

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y
ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
AREA DE POSTGRADO

✓
EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA
MORERA (*Morus sp*) FRESCA Y ENSILADA, CON BOVINOS
DE ENGORDA

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DEL COMITE TECNICO DE POSTGRADO Y CAPACITACION DEL
PROGRAMA DE ENSEÑANZA EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES DEL CENTRO
AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAGISTER SCIENTAE

POR

✓
Justino Gerardo González Díaz


Turrialba, Costa Rica

1996


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

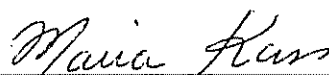
FIRMANTES:



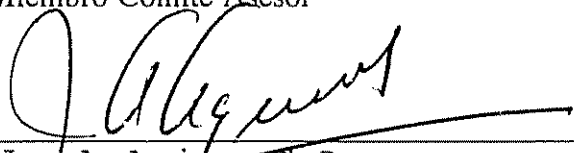
Jorge Benavides, M.Sc.
Profesor Consejero




Rómulo Olivo, M.Sc.
Miembro Comité Asesor



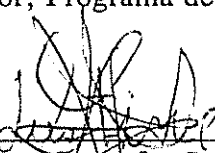
María Kass, Ph.D.
Miembro Comité Asesor



Juan A. Aguirre, Ph.D.
Jefe, Area de Postgrado



Pedro Ferreira, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza



Justino Gerardo González Díaz
Candidato

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	III
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VII
DEDICATORIA.....	IX
AGRADECIMIENTOS.....	X
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS GENERALES.....	2
1.2. <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	2
1.3. <i>HIPÓTESIS</i>	2
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. GANADERIA TRADICIONAL.....	3
2.2. ARBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS.....	4
2.2.1. <i>Una alternativa para la ganadería</i>	4
2.2.2. <i>La Morera</i>	7
2.2.2.1. Características y manejo agronómico.....	7
2.2.2.2 Su uso en la alimentación de rumiantes.....	8
2.3.1. <i>Potencial y limitaciones de los ensilajes</i>	10
2.3.2. <i>El ensilaje de Morera</i>	11
3. EXPERIMENTO I: DINÁMICA FERMENTATIVA DEL ENSILAJE DE MORERA.....	13
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1.1. <i>Localización</i>	13
3.1.2. <i>Metodología</i>	13
3.1.2.1. Unidad Experimental y su Manejo.....	13
3.1.2.2. Metodología para los análisis de laboratorio.....	14
3.1.2.3. Variables Evaluadas.....	15
3.1.3. <i>Análisis estadístico</i>	15
3.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
3.2.1. <i>pH</i>	16
3.2.2. <i>Materia seca</i>	17
3.2.3. <i>Ácido láctico</i>	18
3.2.4. <i>Digestibilidad in vitro de la materia seca</i>	19

3.2.5. <i>NH₃ como % del nitrógeno total</i>	20
3.2.6. <i>Proteína cruda</i>	22
3.2.7. <i>Acido butírico</i>	22
3.2.8. <i>Acido Acético</i>	24
3.2.9. <i>Acido propiónico</i>	25
3.3. CONCLUSIONES.....	26
4. EXPERIMENTO II: SUPLEMENTACIÓN CON MORERA ENSILADA.....	27
4.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
4.1.2. <i>Metodología</i>	27
4.1.2.1. <i>Unidad Experimental y Manejo</i>	27
4.1.3. <i>Tratamientos</i>	29
4.1.4. <i>Diseño Experimental</i>	30
4.1.4.1. <i>Variables a Evaluar</i>	30
4.1.5. <i>Modelo y Análisis Estadístico</i>	31
4.2. RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
4.2.1. <i>Características de los alimentos</i>	31
4.2.2. <i>Selección y consumo</i>	33
4.2.3. <i>Ganancia diaria de peso</i>	41
4.3. CONCLUSIONES.....	43
5.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
5.1.1. <i>Metodología</i>	45
5.1.1.2. <i>Unidad experimental y su manejo</i>	45
5.1.2. <i>Tratamientos</i>	45
5.1.3. <i>Diseño Experimental</i>	46
5.2. RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
5.2.1. <i>Características de los alimentos</i>	46
5.2.3. <i>Ganancia diaria de peso</i>	52
5.2.4. <i>Estimaciones económicas</i>	54
5.3. CONCLUSIONES.....	55
6. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	56
6.1, DISCUSIÓN.....	56
6.2. CONCLUSIONES.....	57
6.3. RECOMENDACIONES.....	57
6. BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	69
ÍNDICE DE ANEXOS.....	70

GONZÁLEZ D., J.G. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la Morera (*Morus sp*) fresca y ensilada, con bovinos de engorda.

Palabras Claves: Morera, ensilaje, suplementación, bovinos, carne

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la respuesta de bovinos Romosinuano de engorde, a la suplementación con Morera fresca y Morera ensilada a una dieta base de pasto elefante. Así mismo se evaluó la dinámica de fermentación de ensilaje de Morera en microsilos

La respuesta a la suplementación se evaluó mediante dos experimentos independientes, con diseño de bloques completos al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones

Los niveles de oferta de MS evaluados en el caso de Morera ensilada fueron 0, 0,8, 1,7 y 2,5 % del peso vivo; las ganancias de peso obtenidas para cada nivel de oferta fueron 117, 404, 490 y 601 gr/animal/día. El consumo de MS de Morera ensilada fue de 0, 0,7, 1 y 1,1 % del PV; y el consumo de MS del pasto, fue de 2,2, 1,8, 1,6 y 1,5, respectivamente. El consumo MS del ensilaje de Morera tendió a estabilizarse, al igual que las proporciones de los alimentos en la dieta (40 % de ensilaje de Morera y 60 % de pasto), a medida que los niveles de oferta se incrementaban. La suplementación con Morera ensilada mejoró la producción de carne en relación a los animales sin suplementación. Se concluye que el ensilaje de Morera es una alternativa biológicamente viable para períodos de penuria nutricional.

Los niveles de oferta de MS evaluados en el caso de la Morera fresca fueron 0, 1, 1,9 y 2,8 % del PV; las ganancias de peso obtenidas fueron 38, 687, 942, 954 gr/animal/día, respectivamente. El consumo de MS de Morera fresca fue de 0, 0,9, 1,7 y 2,1 % del PV; el consumo de MS del pasto, fue de 2, 1,8, 1,3 y 0,9, para un consumo total de MS de 2, 2,7 3 y 3,1 % del PV, respectivamente. El nivel de oferta tuvo un efecto aditivo sobre el consumo total y sustitutivo sobre el consumo de pasto. Mediante un análisis de presupuesto parcial, se observó que el mayor margen bruto (US\$0,12) se obtuvo cuando la MS ofertada alcanzó el 1,9 % del PV, con una tasa de retorno marginal de 119 % con respecto a la no suplementación. El costo de un kg de materia seca de Morera se estimó en US\$0,08.

La dinámica de fermentación del ensilaje de Morera se estudió en microsilos, que fueron abiertos en diferentes días después de su elaboración (1, 3, 7, 15, 28, 42, 63, 91 y 119); teniendo tres repeticiones por día. El análisis de los indicadores de la fermentación (Ácido

grasos volátiles, pH, NH₃), mostró que la Morera presenta un patrón de fermentación con predominio del ácido láctico sin la necesidad de usar aditivos, estabilizándose alrededor de los 28 días de cerrado el silo. El ensilaje de forraje de Morera tuvo bajas pérdidas de materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca

GONZÁLEZ D., J.G. 1996. Evaluation of the nutritional quality of fresh and silaged Mountain immortal (*Morus* sp), with fattening bovines.

Key words: Mountain immortal, silage, supplementation, bovines, beef.

ABSTRACT

In the present work, the response of fattening Romosinuano bovines on an elephant grass diet base, to the supplementation with fresh and silaged Mountain immortal was evaluated. In the same manner, the dynamics of silage fermentation of Mountain immortal in microsilos was evaluated.

The response to supplementation was evaluated by means of two independent experiments, with a completely randomized block design of four treatments and four repetitions.

The levels of dry matter (DM) offer evaluated in silaged Mountain immortal were 0, 0,8, 1,7 and 2 % of the live weight (LW); the average daily gain obtained for the respective levels of DM supply were 117, 404, 490 and 601 gr/animal. The DM intake of silaged Mountain immortal was 0, 0,7, 1 and 1,1% of the LW and the DM intake of the pasture specie was 2,2, 1,8, 1,6 and 1,5 respectively. The DM intake of silaged Mountain immortal tended to stabilize in the same manner as the proportions of the feed in the diet (40% ensilaged Mountain immortal and 60% pasture, as the levels of offer increased. The supplementation with silaged Mountain immortal improved beef production in relation to the animals that did not receive supplementation. In conclusion, the silaging of Mountain immortal is a biologically viable alternative during periods of food shortage.

The levels of DM supply evaluated in the case of fresh Mountain immortal were 0, 1, 1,9 and 2,8 % of the LW; the average daily gain obtained were: 38, 687, 942, 954 gr/animal, respectively. The DM intake of fresh Mountain immortal was 0, 0,9, 1,7 and 2,1% of the LW; the DM intake of the pasture specie was 2, 1,8, 1,3 and 0,9, for a total DM intake of 2, 2,7, 3 and 3,1 % of the LW, respectively. The level of offer had an additive effect on the total intake and a substitutive effect on the pasture intake. By means of a partial budget analysis, it was observed that the highest gross margin (US\$0.12) was obtained when the DM offered reached 1,9% of the LW, with a rate of marginal return of 119 % with respect to no

supplementation. The cost of a kilogram of dry matter of Mountain immortel was estimated at US\$0.08.

The fermentation dynamics of the silaging of Mountain immortel was studied in microsilos, which were opened at different days after the elaboration (1, 3, 7, 15, 28, 42, 63, 91 y 119), with three repetitions per day. The analysis of the fermentation indicators (volatile fatty acids, pH, NH₃) showed that Mountain immortel presents a fermentation pattern where lactic acid predominates, without the need to use additives, and which stabilizes at approximately 28 days after closing the silo. The silaging of Mountain immortel had low losses of DM, crude protein and *in vitro* DM digestibility.

DEDICATORIA

A mis hermanos: Martha, Llella, Irma,
Carmela, Minerva y
Oscar

Y a mi Madre: Concha.

Por ser parte de GONDI,
por el apoyo y por todo lo valioso y
MMAJJICO que me han dado

A mi Padre: Justino González Díaz
Y a mi Abuelo: Pedro García Cruz
Donde quiera que estén

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos lo merecen y también para todos aquellos que crean merecerlo

A ella, por estar siempre a mi lado recordándome que nunca hay que darse por vencido, recordándome que la lucha por la libertad y la justicia es la principal meta del hombre y por su conquista incluso la guerra y la muerte cobran sentido

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de Morera antes y después de ensilar	32
Cuadro 2. Indicadores fermentativos del ensilaje de Morera, utilizado en la suplementación de bovinos de engorde Romosinuano.	32
Cuadro 3. Contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca del pasto Elefante y ensilado de Morera usados en la engorda de bovinos Romosinuano.	33
Cuadro 4. Contenido de materia seca del ensilaje de Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano.	34
Cuadro 5. Contenido de proteína cruda del ensilaje de Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano.	34
Cuadro 6. Contenido de energía metabolizable del ensilaje de Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano	35
Cuadro 7. Contribución de nutrientes a la dieta de los alimentos usados en la engorda de bovinos Romosinuano.	36
Cuadro 8. Consumo de energía metabolizable por bovinos Romosinuano, suplementados con ensilaje de Morera, sobre una dieta base de pasto elefante.	38
Cuadro 9. Consumo de proteína cruda por bovinos Romosinuano, suplementados con ensilaje de Morera, sobre una dieta base de pasto elefante.	39
Cuadro 10. Consumo de materia seca por bovinos Romosinuano, suplementados con ensilaje de Morera, sobre una dieta base de pasto elefante.	39
Cuadro 11. Ganancia diaria de peso, en bovinos Romosinuano suplementados con ensilaje de Morera.	42
Cuadro 12. Calidad del pasto y de la Morera fresca usados en la engorda de bovinos Romosinuano.	47
Cuadro 13. Contenido de materia seca en la Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano	48
Cuadro 14. Contenido de proteína cruda en la Morera y el pasto utilizados en la engorda de bovinos Romosinuano	48
Cuadro 15. Contenido de energía metabolizable en la Morera fresca y el pasto utilizados en la engorda de bovinos Romosinuano	49
Cuadro 16. Contribución a la dieta de los alimentos usados en la engorda de bovinos Romosinuano en estabulación.	49
Cuadro 17. Consumo de materia seca en engorde de bovinos Romosinuano, suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.	50
Cuadro 18. Consumo de proteína cruda en engorde de bovinos Romosinuano, suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.	50
Cuadro 19. Consumo de energía metabolizable en engorde de bovinos Romosinuano, suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.	50
Cuadro 20. Ganancia diaria de peso, en bovinos Romosinuano suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento del pH en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera	16
Figura 2. Comportamiento del ácido láctico en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera.....	19
Figura 3. Comportamiento del NH ₃ como % del nitrógeno total en función del tiempo en microsilos de forraje Morera	21
Figura 4. Comportamiento del ácido butírico en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera	23
Figura 5. Comportamiento del ácido acético en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera	24
Figura 6. Comportamiento del ácido propiónico en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera	26
Figura 7. Evolución del consumo de ensilaje de Morera usado como suplemento por bovinos Romosinuano con una dieta base de pasto elefante.....	37
Figura 8. Efecto del nivel de suplementación con ensilaje de Morera sobre el consumo voluntario de bovinos Romosinuano alimentados con una dieta base de pasto elefante	40
Figura 9. Comportamiento de la ganancia diaria de peso en función del consumo de ensilaje de Morera en bovinos Romosinuano con una dieta base de pasto elefante	43
Figura 10. Efecto del nivel de suplementación con Morera fresca sobre el consumo voluntario en bovinos Romosinuano alimentados con una dieta base de pasto elefante	52
Figura 11. Comportamiento de la ganancia diaria de peso en función del consumo de MS de Morera fresca en bovinos Romosinuano con una dieta base de pasto elefante...	53

1. INTRODUCCIÓN

La producción de carne de bovinos en América Latina se basa en el pastoreo de especies, la mayoría de las veces con bajo valor nutricional, lo que provoca una pobre eficiencia en la conversión del alimento a productos de origen animal. Por otra parte, las variaciones estacionales de precipitación, horas luz y temperatura, influyen de manera decisiva en la disminución temporal de la disponibilidad y contenido de nutrientes de las pasturas. Estas variaciones originan períodos de penuria nutricional que hacen necesaria la suplementación con insumos externos para mantener los niveles de producción.

Los bajos niveles de producción animal y la alta demanda de productos cárnicos ha llevado a los ganaderos a incrementar la áreas de pastos para responder a dicha demanda; sin embargo, en muchos casos la baja calidad de los pastos, la pobre fertilidad de los suelos tropicales y el mal manejo de las explotaciones, conduce a bajos niveles de productividad animal, al sobrepastoreo y a la degradación de los suelos. Es por esto que la ganadería tropical es considerada desestabilizante en el uso de la tierra y uno de los principales causantes de la degradación ambiental.

Actualmente la demanda de productos de origen animal se mantiene en crecimiento al igual que la exigencias de un manejo racional en los recursos naturales, por lo que la producción animal debe intensificarse, no por la vía de la ampliación del área en pastos, sino mediante el aumento de la productividad primaria; es decir de la producción vegetal orientada a la dieta pecuaria. El nuevo esquema de producción animal debe buscar alimentos de mayor valor nutricional, responder a la estacionalidad y a la baja oferta alimentaria en el verano, e incrementar la producción de manera ambientalmente sostenible.

La riqueza natural de las zonas tropicales radica en la disponibilidad de energía solar, en las favorables condiciones climáticas (precipitación y temperatura) y en la diversidad biológica y cultural. Estas condiciones favorecen a los cultivos perennes de leñosos que posibiliten la producción de suficiente cantidad de biomasa y que sean aptas para cultivarse en ecosistemas donde la disponibilidad de agua se limita a los regímenes naturales de precipitación.

Las plantas leñosas forrajeras, son una alternativa que puede dar respuesta a las exigencias que hoy en día se le presentan a la producción pecuaria. Su adaptación a los ecosistemas tropicales americanos, su valor nutricional superior a los pastos y su productividad, pueden permitir formas de producción animal mas sostenibles y menos degradantes de los ecosistemas tropicales. Entre ellas la Morera (*Morus sp*), es una leñosa forrajera que presenta las características antes mencionadas, y para profundizar en su conocimiento, este trabajo se plantea los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVOS GENERALES

Evaluar las características físicas, químicas y valor nutricional del ensilado de Morera.

Cuantificar la respuesta de bovinos de engorde a la suplementación con Morera fresca y ensilada.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la respuesta de bovinos de engorda a la suplementación con ensilado de Morera y Morera fresca en términos de consumo y ganancia de peso.

Analizar las implicaciones económicas de usar Morera fresca en la engorda de bovinos

Estudiar la dinámica de fermentación de la Morera durante el proceso de ensilaje y conocer los efectos que sobre la calidad nutricional de la Morera tiene el proceso de ensilaje.

1.3. HIPÓTESIS

La ganancia diaria de peso (GDP) en bovinos de engorda, que reciben una dieta basal de pasto elefante (*Penisetum purpureum*) suplementada con Morera (*Morus sp*) fresca o ensilada, es mayor a la obtenida sin la suplementación.

La dinámica de fermentación del ensilaje de Morera no difiere de la reportada en la literatura para los pastos tropicales.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. GANADERIA TRADICIONAL

Existen tres sistemas importantes de producción de ganado bovino en América central: producción de carne, leche y doble propósito. Con excepción de los sistemas de producción de leche, la producción ganadera se caracteriza por usar poca tecnología y tener bajos niveles de productividad. En la mayor parte de los casos la actividad se basa en el pastoreo de grandes extensiones y con baja inversión de recursos (French, 1994; Dickinson y Jorgenson, 1994; Vaughan y Claudett, 1994).

La mayoría de las veces los pastizales se establecen a costa de la apertura del bosque donde se degradan rápidamente debido principalmente a la pérdida de fertilidad del suelo al acortarse el ciclo natural de nutrientes y a las inadecuadas prácticas de manejo de los pastos. De no existir la posibilidad de suministros externos (fertilización) la cantidad y calidad de los pastos decae en forma importante lo que provoca bajos rendimientos biológicos y económicos (Romero *et al.*, 1994; McDowell, 1994)

Las áreas dedicadas al pastoreo se encuentran ocupadas por gramíneas que generalmente tienen un bajo valor nutritivo y un contenido de nutrientes que varía en relación con el rápido crecimiento en la época lluviosa y al lento o nulo en la época seca (Elías, 1977). Las elevadas temperaturas y los déficits de agua determinan elevadas proporciones de pared celular y bajas concentraciones de nitrógeno, y ello provoca una baja digestibilidad y bajos contenidos de energía en el pasto. Además, se reduce el consumo voluntario y consecuentemente la eficiencia de la producción, pues la mayor parte de los nutrientes que los animales pueden consumir sólo alcanza para el mantenimiento corporal (Moreno, 1982; Ojeda *et al.*, 1987).

Como producto de estas limitaciones las cargas animales son bajas requiriéndose entre 4 y 7 ha por unidad ganadera, y alrededor de 3,5 años para terminar un animal de engorde. Las ganancias diarias de peso varían entre 20 y 110 gr/animal/día en pastizales nativos y hasta 350 gr/animal/día en pastizales mejorados (McDowell, 1994; Vaughan y Claudette, 1994; Toledo, 1994).

El descenso de la producción de biomasa durante ciertas épocas del año hace necesaria la suplementación (con leguminosas forrajeras, subproductos, granos y/o concentrados energéticos y proteicos) para mantener aceptables niveles de producción durante todo el año. Esta suplementación, dependiente de fuentes externas, no es una práctica accesible a todos los productores, sobre todo por la inversión monetaria que implica (Vaughan y Claudette, 1994; Benavides, 1993).

Se puede afirmar que las dos principales limitantes que enfrenta la producción de carne en el trópico son la baja calidad de los pastos que se usan como recurso alimenticio y la estacionalidad de la producción de biomasa. La alternativa de incrementar las áreas de pastoreo, como una forma mantener la producción, es cada día menos probable en las condiciones actuales donde la sociedad reclama un manejo racional de los recursos naturales renovables. Ello hace necesaria la búsqueda de especies forrajeras que tengan una mejor calidad nutricional, sean compatibles con la conservación del medio ambiente y que permitan su conservación para ser usadas en la épocas de penuria nutricional (Esperance *et al.*, 1991, Skerman, 1991).

2.2. ARBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS

2.2.1. Una alternativa para la ganadería

La crisis ambiental que enfrenta la humanidad obliga a pensar en nuevas alternativas y oportunidades que posibiliten sistemas integrados y sostenibles y que al mismo tiempo generen una productividad mayor a la que se obtiene actualmente. Estas alternativas deberán basarse en la utilización de recursos autóctonos sin provocar la destrucción del ecosistema y que al mismo tiempo puedan satisfacer las necesidades de una población en aumento (Molina *et al.*, 1993).

Los árboles son organismos eficientes en captar y producir biomasa mediante la utilización del sol como fuente de energía renovable; actúan sobre el subsuelo en la recuperación de agua y nutrientes gracias a su profundidad radicular; aporcan el suelo y evitan la compactación; ayudan a mantener las propiedades físicas y químicas del suelo sin desestabilizar a los micro y macroorganismos que actúan sobre la materia orgánica

transformándola en elementos disponible por las plantas (Molina *et al.*, 1993; Araya *et al.*, 1994).

En todo el trópico existen numerosas especies de árboles y arbustos con gran potencial para la producción de forraje (Benavides, 1993). Muchas de estas especies tienen valores nutricionales superiores a los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa, por lo que tienen potencial para: a).- Mejorar la calidad alimenticia de las dietas de los animales; b).- producir forraje durante la época de sequía y con ello atenuar la penuria nutricional; c).- adaptarse a diversas condiciones ecológicas y de manejo; y d).- propiciar la sostenibilidad de la producción de forrajes con poca competencia con otras actividades agrícolas.

Araya *et al.* (1993), trabajando en Costa Rica, analizaron varias leñosas con potencial forrajero encontrando en hojas apicales valores de proteína cruda (PC) entre 5,9 y 38,0 %, de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) entre 12,4 y 86,6 %; y de materia seca (MS) entre 9,3 y 42,1 %. Mendizábal *et al.* (1993) trabajando en el Altiplano Occidental de Guatemala encontraron que las leñosas forrajeras presentaban para las hojas valores de PC entre 11,0 y 25,8 %, de DIVMS, entre 28,0 y 73,7 % y de MS entre 16,0 y 35,4%. Reyes y Medina (1993), en la zona sur de Honduras, encontraron que las hojas de leñosas forrajeras tenían valores entre 13,4 y 20,1% de PC y entre 27,8 y 38,7% para MS.

Kamatali *et al.* (1992) encontraron en hojas de *Leucaena leucocephala*, *Sesbania sesban* y *Calliandra calothyrsus* valores de PC de 26,1, 26,7 y 21,9 %, respectivamente. Mientras Atta-Krah (1989), al estudiar árboles y arbustos forrajeros en el África tropical encontró valores de PC entre 9,4 y 21,5% .

Skerman (1991) observó que la calidad nutricional de las leñosas forrajeras estudiadas (en la mayoría de los casos) es superior a los promedios reportados para las gramíneas tropicales que son de 7,7 % y 54 % en PC y DIVMS, respectivamente. Esta característica da una ventaja a las leñosas forrajeras sobre los pastos, cuando la mejora de la producción animal debe hacerse en base de la calidad de los alimentos y no incrementando la superficie dedicada a la producción de estos.

La alta calidad nutricional de las leñosas forrajeras, permite esperar una buena respuesta cuando se usan en la alimentación animal. López (1993) indica rendimientos de 2,15 kg de leche/animal/día alimentado cabras con Amapola (*Malvaviscus arboreus*) a un nivel de 5,3 % del PV en MS sobre una dieta base de pasto de corte. El autor menciona que esta producción es superior a la mayoría de las reportadas en el trópico con concentrados comerciales.

Medina y Reyes (1993) mencionan ganancias de 52 y 38 gr/animal/día en cabras en pastoreo suplementadas con Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y Jícaro (*Crescentia alata*), respectivamente. Medina (1994), también trabajando con Guácimo en cabras en pastoreo durante la época seca, encontró ganancias de peso de 71 gr/animal/día. Mientras Contreras y Aguilar (1991), usando fruto de Guácimo molido, encontraron ganancias de 53 gr/animal/día. En todos los casos, la suplementación con la leñosa tuvo un efecto positivo sobre la producción.

Esnaola y Ríos (1994) probaron, en cabras Nubia x Criollo de bajo potencial productivo, diferentes niveles de suplementación (0, 0,5, 1,0 y 1,5 % del PV en MS) con Poró (*Erythrina poeppigiana*) a una dieta base de King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) más 0,47 kg de Banano; obteniendo un incremento en la producción de leche, desde 0,326, hasta 0,820 kg/animal/día, entre los animales sin suplementación y el nivel más alto de suplementación.

Tobón (1988) encontró una respuesta lineal a la suplementación creciente (0, 0,18, 0,36 y 0,54% del PV en MS) con Poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción de leche en vacas en pastoreo que paso de 8,7 a 9,5 kg/animal/día.

Reynolds y Jabbar (1994) demostraron que al suplementar con 2 kg en MS/día de Leucaena durante la época seca a vacas con una dieta base de pasto Napier (*P. purpureum*), se obtenía un producción 6 kg de leche/animal/día contra 3,7 kg de leche/animal/día obtenidos sin suplementación.

Vargas *et al* (1994), suplementando toretes en pastoreo con Poró (*Erythrina cocleata*) a niveles crecientes de MS (0, 0,3, 0,5 y 0,7 % del PV) y un tratamiento con Poró al 0,5 % del PV más 20 % del consumo total de banano, encontraron una respuesta en GDP

de 0,579 kg/animal/día para la suplementación cuando se agregó banano; 0,524, 509, 380 y 398 kg/animal/día para los niveles de 0,7, 0,5, 0,3 y 0 % del PV, respectivamente. Los autores concluyen que existe una mejora en la GDP de toretes en pastoreo cuando el Poró es consumido a niveles iguales o superiores al 0,3 % del PV, y que existe un efecto mayor al agregar fuentes energéticas como el banano.

Wanapat (1989) informa de GDP de 0,058 kg/animal/día en bovinos de trabajo al ser suplementados con 600 gr de hojas de yuca sobre una dieta base de paja de arroz; en contraste con pérdidas de peso de hasta 0,182 kg/animal/día. en los animales sin suplementación.

Las diferentes experiencias del uso de leñosas forrajeras en la alimentación animal aquí citadas, ponen de manifiesto el efecto benéfico de ellas sobre la producción animal. Sin embargo, es necesario profundizar en el estudio de estrategias de alimentación y manejo que permitan hacer un uso eficiente de este recurso.

2.2.2. La Morera

2.2.2.1. Características y manejo agronómico

La Morera pertenece a la familia *Moraceae*, subfamilia *Moroide*, grupo *Morae* y género *Morus*. La familia *Moraceae* posee cuatro subfamilias que incluyen 55 géneros y un total de 950 especies. De éstas, 35 pertenecen al género *Morus*, clasificadas por el tamaño del estilo y la amplia distribución geográfica (Fonseca y Vencovsky, 1981).

Como lugar de origen se reporta: a) Sureste del Continente Asiático y Japón; b) Islas de Java y Sumatra; c) Omán y el Sureste de Arabia; d) Cáucaso, Persia y Asia Oriental; e) África Oriental y f) América (Fonseca y Vencovsky, 1981).

Las tres especies de Morera mas conocidas por su utilidad como forraje para el gusano de seda son: *Morus alba* L., *M. lhou* (Koidz.) y *M. bombycis* (Koidz.) (Fonseca y Vencovsky, 1981). De ellas la más cultivada en el mundo entero, y por lo tanto considerada cosmopolita, es la *Morus alba* que se caracteriza por su estilo más corto o inexistente; tiene hojas alternas, color verde claro, brillantes, con venas prominentes, blancuzcas por abajo; la base de la hoja es asimétrica y las ramas grises a amarillentas (Geilfus, 1989).

A pesar de que la Morera se reproduce bien por semilla, el método más usado para su siembra por permitir un establecimiento más rápido es la siembra por estaca. Se usan estacas con un largo entre 25 y 30 cm y con 3 o 4 yemas. Este método presenta porcentajes de sobrevivencia mayores al 80 % (Vallejo y Oviedo, 1994). Con respecto al espaciamiento de siembra Tikader *et al.* (1993), reportaron rendimientos de 18,5 y 20,0 tm de materia fresca (MF) en hojas para espaciamientos de 60 x 60 cm y 60 x 30 cm, respectivamente.

La Morera es considerada una planta exigente y altamente extractora de nutrientes del suelo (Dechen *et al.*, 1973; Benavides *et al.*, 1994); sin embargo, tiene gran capacidad de transferir nutrientes del suelo al follaje y presenta altos porcentajes de recuperación del nitrógeno aplicado. Es por esto que su rendimiento depende en gran medida de la fertilidad del suelo y de la fertilización realizada (Rivaben, 1959; Piccini, 1959; Benavides, 1993).

Rodríguez *et al.* (1994) encontraron que al incrementar los niveles de nitrógeno y la frecuencia de podas en la Morera, la producción de biomasa se incrementó, con rendimientos entre 8,7 y 19,9 tm de MS comestible/ha/año. Se puede concluir que tanto el nivel de fertilización como el manejo de las podas, son dos factores importantes que influyen en la cantidad y en la calidad de la biomasa producida por esta especie.

Benavides *et al.* (1994), estudiando durante 3 años el efecto del estiércol de cabra sobre la producción de Morera cortada cada 3 meses, observaron un incremento notable de la producción al aumentar el nivel de fertilización, con una mejor respuesta a la fertilización con estiércol. Los rendimientos obtenidos variaron entre 9,6 y 14,1 tm MS comestible/ha/año.

2.2.2.2 Su uso en la alimentación de rumiantes

En la literatura consultada se encuentran pocas referencias sobre el valor de la Morera en la nutrición y alimentación de rumiantes. Jegou *et al.* (1994), usando cabras encontró para la Morera una digestibilidad *in vivo* del 79 %. Este valor es inferior a la DIVMS encontrado por otros autores, que oscila entre 80 y 90 % (Araya *et al.*, 1994; Benavides, 1986; Rojas, 1992; Rojas y Benavides, 1994).

En cuanto a la proteína cruda Vallejo (1995) indica un contenido 17,1%, mientras Velázquez *et al.* (1994) determinaron valores de 5,3 % para el tallo, 13,8 % para la planta entera y 17,1 % para las hojas. Benavides *et al.* (1994), indican niveles de proteína cruda entre 19,1% y 20,2% para la hoja y entre 8,1 y 8,5% para los tallos tierno.

Singh *et al.* (1989) indican que la Morera (*Morus alba*) tiene 33 % de fibra detergente neutro, 28,1 % de fibra detergente ácido, 4,9 % de hemicelulosa, 10,8 % de lignina, 19,2 % de celulosa, 2,76 % de nitrógeno y 17,3 % de cenizas. Indican además una tasa de digestión de 0,044/horas, 77,6 % en fracción degradable, 22,4 % en fracción no degradable, con una degradabilidad efectiva de 49,4 %.

La Morera ha mostrado buenos resultados en comparación con otros forrajes arbóreos para la producción de leche con cabras. Jegou *et al.* (1994) encontraron rendimientos de leche de 1,3 y 1,1 kg/cabra/día para Morera y Amapola, respectivamente.

Rojas y Benavides (1994) obtuvieron rendimientos de 2,3 kg/cabra/día cuando estas consumieron pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) *ad libitum* y Morera a razón de 3,5 % del peso vivo (PV) en MS. Mientras que Oviedo *et al.* (1994), encontraron rendimientos de 876 kg./lactancia, en lactancias de 300 días en cabras alimentadas con una dieta compuesta de 64 % de King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y 36 % de Morera.

Oviedo (1995), con vacas en pastoreo y suplementadas con Morera fresca, concentrado comercial y sin suplemento, encontró rendimientos de 12,1, 12,4 y 10,3 kg de leche/animal/día, respectivamente. Se observaron iguales respuestas en producción de leche a la suplementación con Morera o concentrado comercial. El autor concluye que la Morera fresca puede sustituir totalmente al concentrado comercial en la suplementación de vacas de mediana producción. Esquivel *et al.* (s.p.) trabajando con vacas Holstein bajo pastoreo demostraron que es posible sustituir el 65% de la suplementación a base de concentrado por Morera fresca sin afectar los niveles de producción.

La Morera se ha usado como suplemento al ensilaje de sorgo durante el verano en novillos de engorde, en la zona seca de Guatemala. En este trabajo los animales recibieron suplementación de Morera a razón de 0, 0,5, 1, y 1,5% del peso vivo en MS y las ganancias de peso obtenidas fueron -128, -29, 164 y 195 gr/animal/día respectivamente. El autor del

trabajo concluye que la suplementación con Morera a una dieta base de sorgo, permite mejorar el consumo voluntario total y la ganancia de peso (Velázquez *et al.*, 1994).

Los resultados obtenidos al usar Morera fresca en rumiantes muestran que la calidad nutricional de esta leñosa es capaz de contribuir a incrementar la producción al ser usada como suplemento.

2.3. LA CONSERVACIÓN DE FORRAJES MEDIANTE ENSILAJE

2.3.1. Potencial y limitaciones de los ensilajes

La estación seca constituye uno de los desafíos que tiene que enfrentar la ganadería en el trópico pues tanto la disponibilidad, como la calidad de los forrajes disminuye, con el consecuente descenso del nivel de producción animal (Esperance *et al.*, 1991). Para atender el impacto que sobre la producción ejerce la estación seca, se han diseñado diferentes estrategias como: a) descanso de las praderas durante la parte final de la época de lluvias, para disponer de alimentación durante el período seco; b) riego de las praderas para mantenerlas productivas; c) disminución de la carga animal; d) suplementación del ganado con otros alimentos disponibles como concentrados o subproductos agroindustriales y e) conservación de forrajes para usarlos en la época seca (Cubillos, 1974; Moreno, 1982).

La aplicación de una o varias de las estrategias para enfrentar la época seca va depender del entorno y los recursos con los que el productor cuente. Sin embargo, se puede afirmar que no es posible concebir una producción intensiva de carne y leche con alta eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales, sin la conservación de los excedentes que se producen en la época de abundancia en las zonas tropicales (Ojeda *et al.*, 1987).

Los métodos de conservación mas empleados pueden clasificarse en dos grandes grupos. Los que se obtienen por desecación de los materiales, conocidos como henos, y aquellos que son producto de una fermentación anaeróbica controlada de los materiales, que se conoce como ensilaje (Moreno, 1982).

En el trópico americano el ensilaje es una alternativa importante pues es poco dependiente de las condiciones climatológicas; además, la técnica puede ser adaptada a

diferentes tipos de productores (López, 1989). El ensilaje es una técnica de conservación basada en un proceso enzimático y microbiológico donde intervienen aspectos físicos y químicos, como cofactores determinantes, a través de una fermentación anaeróbica del forraje (Moreno, 1982; Ojeda, 1986).

En el trópico los ensilajes generalmente se fabrican a partir de los pastos disponibles que tienen bajos contenidos de carbohidratos y una alta lignificación; por lo que su valor nutritivo suele ser bajo, especialmente en contenido proteico. Esto afecta el consumo y por lo tanto la producción animal cuando constituye una parte importante de la ración, obligando a buscar opciones adicionales que incrementan los costos de producción (Ojeda *et al.*, 1987; Ojeda, 1991).

La baja calidad de los ensilajes, reflejo de la baja calidad de los materiales ensilados, aunado a su bajo consumo ocasiona que difícilmente se puedan cubrir los requerimientos animales (Velázquez *et al.*, 1994; Esperance y Guerra, 1978a). Así pues, la principal limitante que presenta la conservación de gramíneas como ensilado, la constituye la baja calidad del material usado para ensilar.

2.3.2. El ensilaje de Morera

La alta calidad nutricional de la Morera parece ser una opción para mejorar la calidad final de los ensilajes. Con esta premisa se han realizado algunos trabajos para evaluar el comportamiento de la Morera al ser ensilada y la respuesta animal a la alimentación con el ensilaje de su follaje.

Vallejo *et al.* (1994) evaluaron microsilos de Morera, encontrando niveles adecuados de pH al agregar melaza a los materiales, lo que se acompañó de reducciones ligeras del contenido de PC e incrementos en la DIVMS. Los valores de nitrógeno amoniacal como % del nitrógeno total (NH₃-NT) estuvieron dentro del rango de normas de buena calidad de un ensilado (7 %).

Estos mismos autores, trabajando con silos de trinchera, obtuvieron ensilados de Morera con pH de 4,7, 10,7% de PC y 62,9% de DIVMS debido a la presencia de una alta proporción de material leñoso que afectó la calidad de la fermentación, posiblemente a causa de una mala compactación.



Trabajando con microsilos Vallejo (1995) concluyó que con Morera se pueden preparar ensilajes con buenos niveles de DIVMS y PC, niveles óptimos de amonio, aceptables de ácido acético, trazas de ácido butírico y elevados niveles de ácido láctico. El mismo autor usando ensilaje en bolsas plásticas de Morera fresca y sin aditivos como dieta única en la alimentación de cabras estabuladas, reporta consumos de 4,9 % del PV en MS y producciones de 1,9 kg de leche/animal/día.



3. EXPERIMENTO I: DINÁMICA FERMENTATIVA DEL ENSILAJE DE MORERA

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Localización

Este experimento, se realizó en el laboratorio de ganadería tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El CATIE se localiza a los 9°53' de latitud norte y 83°38' de longitud oeste; a una altitud de 602 msnm; la temperatura media anual es de 23,3°C; la precipitación anual promedio es de 2636 mm, distribuidos con cierta uniformidad a lo largo del año y la humedad relativa es de 90,4 % (CATIE, 1987). De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1987) el CATIE se encuentra en la zona de vida denominada "bosque muy húmedo premontano".

3.1.2. Metodología

3.1.2.1. Unidad Experimental y su Manejo

Para determinar la dinámica de fermentación del ensilaje de Morera, la unidad experimental fue el microsilo. Se elaboraron un total de 32 microsilos que fueron abiertos a los 1, 3, 7, 15, 28, 42, 63, 91 y 119 días después de su elaboración con el propósito de dar un seguimiento en el tiempo a los indicadores fermentativos. Debido a que la mayor variación de dichos indicadores se esperaba que ocurriera en los primeros días después de ensilar, los períodos de apertura fueron más cercanos en estos días.

La elaboración de los microsilos se hizo con plantas enteras de Morera recién cortada y troceada con picadora estacionaria a un tamaño de 5 a 7 cm. Después del troceado el material fue ensilado. La Morera tenía 3 meses de podada y fue fertilizada con 160 kg de nitrógeno/ha/corte.

Para elaborar cada microsilo, se colocó el material en frascos donde se compactaba manualmente con la ayuda de un trozo de madera circular. Una vez que el frasco fue llenado a su máxima capacidad se cerró herméticamente colocándole una tapa metálica. La tapa tenía en su centro una válvula tipo bunsen para salida de gases. Después de cerrar el frasco se selló parafinando los bordes para evitar la entrada de aire.

En los días de apertura se seleccionaron al azar tres microsilos de los que se extrajo el material para homogenizarlo y luego tomar dos muestras de aproximadamente 300 gr cada una. Una de las muestras fue puesta por 48 horas en una estufa de circulación forzada a 60°C para su posterior uso en la determinación de PC, MS y DIVMS.

La otra muestra se sometió a una extracción mediante una prensa y se obtenían alrededor de 100 ml de jugo. Se determinó el pH y luego se dividió el jugo en dos balones volumétricos de 50 ml cada uno. A uno de los balones se le agregó tres gotas de ácido sulfúrico concentrado para inhibir la fermentación y usarlo en la determinación del nitrógeno amoniacal (N-NH₃). Al otro balón se le agregó 4 gotas de tolueno para prevenir fermentación, y se usó para la determinación de ácido láctico, ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. Todas estas muestras líquidas se conservaron congeladas hasta su análisis.

3.1.2.2. Metodología para los análisis de laboratorio

El pH se determinó por lectura directa de un potenciómetro con electrodos de vidrio (Fisher Accument Model 325 pH meter).

El N-NH₃, se determinó a través del método de destilación por micro-Kjedahl, utilizando una muestra de 5 ml (Kass y Rodríguez, 1985).

La proteína cruda (PC) se determinó por el procedimiento de micro-Kjedahl (AOAC, 1984).

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), se determinó por el método de Tilley y Terry modificado (Kass y Rodríguez, 1985). A partir de la DIVMS se calculó la energía metabolizable (EM) en magacalorías (Mcal), multiplicando el % de DIVMS por 3,6155 y dividiendo el resultado entre 100 (NRC, 1973).

Para la determinación de los AGV se utilizó un cromatografo de gas Perkin Elmer modelo 8500 con las siguientes condiciones de operación: una columna de 6 pies de vidrio con un relleno de Carbowax 20M; un flujo de gas de arrastre (Nitrógeno) de 30 ml/minuto; un detector FID con una temperatura inicial de 100 °C en el horno y una rampa de 5 °C/minuto y una temperatura final de 175 °C. La determinación de

los ácidos orgánicos se hizo por el método externo empleando para ello patrones de los correspondientes ácidos a ésteres metílicos (Vallejo, 1995).

3.1.2.3. Variables Evaluadas

Las variables dependientes que se analizaron fueron:

1. pH
2. $\text{NH}_3\text{-NT}$ expresado como % del nitrógeno total
3. Acido láctico expresado como % de la MS.
4. Acido acético expresado como % de la MS.
5. Acido propiónico expresado como % de la MS.
6. Acido butírico expresado como % de la MS.
7. DIVMS, expresada como % de la MS.
8. PC, expresada como % de la MS.
9. MS, expresada como % de la materia húmeda.

La variable independientes en este experimento, fue el tiempo de apertura.

3.1.3. Análisis estadístico

Los datos procedentes de los microsilos fueron analizados mediante regresiones a partir de las cuales se observaron tendencias y curvas de estabilidad de la fermentación del ensilaje. Se probaron un total de 13 modelos de regresión (De la fuente, 1990) y se seleccionaran aquellos de mayor ajuste y que además tuvieran congruencia biológica. Las curvas y tendencias así obtenidas se compararon y contrastaron con las reportadas en la bibliografía para otros materiales ensilados. Los datos correspondientes al día 63 de apertura, no fueron considerados en el análisis, pues mostraron un comportamiento atípico.

3.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.2.1. pH

En la Figura 1 se observa modelo del comportamiento del pH a lo largo del tiempo. Inicialmente hubo un descenso rápido, de 4,7 en el primer día, hasta un valor mínimo de 4,32 en el 7º día. A partir de ese momento el pH se incrementó, hasta el día 42, donde se estabilizó alrededor de un valor de 4,4.

El modelo empleado para describir el comportamiento del pH refleja la tendencia general de este indicador durante la fermentación del ensilaje de Morera y mantiene una congruencia biológica, aún cuando la ecuación generada por la variación de los datos y las pocas repeticiones empleadas, no sirve para predecir el valor del pH en función de los días de elaborado el silo.

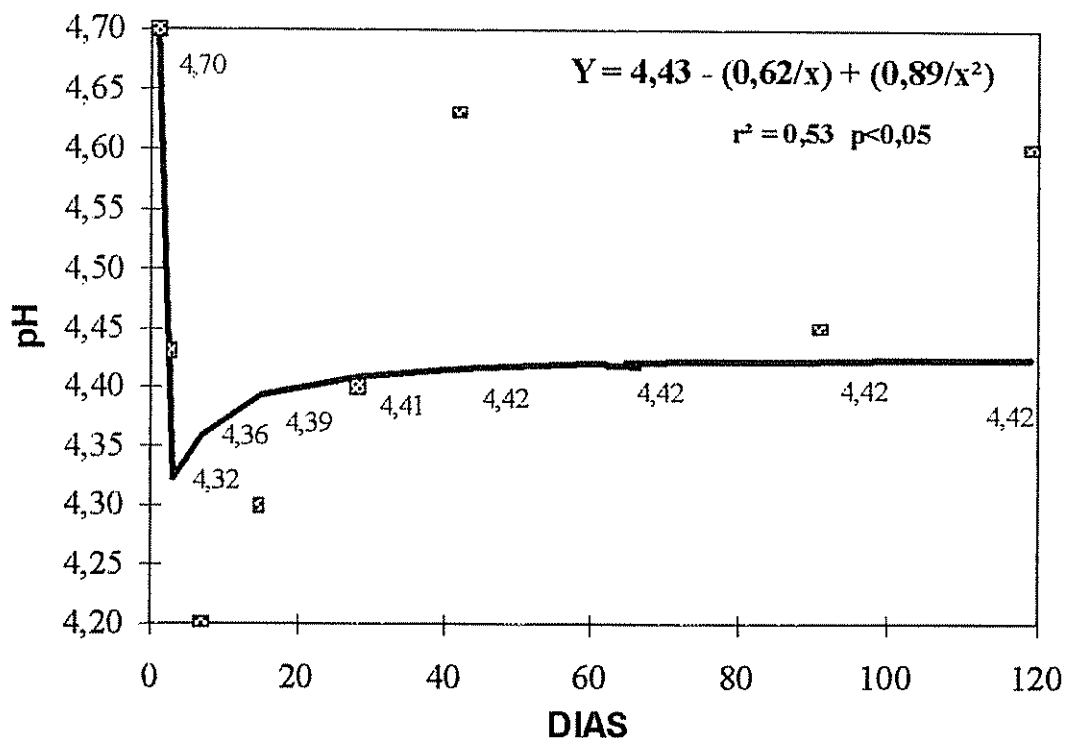


Figura 1. Comportamiento del pH en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera

La tendencia seguida por el pH al inicio del proceso es similar a la reportada en la literatura para ensilajes de gramíneas tropicales y, el valor mínimo logrado, esta cerca del pH de 4,2 mencionado por Ojeda *et al.* (1991) como valor máximo aceptable en un proceso de ensilaje.

En ensilajes de pastos tropicales como *Pennisetum purpureum*, Luis y Ramírez (1988), encontraron un pH de 4,0 al cuarto día de ensilado. Aguilera (1975) menciona una caída drástica durante los primeros 10 días; mientras que López (1989), utilizando melaza como aditivo al 2, 4, 6 y 8 %, indica que los menores valores de pH (4,5) se encontraron alrededor del día 28, con niveles superiores o iguales al 4,0 % de melaza. De la Fuente (1990) trabajando con follaje de *Gliricidia sepium* encontró un rápido descenso en el pH al 11° día de iniciada la fermentación. La diferencia en relación a los ensilajes mencionados, es que el ensilaje de Morera requirió menor tiempo para alcanzar el valor mínimo de pH. Esto probablemente favoreció la implantación de las bacterias lácticas y, consecuentemente, la estabilización del material ensilado.

En cuanto a la estabilización del pH el modelo generado muestra una tendencia a mantenerse estable a partir del día 42, mientras que los modelos descritos por De la Fuente (1990), López (1989), Luis y Ramírez (1988) y Aguilera (1975), muestran tendencias a incrementar el pH al avanzar el tiempo. La importancia de la estabilidad del pH, radica en que su incremento es indicador de que el ensilaje empieza un proceso de degradación de las proteínas y en general una pérdida de calidad (López, 1989).

3.2.2. Materia seca

Los valores de MS tuvieron un promedio de 21,5 % con una desviación estándar de 0,8 % durante los 119 días estudiados lo cual implica una clara estabilización. Esto marca una importante diferencia en relación a los ensilaje de gramíneas. Para *P. purpureum*, con adición de menos del 2 % de melaza, la MS mantuvo un descenso constante durante 140 días de estudio mientras que, cuando la adición de melaza fue superior al 4 %, se presentó una tendencia decreciente hasta el día 28, para mantenerse luego con pequeños cambios (López, 1989).

Aguilera (1975) reporta el mismo patrón de decrecimiento de los valores de MS, indicando que éste puede ser atenuado con la adición de melaza. De la Fuente (1990), trabajando con ensilado de *Gliricidia sepium* adicionado con melaza al 8 %, indica que el contenido de MS descendió considerablemente durante los primeros 28 días, para después atenuar esta declinación.

En este trabajo, el ensilaje de Morera prácticamente no tuvo pérdidas de MS en relación a al material original usado (21,1 %), contrario a lo que se sugiere para los ensilajes tropicales donde pérdidas entre el 6 y 8 % de MS se consideran normales (Ojeda *et al.*, 1991). Este comportamiento es debido a la utilización de microsilos donde no hay pérdidas por respiración y/o efluentes, al rápido descenso del pH y a la baja contaminación del material, lo que evito pérdidas por putrefacción (García-Trujillo y Esperance, 1979).

3.2.3. Ácido láctico

El ácido láctico presentó un rápido incremento con el tiempo de fermentación alcanzando valores superiores al 20,5 % después del día 42, luego se mantuvo cercano a este valor hasta el día 119 (Figura 2). El modelo generado indica que el ácido láctico se estabilizo a los 60 días con un valor alrededor del 21 %. La estabilidad del ácido láctico mantiene valores bajos de pH, favoreciendo la conservación del material al inhibir el desarrollo de bacterias indeseables como los clostridios

Este comportamiento fue diferente al que se describe para los ensilajes de pastos tropicales donde, la baja concentración de carbohidratos solubles y MS, ocasionan que la fermentación láctica se detenga rápidamente, permitiendo fermentaciones no lácticas que conducen a pérdidas en el valor nutritivo del ensilaje (Luis y Ramírez, 1985; 1988; Ojeda *et al.*, 1987; López, 1989; De la Fuente, 1990).

El ensilaje de Morera mostró un comportamiento deseable en cuanto a la fermentación láctica, indicando que el contenido de carbohidratos solubles fue suficiente para promover este tipo de fermentación sin la necesidad de aditivos. El hecho de que la Morera tenga la capacidad de favorecer una fermentación de tipo láctica, sin necesidad de aditivos, le da ventaja sobre otros forrajes tradicionalmente usados en el trópico, los cuales necesitan aditivos para promover la fermentación láctica.

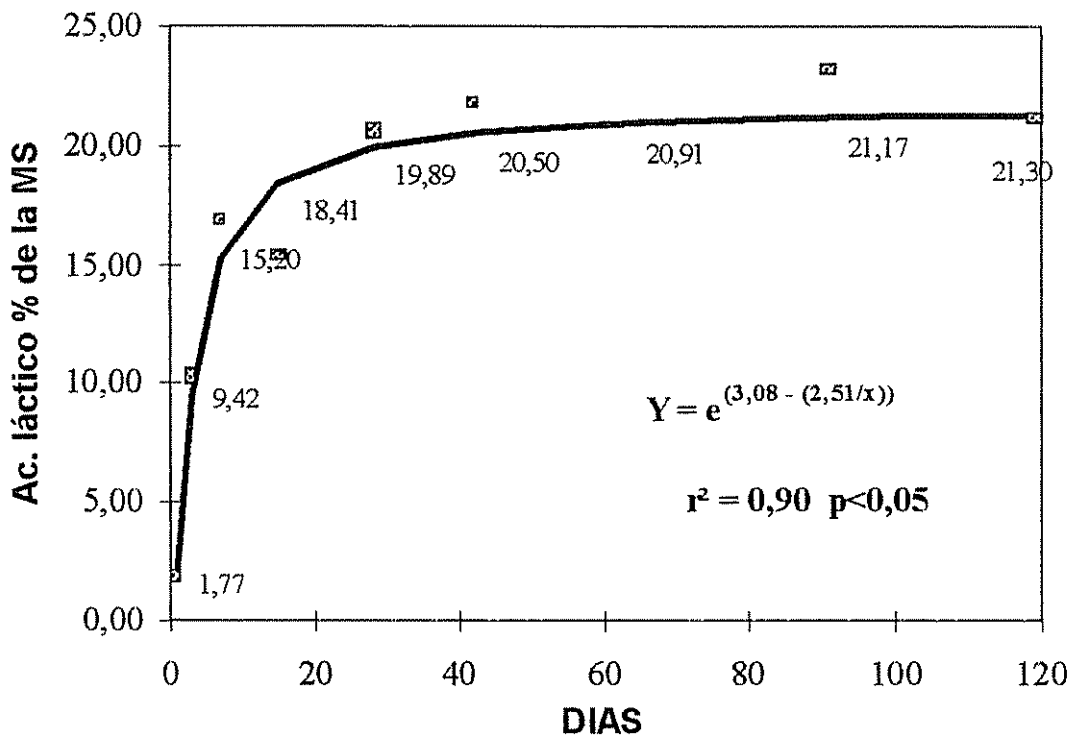


Figura 2. Comportamiento del ácido láctico en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera

3.2.4. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

La DIVMS tuvo un promedio de 70,4 %, con una desviación estándar de 2,0 % a lo largo del período de observación. Si se observa el valor de DIVMS promedio para todo el experimento, se aprecia que sólo existió una reducción de este indicador de 2,5 % con respecto al valor del material antes de ensilar que era de 72,9 %.

Se afirma que durante el proceso de ensilado ocurre una pérdida de nutrientes como resultado de la fermentación (Esperance *et al*, 1985). López (1989), estudiando *P. purpureum* con diferentes niveles de melaza, encontró pérdidas entre el 13 y 16 % de la DIVMS con respecto al valor original y señala que tales pérdidas se reducen al incrementarse el nivel de melaza. Así mismo, indica que la digestibilidad disminuyó constantemente hasta el día 56, para mantenerse luego con cambios menos notorios. Moreno (1977) informa de

tendencias iguales para ensilajes de *Saccharum sinense* con melaza, con pérdidas de DIVMS entre 5,0 y 13,3 %. Ambos autores mencionan que no se puede hablar de una completa estabilización para la DIVMS en los ensilajes de forrajes tropicales.

De la Fuente (1990), estudiando ensilajes de *Gliricidia sepium* con 8 % de melaza, describe una tendencia lineal negativa para los valores de DIVMS con valores de 59 % en el primer día, hasta 54 % en el día 154.

El comportamiento estable de la DIVMS en el ensilaje de Morera es producto de la fermentación láctica que no permitió la presencia de microorganismos indeseables que degradan la materia seca presente (McCulloch, 1977).

3.2.5. NH_3 como % del nitrógeno total

El NH_3 expresado como % del N total ($\text{NH}_3\text{-NT}$) tuvo un incremento relativamente rápido hasta el día 40 de iniciado el ensilaje como se observa en la Figura 3. Después el incremento se mantuvo con cambios menos drásticos. El valor máximo de $\text{NH}_3\text{-NT}$ alcanzado en el período de medición fue de 4,5 %.

El comportamiento de la Morera es similar al reportado por López (1989) con ensilajes de *P. purpureum* con diferentes niveles de melaza, en los que nunca se estabilizó el $\text{NH}_3\text{-NT}$ durante los 140 días de observación. Similar comportamiento reporta De la Fuente (1990) quien al ensilar *G. sepium* observó un incremento gradual de $\text{NH}_3\text{-NT}$ durante todo el experimento hasta alcanzar un valor cercano al 8 %.

El comportamiento de la Morera difiere a lo reportado por Luis y Ramírez (1988), quienes con ensilajes de *P. purpureum*, observaron un contenido máximo de 4,9 % de $\text{NH}_3\text{-NT}$, al octavo día, para luego descender hasta un valor de 3 %. Luis y Ramírez (1985), al ensilar pasto estrella jamaicana (*Cynodon nlemfuensis*), observaron un rápido aumento en el contenido de $\text{NH}_3\text{-NT}$ entre el 2° y 4° día para luego decrecer hasta el día 10°; reiniciando un ascenso al día 20° cuando se estabiliza.

Aguilera (1975), en ensilaje de *P. purpureum* sin aditivo, encontró incrementos graduales del $\text{NH}_3\text{-NT}$ hasta el día 60°, a partir del cual hubo un descenso hasta el final del experimento. Sin embargo, el mismo autor (1980) ensilando pasto bermuda de costa

(*Cynodon dactylon*), con 4 % de melaza y sin melaza, reporta que el descenso del NH₃-NT empezó a partir del día 90°.

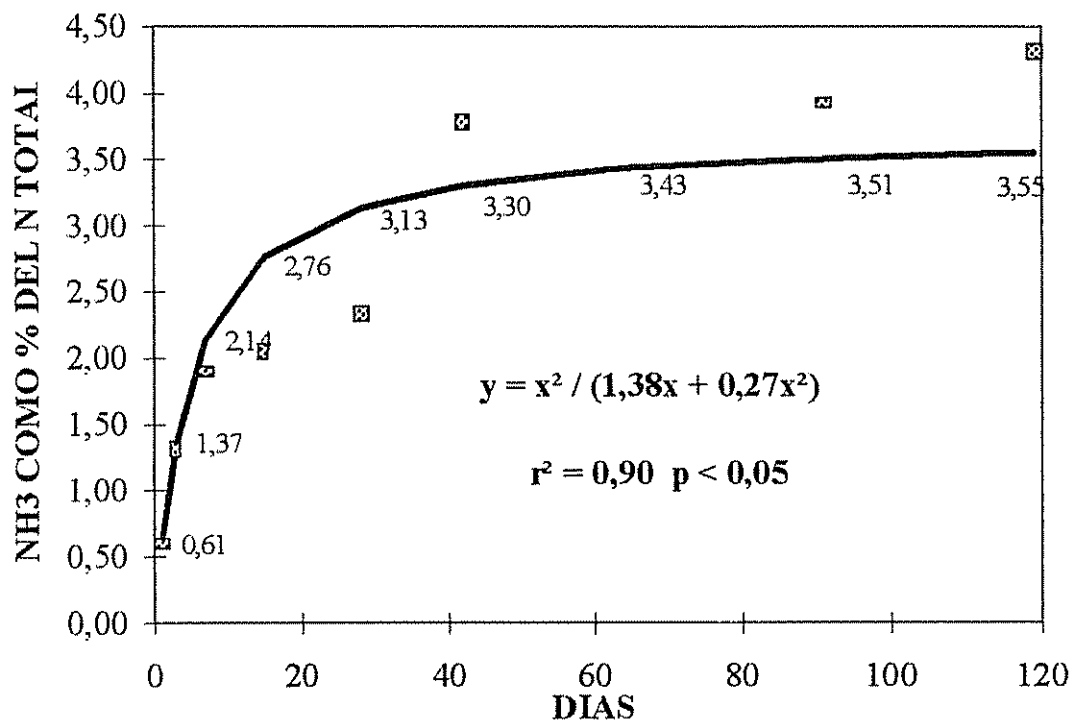


Figura 3. Comportamiento del NH₃ como % del nitrógeno total en función del tiempo en microsilos de forraje Morera

Los ensilajes tropicales presentan valores entre 5 y 50 % de NH₃-NT, por lo general superiores al 20 %; muy por encima del 7 % considerado como el máximo valor permitido en ensilajes de buena calidad (Ojeda *et al.*, 1987; Ojeda *et al.*, 1991). Desde esta perspectiva, aun cuando el ensilaje de Morera no presento una estabilización contundente para el NH₃-NT, los valores máximos registrados se encuentran dentro del rango permisible y por abajo de los encontrados para ensilajes de pastos tropicales.

3.2.6. Proteína cruda

Los valores de PC muestran estabilidad a lo largo de todo el período de observación con un promedio de 23,1 % y una desviación estándar de 1,2 %. Al comparar el valor de PC promedio para todo el experimento se aprecia que existió un incremento de 0,75 %, con respecto al valor del material antes de ensilar que era de 22,5 %; Este ligero incremento puede deberse al desarrollo de microorganismos con alto contenido de proteína en su masa corporal (López, 1989).

López (1989) en ensilajes de *P. purpureum*, encontró dos tipos de tendencia. Una lineal negativa para el ensilaje sin adición de melaza con un descenso aproximado de 10 % con respecto al material original, y otra para ensilaje con melaza en el que se observó un incremento de 2 % del valor de la proteína independientemente del nivel de melaza. La diferencia entre una y otra tendencia es el resultado del efecto favorable de la melaza sobre el proceso de fermentación.

De la Fuente (1990), trabajando con *Gliricidia sepium* con 8 % de melaza encontró una disminución de la proteína durante todo el período experimental, siendo más acelerada durante los primeros 42 días que entre los días 70° y 154°.

La consistencia de los niveles de PC durante todo el proceso de ensilaje de la Morera, garantiza que no ocurran pérdidas superiores al 10 % que es el nivel máximo de disminución permitido. Esta estabilidad es resultado del rápido descenso del pH, que favorece el establecimiento de bacterias lácticas que estabilizan la acidez e inhiben el incremento de clostridios; principales degradadores de proteínas.

3.2.7. Acido butírico

El comportamiento del ácido butírico mostró una tendencia lineal positiva (Figura 4), siendo congruente con los modelos reportados en la literatura. Tal es el caso de López (1989) quien en ensilaje de *P. purpureum*, reporta un patrón de comportamiento con un incremento constante, especialmente para los ensilajes que no fueron tratados con melaza. La adición de 6 y 8 % de melaza en la masa ensilada no hizo variar el patrón de comportamiento, aunque sí redujo la velocidad del incremento existiendo un inicio de estabilización al día 84. Estos

niveles de melaza lograron concentraciones de butírico por debajo del óptimo deseable (0,2 %) para ensilajes indicado por Ojeda *et al* (1991).

De la Fuente (1990), estudiando *G. sepium* con 8 % de melaza, indica también un incremento constante del ácido butírico de 0,007 a 0,045 %, durante 154 días de observación.

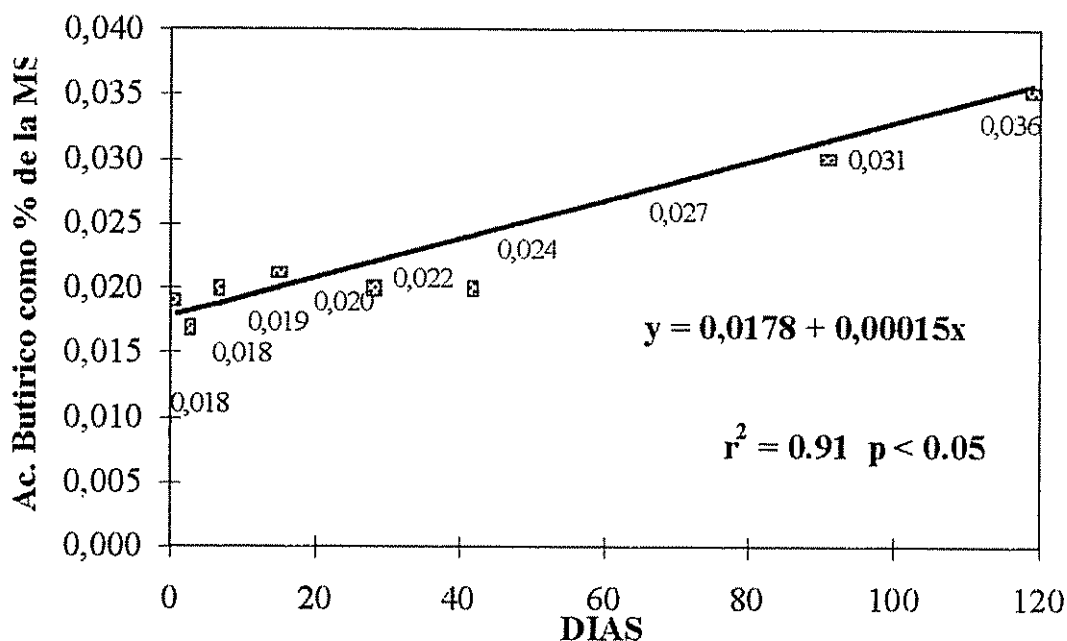


Figura 4. Comportamiento del ácido butírico en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera

La tendencia seguida por el ácido butírico concuerda con lo reportado en la literatura manteniéndose además, por debajo de los mínimos deseables durante los 119 días de observación. En este caso el máximo valor registrado fue de 0,044 % y la ventaja comparativa contra los ensilajes de pastos radica en que no fue necesario el uso de ningún tipo de aditivo. Hay que recordar que es importante tener bajos contenidos de este ácido ya

que altos niveles afectan de manera importante el consumo como producto de fermentaciones indeseables (Ojeda *et al.*, 1991; Ojeda *et al.*, 1987; Luis y Ramírez, 1988).

3.2.8. Acido Acético

El ácido acético (Figura 5) tuvo un incremento rápido hasta el día 42º para luego disminuir dicho incremento hasta el final del período de experimentación. Este comportamiento coincide con lo reportado para ensilajes tropicales.

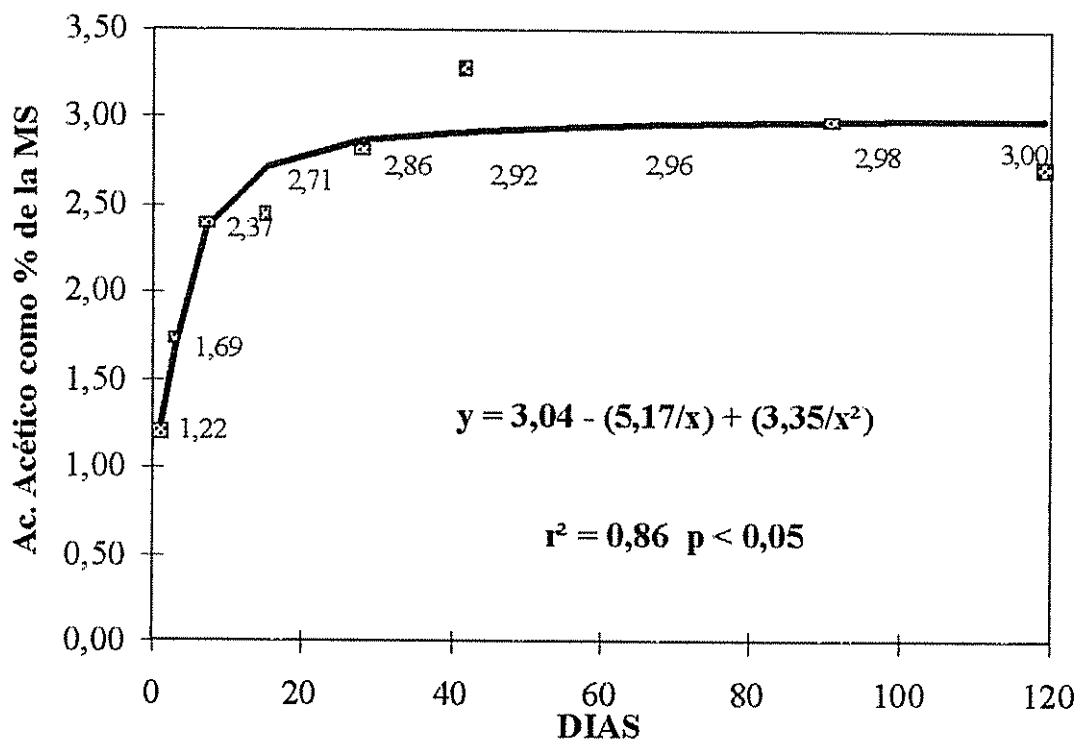


Figura 5. Comportamiento del ácido acético en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera

López (1989) reporta, para ensilaje de *P. purpureum* sin aditivo, un incremento notorio y constante del ácido acético durante 140 días de observación; mientras que, para los ensilajes con niveles de 2 y 4 % de melaza, la tendencia fue a incrementar su contenido hasta los días 56 y 28, respectivamente. A partir de este momento ocurrió un descenso constante y

sin signos de estabilización. Para los ensilajes con 6 y 8 % de melaza hubo un descenso del ácido acético hasta el día 84, a partir del cual se observó una fase de estabilización. El autor concluye que en los pastos tropicales es necesaria la adición de melaza para obtener aceptables valores de ácido acético.

Luis y Ramírez (1985) en ensilajes de estrella jamaicana (*C. nlemfuensis*) describen una tendencia del ácido acético a incrementarse a lo largo del período de observación, existiendo únicamente dos caídas en los 10 y 90 días. El ensilaje de este pasto mostró un predominio alternativo entre ácido acético y ácido láctico.

De la Fuente (1990) indica que, ensilajes de *G. sepium* con 8 % de melaza, tuvieron un ascenso en el contenido de ácido acético hasta el día 70°, registrándose niveles de 0,98%, para luego descender hasta llegar a 0,67 % en el día 154°. Comportamientos similares son mencionados por Aguilera (1975, 1980) para pasto elefante (*P. purpureum*) y pasto bermuda de costa (*Cynodon dactylon*) con y sin melaza durante 180 días de observación.

Las concentraciones de acético obtenidas en el ensilaje de Morera, estuvieron por debajo del 6 % indicado por Ojeda *et al.* (1991) como el máximo permitido. En la Morera el valor máximo registrado fue de 2,9 % y sin necesidad de usar ningún aditivo.

3.2.9. Acido propiónico

El ácido propiónico (Figura 6) tuvo un incremento acelerado hasta el día 20 cuando alcanzó una concentración de 0,25 %; para después continuar incrementándose imperceptiblemente hasta el final del período experimental.

En la literatura se hace poca referencia a la tendencia del ácido propiónico en el proceso de ensilaje, remarcándose solamente la necesidad de que aparezca en concentraciones menores al 1 % (Ojeda *et al.*, 1991). De la Fuente (1990), encontró una tendencia similar a la de la Morera con valores de 0,076 % al final de los 154 días de observación.

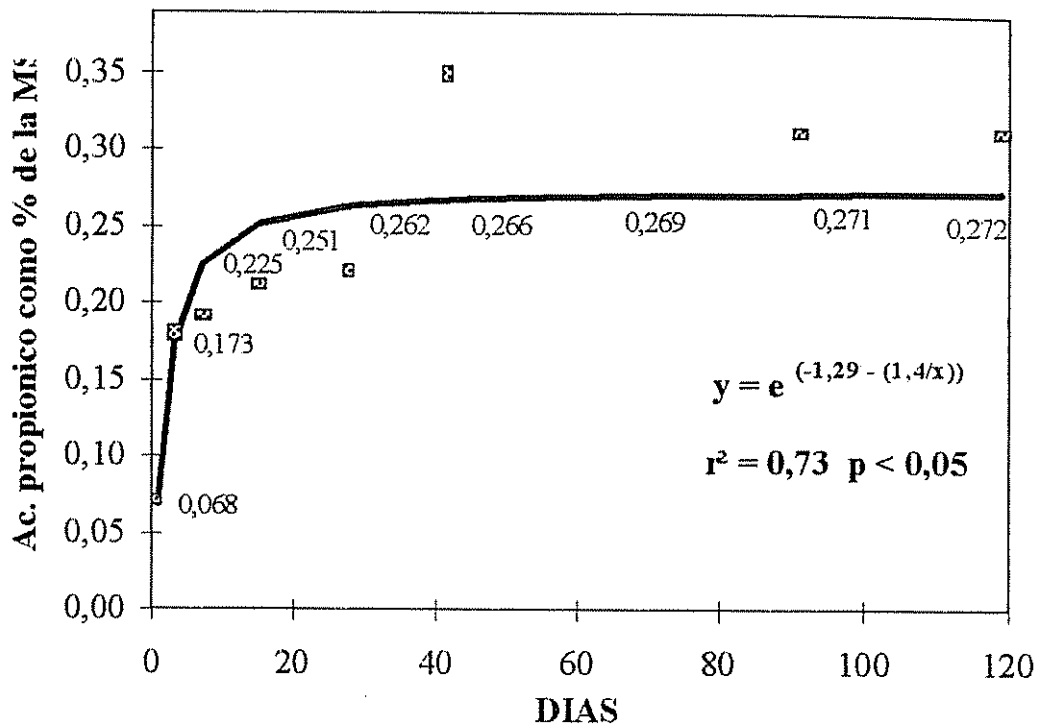


Figura 6. Comportamiento del ácido propiónico en función del tiempo en microsilos de forraje de Morera

3.3. CONCLUSIONES

La Morera al ser ensilada presenta una fermentación con predominio del ácido láctico lo que sugiere un alto contenido de carbohidratos solubles en el material original.

El comportamiento seguido por los indicadores fermentativos indica que la estabilidad del ensilaje de Morera se alcanza mas rápidamente que la de los ensilajes de gramíneas tropicales.

Las características de la Morera permiten obtener un ensilaje de buena calidad nutricional sin la necesidad de usar aditivos.

4. EXPERIMENTO II: SUPLEMENTACIÓN CON MORERA ENSILADA

4.1. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.2. Metodología

4.1.2.1. Unidad Experimental y Manejo

El experimento se llevo a cabo en la finca experimental de ganadería y el laboratorio de ganadería tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

La unidad experimental fueron bovinos machos de la raza Romosinuano, con edades entre 9 y 12 meses y pesos iniciales entre 110 a 210 kg. Los animales se manejaron en apartos individuales de 5x2 m, los cuales tenían una cama de aserrín que se cambiaba diariamente a las 10 a.m. Se ofreció agua y sales minerales *ad libitum* y tuvieron un período de adaptación de 25 días durante el cual fueron tratados bajo las mismas condiciones que durante el experimento. Al término de la adaptación fueron medicados con Oxitetraciclina (20 mg/kg de peso vivo), Levamisol (4,7 mg/kg de PV) y complejo vitamínico ADEK (.05 ml/kg de PV). El período experimental fue de 60 días y los animales se pesaron al inicio y al final del experimento, a los 15 días de iniciado el experimento y después cada 10 días.

El pasto se cortó cada día por la mañana y se troceo a un tamaño 5 a 10 cm. El ensilado de Morera tuvo aproximadamente el mismo tamaño de partícula y se extrajo del silo justo antes de ofrecerlo.

El suministro de alimentos fue de la siguiente manera: a las 7:00 a.m. se ofreció la cantidad asignada del suplemento (de acuerdo al tratamiento); a las 12:00 a.m. se pesó el suplemento rechazado; si este era menor al 30 % de lo ofertado (se estimó que el ensilaje de Morera tenía un 30 % de tallo leñoso) se retiraba y se ofrecían cantidades conocidas de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) *ad libitum*. Si a las 12:00 a.m. el rechazo era superior al 30 % se dejaba el suplemento hasta las 4:00 p.m., hora en la que nuevamente se pesaba el rechazo del suplemento y se retiraba para ofrecer luego cantidades conocidas de pasto Elefante *ad libitum*. A las 6:30 a.m. del día siguiente se pesaba y retiraba el pasto rechazado.

El consumo en materia fresca de los alimentos se calculó por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado. Posteriormente este valor fue corregido para expresarlo en materia seca (MS) como % del peso vivo. El consumo total se calculó como la suma de los dos alimentos consumidos (pasto y ensilaje).

En el caso de la toma de muestras para determinar MS, PC y DIVMS en los alimentos ofrecido y rechazados se dividió el tiempo de observación en cuatro períodos de 15 días cada uno, en los cuales se tomaban muestras los días 3, 8 y 13, para luego formar muestras compuestas para cada período. Se tomó una muestra compuesta por cada animal en el caso del rechazo y una para todos los animales en el caso de los alimentos ofrecidos.

Las muestras para determinar pH, ácidos grasos volátiles y $\text{NH}_3\text{-NT}$ del ensilaje, se tomaron el día que se abrió el silo y al mes de abierto. Tanto el manejo de las muestras como los análisis de laboratorio fueron hechos bajo el mismo esquema mencionado en el capítulo anterior (ver acápite 3.1.2.1. y 3.1.2.2.)

En el experimento se usaron dos silos de alrededor de 9 m^3 cada uno. El material a ensilar fue picado a un tamaño de partícula entre 5 y 7 cm con una picadora estacionaria. El forraje tenía una edad entre 2,5 y 3 meses, fue cortado e inmediatamente trasladado para su troceado y depósito en el silo.

Dos de las paredes de los silos fueron hechas de madera, mientras las otras dos eran de cemento. Antes de empezar a depositar el material se colocó plástico en las paredes del silo, de forma tal que cubriera toda el área y permitiera sellar el silo al finalizar su llenado.

El proceso de ensilamiento consistió en colocar primero una capa de 20 cm de altura de pasto picado y sobre esta se fueron colocando capas de Morera, de 25 a 30 cm de espesor. Entre capas se procedió a apisonar el material con la ayuda de un trascabo mecánico y el tiempo de apisonamiento por capa fue de aproximadamente 40 minutos, incrementados para las últimas dos capas en 15 minutos.

Tanto las características del material ensilado como el proceso seguido, fue igual para ambos silos, variando sólo en lo que a continuación se menciona. El silo número uno fue llenado en tres días, depositando cerca de 8 t de Morera en materia verde y con 58 minutos de compactación por tonelada de material fresco depositado. Las dimensiones de este silo

fueron de 2,45 m de largo, 2,04 m de ancho y 1,85 m de alto. La densidad estimada fue de 0,92 t/m³. Durante la elaboración de este silo hubo períodos frecuentes de lluvias muy ligeras y fue abierto 30 días después de haberse cerrado. El silo número dos fue llenado en tres días, depositando cerca de 10 t de Morera en materia verde y con 48 minutos de compactación por tonelada de material depositado. Las dimensiones de este silo fueron 3,1 m de largo, 2,04 m de ancho y 2 m de alto. La densidad estimada fue de 0,82 t/m³. Este silo fue abierto 60 días después de haberse cerrado.

4.1.3. Tratamientos

Tratamiento 1: Dieta con pasto Elefante *ad libitum* sin suplementación (20 % de rechazo como mínimo).

Tratamiento 2: Dieta base de pasto Elefante *ad libitum* (20 % de rechazo como mínimo); más oferta de Ensilado de Morera a razón del 0,8 % del peso vivo, en base seca.

Tratamiento 3: Dieta base de pasto Elefante *ad libitum* (20 % de rechazo como mínimo); más oferta de Ensilado de Morera a razón del 1,7 % del peso vivo, en base seca.

Tratamiento 4: Dieta base de pasto Elefante *ad libitum* (20 % de rechazo como mínimo); más oferta de Ensilado de Morera a razón del 2,5 % del peso vivo, en base seca.

Los tratamientos ofertados con ensilaje de Morera, fueron diseñados como múltiplos, es decir, la oferta 3 es el doble del tratamiento 2, y el tratamiento 4 es el triple del tratamiento 2.

4.1.4. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 bloques y 4 repeticiones, utilizando el peso de los animales al inicio del experimento como criterio para bloquear.

4.1.4.1. Variables a Evaluar

Las variables dependientes evaluadas fueron:

1. Ganancia diaria de peso (GDP), expresada en gramos por día, y estimada mediante regresión, bajo un modelo lineal ($y = a + bx$); donde a es el intercepto, b es el coeficiente de regresión, correspondiendo en este caso a la GDP, y es el peso del animal y x es el tiempo en días.
2. Consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable del pasto expresados como kg/100 kg de PV, gr/100 kg de PV y Mcal/100 kg de PV, respectivamente.
3. Consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable de la Morera, expresados como kg/100 kg de PV, gr/100 kg de PV y Mcal/100 kg de PV, respectivamente.
4. Consumo total de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable expresados como kg/100 kg de PV, gr/100 kg de PV y Mcal/100 kg de PV, respectivamente.
5. Calidad del pasto seleccionado por el animal expresado tres unidades de medida: % de PC, Mcal/ kg de MS y % de MS.
6. Calidad del ensilaje de Morera seleccionado por el animal, expresado tres unidades de medida: % de PC, Mcal/ kg de MS y % de MS.
7. Calidad de la materia seca total consumida, expresado tres unidades de medida: % de PC, Mcal/ kg de MS y % de MS.

Las variables independientes fueron:

1. Suplemento ofrecido, expresado en MS como % del PV.
2. Calidad del suplemento ofrecido, expresado en tres unidades de medida: % de PC, Mcal por kg y % de MS.

3. Alimento total consumido, expresado en MS como % del PV.

4.1.5. Modelo y Análisis Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta observada en el i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque

μ = Media general del experimento, para la variable observada

τ_i = Efecto asociado al i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto asociado al j-ésimo bloque

ε_{ij} = Efecto del error experimental

El análisis de varianza del modelo anterior se desglosa como sigue:

Fuente de variación	Cálculo de gl	gl
tratamiento	T-1	3
	lineal	1
	cuadrático	1
	cúbico	1
bloque	B-1	3
error	diferencia	9
total	(B x T) - 1	15

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

4.2. RESULTADOS Y DISCUSION

4.2.1. Características de los alimentos

Los contenidos de MS, PC y DIVMS de la Morera antes de ser ensilada se muestran en el Cuadro 1. Los valores reportados en la literatura para hojas de Morera oscilan entre 80

a 90 % para la DIVMS; entre 19,1 y 20,2 % para la PC y entre 19 y 23 % para la MS (Araya *et al.*, 1994; Benavides, 1986; Rojas, 1992; Rojas y Benavides, 1994; Benavides *et al.*, 1994; Vallejo 1995). A pesar de que en este trabajo se uso planta entera de Morera, los valores encontrados (Cuadro 1) coinciden con los reportados para hojas. Esto probablemente se debe a la edad en que fue cortada la planta que mostró una alta proporción de tallo tierno y hojas en la biomasa total.

Al ensilarse, el material original ocurrieron perdidas de 1,4 % de la MS, 18,7% de la PC y 18,7 % de la DIVMS. Las pérdidas en MS fueron inferiores al 6 % que se recomienda como permisible durante el proceso de ensilaje; la PC en cambio esta por arriba del 10 % considerado como adecuado (Ojeda *et al.*, 1991; García-Trujillo y Esperance, 1979). En el caso de la DIVMS, se encuentra entre los rangos reportados para ensilajes de gramíneas tropicales entre 14 y 21 % (López, 1989; Esperance *et al.*, 1985).

Cuadro 1. Contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de Morera antes y después de ensilar

Morera	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	DIVMS (%)
Sin ensilar	22,9	20,9	81,3
Ensilada	22,6	17,0	66,1

Cuadro 2. Indicadores fermentativos del ensilaje de Morera, utilizado en la suplementación de bovinos de engorde Romosinuano.

Indicador	Silo 1	Silo 2	Promedio
pH	4,45	5,25	4,85
NH ₃ (% del N total)	7,70	4,16	5,93
Acido acético (%)	3,95	1,82	2,89
Acido propiónico (%)	0,27	0,08	0,18
Acido butírico (%)	0,02	0,03	0,03
Acido láctico (%)	12,93	17,15	15,04

Los indicadores fermentativos que se muestran en el Cuadro 2 muestran un predominio del ácido láctico; mientras los otros ácidos están en los rangos considerados como

aceptables, menos de 6 % de acético, 2 % de butírico y sólo trazas de propiónico. El fue pH relativamente alto, lo que probablemente provocó una refermentación del ensilaje en los comederos. El NH₃-NT del silo 1 presento valores superiores a los máximos aceptables del 7 % (Ojeda *et al.*, 1991). En general los valores descritos, indican una fermentación adecuada, con excepción del nivel de degradación de las proteínas y el pH relativamente alto.

La calidad nutricional que mantuvo el ensilado, se corresponde con los resultados encontrados al estudiar la dinámica de fermentación presentados en este mismo trabajo y coincide también con lo reportado por Vallejo (1995) y Vallejo y Esquivel (1993), quienes ensilaron hojas de Morera. El ensilaje obtenido tiene un valor nutricional superior al reportado para ensilajes de gramíneas tropicales con y sin aditivos (Esperance y Figueroa, 1978; Esperance *et al.*, 1980; Ojeda y Díaz, 1991; Luis y Ramírez, 1988).

En el Cuadro 3, se presenta el contenido de nutrientes del ensilaje de Morera y del pasto Elefante, usados en el experimento. Los valores para el pasto se encuentran dentro de lo esperado para esta especie (NRC, 1983).

Cuadro 3. Contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto Elefante y ensilado de Morera usados en la engorda de bovinos Romosinuano.

Alimento	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	Energía metabolizable (Mcal/kg de MS)
Ensilaje de Morera	22,63	17,00	2,39
Pasto	20,22	5,60	1,90

4.2.2. Selección y consumo

En los Cuadros 4, 5 y 6 se muestra los contenidos de MS, PC y EM de los alimentos ofrecidos, consumidos y rechazados. En el caso del pasto, aunque hubo selección en relación a la oferta, la calidad de lo consumido no varió entre tratamientos debido a que en todos los casos se garantizó el mismo nivel de rechazo y por ende la posibilidad de selección fue similar.

Cuadro 4. Contenido de materia seca del ensilaje de Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano

Alimento	%	Oferta de MS de Morera, % del PV			
		0	0,8	1,7	2,5
Pasto	Oferta	20,2	20,2	20,2	20,2
	Consumo	19,6	19,4	19,9	22,3
	Rechazo	22,3	22,8	21,8	22,1
Morera ensilada	Oferta	0,0	22,6	22,6	22,6
	Consumo	0,0	21,8	21,0	21,0
	Rechazo	0,0	26,3	24,9	24,0
Dieta total	Oferta	20,2	20,3	20,4	21,2
	Consumo	19,6	20,1	20,3	21,9
	Rechazo	22,3	23,8	23,0	22,9

Cuadro 5. Contenido de proteína cruda del ensilaje de Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano

Alimento	%	Oferta de MS de Morera, % del PV			
		0	0,8	1,7	2,5
Pasto	Oferta	5,6	5,6	5,6	5,6
	Consumo	6,1	6,1	6,0	6,0
	Rechazo	4,1	4,1	4,2	4,3
Morera ensilada	Oferta	0,0	17,0	17,0	17,0
	Consumo	0,0	18,2	18,8	21,6
	Rechazo	0,0	13,6	13,9	13,4
Dieta total	Oferta	5,6	8,8	10,2	10,4
	Consumo	6,1	9,4	11,1	12,5
	Rechazo	4,1	6,7	8,1	7,9

Cuadro 6. Contenido de energía metabolizable del ensilaje de Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano

Alimento	Mcal/kg de MS	Oferta de MS de Morera, % del PV			
		0	0,8	1,7	2,5
Pasto	Oferta	1,90	1,90	1,90	1,90
	Consumo	1,94	1,95	1,93	1,94
	Rechazo	1,76	1,75	1,81	1,76
Morera ensilada	Oferta	0,00	2,39	2,39	2,39
	Consumo	0,00	2,50	2,58	2,76
	Rechazo	0,00	1,10	1,67	1,84
Dieta total	Oferta	1,90	2,03	2,10	2,11
	Consumo	1,94	2,10	2,19	2,28
	Rechazo	1,76	1,57	1,75	1,79

El ensilaje mejoró sustancialmente la calidad de la dieta total consumida al compararse con la dieta sin suplementación y en los tratamientos con ensilaje se observó una definida tendencia a mejorar la calidad del ensilaje y la dieta total consumida a medida que aumento la oferta de Morera. En el caso de la PC, entre el tratamiento 1 (sin suplemento) y el tratamiento 2 las diferencias son considerables como producto de la inclusión en la dieta del ensilaje, mientras la diferencias entre los tratamientos con suplementación, tendió a disminuir especialmente entre las dos últimos tratamientos.

Al analizar la forma en que los animales balancearon sus dietas se observa que con los mayores niveles de oferta de ensilaje de Morera las proporciones en la dieta fueron 60 % de MS de pasto y 40 % de MS de ensilaje (Cuadro 7). Por su calidad, a pesar de que el ensilaje aportó la menor cantidad de MS, represento el mayor porcentaje de nutrientes a la ración.

Los porcentajes de rechazo de Morera encontrados, ordenados de la menor a la mayor oferta de Morera, fueron: 22, 37 y 56 % para la MS; 13, 29 y 47 % para la EM y 17, 31 y 45 % para la PC. Estas tendencias y sobre todo el alto nivel de rechazo en el tratamiento con más Morera, está relacionado con la poca diferencia en el consumo de ensilajes entre los tratamientos 3 y 4 (Figura 7).

Cuadro 7. Contribución de nutrientes a la dieta de los alimentos usados en la engorda de bovinos Romosinuanos.

Nutriente	Alimento	Nivel de oferta, % del peso vivo			
		0	0,8	1,7	2,5
MS (% del aporte)	M. ensilada	0	27	40	42
	Pasto	100	73	60	58
PC (% del aporte)	M. ensilada	0	52	69	73
	Pasto	100	48	31	27
EM (% del aporte)	M. ensilada	0	32	47	50
	Pasto	100	68	53	50

MS = Materia seca, PC = Proteína cruda, EM = Energía Metabolizable

El consumo de ensilaje fue relativamente estable hasta el día 50, cuando ocurrió un salto importante en el que se incremento hasta un 60 %. Esto puede implicar la necesidad de mayores periodos de adaptación. La explicación también puede radicar en la mejor calidad del silo 2 que fue abierto a los 26 días de experimentación y que presentó las mejores característica organolepticas después del día 36, y que pudo motivar un incremento en el consumo del ensilaje.

En la figura 7, se aprecia que el consumo de ensilaje alcanzó un limite máximo independientemente del nivel de oferta, quedando sin efecto la posibilidad de una mayor selección. Esto puede ser explicado por el hecho de que los ensilajes, sin importar su calidad, dificultan la regurgitación, deprimen la motilidad y disminuyen la tasa de pasaje de la ingesta (Forbes, 1995).

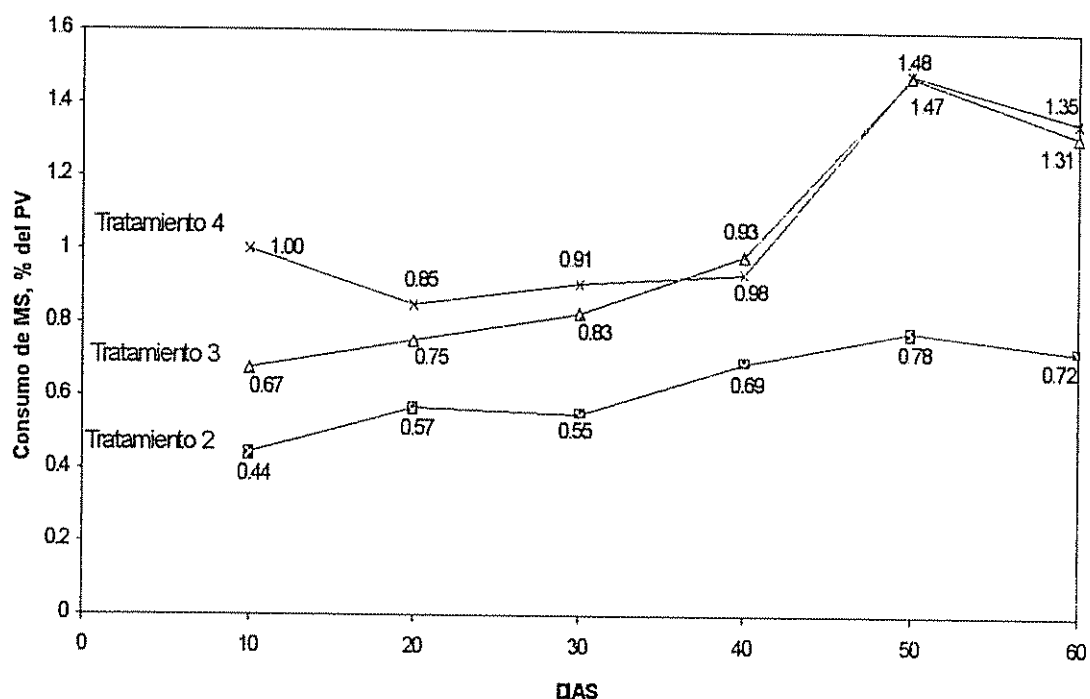


Figura 7. Evolución del consumo de ensilaje de Morera usado como suplemento por bovinos Romosinuano con una dieta base de pasto elefante.

Los Cuadros 8, 9 y 10 ilustran el consumo de los diferentes nutrientes observándose un incremento del consumo de EM y PC al aumentar la oferta de Morera ensilada. En todos los casos la participación del pasto disminuye a medida que aumenta la oferta de Morera ensilada.

El consumo de ensilaje obtenido fue superior a lo reportado por Esperance y Figueroa (1978a) con ensilajes de gramíneas, quienes indican consumos del 0,6 % del PV en MS para bovinos en pastoreo restringido a 4 horas y del 0,4 % del PV para animales en pastoreo sin restricción. Dichos autores reconocen que estos consumos son bajos por efecto del mayor consumo de MS de pasto debido a la mala calidad del ensilaje.

Esperance y Guerra (1978b) reportan consumos de ensilajes de gramíneas de 1,9 % del PV en MS pero en bovinos estabulados consumiendo ensilaje de pastos tropicales como dieta única, y consumos de 1,46 % del PV en MS para bovinos con pastoreo restringido a 4

horas. Salinas *et al.* (1981), afirman que consumos de 1,2 % del PV en MS en animales bajo pastoreo restringido (4 horas) y 1 kg de concentrado por animal es un nivel normal de consumo para ensilajes de gramíneas tropicales.

Esperance y Guerra (1978a) indican que un consumo de 1,33 % del PV en MS es normal para ensilajes de gramíneas tropicales y puede ser mejorado hasta en un 20 % al suplementar heno o concentrado.

El consumo encontrado en este experimento se encuentra cerca de lo registrado para ensilajes de pastos tropicales; sin embargo, es bajo en relación a lo que se esperaba como efecto de la buena calidad fermentativa del ensilaje de Morera. Por otra parte se sabe que el contenido de MS y ácido láctico están positivamente correlacionados con el consumo voluntario, mientras que la concentración de ácido acético y amonio lo afectan negativamente. En tal sentido, en el caso del ensilaje de Morera usado en este experimento, las adecuadas proporciones de ácidos grasos volátiles y el alto contenido de PC superior al 8 % mencionado como depresor del consumo voluntario así como la presencia del pasto que se sabe logra mejorar el consumo entre un 7 y 20 % (Vallejo, 1995; Ojeda *et al.*, 1991; Elías, 1977), deberían estimular un consumo mayor al obtenido en este experimento. Esto no parece no tener su explicación en el proceso de fermentación seguido por la Morera, pues desde esta perspectiva no existen factores que limiten el consumo voluntario.

Cuadro 8. Consumo de energía metabolizable por bovinos Romosinuano, suplementados con ensilaje de Morera, sobre una dieta base de pasto elefante.

Alimento	Oferta de MS de Morera, % del PV			
	0	0,8	1,7	2,5
	(Mcal por 100 kg de PV)			
M. ensilada	0,00 ^c	1,62 ^b	2,71 ^a	3,04 ^a
Pasto	4,19 ^a	3,43 ^{ab}	3,00 ^b	2,96 ^b
Dieta total	4,19 ^c	5,05 ^b	5,71 ^a	6,00 ^a

Literales diferentes dentro filas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

Cuadro 9. Consumo de proteína cruda por bovinos Romosinuano, suplementados con ensilaje de Morera, sobre una dieta base de pasto elefante.

Alimento	Oferta de MS de Morera, % del PV			
	0	0,8	1,7	2,5
	(gr por 100 kg de PV)			
M. ensilada	0,00 ^c	120 ^b	200 ^a	240 ^a
Pasto	130 ^a	110 ^b	90 ^b	90 ^b
Dieta total	130 ^d	230 ^c	290 ^b	330 ^a

Literales diferentes dentro filas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

Cuadro 10. Consumo de materia seca por bovinos Romosinuano, suplementados con ensilaje de Morera, sobre una dieta base de pasto elefante.

Alimento	Oferta de MS de Morera, % del PV			
	0	0,8	1,7	2,5
	(kg por 100 kg de PV)			
M. ensilada	0,00 ^c	0,66 ^b	1,05 ^a	1,11 ^a
Pasto	2,16 ^a	1,76 ^{ab}	1,56 ^b	1,53 ^b
Dieta total	2,16 ^b	2,42 ^a	2,61 ^a	2,64 ^a

Literales diferentes dentro filas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

La explicación a estos resultados puede radicar en aspectos físicos del ensilaje ya que el material ofrecido a los animales estaba muy apelmazado lo cual pudo dificultar su consumo. Por otra parte, el material mantuvo un elevado pH (> 4,5) que posiblemente provocó alguna refermentación en el ensilado. No debe descartarse el hecho de que el experimento fue realizado en condiciones de trópico húmedo donde los animales no están sometidos a períodos sistemáticos de penuria nutricional que generalmente estimulan cambios en sus hábitos alimenticios.

El consumo total de nutrientes aumento de manera decreciente a medida que se ofertó más ensilado de Morera y, al igual que para la materia seca, hubo un fuerte efecto sustitutivo sobre el consumo de nutrientes provenientes del pasto. En los tratamientos con mayor oferta de ensilaje hubo poca diferencia en el consumo de nutrientes, lógicamente debido a la estabilización del consumo de MS observado entre ambos.

El consumo de PC fue el factor más influenciado por el nivel de oferta de ensilaje, encontrándose diferencias ($p < 0,05$), entre todos los tratamientos. Para la EM hubo diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los dos primeros tratamientos. Los tratamientos 3 y 4 fueron diferentes con respecto a los anteriores, pero iguales entre ellos a un nivel de probabilidad del 0,05, El consumo total de MS, sólo fue estadísticamente diferente ($P < 0,05$), para el primer tratamiento. Esto implica en los dos últimos tratamientos, que la calidad de la dieta seleccionada, y no el consumo fue la causa de la mayor ingestión de nutrimentos a medida que se ofertó más ensilaje.

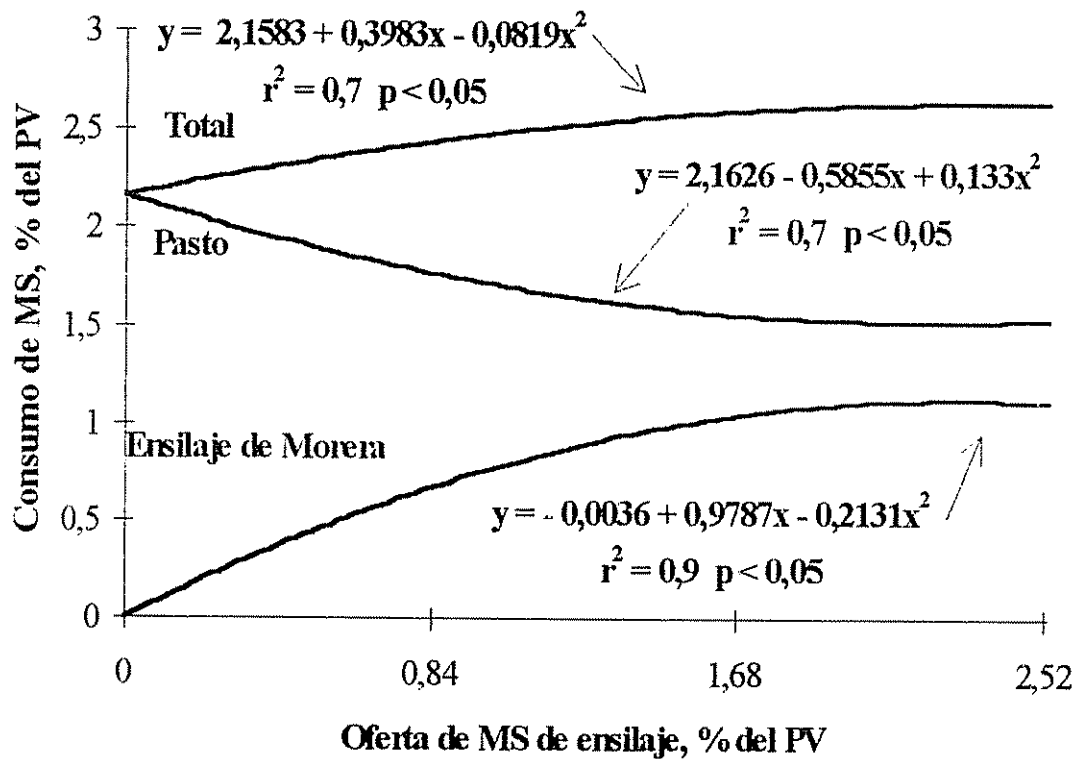


Figura 8. Efecto del nivel de suplementación con ensilaje de Morera sobre el consumo voluntario de bovinos Romosinuano alimentados con una dieta base de pasto elefante

La Figura 8 muestra el efecto sustitutivo del nivel de suplementación sobre el consumo de pasto. Se puede observar también que el consumo voluntario de ensilaje de Morera se incrementó de manera decreciente en relación con el incremento de la oferta.

El efecto sustitutivo sobre el pasto coincide con lo reportado para alimentos que se ofertan junto con otros de calidad superior. Mata y Cambellas (1989) reportan reducciones del alimento base de 0,53 kg de MS por kg de concentrado suplementado. Esperance y Figueroa (1978) encontraron descensos progresivos del consumo de ensilaje de gramíneas, al incrementar el tiempo de pastoreo, siendo en este caso el pasto, el alimento de más calidad. Phillips y Leaver (1985) sugieren que para evitar sustitución del ensilaje por efecto del forraje, este último debe ser restringido o de mala calidad.

En la Figura 8 se muestra un modelo cuadrático asociado al consumo de ensilaje de Morera y se observa que, a medida que la oferta de ensilaje se incrementa su consumo tiende a estabilizarse, incrementándose obviamente la cantidad de material rechazado. En este sentido no parece conveniente usar altos niveles de oferta de ensilaje de Morera pues esto no conduce a un aumento en los niveles de consumo; ofertas entre 0,8 y 1,7 % del PV en MS parecen ser la más adecuadas, bajo las condiciones que se desarrollo este experimento.

4.2.3. Ganancia diaria de peso

Aunque sólo se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el tratamiento 1, la ganancia diaria de peso aumentó a medida que se incrementó el nivel de oferta de ensilaje de Morera, siendo este efecto mas notorio entre el nivel cero de suplementación y el nivel más bajo de oferta de Morera (Cuadro 11). Esto último debido a que la inclusión del ensilaje mejoró considerablemente la cantidad de nutrientes en la dieta.

Para animales criollos (caso del Romosinuano) manejados en estabulación y en la misma localidad en que se realizó este experimento, Garza (1960), reportó GDP entre 589 y 800 gr/animal/día cuando utilizó una dieta con 15 % de PC y suplementada con melaza, afrecho de arroz, harinolina y bagazo de caña. Lemus (1977), indica GDP entre 365 y 573 gr/animal/día para bovinos Romosinuano bajo pastoreo en estrella africana con altos niveles de fertilización. Somarriba *et al.* (1985) reportan GDP, en bovinos Brahaman o criollo, de 450 gr/animal/día, bajo condiciones de pastoreo en plantaciones de pino.

Cuadro 11. Ganancia diaria de peso, en bovinos Romosinuano suplementados con ensilaje de Morera.

Oferta de Morera, % del peso vivo en MS	Ganancia diaria de peso (gr)
0	117 ^b
0,8	404 ^a
1,7	490 ^a
2,5	601 ^a

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

Se afirma que las GDP disminuyen a medida que se sustituye heno por ensilaje de pastos tropicales y son mínimas, cuando el único alimento lo constituye el ensilaje (Esperance y Guerra, 1978b). Es por esta razón que los ensilajes tropicales normalmente han sido vistos sólo como un paliativo en el período de sequía, que atenúa las pérdidas en producción, ya que para mantener buenos niveles productivos es necesario que el ensilaje sea consumido en grandes cantidades y además tenga un alto valor nutritivo. Ambas cosas son difíciles de conseguir en los ensilajes de gramíneas tropicales (Simon *et al.*, 1980; Esperance y Guerra, 1978b; Esperance y Guerra, 1978a).

Las GDP conseguidas en este experimento, por efecto de la suplementación con ensilaje de Morera, fueron similares a las obtenidas con pastos mejorados y fertilizados y dietas compuestas de subproductos agroindustriales locales, a pesar de las limitaciones de consumo observadas (Ruiz *et al.*, 1982)

De acuerdo con los resultados, el ensilaje de Morera proporciona un alimento conservado que puede ser usado en épocas de sequía o penuria nutricional y que, no sólo es capaz de atenuar las pérdidas de peso por efecto de la sequía, sino que puede mantener adecuadas GDP.

En la figura 9 se observa que la respuesta animal en GDP tiene una relación lineal positiva con el consumo de ensilaje lo que implica que, al mejorar el consumo del ensilaje, se podrían obtener mejores GDP.

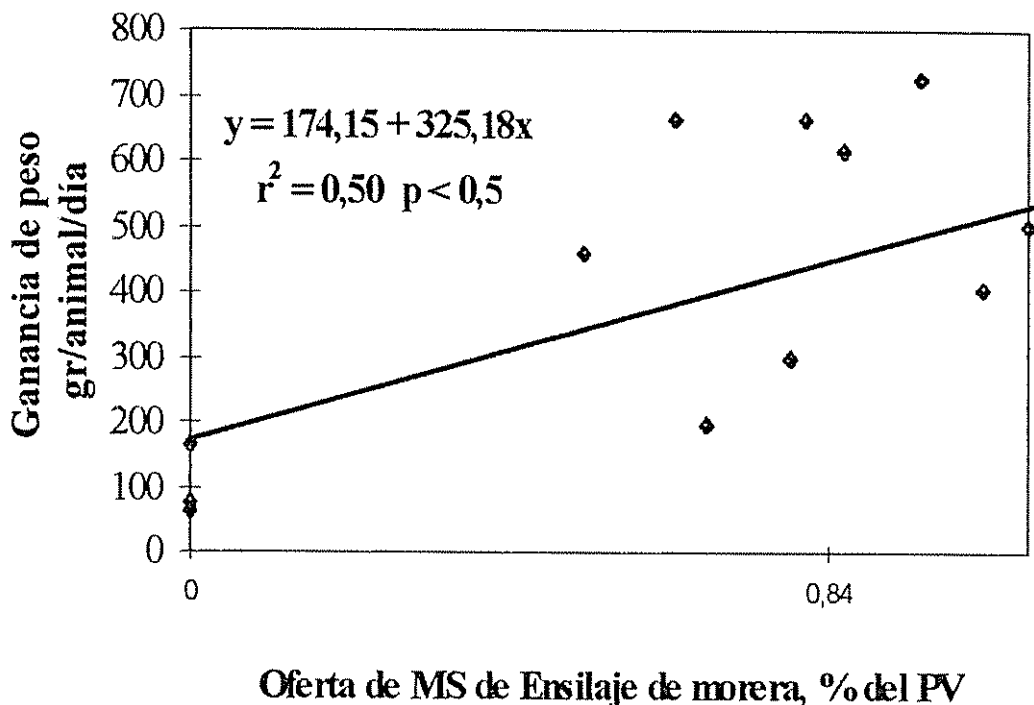


Figura 9. Comportamiento de la ganancia diaria de peso en función del consumo de ensilaje de Morera en bovinos Romosinuanos con una dieta base de pasto elefante

4.3. CONCLUSIONES

El ensilaje de Morera es capaz de sostener buenas producciones de carne, lo que lo convierte en una alternativa para las épocas de sequía o penuria nutricional en el trópico.

Los animales eligieron 60 % de pasto y 40 % de ensilaje de Morera como la proporciones de los alimentos en su dieta, cuando las ofertas se los permitieron, indicando que pueden ser éstas las proporciones óptimas de estos alimentos.

Bajo las condiciones de este experimento, el consumo de ensilaje de Morera tendió a estabilizarse a medida que se incremento el nivel de oferta; y en tal sentido, altos niveles de oferta conducen a un mayor volumen de material rechazado por los animales, aunque mejorar la selección que los animales hacen del material.

El incremento en la GDP tiende a disminuir a medida que este incrementa el nivel de oferta, por lo que no es recomendable usar niveles de oferta superiores al 1,7 % del PV en MS pues se hace uso ineficiente del recurso.

5. EXPERIMENTO III: SUPLEMENTACIÓN CON MORERA FRESCA

5.1. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.1. Metodología

5.1.1.2. Unidad experimental y su manejo

Este experimento se desarrolló bajo el mismo esquema que el de suplementación con Morera ensilada, salvo los ajustes que a continuación se mencionan.

La unidad experimental fue el animal y se usaron los mismos del experimento de Morera ensilada, inmediatamente después de terminado dicho experimento. Al inicio del nuevo experimento las edades de los animales estaban entre 13 y 16 meses, con pesos entre 118 y 250 kg. El período de adaptación fue de 8 días durante los cuales fueron tratados bajo las mismas condiciones de este experimento. Al término de la adaptación fueron medicados con Ivermectina (200 mg/kg de PV) y vitaminas ADEK (0,05 ml/kg de PV).

El período de observación fue de 70 días y los animales fueron pesados al inicio del experimento y después cada 10 días. Tanto el pasto como la Morera usados fueron cortados por la mañana y troceados a un tamaño 5 a 10 cm. La Morera tenía una edad entre 2,5 y 3,5 meses, y fue fertilizada con 480 kg de N/hectárea/año.

El suministro de alimentos fue de la siguiente manera: A las 8:00 a.m. se ofreció la cantidad asignada del suplemento (de acuerdo al tratamiento). A las 12:00 a.m., si el suplemento rechazado era menor al 30% de lo ofertado, se retiraba y se ofrecían cantidades conocidas de pasto Elefante *ad libitum*. A las 4:00 p.m. nuevamente se pesaba el rechazo del suplemento; se retiraba y se ofrecían cantidades conocidas de pasto Elefante *ad libitum*. A las 7:30 a.m. del siguiente día se pesaba y retiraba el pasto rechazado.

5.1.2. Tratamientos

Tratamiento 1: Dieta con pasto Elefante *ad libitum* (20 % de rechazo como mínimo) y cero suplementación.

Tratamiento 2: Dieta base de pasto Elefante *ad libitum* (20 % de rechazo como mínimo), más oferta de Morera fresca a razón del 1 % del peso vivo en base seca.

Tratamiento 3: Dieta base de pasto Elefante *ad libitum* (20 % de rechazo como mínimo), más oferta de Morera fresca a razón del 1,9 % del peso vivo en base seca.

Tratamiento 4: Dieta base de pasto Elefante *ad libitum* (20 % de rechazo como mínimo), más oferta de Morera fresca a razón del 2,8 % del peso vivo en base seca.

Los tratamientos fueron diseñados como múltiplos entre si, sin embargo, como las ofertas se calculaban en materia verde, al momento de transformar el valor a MS se presentaron ligeras variaciones.

5.1.3. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 bloques y 4 repeticiones. Los bloques fueron organizado mediante el peso de los animales al inicio del experimento y además para la distribución de los tratamientos dentro de los bloques, se trató de ubicar aleatoriamente a los animales de un mismo tratamiento del experimento de Morera ensilada en tratamientos diferentes, para disminuir el efecto del experimento anterior.

5.2. RESULTADOS Y DISCUSION

5.2.1. Características de los alimentos

En el Cuadro 12, se presenta el contenido de nutrientes de Morera fresca y Pasto Elefante, usados en este experimento.

Cuadro 12. Calidad del pasto y de la Morera fresca usados en la engorda de bovinos Romosinuanos.

Alimento	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	Energía metabolizable (Mcal/kg de MS)
Morera fresca	23,2	16,1	2,4
Pasto	20,2	6,2	1,9

La Morera mostró una calidad inferior a la que se reporta para sus hojas en la literatura (Araya *et al.*, 1994; Jegou *et al.*, 1994; Benavides, 1986; Vallejo, 1995; Rojas, 1992; Benavides *et al.*, 1994; Rojas y Benavides, 1994). Tal diferencia es debida a que en este experimento se usó planta entera de Morera. Los valores para el pasto se encuentran dentro de lo esperado para esta especie (NRC, 1983).

5.2.2. Selección y consumo

Los contenidos de MS, PC y EM de los alimentos ofertados, consumidos y rechazados se observan en los Cuadros 13, 14 y 15. La calidad del pasto consumido no fue afectada por el nivel de oferta de Morera fresca, pero si se observó un efecto positivo, aunque pequeño, en la selección de la Morera. En la dieta total se observó una mejor calidad a medida que la oferta de Morera se incrementó, siendo especialmente importante en el contenido de PC, sobre todo entre el tratamiento 1 y el resto.

La baja selección hecha por los animales en el pasto se debió a que en todos los tratamientos se tuvo similar posibilidad de selección, pues se garantizaba el mismo rechazo (>20 % de los ofertado). En el caso de la Morera, los porcentajes de rechazos listados de menor a mayor oferta son: 6, 10 y 24 % para el caso de la MS, 2, 4 y 18 % en EM y 4, 7 y 21 % para PC. Se aprecia que el porcentaje del material rechazado fue similar entre los tratamientos 2 y 3, por lo que se deduce que en realidad en ambos se tuvo la misma posibilidad de selección. El mayor rechazo en el tratamiento 4 es resultado de la mayor oferta de Morera. El análisis de los rechazos muestra también que el material comestible de la Morera es superior al 50 % indicado en la literatura en pruebas agronómicas (Benavides *et al.*, 1994; Rodríguez *et al.*, 1994).

Cuadro 13. Contenido de materia seca en la Morera y el pasto utilizados en la alimentación de bovinos Romosinuano

Alimento (% de MS)		Oferta de MS de Morera, % del PV			
		0	1,0	1,9	2,8
Pasto	Oferta	20,0	20,0	20,0	20,0
	Consumo	20,5	20,7	20,1	21,0
	Rechazo	20,1	19,8	21,2	19,5
Morera fresca	Oferta	0,0	23,2	23,2	23,2
	Consumo	0,0	22,2	22,3	22,2
	Rechazo	0,0	26,0	25,4	23,8
Dieta total	Oferta	20,0	21,1	21,8	22,2
	Consumo	20,5	21,2	21,3	21,8
	Rechazo	20,1	21,8	23,6	22,4

Cuadro 14. Contenido de proteína cruda en la Morera y el pasto utilizados en la engorda de bovinos Romosinuano

Alimento (% de MS)		Oferta de MS de Morera, % del PV			
		0	1,0	1,9	2,8
Pasto	Oferta	6,2	6,2	6,2	6,2
	Consumo	6,5	6,2	6,1	6,3
	Rechazo	5,1	6,1	6,8	6,2
Morera fresca	Oferta	0,0	16,1	16,1	16,1
	Consumo	0,0	16,7	17,1	17,3
	Rechazo	0,0	3,2	6,5	12,0
Dieta total	Oferta	6,2	9,5	11,8	13,0
	Consumo	6,5	9,7	12,4	13,9
	Rechazo	5,1	5,1	6,6	10,2

Cuadro 15. Contenido de energía metabolizable en la Morera fresca y el pasto utilizados en la engorda de bovinos Romosinuano

Alimento (Mcal/ kg de MS)		Oferta de MS de Morera, % del PV			
		0	1,0	1,9	2,8
Pasto	Oferta	1,90	1,90	1,90	1,90
	Consumo	1,91	1,92	1,93	1,93
	Rechazo	1,90	1,83	1,83	1,83
Morera fresca	Oferta	0,0	2,43	2,43	2,43
	Consumo	0,0	2,50	2,51	2,53
	Rechazo	0,0	1,44	1,82	2,16
Dieta total	Oferta	1,9	2,07	2,20	2,26
	Consumo	1,91	2,11	2,26	2,34
	Rechazo	1,90	1,70	1,82	2,06

La dieta total mejoró su calidad al incrementarse los niveles de oferta de Morera, debido a una mayor participación del suplemento en dicha dieta (Cuadro 16).

Cuadro 16. Contribución a la dieta de los alimentos usados en la engorda de bovinos Romosinuano en estabulación.

Nutriente (%)	Alimento	Oferta de MS de Morera, % del peso vivo			
		0	1,0	1,9	2,8
MS	M. fresca	0	33	57	69
	Pasto	100	67	43	31
PC	M. fresca	0	58	78	86
	Pasto	100	42	22	37
EM	M. fresca	0	39	63	74
	Pasto	100	61	37	26

MS = Materia seca, PC = Proteína cruda, EM = Energía Metabolizable

Los Cuadros 17, 18 y 19 ilustran el consumo de MS, PC y EM y se observa que los consumos de Morera estuvieron condicionados por el nivel de oferta. Esto coincide con los reportado por Oviedo (1995) y Velázquez *et al.* (1994) quienes al usar hojas de Morera

como suplemento en vacas y bovinos de engorda, respectivamente, señalan también mayores consumos con las mayores ofertas de Morera.

Cuadro 17. Consumo de materia seca en engorde de bovinos Romosinuanos, suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.

Alimento	Oferta de MS de Morera, % del PV			
	0	1.0	1,9	2,8
	(kg/100 kg de PV)			
Morera fresca	0,00 ^d	0,90 ^c	1,71 ^b	2,11 ^a
Pasto	2,04 ^a	1,79 ^a	1,29 ^b	0,95 ^b
Dieta total	2,04^c	2,69^b	3,00^a	3,06^a

Literales diferentes dentro filas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

Cuadro 18. Consumo de proteína cruda en engorde de bovinos Romosinuanos, suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.

Alimento	Oferta de MS de Morera, % del PV			
	0	1.0	1,9	2,8
	(gr/100 kg de PV)			
Morera fresca	0 ^d	150 ^c	290 ^b	360 ^a
Pasto	130 ^a	110 ^a	80 ^b	60 ^b
Dieta total	130^d	260^c	370^b	420^a

Literales diferentes dentro filas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

Cuadro 19. Consumo de energía metabolizable en engorde de bovinos Romosinuanos, suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.

Alimento	Oferta de MS de Morera, % del PV			
	0	1.0	1,9	2,8
	(Mcal/100 kg de PV)			
Morera fresca	0,00 ^d	2,24 ^c	4,30 ^b	5,31 ^a
Pasto	3,90 ^a	3,43 ^a	2,49 ^b	1,84 ^b
Dieta total	3,90^c	5,67^b	6,79^a	7,15^a

Literales diferentes dentro filas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

Al analizar el consumo de los diferentes nutrientes aportados por la Morera, se observó diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre los tratamientos; incrementándose el consumo a medida que se incrementó el nivel de oferta de Morera.

En el pasto, el consumo de nutrientes disminuyó a medida que se incrementó el nivel de oferta de Morera. Los nutrientes que los animales obtienen del pasto están determinados por el consumo de Morera, ocurriendo un efecto sustitutivo que es más evidente a partir de la oferta de 1,9 % PV en MS y en donde, los nutrientes que se obtienen de la Morera cubren más de la tercera parte de los requerimientos.

El consumo total de los diferentes nutrientes se incrementó con el aumento de la oferta de Morera, como resultado de la mejor calidad global de la dieta. En la PC se observó un mayor efecto encontrándose diferencias ($P < 0,05$) entre todos los tratamientos.

La Figura 10 muestra el efecto aditivo del consumo de Morera sobre el consumo total de MS; así como el efecto sustitutivo sobre el consumo en MS de pasto. La mejor calidad de la Morera obviamente favoreció la preferencia de ésta sobre el pasto. El efecto aditivo en el consumo total tiende a disminuir a partir del nivel de oferta de 1,9 % del PV en MS; sin embargo, el consumo de Morera continua aumentando en forma lineal después de este nivel de oferta.

El modelo cuadrático ($r^2 = 0,88$) asociado al consumo total, en función del nivel de oferta, indica que los animales están acercándose a su límite de consumo. Por su parte el consumo de Morera mantiene un incremento lineal, lo que lleva a la conclusión de que posiblemente hubiera aumentado su consumo si se hubiera aumentado la oferta o el tiempo de acceso a la misma.

Esa tendencia coincide con lo reportado por Velázquez *et al.* (1994) y Oviedo (1995) quienes, al suplementar con hojas de Morera fresca a bovinos de engorde y vacas lecheras, respectivamente, encontraron también un efecto aditivo sobre el consumo de MS total y un efecto sustitutivo sobre el alimento base. Esto es lo que se espera que suceda, cuando se suplementa con un alimento de mejor calidad a otro de calidad inferior.

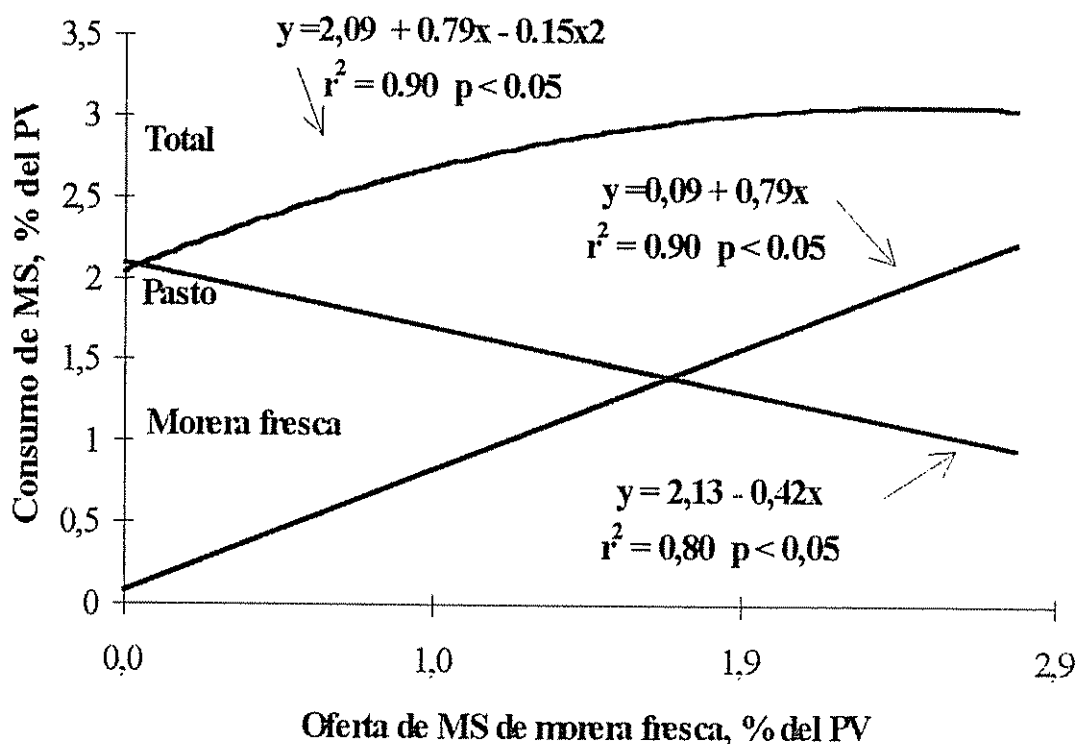


Figura 10. Efecto del nivel de suplementación con Morera fresca sobre el consumo voluntario en bovinos Romosinuano alimentados con una dieta base de pasto elefante

5.2.3. Ganancia diaria de peso

La GDP se incrementó a medida que aumentó la oferta de Morera y por ende el consumo. Sin embargo prácticamente no hubo diferencias entre los tratamientos con mayor oferta a pesar de que se mantuvo el incremento en el consumo de Morera y por supuesto de nutrientes. Esto parece indicar que las GDP obtenidas están cerca del umbral superior de producción de los animales utilizados.

Para animales criollos (caso del Romosinuano), en la misma localidad en que se realizó este experimento, Garza (1960) reportó GDP entre 589 y 800 gr/animal/día, alimentando con una dieta de 15 % de PC, suplementada con melaza, afrecho de arroz, harinolina y bagazo de caña. Lemus (1977) indica GDP entre 365 y 573 gr/animal/día para bovinos Romosinuano bajo pastoreo en estrella africana con altos niveles de fertilización.

Velázquez *et al.* (1994) al suplementar ensilaje de sorgo con 1,5 % del PV en MS de Morera, sólo consiguieron GDP de 195 gr/animal/día con bovinos de engorda Cebú x Pardo suizo. Hernández *et al.* (1992), indica GDP de 487 gr/animal/día, para bovinos de la raza Cebú manejados en pastoreo de gramíneas y leguminosas, suplementado con un banco de proteína de *L. leucocephala* y *Neotonia wightii*. Valdés y Castillo (1993), obtuvieron GDP de 520 gr/animal/día, en bovinos Cebú bajo pastoreo suplementados con melaza y urea.

Cuadro 20. Ganancia diaria de peso, en bovinos Romosinuano suplementados con Morera fresca, sobre una dieta base de pasto elefante.

Oferta de MS de Morera, % PV	Ganancia diaria de peso (gr)
0	38,50 ^c
1,0	687,25 ^b
1,9	942,50 ^a
2,8	954,25 ^a

Literales diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística a un nivel de significancia del 5%, mediante prueba de Tukey

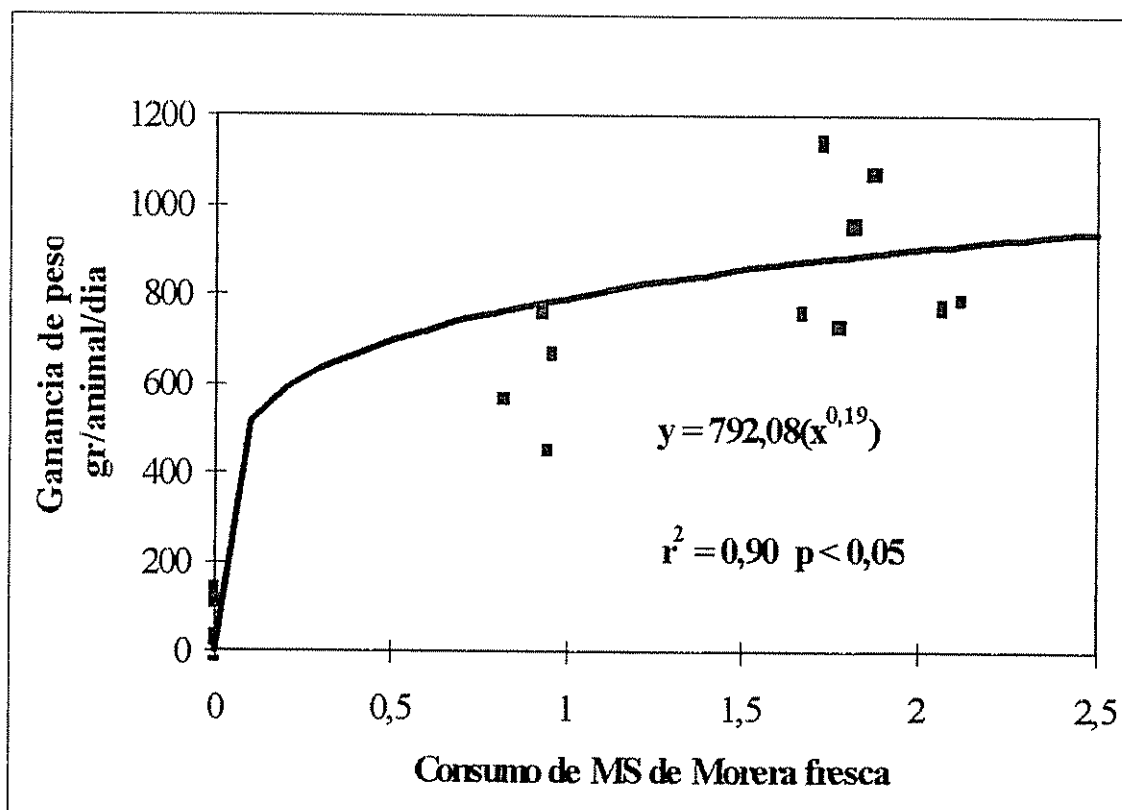


Figura 11. Comportamiento de la ganancia diaria de peso en función del consumo de MS de Morera fresca en bovinos Romosinuano con una dieta base de pasto elefante

Las GDP que puede ser obtenida mediante el uso de Morera fresca son superiores a las que se obtienen con el uso de otros recursos forrajeros; además la calidad y la producción por área de la Morera puede permitir la intensificación de la producción de carne por unidad de área. En la Figura 11 se observa que la respuesta en GDP fue menos evidente al aumentar el consumo de Morera fresca. Resalta el notable cambio ocurrido entre el tratamiento 1 y el tratamiento 2.

5.2.4. Estimaciones económicas

En el Anexo 1 se presenta el presupuesto parcial para los diferentes niveles de oferta. El tratamiento 3 es el más eficiente en cuanto al margen bruto producido y la relación ingreso bruto/costos variables. El tratamiento 2 es el que mejor tasa de retorno marginal presenta, lo que quiere decir que éste es el que mayores beneficios genera por dólar adicional invertido con respecto al tratamiento sin suplementación. El tratamiento 4 es negativo en su margen bruto y su tasa de retorno marginal es menor al 100 %.

En función de lo anterior, bajo las condiciones en que se desarrolló este experimento y tomando en cuenta sólo los costos variables, la inclusión de la Morera como suplemento mejoró el margen bruto obtenido en la engorda de bovinos estabulados con una dieta base de pasto elefante, cuando se usaron ofertas de 1 y 1,9 % del PV en MS.

Un punto crítico en este análisis financiero lo constituye el costo del kilogramo de Morera (Anexo 2), el cual está estrechamente relacionado con la producción de Morera por hectárea. Benavides *et al* (1994) reporta rendimientos entre 24,5 y 32,2 t/ha/año, cuando fertilizó con 480 kg de N por ha. Espinosa (s.p.) reporta rendimientos entre 20,9 y 36,9 t/ha/año con 360 kg de N por ha; y rendimientos entre 24,5 y 46,9 t/ha/año cuando se fertilizó con 560 kg de N por ha. El rendimiento de Morera va a depender tanto del manejo como de las características biofísica del lugar de siembra, por lo que es claro, que su costo variará en función de estos factores. Para extrapolar los datos económicos aquí vertidos es necesario tomar en cuenta la forma en que dichos factores afectarán el costo de la Morera y hacer las correcciones necesarias.

5.3. CONCLUSIONES

La inclusión de Morera fresca como suplemento a una dieta base de pasto Elefante, mejoró el consumo de materia seca total y disminuyó el consumo de pasto. Esto implica que el usar altos niveles de suplementación se incrementa el costo de la dieta total pues la mayor parte de ella estará compuesta por el alimento más caro.

Bajo las condiciones de este trabajo la suplementación con Morera fresca es económicamente rentable, obteniéndose el mejor margen bruto y la mayor relación ingreso bruto/costos variables con una oferta de 1,9 % del PV en MS.

La suplementación con Morera fresca es una alternativa para mejorar la producción de carne en el trópico cuya rentabilidad estará íntimamente relacionada con el costo de producción de la Morera.

6. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

6.1, DISCUSIÓN

En contraste a la baja calidad de los ensilajes de pastos tropicales, que se caracterizan por bajos contenidos de proteína bruta y una baja digestibilidad, el ensilaje de Morera presentó valores elevados en ambos parámetros, lo que es el reflejo de la calidad nutricional del follaje de Morera.

La alta digestibilidad de la Morera permitió una fermentación, con predominio del ácido láctico, que favoreció una rápida estabilización del material. Esta característica obvia los problemas que afectan a la mayoría de los ensilajes de gramíneas tropicales, que difícilmente se estabilizan, lo que incrementa las pérdidas de calidad con respecto al material original.

A pesar de la buena calidad del ensilaje de Morera se observaron consumos voluntarios por debajo de lo esperado de acuerdo a dicha calidad; Sin embargo el ensilaje de Morera aporta una elevada cantidad de nutrientes por unidad de consumo mayor que los fabricados con gramíneas tropicales. El mayor contenido de nutrientes del ensilaje de Morera permite mantener adecuados niveles producción en los animales y no sólo ser un paliativo en épocas de penuria nutricional. Esto puede convertir al ensilaje de Morera en una respuesta a la estacionalidad de producción de carne en el trópico.

El límite encontrado en el consumo de ensilaje de Morera (1 % del PV en MS) puede ser debido a características del proceso de ensilaje, pues al usar la Morera como alimento fresco no se encontró un límite de con los niveles de oferta empleados. El apelmazamiento y alto pH encontrados en el ensilaje de Morera fueron probablemente dos de los factores que limitaron su consumo, por lo que trabajar en formas de mejorar dichas características es probable que mejoren el consumo del ensilaje.

El uso de Morera fresca como suplemento generó mejores GDP que la suplementación con ensilaje de Morera, como resultado del efecto que el proceso de ensilaje tiene sobre la calidad del material ensilado.

El uso de la Morera fresca o ensilada mostró ser una buena estrategia para la suplementación de bovinos de engorde, pues produce una respuesta animal favorable en comparación con la no suplementación.

La eficiencia del uso de la Morera en la alimentación de rumiantes va depender de las condiciones específicas que enfrentan los productores, pues será en función de sus esquemas de producción que deberán diseñarse diferentes estrategias. Esto hace necesario dirigir el trabajo hacia el conocimiento de las potencialidades y debilidades de la Morera en diferentes sistemas productivos y diferentes ecosistemas.

6.2. CONCLUSIONES

El ensilaje de Morera presenta un patrón de fermentación láctico lo que da como resultado un ensilaje con un valor nutricional superior a la mayoría de los ensilajes de gramíneas.

El ensilaje de Morera es capaz de sostener adecuadas producciones de carne lo que lo convierte en una alternativa para las épocas de sequía o penuria nutricional en el trópico.

El uso de Morera fresca es una alternativa económicamente viable para mejorar la producción de carne en el trópico.

6.3. RECOMENDACIONES

Probar la suplementación con Morera fresca y ensilada en animales de engorde en pastoreo, para conocer el efecto que este tiene sobre los consumos del suplemento, sobre las GDP y sobre la rentabilidad de la engorda.

Trabajar sobre técnicas de ensilado de Morera, para corregir los factores que deprimieron su consumo, ya sea la compactación, el uso de aditivos, combinación con otros alimentos, el presecado, el tamaño de picado del forraje y el contenido de material leñoso del material.

Probar la Morera a nivel comercial bajo ensayos controlados en fincas con productores que estén interesados en su uso. En estos ensayos se deberá buscar conocer cuales serían las áreas óptimas de siembra de Morera para determinado grupo de animales y

condiciones ambientales específicas, y las fechas y cantidades óptimas para ensilar. Con esta información se podrán generar paquetes tecnológicos para diferentes tipos de productores.

Generar estrategias de alimentación que aumenten la eficiencia de la Morera en la alimentación animal. En este sentido, se deberá trabajar sobre la mejor forma de ofertar la Morera, proporciones a emplear en las dietas y tiempo de acceso al recurso.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA, G.R. 1975. Dynamics of the fermentation of tropical grass silage. 1. Elephant grass (*P. purpureum*) without additive. Cuban Journal of Agricultural Science. (Cuba) 9:227-235.
- _____. 1980. Dinámica de la fermentación de pastos tropicales. 3. Bermuda de costa (*Cynodon dactylon*) con y sin adición de 4 % de miel. Pastos y Forrajes (Cuba) 3(2):309-319.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS). 1984. Official methods of analysis. 14 ed. Ed S. Williams. Arlington, Virginia 1141 p.
- ARAYA, J.; BENAVIDES, J.E.; ARIAS, R.; RUIZ, A. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In Benavides, J.E. (ed.) Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 31-63 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- ATTA-KRAH, A.N. 1989. Availability and use fodder and trees in tropical África. In Devendra, C. (ed.). Workshop in Denpasar (1989, Indonesia). [Proceedings]. Indonesia. IDRC. p. 140-162.
- BENAVIDES, J.E. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de Morera (*Morus sp.*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). In Resúmenes de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE (C.R.) Serie técnica. Informe técnico No. 67 p. 40-42.
- _____. 1989. La producción caprina como un componente en sistemas agroforestales. Turrialba, C.R., CATIE. 90 p.

- _____. 1993. Árboles forrajeros en América Central. In Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con Rumiantes Menores (2, 1993, San José, C.R.). Memorias. Conferencias magistrales: agroforestería y árboles forrajeros. Tomo 3. San José, Costa Rica. Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina. p. iii.
- _____.; LACHAUX, M.; FUENTES, M. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus sp.*). In Benavides, J.E. (ed.) Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.2, p. 395-514 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236).
- CARPINTERO, M.C. *et al* 1969. Fermentation studies on Lucerne. Journal of the Science of food and Agriculture (G.B.) 20(11):677-681.
- CATIE. 1987. Resumen de datos meteorológicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1 p.
- CUBILLOS, G. 1974. Sistemas de pastoreo en los trópicos. In Exposiciones Pecuarias del Istmo Centroamericano (1974, Tegucigalpa, Hon.). Memorias. San José, C.R. CATIE. p. iii.
- DE LA FUENTE M., B.A. 1990. Estudio de aditivos y cinética del ensilaje de Madero negro (*Gliricidia sepium*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 97 p.
- DECHEN, A.R.; FONSECA, A.S.; HAAG, H.P. 1973. Nutricao mineral de amoreira, *Morus alba L.* : absorcao de nutrientes. Boletim da Industria animal (Bra.) 30(2):361-368.
- DICKINSON, J.; JORGENSON, A. 1994. Demasiado de algo bueno: Alternativas para la producción animal sostenible. In Ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad (1994, San José, C.R.) [Memorias] San José, C.R. AID-ROCAP., p 129-140.
- ELIAS, A. 1977. Producción de carne bajo sistemas de pastoreo en el trópico. In Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) (6, 1977, La Habana, Cuba). Memorias. La Habana, Cuba. ALPA. p. 28.

- ESPERANCE M., M.; FIGUEROA, J. 1978. Efecto del heno o el tiempo de pastoreo sobre la producción de leche en dietas de ensilajes *ad libitum*. Revista Cubana de la Ciencia Agrícola. (Cuba) 12(2):131-135.
- _____.; GUERRA, A. 1978^a. Efecto de diferentes niveles de suplementación de heno y concentrados en dietas de ensilajes *ad libitum* y pastoreo restringido para la producción de leche. Revista Cubana de la Ciencia Agrícola. (Cuba) 12(3):217-223.
- _____.; GUERRA, A. 1978^b. Efecto del pastoreo restringido en la producción de leche de vacas con ensilaje *ad libitum* o forraje. Revista Cubana de la Ciencia Agrícola. (Cuba) 12(2):125-129.
- _____.; OJEDA, F.; CÁCERES, O. 1985. Estudio sobre la conservación de la Guinea Likoni (*Panicum maximum* jacq) como ensilaje. Pastos y Forrajes. (Cuba) 8(1):127-140.
- _____.; TARGHINI, L.; GUILLEN, E.; REYES, N. 1991. Calidad y dinámica de la fermentación de ensilajes elaborados con pulpa de café y forraje. Pastos y Forrajes. (Cuba) 14(3):259-266.
- ESPINOSA M., E. s.p. Rendimiento de variedades de Morera (*Morus sp*) en tres sitios y con tres niveles de fertilización nitrogenada en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE.
- FONSECA, T.C.; VENCOSKY, R. 1981. Estimacao de parámetros visando á selecao de híbridos artificiais de amoreira (*Morus alba L.*) Boletim da Industria Animal (Bra.) 38(1):85-105.
- FORBES, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Londres, U.K. CAB. 532 p
- FRENCH, J.B. 1994. Estado actual y tendencias de la producción agropecuaria en América Central. In Ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad (1994, San José, C.R.) [Memorias] San José, C.R. AID-ROCAP., p 1-20.

- GARCIA-TRUJILLO, R.; ESPERANCE, M. 1979. Avances sobre la conservación de forrajes en forma de ensilaje. *Pastos y Forrajes*. (Cuba) 2(2):273-309.
- GELFUS, F. 1989. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Guía de especies. Santo Domingo, R.D., Enda-Caribe/CATIE. v.2, 778 p.
- HERNÁNDEZ, D.; HERNÁNDEZ, I.; HERNÁNDEZ, C.A.; CARBALLO, M.; CARNET, R.; MENDOZA, R.; RODRÍGUEZ, N. 1992. Fattening of cattle with *Andropogon gayanus* cv CIAT-621 complemented with a protein bank of *Leucaena leucocephala* and *Neonotonia wightii*. *Pastos y Forrajes* (Cuba) 15(2): 153-163.
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 137 p.
- IMBS, B.G.; SINICYN, A.M. 1939. The common wild herbage plants of the dry steppe and semi-desert as material for silage and sheep fodder. Symposium of scientific papers on feeding of sheep. Vorosilovsk. p. 122-129 In CAB (Commonwealth Bureau of Pasture and Field Crops). 1949. The production and utilization of silage. A review of world literature abstracts. U.K. p. 56 (Bulletin No.40)
- JEGOU, D.; WAELPUT, J.J.; BRUNSCHWIG, G. 1994. Consumo y digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus sp.*) y Amapola (*Malvaviscus arboreus*) en cabras lactantes. *In* Benavides, J.E. (ed.) Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 155-162 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- KAMATALI, P. *et al.* 1992. *In situ* degradability of organic matter, crude protein and cell wall of various tree forage. *Animal Production* (R.U.) 55(1):29-34.
- KASS, M.; RODRÍGUEZ, G. 1987. Preliminary studies on silage making from *Gliricidia sepium* (Madero Negro). *In* Withigton, D.; Glover, N.; Brewbaker, J. (eds.). *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and improvement. Turrialba, C.R., CATIE/NFTA. p. 201-204 (Special Publication 87-01)

- LOPEZ O., J.V. 1989. Cinética de la fermentación en ensilajes del pasto elefante enano cv Mott (*Pennisetum purpureum Schum*) con diferentes niveles de melaza, como aditivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 79 p.
- LOPEZ, Z.G. 1993. Efecto de la poda y la fertilización orgánica sobre la producción y calidad nutritiva de amapola (*Malvaviscus arboreus*) y su utilización como suplemento en cabras lactantes. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 94 p.
- LUIS, L.; RAMÍREZ, M. 1985. Estudio de los principales grupos de microorganismos presentes en los ensilajes de pasto estrella jamaicano (*Cynodon nlemfuensis*) y su relación con los parámetros bioquímicos. Pastos y Forrajes (Cuba) 8(1): 153-163.
- LUIS, L.; RAMÍREZ, M. 1988. Estudio algunos indicadores bioquímicos y microbiológicos en ensilajes de CRA-265. Pastos y Forrajes (Cuba) 11(1): 153-163.
- McCULLOUGH, M.E. 1975. The influence of silage additives on silage losses and feeding value. Georgia Agricultural Research (USA) 17(2):13-16.
- McDOWELL, R.E. 1994. El papel de los animales en la conversión y conservación de los recursos. In Ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad (1994, San José, C.R.) [Memorias] San José, C.R. AID-ROCAP., p 89-103.
- MEDINA, J.M. 1994. Observaciones sobre el consumo de follaje de Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Tingüilote (*Cordia dentata*) y Pasto Guinea (*Panicum maximum*) por cabras semiestabuladas. In Benavides, J.E. (ed.) Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 249-256 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- _____.; REYES, J.E. 1993. Consumo y ganancia de peso en caprinos jóvenes alimentados con follaje de Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y fruto de Jícaro (*Crescentia alata*). In Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con Rumiantes Menores (2, 1993, San José, C.R.). Memorias. Conferencias magistrales agroforestería y árboles forrajeros, Tomo 2. San José, Costa Rica. Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina. p. 28-37.

- MENDIZABAL, G.; MARROQUIN, F.; RIOS, E.; ARIAS, R.; BENAVIDES, J. 1994. Identificación y caracterización de plantas silvestres utilizadas en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. In Benavides, J.E. (ed.) Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 65-94 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- MOLINA, C.H.; MOLINA, E.J.; MOLINA, J.P. 1993. Los sistemas sostenibles: el camino ante la crisis agropecuaria tropical. In Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con Rumiantes Menores (2, 1993, San José, C.R.). Memorias. Conferencias magistrales agroforestería y árboles forrajeros, Tomo 1. San José, Costa Rica. Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina. p. 55-68.
- MORENO, A.H. 1977. Evaluación de ensilajes de pastos Panamá (*Saccharum sinense*) para la alimentación de vacas de doble propósito. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR-CATIE. 98 p.
- _____. 1982. Fundamentos de la conservación de forrajes en los trópicos. Santo Domingo, R.D., S.E.A. 42 p.
- OJEDA, F. 1986. Estudio de los aditivos químicos para la conservación como ensilajes de cuatro gramíneas tropicales. Ph.D. Thesis. Matanzas, Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". 224 p.
- _____.; CACERES G., O.; ESPERANCE M., M. 1991. Conservación de forrajes. La Habana, Cuba, Pueblo y Educación. 80 p.
- _____.; CACERES, O.; LUIS, L.; ESPERANCE, M.; SANTANA, H. 1989. Ensilajes de forrajes tropicales. In A. Xande y G. Alexandre (ed.) Pasturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide. París, Fr., INRA. p. 31-44.
- _____.; DIAZ, D. 1991. Ensilaje de gramíneas y leguminosas para la producción de leche. 1. *Panicum maximum* cv. Likoni y *Lablab purpureus* cv Rongai. Pastos y Forrajes (Cuba) 14(2):175-184.

- _____. *et al* 1980. Edad de rebrote y nivel de miel sobre los patrones fermentativos de la hierba Guinea cv Likoni (*Panicum maximum*). Pastos y Forrajes (Cuba) 3(3):481-502.
- OVIEDO C., F.J. 1995. Morera (*Morus sp.*) en asocio con Poró (*Erythrina poeppigiana*) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 87 p.
- _____.; BENAVIDES, J. E.; VALLEJO, M. 1994. Evaluación bioeconómica de un módulo agroforestal con cabras en el trópico húmedo. *In* Benavides, J.E. (ed.) Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.2, p. 601-620(Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- PEZO, D. 1981. Ensilajes de forrajes tropicales. In Producción y utilización de forrajes en el trópico. Compendio. Turrialba, C.R., CATIE. p. 141-154 (Serie Materiales de Enseñanza No. 10)
- PICCINI, J. 1959. A criação prática do bicho da seda. Boletim Técnico de Sericicultura (Bra.) No. 26. 31 p.
- REYES, E.; MEDINA, J.M. 1994. Comportamiento alimenticio de cabras pastoreando y ramoneando en un sitio de matorral de la zona sur de Honduras. In Benavides, J.E. (ed.) Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 135-146 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- RIVABEN, P. 1959. Nocoos prácticas para a criação do bicho da seda en clima semi-tropical. Boletim Técnico de Sericicultura (Bra.). No. 24. 45p.
- RODRIGUEZ, Z.; BENAVIDES, J.E.; CHAVES, C.; SANCHEZ, G. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con follaje de Madero Negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) y suplementadas con plátano felipita (*Musa sp. cv. "felipita"*). *In* Benavides, J.E. (ed.) Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 295-303 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)

- ROJAS, H. 1992. Análisis económico de la producción de leche de cabras alimentadas con diferentes niveles de Morera (*Morus sp.*) y con suplemento de King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). Informe de práctica dirigida para optar por el título de Bachiller en administración de empresas agropecuarias. San José, Costa Rica, UNED 53 p. (Mimeografiado)
- _____; BENAVIDES, J.E. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera (*Morus sp.*). *In* Benavides, J.E. (ed.) Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 305-320 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- ROMERO, F.; BENAVIDES, J.; KASS, M.; PEZO, D.; 1994. Utilización de árboles y arbustos en sistemas de producción de rumiantes. *In* Ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad (1994, San José, C.R.) [Memorias] San José, C.R. AID-ROCAP., p 207-220.
- RUIZ, M.E. Y PEZO, D. 1982. Suplementación de ganado de carne en pastoreo. *In* Curso sobre aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina. (Notas). (Santo domingo, julio, 1982). Santo Domingo, R.D. SEA
- SALINAS, A., ESPERANCE, M.; MILERA, M. 1981. Nota técnica sobre el pastoreo de pangola (*Digitaria decumbens*) comparado con la combinación de pangola y glicyne (*Glycine max*) con ensilaje *ad libitum* en producción de leche. Pastos y Forrajes. (Cuba) 4(1):83-89.
- SOMARRIBA, E.; VEGA, E. *et al* 1985. Pastoreo bajo plantaciones de *Pinus caribea*. Informe de investigación 1984-1985. Proyecto agroforestal UNV/CATIE. mimeografiado.
- SINGH, B.; MAKKAR, H.P.S. NEGLI, S.S. 1989. Rate and extent of digestion and potentially digestible dry matter and cell wall of various tree leaves. Journal Dairy Science (USA) 72(12):175-184.
- SKERMAN, P.J.; CAMERON, D.G.; RIVEROS, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Roma, It. FAO. p. (Producción y protección vegetal No. 2).

- TIKADER, A.; ROYCHOWDHURI, S.; MISHRA, A.K.; DAS, C. 1993. Foliage yield of different varieties of mulberry (*Morus sp*) grown at two spacings in hills of West Bengal. *Indian Journal of Agricultural Science* 63(1):36-37.
- TOBON, C.J. 1988. Efecto de la suplementación con cuatro niveles de follaje de Poró (*Erythrina poeppigiana* Walpers O.F. Cook) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 72 p.
- TOLEDO, J.M. 1994. Ganadería bajo pastoreo: posibilidades y parámetros de sostenibilidad. In *Ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad* (1994, San José, C.R.) [Memorias] San José, C.R. AID-ROCAP., p 141-162.
- UGARTE, J.; PEREIRO, M; SENRA, A.; ELIAS, A. 1978. Efecto de la suplementación proteica sobre la producción lechera de vacas con pasto restringido y ensilaje a voluntad. *Revista Cubana de la Ciencia Agrícola*. (Cuba) 12(3):209-216.
- VALDES, G.; CASTILLO, F. 1995. Management system for grazing fattening cattle. 1. Molasses supplementation with a high urea level. *Cuban Journal of Agricultural Science*. (Cuba) 27(2): 123-134
- VALLEJO S., M.A. 1995. Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 115 p.
- _____.; BENAVIDES, J.E.; ESQUIVEL, J.O. 1994. Observaciones sobre el consumo de ensilaje de follaje de árboles y arbustos por cabras. *In* Benavides, J.E. (ed.) *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 401-414 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- _____.; ESQUIVEL, J.O.; 1993 Consumo de ensilajes de árboles y arbustos por cabras. Resultados preliminares. In *Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores* (2, 1993, San José, C.R.) [Memorias] San José, C.R. INA. V.2, p 19-28.

- _____.; OVIEDO, F.J. 1994. Características botánicas, usos y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero de América Central. *In* Benavides, J.E. (ed.) Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. Anexo 4. 30 p. (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)
- VAUGHAN, C.; CLAUDETTE, M. 1994. Conservando la biodiversidad: interfase con producción animal sostenible. *In* Ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad (1994, San José, C.R.) [Memorias] San José, C.R. AID-ROCAP., p 175-194.
- VELAZQUEZ, C.M.; GUTIERREZ, M.A.; ARIAS, R.; RODRIGUEZ, C. 1994. El forraje de Morera (*Morus sp.*) como suplemento en dietas a base de ensilado de sorgo (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) para novillos. *In* Benavides, J.E. (ed.). Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. V.1, p. 377-392 (Serie Técnica, Informe Técnico No 236)

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto parcial para producción de carne con bovinos Romosinuanos alimentados con Pasto elefante y suplementados con Morera fresca.....	1
Anexo 2. Costo de producción de un kg de Morera, puesta en el comedero	2
Anexo 3. Costo de producción de un kg de Pasto, puesto en el comedero	3
Anexo 4. Indicadores usados para determinación la dinámica de fermentación del ensilaje de Morera en microsilos.....	4
Anexo 5. Edades y pesos, de bovinos Romosinuanos, al inicio del experimento con niveles de suplementación con Morera ensilada sobre una dieta base de pasto elefante.....	5
Anexo 6. Evolución de peso de bovinos Romosinuanos en engorde, suplementados con ensilaje de Morera sobre una dieta base de pasto elefante.....	5
Anexo 7. Consumo de materia seca, expresado como % del peso vivo, de los alimentos usados en la engorda de Bovinos Romosinuanos, suplementados con ensilaje de Morera y alimentados con una dieta base de pasto Elefante.....	6
Anexo 8. Porcentaje de Materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con ensilaje de Morera con una dieta base de Pasto Elefante.....	7
Anexo 9. Porcentaje de Proteína cruda, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con ensilaje de Morera con una dieta base de Pasto Elefante.....	8
Anexo 10. Porcentaje de la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con ensilaje de Morera con una dieta base de Pasto Elefante	9
Anexo 11. Edades y pesos, de bovinos Romosinuanos, al inicio del experimento de niveles suplementación con Morera fresca.....	10
Anexo 12. Evolución de peso de bovinos Romosinuanos en engorde, suplementados con Morera fresca sobre una dieta base de pasto elefante	10
Anexo 13. Consumo de materia seca, expresado como % del peso vivo, de los alimentos usados en la engorda de Bovinos Romosinuanos, suplementados con Morera fresca, con una dieta base de pasto elefante.....	11
Anexo 14. Porcentaje de Materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con Morera fresca con una dieta base de Pasto Elefante.....	12
Anexo 15. Porcentaje de Proteína cruda, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con Morera fresca con una dieta base de Pasto Elefante.....	13
Anexo 16. Porcentaje de la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con Morera fresca con una dieta base de Pasto Elefante.....	14

Anexo 1. Presupuesto parcial para producción de carne con bovinos Romosinuanos alimentados con Pasto elefante y suplementados con Morera fresca

RUBRO	Oferta de MS de Morera, % PV			
	0	1,0	1,9	2,8
INGRESOS (US\$)				
kg de carne producidos/animal/día	0,04	0,69	0,94	0,95
Precio/kg de carne	0,80	0,80	0,80	0,80
Total de ingresos A	0,03	0,55	0,75	0,76
COSTOS VARIABLES (US\$)				
MS de pasto ofertada/día	7,47	6,55	4,72	3,48
Costo/kg de MS de pasto	0,04	0,04	0,04	0,04
Costo en MS de pasto	0,31	0,27	0,19	0,14
MS de Morera ofertada/día	0,00	2,93	5,79	8,42
Costo/kg de MS de Morera	0,08	0,08	0,08	0,08
Costo en MS de Morera	0,00	0,22	0,44	0,65
Costos Variables B	0,31	0,49	0,64	0,79
MARGEN BRUTO	-0,28	0,05	0,12	-0,03
Relación A/B	0,10	1,11	1,18	0,97
Costo marginal C	*****	0,19	0,33	0,48
Margen bruto marginal D	*****	0,33	0,39	0,25
TASA DE RETORNO MARGINAL(%) (D/C)*100	*****	178	119	53

El presupuesto parcial, esta calculado considerando los ingresos brutos y costos variables en un día, para un animal de 305 kg de peso vivo, que seria el peso medio de un animal para llegar de los 160 kg a 450 kg de PV. El costo de la Morera esta estimado en base a rendimientos de 30 t/ha/año de MS total, con aplicación de 480 kg/ha/año.

El precio del kg de carne esta calculado tomando como base el precio promedio durante octubre y noviembre de la canal caliente de toros en la planta de Montecillos en Puntarenas, Costa Rica; considerando un rendimiento en canal del 56 %, mas el gasto de transporte de un animal de Turrialba a Puntarenas.

Anexo 2. Costo de producción de un kg de Morera, puesta en el comedero

ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTAREA DE MORERA			
CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO	COSTO
PREPARACIÓN DEL TERRENO (horas tractor)	16	¢ 3,500	¢ 56,000
SIEMBRA (jornales)	7	¢ 2,069	¢ 14,483
FERTILIZANTE (sacos de 50 kg)	7	¢ 3,290	¢ 23,030
MATERIAL VEGETATIVO (estacas)	22727	¢ 4	¢ 90,908
FERTILIZACIÓN (jornales)	3	¢ 2,069	¢ 6,207
TOTAL			¢ 190,628
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MORERA, POR HECTAREA POR AÑO			
CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO	COSTO
AMORTIZACION (anual)			¢ 19,063
FERTILIZANTES (sacos de 50 kg)	22	¢ 3,290	¢ 72,380
FERTILIZACION (jornales)	8	¢ 2,069	¢ 16,552
CORTE (jornales)	94	¢ 2,069	¢ 194,486
ACARREO (jornales)	23	¢ 2,069	¢ 47,587
PICADO Y DISTRIBUCIÓN(jornales)	70	¢ 2,069	¢ 144,830
TOTAL			¢ 494,898
PRODUCCIÓN (kg de MS)			30000
COSTO POR kg DE MS EN EL COMEDERO			¢ 16,50
COSTO EN DOLARES(Tipo de cambio 215 ¢ / \$)			0,077

Tomando como base el análisis económico realizado por Rojas (1992) y los costos de manejo de la Morera en la subunidad de cabras del CATIE.

Anexo 3. Costo de producción de un kg de Pasto, puesto en el comedero

ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTAREA DE PASTO ELEFANTE			
CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO	COSTO
PREPARACIÓN DEL TERRENO (horas tractor)	16	¢ 3,500	¢ 56,000
SIEMBRA (jornales)	4	¢ 2,069	¢ 8,276
HERBICIDA (litro)	2,5	¢ 2,465	¢ 6,163
FERTILIZANTE (sacos de 46 kg)	9	¢ 2,950	¢ 26,550
MATERIAL VEGETATIVO (toneladas)	2,74	¢ 3,500	¢ 9,590
APLICACIÓN DE HERBICIDA (jornal)	1	¢ 2,069	¢ 2,069
FERTILIZACIÓN (jornales)	1	¢ 2,069	¢ 2,069
TOTAL			¢ 110,717
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PASTO ELEFANTE, POR HECTAREA POR AÑO			
CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO	COSTO
AMORTIZACION (anual)			¢ 22,143
FERTILIZANTES (sacos de 46 kg)	19	¢ 3,290	¢ 62,510
FERTILIZACION (jornales)	6	¢ 2,069	¢ 12,414
CORTE (jornales)	75	¢ 2,069	¢ 155,175
ACARREO (jornales)	35	¢ 2,069	¢ 72,415
PICADO Y DISTRIBUCIÓN(jornales)	58	¢ 2,069	¢ 120,002
TOTAL			¢ 444,659
PRODUCCIÓN (Kg de MS)			50000
COSTO POR kg DE MS EN EL COMEDERO			¢ 8,89
COSTO EN DOLARES(Tipo de cambio 215 ¢ / \$)			0,041

* Tomando como base el análisis económico realizado por Rojas (1992) y los costos de manejo del Pasto en la subunidad de cabras del CATIE.

Anexo 4. Indicadores usados para determinación la dinámica de fermentación del ensilaje de Morera en microsilos.

DÍA DE APERTURA	pH	MS %	DIVMS %	PC %	NH3 % NT	ÁCIDO ACÉTICO %	ÁCIDO PROPIÓNICO %	ÁCIDO BUTÍRICO %	ÁCIDO LÁCTICO %
1	4,7	21,1	73,9	24,3	0,77	1,43	0,08	0,018	2,95
1	4,7	21,4	66,4	22,9	0,52	1,07	0,06	0,024	1,16
1	4,7	21,7	67,0	23,6	0,45	1,13	0,07	0,016	1,50
3	4,4	21,6	70,6	22,6	1,37	1,81	0,18	0,021	9,44
3	4,4	20,9	69,7	22,8	1,10	1,92	0,22	0,012	8,56
3	4,5	22,3	69,5	21,8	1,48	1,44	0,14	0,020	13,05
7	4,2	22,0	70,2	24,3	1,66	2,56	0,26	0,023	19,70
7	4,2	21,1	68,8	22,5	1,84	2,18	0,12	0,020	16,01
7	4,2	19,3	71,8	22,0	2,14	2,44	0,21	0,018	14,72
15	4,3	21,0	72,5	22,8	2,12	2,38	0,15	0,031	15,05
15	4,3	22,7	73,6	23,6	2,10	2,34	0,20	0,017	15,30
15	4,3	21,2	70,2	23,9	1,94	2,63	0,27	0,017	15,59
28	4,4	22,0	71,4	22,2	2,43	2,86	0,24	0,000	18,21
28	4,4	23,0	73,6	24,0	1,96	2,83	0,19	0,020	21,18
28	4,4	21,5	71,2	25,3	2,61	2,71	0,24	0,020	22,54
42	4,6	21,3	67,7	21,8	3,97	3,69	0,30	0,020	20,41
42	4,7	21,2	68,4	22,8	3,24	2,99	0,25	0,000	23,89
42	4,6	20,9	67,9	20,7	4,17	3,18	0,51	0,027	20,87
63	4,5	22,0	70,4	23,0	3,68	2,70	0,20	0,014	22,21
63	4,6	21,2	71,8	23,5	2,71	2,76	0,15	0,029	18,66
63	4,6	22,8	72,8	24,2	2,81	2,16	0,18	0,041	14,96
91	4,5	21,4	71,0	23,3	4,12	2,83	0,37	0,051	11,10
91	4,3	22,0	68,9	20,0	4,66	3,00	0,29	0,023	23,07
91	4,2	22,7	70,1	25,3	3,00	3,10	0,28	0,023	23,21
119	4,6	20,3	69,0	22,6	4,78	1,63	0,23	0,027	9,54
119	4,6	21,9	72,6	23,6	3,54	2,72	0,36	0,044	21,11
119	4,5	20,5	69,9	22,8	4,66	1,69	0,35	0,000	11,62

Anexo 5. Edades y pesos, de bovinos Romosinuano, al inicio del experimento con niveles de suplementación con Morera ensilada sobre una dieta base de pasto elefante.

SUPLEMENTACIÓN CON MORERA ENSILADA (% DEL PESO VIVO)	BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III		BLOQUE IV		PROMEDIO	
	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)
0	11	170	9	162	11	150	9	110	10	148
0,84	11	192	11	169	10	155	11	130	11	162
1,69	12	210	9	175	9	148	10	135	10	167
2,53	11	170	11	165	10	149	10	125	11	152
PROMEDIO	11	186	10	168	10	151	10	125	10	157

Anexo 6. Evolución de peso de bovinos Romosinuano en engorde, suplementados con ensilaje de Morera sobre una dieta base de pasto elefante

ANIMAL	BLOQUE	OFERTA DE ENSILAJE DE MORERA (% del PV en MS)	27-feb	13-mar	23-mar	2-abr	12-abr	22-abr	27-abr
R3	1	0	170	182	182	179	181	177	178
R11	1	0,84	192	210	219	210	227	233	235
R1	1	1,69	210	220	225	219	232	237	244
R7	1	2,53	170	190	194	193	202	213	220
R31	2	0	162	170	175	171	175	170	177
R17	2	0,84	169	183	187	185	193	197	200
29M	2	1,69	175	183	195	194	205	211	215
R9	2	2,53	165	175	186	179	190	200	205
R5	3	0	150	156	159	153	160	163	160
R19	3	0,84	155	160	170	161	160	170	170
R27	3	1,69	148	154	165	155	162	172	175
R23	3	2,53	149	154	160	157	163	172	180
R33	4	0	110	117	120	113	114	118	118
R15	4	0,84	130	133	140	137	142	147	148
R25	4	1,69	135	144	150	145	147	158	164
R21	4	2,53	125	132	148	144	150	160	162

Anexo 7. Consumo de materia seca, expresado como % del peso vivo, de los alimentos usados en la engorda de Bovinos Romosinuanos, suplementados con ensilaje de Morera y alimentados con una dieta base de pasto Elefante

ENSILAJE DE MORERA					
NIVEL DE OFERTA DE ENSILAJE DE MORERA (% del PV en MS)	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMEDIO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,84	0,64	0,52	0,68	0,79	0,66
1,69	1,10	0,81	1,04	1,26	1,05
2,53	0,96	0,86	1,21	1,39	1,11
PROMEDIO	0,67	0,55	0,73	0,86	
					0,70
PASTO ELEFANTE					
NIVEL DE OFERTA DE ENSILAJE DE MORERA (% del PV en MS)	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMEDIO
0,00	2,27	1,99	2,32	2,07	2,16
0,84	1,99	2,00	1,47	1,60	1,76
1,69	1,46	1,76	1,59	1,40	1,56
2,53	1,77	1,71	1,27	1,38	1,53
PROMEDIO	1,87	1,87	1,66	1,61	
					1,75
TOTAL					
NIVEL DE OFERTA DE ENSILAJE DE MORERA (% del PV en MS)	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMEDIO
0,00	2,27	1,99	2,32	2,07	2,16
0,84	2,62	2,53	2,15	2,39	2,42
1,69	2,56	2,57	2,64	2,67	2,61
2,53	2,73	2,57	2,48	2,77	2,64
PROMEDIO	2,54	2,41	2,40	2,48	
					2,46

Anexo 8. Porcentaje de Materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuano suplementados con ensilaje de Morera con una dieta base de Pasto Elefante

MUESTRA	PERÍODO DE MUESTREO				PROMEDIO
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	
Ensilaje de Morera Ofrecido	20,1	21,3	25,6	23,4	22,6
Ensilaje de Morera rechazado					
R11	20,6	23,3	23,8	32,8	25,1
R1	26,2	23,5	25,3	27,4	25,6
R7	21,6	22,3	24,1	25,9	23,5
R17	24,7	24,4	26,5	30,5	26,5
29M	22,5	22,1	23,5	26,3	23,6
R9	22,6	21,5	23,7	24,3	23,0
R19	27,6	24,8	27,9	27,2	26,9
R27	22,3	22,7	26,3	29,2	25,1
R23	22,9	22,9	26,0	26,0	24,4
R15	23,5	25,4	28,2	29,5	26,6
R25	22,8	23,3	26,9	28,7	25,4
R21	26,1	22,4	26,5	26,0	25,3
Pasto Ofrecido	20,7	19,8	20,5	19,9	20,2
Pasto Rechazado					
R3	23,3	21,2	21,0	19,1	21,1
R11	23,7	21,7	23,6	21,5	22,6
R1	24,3	21,4	18,8	17,1	20,4
R7	26,1	21,6	22,1	20,4	22,5
R31	29,5	24,8	21,8	20,9	24,3
R17	25,9	20,2	21,3	19,6	21,7
29M	27,3	19,5	18,3	16,8	20,5
R9	29,9	23,1	21,6	21,4	24,0
R5	25,9	20,7	16,4	14,3	19,3
R19	26,8	23,4	24,1	23,6	24,5
R27	29,5	21,0	21,6	22,4	23,6
R23	26,0	19,3	18,6	17,5	20,3
R33	27,5	24,9	22,3	23,6	24,6
R15	25,2	23,6	22,0	19,1	22,5
R25	26,1	21,6	21,2	21,6	22,6
R21	27,1	20,8	20,2	17,3	21,4

Anexo 9. Porcentaje de Proteína cruda, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con ensilaje de Morera con una dieta base de Pasto Elefante

MUESTRA	PERÍODO DE MUESTREO				PROMEDIO
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	
Ensilaje de Morera Ofrecido	18,8	17,1	16,7	15,3	17,0
Ensilaje de Morera rechazado					
R11	14,3	13,3	14,1	12,3	13,5
R1	12,8	12,4	12,6	12,3	12,5
R7	16,7	13,4	12,9	13,9	14,2
R17	13,6	13,0	12,2	11,3	12,5
29M	15,1	14,4	14,8	15,3	14,9
R9	14,0	12,6	13,5	15,4	13,9
R19	12,0	12,6	10,6	13,6	12,2
R27	17,5	14,3	12,2	12,3	14,1
R23	14,7	13,1	11,5	14,3	13,4
R15	15,8	11,6	11,3	13,4	13,0
R25	13,9	12,7	10,2	12,4	12,3
R21	11,1	14,7	11,2	12,8	12,4
Pasto Ofrecido	6,4	5,3	6,2	4,8	5,7
Pasto Rechazado					
R3	4,4	4,6	4,5	3,3	4,2
R11	5,4	4,5	5,0	4,8	4,9
R1	4,3	4,5	4,6	4,2	4,4
R7	5,4	4,4	5,0	4,9	4,9
R31	6,0	4,6	5,2	3,7	4,9
R17	5,0	3,8	4,1	3,8	4,2
29M	4,7	3,6	3,8	3,7	3,9
R9	4,7	4,7	4,8	4,6	4,7
R5	4,7	4,2	3,8	2,8	3,9
R19	4,3	4,4	5,2	4,5	4,6
R27	4,5	5,0	5,1	4,2	4,7
R23	4,7	4,5	4,7	4,0	4,6
R33	4,7	4,1	5,3	4,5	4,6
R15	2,0	4,2	4,4	3,8	3,6
R25	4,5	4,5	5,3	4,1	4,6
R21	4,0	4,3	4,7	3,3	4,1

Anexo 10. Porcentaje de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuano suplementados con ensilaje de Morera con una dieta base de Pasto Elefante

MUESTRA	PERÍODO DE MUESTREO				PROMEDIO
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	
Ensilaje de Morera Ofrecido	64,3	67,0	66,5	67,1	66,2
Ensilaje de Morera rechazado					
R11	55,5	59,4	60,7	55,8	57,9
R1	56,7	59,7	56,0	54,2	56,7
R7	62,2	56,6	61,4	61,4	60,4
R17	55,0	57,2	60,8	57,8	57,7
29M	58,1	59,3	60,8	61,0	59,8
R9	57,1	65,1	54,9	60,7	59,4
R19	49,4	58,3	52,4	56,4	54,1
R27	59,8	56,1	57,4	56,6	57,5
R23	57,1	57,1	53,3	61,2	57,1
R15	58,6	55,0	53,9	59,8	56,8
R25	57,8	57,2	50,4	55,3	55,2
R21	52,4	60,2	54,0	58,7	56,3
Pasto Ofrecido	50,7	54,4	51,1	53,9	52,5
Pasto Rechazado					
R3	46,1	51,3	45,2	54,8	49,4
R11	49,1	50,7	45,7	50,6	49,0
R1	47,9	52,9	49,3	52,5	50,6
R7	48,7	46,9	46,2	48,5	47,6
R31	46,0	49,4	45,2	53,1	48,4
R17	47,6	48,0	46,8	52,0	48,6
29M	45,6	51,6	48,2	53,3	49,7
R9	48,2	48,1	44,0	50,3	47,7
R5	44,2	51,3	50,1	59,4	51,2
R19	45,7	46,3	47,0	48,4	46,9
R27	47,7	47,7	47,0	52,1	48,6
R23	50,1	47,5	48,2	51,9	49,4
R33	46,2	45,5	46,8	49,0	46,9
R15	46,6	46,0	47,7	52,8	48,3
R25	46,3	48,8	49,4	47,6	48,0
R21	50,1	49,2	49,4	54,7	50,9

Anexo 11. Edades y pesos, de bovinos Romosinuano, al inicio del experimento de niveles suplementación con Morera fresca.

SUPLEMENTACIÓN CON MORERA FRESCA (% DEL PESO VIVO)	BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III		BLOQUE IV		PROMEDIO	
	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)	EDAD (Meses)	PESO (kg)
0	16	250	16	204	15	174	16	167	16	199
0,84	14	215	15	205	13	181	15	170	14	193
1,69	15	234	15	178	14	167	13	118	14	174
2,53	16	227	16	174	14	185	15	153	15	185
PROMEDIO	15	231	15	190	14	177	13	152	15	188

Anexo 12. Evolución de peso de bovinos Romosinuano en engorde, suplementados con Morera fresca sobre una dieta base de pasto elefante

ANIMAL	BLOQUE	OFERTA DE ENSILAJE DE MORERA (% del PV en MS)	6-may	16-may	26-may	5-jun	15-jun	25-jun	5-jul	15-jul
R1	1	0	250	254	250	258	265	247	260	256
29M	1	0,96	215	232	234	237	257	253	265	280
R11	1	1,90	234	254	256	262	284	295	305	317
R7	1	2,76	227	240	251	255	272	281	294	309
R9	2	0	204	205	205	206	203	200	205	205
R17	2	0,96	205	220	220	227	230	240	240	262
R23	2	1,90	178	190	204	209	223	230	234	249
R3	2	2,76	174	185	193	200	208	213	223	228
R19	3	0	174	180	182	185	189	178	185	180
R31	3	0,96	181	185	185	188	200	201	208	220
R25	3	1,90	167	180	189	192	200	205	215	232
R27	3	2,76	185	200	212	220	225	221	240	262
R5	4	0	167	173	171	171	171	166	175	168
R21	4	0,96	170	178	182	190	199	201	212	217
R33	4	1,90	118	129	132	142	149	155	167	170
R15	4	2,76	153	162	170	175	195	191	205	224

Anexo 13. Consumo de materia seca, expresado como % del peso vivo, de los alimentos usados en la engorda de Bovinos Romosinuanos, suplementados con Morera fresca, con una dieta base de pasto elefante

MORERA FRESCA					
NIVEL DE OFERTA DE MORERA FRESCA (% del PV en MS)	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMEDIO
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,96	0,92	0,81	0,94	0,95	0,90
1,90	1,71	1,77	1,73	1,63	1,71
2,76	1,82	2,02	2,05	2,56	2,11
PROMEDIO	1,11	1,15	1,18	1,28	
					1,18
PASTO ELEFANTE					
NIVEL DE OFERTA DE MORERA FRESCA (% del PV en MS)	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMEDIO
0,00	1,97	1,84	2,12	2,22	2,04
0,96	1,68	1,76	1,84	1,86	1,79
1,90	1,26	1,02	1,25	1,64	1,29
2,76	1,05	0,98	1,17	0,60	0,95
PROMEDIO	1,49	1,40	1,59	1,58	
					1,52
TOTAL					
NIVEL DE OFERTA DE MORERA FRESCA (% del PV en MS)	BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV	PROMEDIO
0,00	1,97	1,84	2,12	2,22	2,04
0,96	2,60	2,57	2,77	2,81	2,69
1,90	2,97	2,79	2,98	3,27	3,00
2,76	2,87	3,00	3,21	3,16	3,06
PROMEDIO	2,60	2,55	2,77	2,86	
					2,70

Anexo 14. Porcentaje de Materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuano suplementados con Morera fresca con una dieta base de Pasto Elefante

MUESTRA	PERÍODO DE MUESTREO				PROMEDIO
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	
Morera Fresca Ofrecido	25,8	21,8	21,9	22,5	23,2
Morera fresca rechazada					
29M	27,9	27,5	22,8	24,7	26,1
R11	27,3	22,3	23,3	24,6	24,3
R7	25,4	21,5	22,4	22,7	23,1
R17	29,5	23,2	21,8	24,5	24,8
R23	27,9	26,0	23,3	24,0	25,7
R3	24,5	22,6	22,9	23,1	23,3
R31	27,3	23,3	22,9	32,4	24,5
R25	28,1	28,2	22,7	24,7	26,3
R27	26,7	22,2	22,8	22,9	23,9
R21	30,5	27,9	26,7	27,2	28,4
R33	28,9	23,6	23,4	25,2	25,3
R15	25,5	23,9	24,6	23,4	24,7
Pasto Ofrecido	22,3	19,3	18,3	20,4	20,0
Pasto Rechazado					
R1	22,9	27,7	18,5	20,1	23,0
29M	30,3	20,6	15,6	16,8	22,2
R11	23,5	22,6	20,4	23,4	22,1
R7	21,7	20,1	19,6	21,5	20,5
R9	22,2	22,7	15,1	13,8	20,0
R17	21,3	18,9	19,5	21,2	19,9
R23	20,9	21,9	18,7	21,6	20,5
R3	18,7	18,3	16,1	18,3	17,7
R19	21,4	21,3	20,3	21,7	21,0
R31	20,3	16,6	15,8	15,0	17,6
R25	22,7	19,9	20,2	23,6	21,0
R27	23,2	19,2	18,0	20,7	20,2
R5	20,2	14,5	14,8	15,8	16,5
R21	19,8	19,3	19,2	22,1	19,5
R33	22,5	21,2	20,4	23,2	21,4
R15	22,6	18,7	17,6	17,6	19,6

Anexo 15. Porcentaje de Proteína cruda, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuanos suplementados con Morera fresca con una dieta base de Pasto Elefante

MUESTRA	PERÍODO DE MUESTREO				PROMEDIO
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	
Morera Fresca Ofrecido	16,8	13,6	17,7	16,1	16,1
Morera fresca rechazada					
29M	11,4	4,6	7,2	7,0	7,8
R11	11,5	8,2	6,5	5,7	8,7
R7	15,6	10,4	12,7	12,8	12,9
R17	8,9	6,0	8,4	10,1	7,8
R23	10,7	4,4	6,0	8,8	7,0
R3	16,2	11,1	13,7	14,2	13,7
R31	7,3	4,2	4,7	4,6	5,4
R25	13,7	8,0	10,8	11,6	10,8
R27	13,6	6,6	10,1	12,1	10,1
R21	7,7	5,8	5,1	4,6	6,2
R33	9,3	6,5	6,7	6,6	7,5
R15	16,4	10,1	10,1	12,2	12,2
Pasto Ofrecido	6,8	6,4	5,5	4,9	6,2
Pasto Rechazado					
R1	5,3	3,7	3,8	3,9	4,3
29M	6,1	5,3	4,3	3,3	5,2
R11	7,4	6,2	5,7	4,9	6,4
R7	6,1	5,9	4,8	4,2	5,6
R9	5,7	3,9	3,2	2,6	4,3
R17	6,2	4,1	4,3	4,1	4,8
R23	6,5	5,6	4,6	4,3	5,6
R3	6,2	4,6	4,7	4,2	5,2
R19	5,4	4,1	3,6	4,2	4,4
R31	6,1	4,7	4,1	3,1	4,9
R25	6,6	5,1	5,0	4,3	5,6
R27	7,5	5,6	4,5	4,8	5,9
R5	4,8	4,2	2,8	3,0	4,0
R21	5,6	5,7	4,5	3,8	5,2
R33	6,5	5,4	5,1	4,4	5,7
R15	5,8	4,0	4,2	3,6	4,7

Anexo 16. Porcentaje de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, en los alimentos ofrecidos y rechazados, en la engorda de bovinos Romosinuano suplementados con Morera fresca con una dieta base de Pasto Elefante

MUESTRA	PERÍODO DE MUESTREO				PROMEDIO
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	
Morera Fresca Ofrecido	73,0	59,2	72,5	65,2	66,2
Morera fresca rechazada					
29M	63,6	59,3	49,1	43,1	57,9
R11	64,6	49,9	48,6	57,3	56,7
R7	70,7	53,1	58,0	56,9	60,4
R17	64,7	44,5	46,0	30,7	57,7
R23	61,8	46,4	41,7	54,1	59,8
R3	73,0	60,1	61,6	66,5	59,4
R31	57,6	37,4	40,4	47,5	54,1
R25	67,6	65,1	57,5	66,4	57,5
R27	68,1	45,9	55,8	57,0	57,1
R21	60,5	56,7	39,8	58,6	56,8
R33	58,2	45,5	46,1	51,9	55,2
R15	71,8	61,5	54,9	66,6	56,3
Pasto Ofrecido	55,7	56,2	55,1	43,8	52,5
Pasto Rechazado					
R1	56,1	62,1	47,2	59,1	49,4
29M	56,6	56,8	50,1	56,7	49,0
R11	53,3	48,6	49,7	51,0	50,6
R7	51,2	50,9	47,2	43,3	47,6
R9	52,3	56,0	52,7	57,2	48,4
R17	48,2	57,9	47,6	45,5	48,6
R23	52,4	57,0	49,9	54,9	49,9
R3	51,4	52,2	53,6	54,7	47,7
R19	50,0	51,5	45,6	53,3	51,2
R31	54,1	53,9	50,5	56,9	46,9
R25	53,6	56,3	46,8	46,4	48,6
R27	50,0	54,2	48,8	47,0	49,4
R5	58,7	60,8	50,4	61,1	46,9
R21	49,2	52,1	47,4	52,0	48,3
R33	44,8	52,2	50,2	51,4	48,0
R15	53,8	58,3	52,9	55,8	50,9