1	0.5	0.0	0.1	-0.4	
Di <sub>j</sub> <sup>2</sup>		4.8	1.2	9.0	1.2	0.6	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	0.2	139.4
Bu <sub>2</sub>			7.4								0.2			7.7
Bu <sup>2</sup>			54.8								0.0			54.8
						EDij <sup>2</sup> =	17.7							
							0.1							
							0.0							
						M	M <sup>2</sup>	F.C.					Media general	
						7.70	59.3	0.8235					3.87	
													Media ajustada	
													A =	3.85 A
													B =	3.80 A
													C =	4.08 A
													D =	3.69 A

68

Cuadro A-6. Análisis de varianza para grasa láctea promedio de vacas alimentadas  
 das con Madrecacao.

F. de V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F 0.05	Tab. 0.01	Sign.
Total	11	2.13					
Trat.	3	0.43	0.14	3.55	4.76	9.78	n.s.
Bloque	2	1.46	0.73	18.10	5.14	10.92	**
Error	6	0.24	0.05				

Error típico :	0.17	A-B	0.0	B-C	-0.3
Coefic. Var. :	5.192	A-C	-0.2	B-D	0.1
		A-D	0.2	C-D	0.4

n.s. : No significativo

\*\* : Altamente significativo.

Cuadro A-7. Proteína láctea promedio de vacas alimentadas con Madrecacao

VACA		BLOQUE												TOTAL
		I				II				III				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PE	I	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	39.5
		3.3	3.6	3.1	3.3	3.3	3.3	3.3	3.1	3.3	3.5	3.1	3.3	
RIO	II	B	C	D	A	C	D	A	B	D	A	B	C	38.0
		3.2	3.1	3.0	3.4	2.9	3.2	3.1	3.3	3.2	3.3	3.1	3.2	
OO	III	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	35.6
		3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	0.2	
Dij <sub>2</sub>		0.1	0.6	0.3	-0.3	0.8	0.1	0.3	-0.3	0.1	0.1	0.2	-2.9	
Dij		0.0	0.4	0.1	0.1	0.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	8.4	113.1
$EDij^2 =$						9.9								
Bu <sub>2</sub>		0.7				0.9				-2.5				-0.9
Bu		0.5				0.8				6.3				7.6
		M	$M^2$		F.C.		Media general							
		-0.90	0.8		0.0113		3.14							
								Media ajustada						
								A =	3.20		A			
								B =	3.19		A			
								C =	3.25		A			
								D =	2.89		A			



Cuadro A-8. Análisis de varianza para proteína láctea promedio de vacas alimentadas con Madrecacao.

F. de V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F Calculada	F 0.05	Tab. 0.01	Sign.
Total	11	1.63					
Trat.	3	0.42	0.14	0.94	4.76	9.78	n.s.
Error	8	1.21	0.15				

Error típico :	0.34	A-B	0.0	B-C	-0.1
Coefic. Var. :	12.362	A-C	-0.1	B-D	0.3
		A-D	0.3	C-D	0.4

n.s. : No significativo

Cuadro A-9 : Análisis económico del establecimiento de 1.4 hectáreas de Madrecacao y Plan de Pagos.

	1	2	3	4	5
Ø	8400	8400	5600	2800	-
K	8400	8400	2800	2800	2800
I	504	504	504	336	168
PAGO	504	504	3304	3136	2968

K = Capital

I = Interés.

El costo de establecimiento de 1,4 hectáreas de Madrecacao asciende a Ø 8,400.00, que incluye compra de arbolitos, ahoyado y siembra, el cual se tomó como base inicial para el primer año en el plan de pagos. Considerando que en la Hacienda no se presentaban gastos de establecimiento del bosque de Madrecacao, es necesario incluirlos para tener una idea más clara de los costos de producción en los que se puede incurrir.

Se consideró una vida útil de cinco años para el proyecto en el cuál las Instituciones Financieras aportaron un 100% del monto total del establecimiento, con una tasa de interés - del 6% y 2 años de gracia.

DETALLE DE COSTO POR kg DE MADRECACAO PRODUCIDO

- Promedio de forraje Madrecacao/1.4 ha.	17,836.00 kg	
- Promedio de pago anual en concepto de préstamo.	¢ 2,083.20	
- Costo por cosecha de madrecacao/kg	¢ 0.17*	
- Costo por pago de <u>in</u> terés y capital	¢ 2,083.20	
	<hr/>	= ¢ 0.12/kg.
	17,836.00 kg	
- Costo por kg de <u>Madre</u> <u>cacao</u> producido	¢ 0.17	
	¢ 0.12	
	<hr/>	
	¢ 0.29	

\* Considerando que un hombre cosecha 91 kg de Madrecacao/  
día (2 qq), y el pago por hombre-día es de ¢ 15.00.

Cuadro A-10. Resultado del análisis bromatológico de hojas de Madrecacao, Pasto Napier y concentrado comercial.

ALIMENTO	% Materia Seca	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Ceniza	% Calcio	% Fósforo	% Mg.
Hojas de Ma- drecacao	23.21	24.93	6.48	10.64	7.91	0.220	0.629	0.427
Pasto Napier	22.1	10.46	3.37	35.29	14.48	0.835	0.250	0.495
Concentrado co- mercial	91.97	21.47	2.93	7.82	12.72	0.305	0.276	0.175
Miel	75	3	-	-	6	-	-	-

Cuadro A-11. Análisis bromatológico de las raciones experimentales.

Aportes	Fresco (kg)	M.S. (kg)	P.C. (gr)	Grasa (g)	F.C. (g)	Ceniza (g)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)
T <sub>0</sub> Concentrado	6	5,52	1 185	164	432	702	17	15	0,97
TOTAL	6	5,52	1 185	164	432	702	17	15	0,97
T <sub>1</sub> Concentrado	4	3,68	790	110	288	469	11	10	0,01
Madrecacao	1,5	0,35	87	23	37	28	1	2	1,5
Miel	1	0,75	23	-	-	45	-	-	-
TOTAL	6,5	4,78	900	122	325	542	12	12	1,51
T <sub>2</sub> Concentrado	2	1,84	395	55	144	234	3,60	5,10	3,20
Madrecacao	3	0,70	174	45	74	55	1,5	4,4	3,0
Miel	1,5	1,12	35	-	-	67	-	-	-
TOTAL	6,5	3,66	644	100	218	356	7,1	9,5	6,2
T <sub>3</sub> Madrecacao	4,5	1,04	260	68	111	83	2,3	6,6	4,5
Miel	2	1,5	46,5	-	-	9	-	-	-
Total	6,5	2,54	305,5	68	111	92	2,3	6,6	4,5