

ENSILAJES DE PASTOS CON GLIRICIDIA
Y ALIMENTACION DE CABRAS LECHERAS

Por

BIBLIOTECA WILSON POPENOM
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 22
TEGUCIGALPA HONDURAS

Heike Dittmann Krawietz

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS
DICIEMBRE, 1994

ENSILAJES DE PASTOS CON GLIRICIDIA
Y ALIMENTACION DE CABRAS LECHERAS

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 87
TEGUIGALPA HONDURAS

Por:

HEIKE DITTMANN KRAWIETZ

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana los derechos para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines se reservan los derechos de autor.

-----*Heike Dittmann K.*-----

HEIKE DITTMANN KRAWIETZ

DEDICATORIA

- A Dios por haberme acompañado durante todo este tiempo y haberme dado la fuerza y voluntad para sobrellevar los altos y bajos, y este último año aquí sola.
- A mis papás por haberme apoyado siempre y en todo;
"Wir haben es geschafft Papi!".
- A mi Mausó que siempre me apoyó y que es lo que más quiero en este mundo; "Ich lieb Dich MAUS".

AGRADECIMIENTO

- A mis asesores: Dr. Miguel Vélez, por su gran apoyo y paciencia, por todas sus enseñanzas y por la confianza que depositó en mí; al Dr. Isidro Matamoros por su amistad y ayuda en todo, y al Dr. Raúl Santillán por su valiosa colaboración.
- Al Dr. Francisco Gómez por haberme ayudado en el análisis del segundo experimento, sin su ayuda no hubiese podido salir a tiempo.
- A la Dra. Beatriz Murillo y a doña Gladys de Flores por su gran ayuda y consejos en los fáciles y difíciles análisis de laboratorio.
- Al Dr. Antonio Flores por sus consejos y la confianza depositada en mí.
- A los trabajadores de la Sección de cabras José Santos y Luis Maradiaga por su colaboración en todos los trabajos de campo.
- A todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a que se llevara a cabo este trabajo de tesis.

INDICE GENERAL

1	INTRODUCCION	1
2	REVISION DE LITERATURA:EL MADREAO	3
2.1.	EL MADREAO	3
2.1.1	CONDICIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO.	4
2.1.2	RENDIMIENTO.	4
2.1.3	CONTENIDO DE NUTRIENTES.	5
2.1.4	POSIBLES EFECTOS TOXICOS	6
2.1.5	PROBLEMAS DE PALATABILIDAD	7
2.2	COMPUESTOS SECUNDARIOS: TANINOS.	8
2.3	PRESERVACION DE FORRAJES	9
2.3.1	EL PROCESO DEL ENSILADO	10
2.3.2	CONSIDERACIONES AL ENSILAR LEGUMINOSAS	13
2.3.3	MARCHITAMIENTO PREVIO AL ENSILADO.	14
2.3.4	CAMBIO CUALITATIVOS EN LOS ENSILAJES.	16
2.3.5	EFFECTO DE LA TEMPERATURA	16
2.4	COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO DE LAS CABRAS:.	17
2.4.1	ADAPTACIONES FISIOLOGICAS.	18
2.4.2	CONSUMO DE MATERIA SECA EN CABRAS ADULTAS.	19
2.4.2.1	ESTADO FISIOLOGICO	19
2.4.2.2	BALANCE ENERGETICO	20
2.4.2.3	FACTORES DE LA DIETA	20
2.4.3	CONTENIDOS ENERGETICOS EN LOS CAMBIOS DE PESO.	21
2.4.3.1	PERDIDAS DE PESO	21
2.4.3.2	GANANCIA DE PESO	22
3	MATERIALES Y METODOS	23
3.1	LOCALIZACION DEL ESTUDIO	23
3.2	EXPERIMENTO 1	24
3.2.1	PASTURAS	24
3.2.2	MANEJO DE LOS ENSILAJES.	24
3.2.3	TRATAMIENTOS	24
3.2.4	CONTROLES EXPERIMENTALES	25
3.2.5	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICOS.	26
3.3	EXPERIMENTO 2.	26
3.3.1	ANIMALES	26
3.3.2	TRATAMIENTOS	27
3.3.3	CONTROLES EXPERIMENTALES	28
3.3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICOS.	28
4	RESULTADOS Y DISCUSION:.	30
4.1	EXPERIMENTO 1	30
4.1.1	pH	30
4.1.2	MATERIA SECA	32
4.1.3	PROTEINA CRUDA	33
4.1.4	DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA ORGANICA	35
4.1.5	FIBRA NEUTRO DETERGENTE Y FIBRA ACIDO DETERGENTE	36

4.2	EXPERIMENTO 2	39
4.2.1	CONSUMO DE MATERIA SECA.	40
4.2.2	PESO Y CONDICION CORPORAL.	41
4.2.3	PRODUCCION DE LECHE Y CONTENIDO DE GRASA	41
5	CONCLUSIONES	43
6	RECOMENDACIONES	45
7	RESUMEN	46
8	BIBLIOGRAFIA	48
9	ANEXOS	51

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	pH final promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia . . .	30
Cuadro 2.	Efecto de la inclusión de Gliricidia sobre el pH	31
Cuadro 3.	Contenido de MS promedio de los ensilajes de los diferentes pastos solos y mezclados con Gliricidia.	32
Cuadro 4.	Efecto de la adición de Gliricidia sobre el contenido de materia seca	33
Cuadro 5.	Contenido de PC promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia.	34
Cuadro 6.	Efecto de la adición de Gliricidia sobre el contenido de proteína cruda	35
Cuadro 7.	<u>DIVMO</u> promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia.	35
Cuadro 8.	Efecto de la adición de Gliricidia sobre la <u>DIVMO</u>	36
Cuadro 9.	FND y FAD promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia . . .	36
Cuadro 10.	Contenido de FND y FAD según el nivel de Gliricidia.	38
Cuadro 11.	Composición química de los alimentos ofrecidos en el Experimento 2	39
Cuadro 12.	Composición química de los rechazos del ensilaje en el Experimento 2.	39
Cuadro 13.	Consumo de MS total y del ensilaje en el Experimento 2	40
Cuadro 14.	Producción de leche y contenido de grasa de cabras alimentadas con ensilaje de guinea y Gliricidia en el Experimento 2.	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valores de pH según el nivel de Gliricidia	31
Figura 2. Contenido de MS de los ensilajes según el nivel de Gliricidia	33
Figura 3. Contenido de PC de los ensilajes según el nivel de Gliricidia	34
Figura 4. Contenido de FAD de los ensilajes y efecto de la Gliricidia	37
Figura 5. Contenido de FND de los ensilajes y efecto de la Gliricidia	37

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valores de pH de los pastos y mezclas	51
Anexo 2. Contenidos de MS de los pastos y mezclas	51
Anexo 3. Contenido de PC (% base seca) de los pastos y mezclas	52
Anexo 4. <u>DIVMO</u> (%) de los pastos y mezclas	52
Anexo 5. Contenido de FAD (% base seca) de los pastos y mezclas.	53
Anexo 6. Contenido de FND (% base seca) de los pastos y mezclas.	53
Anexo 7. Pérdida de peso y condición corporal promedio en el Experimento 2	54
Anexo 8. Cuadrados medios, (valores de P), promedios y coeficientes de variación (CV) para peso y puntaje de condición corporal en el Experimento 2	54
Anexo 9. Cuadrados medios, (valores de P), promedios y coeficientes de variación (CV) para la producción de leche corregida (LC4%) y porcentaje de grasa de la leche en el Experimento 2	55
Anexo 10. Cuadrados medios, (valores de P), promedios y coeficientes de variación (CV) para el consumo de materia seca del ensilaje y consumo de materia seca total (g/kg p.v.) en el Experimento 2.	56

1 INTRODUCCION

En el trópico y subtrópico la alimentación de los rumiantes en la época seca está basada en pastos secos y residuos de cosecha que por lo general tienen un alto contenido de fibra y uno bajo de proteína, lo que causa reducciones considerables en su desempeño.

La cabra se comporta bien en zonas marginales por la diversidad de forrajes que consume, sin embargo, para aprovechar al máximo su potencial lechero y de producción de carne requiere de una alimentación balanceada.

Las leguminosas arbóreas que arraigan con facilidad y no requieren grandes insumos agronómicos, constituyen una fuente potencialmente valiosa de forraje suplementario, que los ganaderos de las zonas tropicales podrían utilizar para mejorar la nutrición y productividad del ganado.

El madreño (Gliricidia sepium Steud) es una leguminosa tropical arbórea, nativa de Centroamérica que se adapta bien a suelos ácidos. Posee una alta producción de biomasa y es utilizado en sistemas de corte y acarreo; sin embargo, existen pocos estudios sobre su utilización en ensilajes, sólo o en combinación con gramíneas, para mejorar el nivel nutricional de éstas últimas. Por tales razones se planteó el siguiente trabajo con el objetivo de estudiar el efecto que tiene la inclusión de Gliricidia en ensilajes de pastos, y determinar:

1) la magnitud de los cambios en la fermentación, composición y el valor nutricional del ensilaje de varias gramíneas mezcladas con Gliricidia.

2) el valor nutricional del ensilaje de guinea y Gliricidia con cabras lecheras en producción.

2 REVISION DE LITERATURA

2.1 El madreao (Gliricidia sepium Steud)

El madreao (Gliricidia sepium) (Jacq.) Steud. es una leguminosa tropical que tiene diversos usos como: carbón vegetal de gran calidad, postes para cercos vivos, sombra en plantaciones, mejorador del suelo, abono verde, o madera para construcción pesada (traviesas de ferrocarril y muebles). Además sirve de soporte para plantas trepadoras, apósitos para heridas, remedios caseros, y forraje para el ganado.

Descripción botánica:

La Gliricidia es un miembro de la subfamilia Papilionideae de la tribu Robinieae. Es muy conocido por sus flores rosadas, y se encuentra ampliamente distribuido en Centroamérica y México.

Se describe con frecuencia como un arbusto, pero puede alcanzar el tamaño de un árbol, con alturas de 10-15 m. Es una leguminosa glabra y caducifolia de crecimiento bastante rápido. Se caracteriza por una copa abierta piramidal, con follaje sobre ramas largas, irregulares y plumosas. Las hojas son imparipinadas con 3-17 folíolos opuestos. Una característica de los folíolos es que el haz es de color verde claro brillante y el envés oscuro, con manchas bronceadas que según Barrett (1956; citado por Smith y Van Houtert, 1987) son glandulares.

2.1.1 Condiciones para el establecimiento:

Condiciones húmedas y cálidas con temperaturas promedio de 22-30 °C y una precipitación de 800-2300 mm al año son ideales para su crecimiento (Chadhokar 1982). Florece desde el nivel del mar hasta los 1300 e incluso 1600 m de altura. Prefiere suelos fértiles y bien abonados, pero se observa un buen crecimiento en suelos ácidos, así como en suelos muy arcillosos.

La Gliricidia se establece con facilidad a partir de esquejes y de semillas. La elección del material dependerá del tipo de uso que se le de. Cuando se destina a soporte o sombra en plantaciones, los esquejes o estacas presentan ventajas ya que imponen con rapidez su dominancia vegetativa sobre el resto de la vegetación. Para obtener los mayores porcentajes de arraigo de las estacas plantadas, Chadhokar (1982) indica que deben ser maduras, (de 6 meses de edad o más), con una longitud de 1-1.5 m y un diámetro de 3-5 cm, y plantadas a una profundidad aproximada de 15 cm. Este tipo de siembra parece más idónea para su uso como forraje. Sin embargo, las plantas provenientes de semilla tienen un sistema radical más profundo y extenso que mejora su crecimiento durante la estación seca (Sumberg, 1984).

2.1.2 Rendimiento:

La edad de la planta, la estación y la frecuencia de corte influyen en el rendimiento de materia verde día

Gliricidia. Un corte frecuente en los primeros años reduce el rendimiento en los posteriores, por lo que se recomienda que durante los 2 a 3 primeros años se corte el follaje sólo 1 ó 2 veces al año. Luego la recolección puede ser cada tres meses, puesto que el rendimiento aumenta con el número de cortes hasta un máximo de cuatro cortes al año. Aunque la Gliricidia se mantiene verde durante todo el año, sobre todo si se corta periódicamente, su crecimiento y la retención de follaje son menores durante la estación seca (Chadhokar, 1982). En Nigeria, Oakes y Skov (1962) obtuvieron rendimientos mensuales de materia seca (MS) de 0.99 y 1.48 t/ha en la estación seca (55 mm de precipitación por mes) y en la lluviosa (114 mm), respectivamente.

En Nigeria la tasa de crecimiento del follaje es menor hacia el principio de la época seca (4.5 kgMS/ha/d), y aumenta rápidamente cuando ocurren las primeras lluvias esporádicas (16.3 kgMS/ha/d); desciende al principio de la época lluviosa (14.2 kgMS/ha/d) y baja aún más al final de la misma (12.2 kgMS/ha/d). Esto probablemente se deba a que los carbohidratos acumulados en la raíz y el tallo durante la estación seca, se movilizan inmediatamente cuando hay alguna lluvia que promueva el crecimiento de las hojas (Cobbina y Atta-Krah, 1992).

2.1.3 Contenido de nutrientes:

La Gliricidia contiene niveles elevados de proteína cruda (23% de PC), fibra (45% de FND), calcio (1.7%) y niveles bajos de fósforo (0.2%). Los niveles de aminoácidos azufrados

y de triptófano son bajos, mientras que el de lisina es comparativamente alto. Sentheshanmuganathan y Durand (1969; citados por Smith y Van Houtert, 1987), encontraron que a excepción de los aminoácidos sulfurados, las proteínas aisladas contenían todos los demás aminoácidos esenciales en cantidades comparables a las presentes en la leche, la harina de soya y las semillas de sésamo y maní.

Son muy escasos los datos sobre la digestibilidad de la *Gliricidia* como alimento único del ganado, pero ha demostrado digerirse bastante bien y mejorar la digestibilidad de los forrajes de mala calidad cuando se utiliza como suplemento (Smith y Van Houtert, 1987). Además, es palatable y aumenta la producción cuando se da a rumiantes (Chadhokar y Kantharaju, 1980). Su mayor potencial en un sistema agro-pastoril está en servir como forraje suplementario cuando la cantidad y calidad del pasto es pobre (Cobbina y Atta-Krah, 1992).

2.1.4 Posibles efectos tóxicos:

Los efectos tóxicos de la *Gliricidia* son conocidos en Centroamérica, donde tradicionalmente las hojas y la corteza molida son mezcladas con maíz cocido y utilizados como rodenticida (Standley y Steyemark, 1946; citados por Smith y Van Houtert, 1987). Se cree que este efecto tóxico se deba a la conversión por bacterias de la cumarina a dicumerol, un compuesto hemorrágico. También existen reportes de toxicidad e inhibición del crecimiento en otros monogástricos como aves

y conejos (Simmons y Stewart, 1994).

Para ruminantes la *Gliricidia* no posee ningún factor tóxico y puede ser alimentado ad libitum sin riesgo (Cobbina y Atta-Krah, 1992).

2.1.5. Problemas de Palatabilidad:

De acuerdo a Lowry (1990; citado por Simmons y Stewart, 1994) el mayor inconveniente para su uso en la alimentación de rumiantes radica en su palatabilidad. Los animales parecen rehusar las hojas de *Gliricidia* por su olor, a veces aún sin probarlas; lo que sugiere que el problema se debe a la liberación de compuestos volátiles de su superficie.

Sin embargo, hay variación en la aceptabilidad de la *Gliricidia* por los animales cuyas causas aún no están claras. En algunas áreas como Sri Lanka y Colombia, parecen no existir problemas de palatabilidad y es por lo tanto un forraje importante durante la época seca. En Guatemala, su consumo por vacas lecheras fue mayor que el de *Leucana leucocephala* y *Guazuma ulmifolia*. En otros lugares, sin embargo, la *Gliricidia* es rechazada por completo por los animales. En ensayos realizados en Nigeria, en los que se proporcionó al ganado mezclas de *Panicum/Gliricidia*, el ganado seleccionó el pasto y rechazó la *Gliricidia* (Simmons y Stewart, 1994).

Posibles razones para la variación en la palatabilidad en diferentes partes del mundo incluyen, factores climáticos y edáficos que afectan la composición química de la hoja y las diferencias en el comportamiento animal o en la flora ruminal

y la variación genética de la Gliricidia (Simmons y Stewart, 1994).

2.2 Compuestos secundarios:

A pesar de la composición nutricional favorable de muchos árboles, éstos pueden tener también elevados niveles de ingredientes secundarios (hasta 50% de la MS), particularmente taninos. Los taninos afectan negativamente el valor nutricional y aceptación por parte de los animales del forraje ofrecido.

De acuerdo a la definición clásica de Bate-Smith y Swain (1962), los taninos son fenoles solubles en agua con un peso molecular entre 500-3000, que tienen la propiedad de precipitar alcaloides, gelatinas y proteínas. Los polifenoles no constituyen un grupo químico unificado y tienen una amplia gama de estructuras moleculares; en general, se subdividen en taninos hidrolizables y taninos condensados. Los primeros son compuestos poliestéricos de carbohidratos y pueden ser hidrolizados por calentamiento con un ácido débil o enzimáticamente; mientras que los segundos son compuestos poliméricos de flavan-3-ol o flavan-4-ol o sus derivados, que están unidos por uniones C-C o C-O-C.

El contenido de taninos en las hojas de los árboles varía de 0 a 7.6% de la MS lo que generalmente está asociado a una disminución en la digestibilidad de la proteína a medida que aumenta este contenido. La distribución de los taninos en la planta varía de especie a especie, pero aparte de las

diferencias genotípicas existen factores individuales que afectan el contenido de taninos tales como la edad de la hoja y la estación. Además, situaciones de stress como el daño a las hojas, la falta de agua y las deficiencias nutricionales favorecen la síntesis de taninos; mientras que la baja iluminación reduce el contenido de éstos debido a la deficiencia de carbono. Los elementos secundarios en las plantas y particularmente los taninos han sido considerados como el medio de defensa de la planta contra hongos, bacterias y virus, así como insectos y vertebrados herbívoros.

Se han encontrado diversos efectos de los taninos sobre el metabolismo ruminal; entre estos se pueden mencionar:

- la formación de complejos con las proteínas y los carbohidratos, tanto de la misma planta como de otros alimentos.
- la inhibición de enzimas (proteasas, celulasas, etc).
- la inhibición del crecimiento microbial mediante la adsorción a las membranas celulares o la inducción de una deficiencia nutricional (Leinmuller y col., 1992).

En cabras alimentadas con dietas secas a base de heno de transvala y madreado se encontró que a partir de un 25-28% de inclusión de madreado en la dieta, las cabras empezaron a seleccionar en contra de la Gliricidia (Morales, 1992).

2.3 Preservación de forrajes:

En condiciones semiáridas una proporción del forraje es cosechado y almacenado con el fin de aprovecharlo en épocas de

escasez. La magnitud de los cambios en la digestibilidad de los forrajes debido al proceso de preservación pueden ser muy variables, dependiendo de las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la conservación y de la naturaleza física y química del material.

2.3.1 El proceso de ensilado:

El ensilado consiste en la conservación del forraje en condiciones anaeróbicas por medio de la producción de ácidos orgánicos que paran los procesos respiratorios e impiden la proliferación de microorganismos que puedan causar su descomposición. Es una técnica que ha sido practicada por aproximadamente unos 200 años y es de las más comunes para conservar el forraje excedente de la época de lluvia.

Para la producción de ensilaje se requieren recipientes herméticos en los cuales se compacta el forraje para extraer el máximo de aire. Cuando hay oxígeno hay respiración de las plantas y de microorganismos aeróbicos con lo que se consumen azúcares y se libera calor. Esto, resulta en una pérdida de nutrientes y en un aumento del contenido de fibra.

Durante el proceso de conservación se pueden distinguir cinco fases:

1. Respiración. Hay consumo del oxígeno residual por las plantas y los microorganismos, acumulación de CO_2 y aumento de la temperatura. Bajo condiciones óptimas se puede esperar una pérdida de nutrientes del orden de 1-2%.

2. Proliferación de bacterias productoras de ácido acético e iniciación de la acidificación. Estas bacterias forman parte de la flora natural que existe en la superficie de las plantas.
3. Proliferación de bacterias productoras de ácido láctico. En un silo bien hecho esta fase se inicia a los 3-5 días de tapado.
4. Producción de ácido láctico. Esta fase demora unos 15 días. La fermentación representa una pérdida de nutrientes de 3-4%.
5. Conservación del forraje una vez que la cantidad de ácido láctico represente entre 1.5 y 2.5% de la MS. Esta concentración es suficiente para inhibir cualquier crecimiento de microorganismos; el pH es entonces de 3.5-4.5 (Vélez, 1992).

La reducción del pH a un nivel adecuado requiere de suficientes carbohidratos solubles en el forraje al momento de ensilar. Dos factores que gobiernan el requerimiento de azúcares para una fermentación adecuada son el contenido de MS y la especie forrajera. En forrajes con un bajo contenido de MS las bacterias mueren a un pH más bajo; como se requiere un pH menor, se necesita más ácido, lo que a su vez demanda más azúcares para ser convertidos en ácidos. Además de azúcares, para lograr un pH bajo se requiere de bacterias productoras de ácido láctico en el forraje cosechado. Un mayor número de éstas ayudará a reducir el pH más rápidamente una vez que se

hayan establecido las condiciones anaeróbicas en el silo. El número de bacterias lácticas varía dependiendo de diversos factores entre los que se pueden mencionar:

- el número de bacterias en las plantas en crecimiento.
- el movimiento y acondicionamiento del forraje, que añade cerca de 50 bacterias por gramo de forraje.
- el número de bacterias que aumenta durante el marchitamiento, especialmente en climas húmedos y cálidos.
- el mayor número de bacterias durante la primera mitad del día (Pitt, 1990).

La mayor parte de la MS del forraje que se pierde durante la cosecha y almacenamiento tiene un alto valor nutricional. Los procesos biológicos durante la elaboración del ensilaje consumen los nutrientes más fácilmente disponibles, como los azúcares, con efectos negativos en la calidad del ensilaje final. Como resultado se pueden ver afectados los siguientes parámetros:

- Fibra ácido detergente (FAD). Un alto nivel de FAD está correlacionado con una baja digestibilidad. Su contenido aumenta a medida que se incrementan las pérdidas de MS.
- Fibra neutro detergente (FND). Un alto nivel de FND está correlacionado con bajos consumos de MS. Su contenido aumenta, a medida que suben las pérdidas de MS.

Existe una mayor tendencia los ensilajes de corte directo y sin picar a tener un mayor contenido de fibra cruda (FC) que en aquellos premarchitados y picados, lo que puede ser atribuido al aumento en pérdida de contenidos celulares durante la fermentación (De Boever y col., 1993).

- Proteína cruda (PC): las pérdidas de hojas durante el secado, el acondicionamiento o el embalado disminuyen su contenido (Pitt, 1990).

Ensilar pastos tropicales conlleva mayores riesgos de mala fermentación, bajo contenido de nutrientes, pérdidas de lixiviación por lluvias y pérdidas por respiración, en comparación con pastos de zonas templadas (Kass y Rodríguez, 1991). Los ensilajes de pastos tropicales se caracterizan por una alta concentración de ácido acético, lo que sugiere una deficiencia de bacterias productoras de ácido láctico o bajos niveles de carbohidratos solubles. Esto se puede mejorar mediante la adición de melaza. En otros casos, tienen una alta concentración inicial de ácido láctico pero son inestables y pierden calidad luego de períodos prolongados de almacenaje.

2.3.2 Consideraciones al ensilar leguminosas:

Las leguminosas son un alimento animal importante debido a sus elevados niveles de proteína. Hasta hace poco, estas plantas no se consideraban apropiadas para el ensilado, debido a que la fermentación era dominada por microorganismos del

género clostridia que dan como resultado ensilajes de tipo butírico. Esto ha sido atribuido a tres factores:

- las leguminosas poseen una alta capacidad buffer, evitando así el descenso del pH a niveles adecuados,
- el contenido de carbohidratos solubles es bajo,
- ocasionalmente tienen bajos contenidos de MS (Kass y Rodríguez, 1991).

En el CATIE se estudió la posibilidad de hacer ensilaje de madreado y se encontró entre otros que el nivel de PC puede variar entre 10 y 30%, dependiendo de la parte de la planta (hojas>tallos>ramas) y de su posición en la rama (apical>central>inferior). El contenido de N soluble es alto, siendo la mayoría NNP. El mayor rendimiento de nutrientes se obtiene con forraje fresco, ya que durante su ensilado hay pérdidas por fermentación, oxidación y efluentes (Kass y Rodríguez, 1991).

2.3.3 Marchitamiento previo al ensilado:

En Escocia se compararon ensilajes de corte directo y marchitados y se observó que el marchitamiento aumentó el contenido de MS entre 22 y 41% y la ingestión de MS en 17%, pero no cambió significativamente las ganancias de peso vivo y de canal en ganado de carne. En consecuencia, el marchitamiento redujo la eficiencia de conversión a producto animal. La reducción en la producción animal de los ensilajes marchitados, probablemente se deben a que este proceso

BIBLIOTECA WILSON POPENC
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 82
TEGUCIGALPA HONDURAS

disminuye un poco la digestibilidad y el contenido de energía, y a que las diferencias en la composición química del pasto fresco y marchitado pueden resultar en diferentes tipos de fermentación ruminal (Flynn, 1981).

Catchpoole y Williams (1969; citados por Wilkinson, 1993 a), encontraron que la mayoría de los pastos tropicales se estabilizaban en una fermentación dominada por el ácido acético más que por el ácido láctico. Los ensilados de corte directo tienen una mayor concentración de ácido acético y no son estables, pudiéndose clasificar como ensilajes con alta actividad de clostridios.

El efecto de este tipo de fermentación se traduce en un menor consumo de MS por parte del animal y una menor producción, pues el ácido acético está relacionado negativamente con el consumo (Wilkins y col. 1971; citado por Wilkinson, 1993a). Indicaciones de que el ensilaje de corte directo cambia de calidad con el tiempo, se debe a la formación de ácido butírico, un descenso de la concentración de PC y un aumento en la concentración de amonio.

La falta de un pH estable permite el crecimiento de clostridios proteolíticos, lo que eleva el contenido de amonio. A pesar de esto, los ensilajes de corte directo tienen una mayor estabilidad al aire, pues presentan una menor cantidad de hongos y menor temperatura. Esto se debe a que el deterioro es reducido por las altas concentraciones de amonio, ácido butírico y ácido propiónico (Henderson y col., 1979;

citado por Wilkinson, 1993a).

La fermentación de los ensilajes marchitados se ve dominada por la producción de ácido láctico. Un ensilaje de buena calidad se caracteriza por una concentración mínima de ácido láctico de 3% (McDonald, 1987; citado por Wilkinson, 1993b), por las bajas concentraciones de amonio (< 10% del N total) y por la ausencia de ácido butírico.

2.3.4 Cambios cualitativos en los ensilajes:

Las pérdidas de nutrientes asociadas con la desviación de la fermentación de ácido láctico a ácido butírico y la desaminación por clostridios tienen un efecto negativo sobre el consumo, la digestibilidad y la utilización del nitrógeno. Wilkinson y col., (1982, citado por Wilkinson, 1993a) concluyen que tanto en pastos de clima tropical como de clima templado es necesario un 3% de la materia fresca de carbohidratos fácilmente solubles para lograr un pH óptimo. El rye-grass, el maíz y el sorgo son adecuados para ser ensilados debido a sus altos contenidos de carbohidratos solubles. De los pastos tropicales, el elefante (Pennisetum purpureum) y el transvala (Digitaria eriantha) en general tienen un mayor contenido de carbohidratos solubles que otras gramíneas forrajeras (Wilkinson, 1993b).

2.3.5 Efecto de la Temperatura:

Temperaturas altas durante las primeras fases del ensilado reducen los niveles de proteína no disponible por desnaturalización por calor. Yu y Thomas (1975 y 1976)

trabajando con alfalfa ensilada con contenidos altos de MS (48-87%) reportaron una baja digestibilidad y una pobre retención del N en ovejas, cuando el ensilaje contenía proteína desnaturalizada por calor. Estos ensilajes se calentaron a 50 °C y la proporción de nitrógeno insoluble en ácido detergente excedió el 10%. No hay reportes que evidencien hasta que punto la proteína de los pastos tropicales puede ser dañada por el calor, pero las altas temperaturas ambientales unidas al aumento de la temperatura en la fase inicial de respiración, probablemente constituyen un alto riesgo para ello.

2.4 Comportamiento alimenticio de las cabras:

El comportamiento alimenticio de las cabras se caracteriza por una marcada selección de las fracciones más nutritivas (hojas más que tallos; tallos delgados más que gruesos), es decir más ricas en proteína y más pobres en carbohidratos estructurales (Morand-Fehr y Sauvant, 1980). Como resultado de la selección el valor nutritivo de lo ingerido puede ser sustancialmente diferente de la del ofrecido. Esta selección, que es más marcada en forrajes de leguminosas, heno y rastrojos, es la que le brinda una gran versatilidad a la dieta, y se debe a adaptaciones anatómicas y fisiológicas de esta especie. Las cabras poseen un labio superior ágil y móvil, por medio del cual pueden comer aún especies provistas de espinas (Narjisse, 1991).

2.4.1 Adaptaciones fisiológicas: Se ha encontrado que los

taninos de hojas de quebracho (*Quercus* sp.) estimulan la actividad microbiana en el rumen de las cabras, pero la inhiben en ovejas. Seth y col., (1976; citado por Narjisse, 1991) presentan la hipótesis de que la habilidad de las cabras de tolerar los taninos se deba a una mayor secreción de saliva y de capacidad de reciclar urea, pues encontraron que la secreción de saliva de las parótidas era mayor en cabras que en ovejas. Además, el mayor contenido de un mucus especial en la saliva de las cabras puede contribuir a formar complejos con los taninos y evitar que éstos interfieran con la utilización de las proteínas (Narjisse, 1991).

A pesar de que la composición química de un alimento sea muy buena, las cabras pueden rechazarlo parcial o totalmente, principalmente debido a un desequilibrio alimenticio. Las cabras con deficiencias nutricionales o con un estado sanitario deficiente son más propensas a ejercer un rechazo más severo de los alimentos (Morand-Fehr y col., 1991).

Cuando el alimento es ofrecido en el comedero se observan tres fases en la alimentación:

- una fase de exploración, en la que las cabras reconocen el forraje ofrecido. Esta fase suele ser de menor duración cuando hay competencia con otras cabras, cuando el forraje es homogéneo o cuando los animales están acostumbrados a él,
- una fase de consumo intenso, en la que el animal satisface el hambre,

- una fase de selección.

La especie forrajera modifica los niveles de rechazo en el caso de forrajes verdes. Huguet y col. (1977, citado por Morand-Fehr y col., 1991) demostraron que al ofrecer forraje picado se reduce la ingestión, ya que las cabras tienen una menor oportunidad de seleccionar. Igualmente, la capacidad de selección se reduce al incrementar los niveles de concentrado en la ración (Morand-Fehr, 1991).

2.4.2 Consumo de Materia seca en cabras adultas:

En cabras, así como en otros rumiantes, el nivel de consumo de MS determina la disponibilidad de nutrientes y está influenciado por varios factores:

2.4.2.1 Estado fisiológico:

Gestación: El consumo de MS permanece relativamente constante al inicio de la gestación, pero luego decrece regularmente a una tasa de 300 g/100 kg peso vivo/mes (Sauvant y col., 1991).

Lactación: El rango de variación en el consumo de MS es mayor durante la lactación. El mayor consumo de MS encontrado en cabras de la raza Alpina es de 3.6 kg/día equivalente a 6.8% del peso vivo ó $181 \text{ g/kg}^{0.75}$. El consumo de MS aumenta inmediatamente después del parto y llega a su máximo entre la sexta y la décima semana de lactación. Este incremento es casi paralelo al de la secreción de lactosa y de leche. Luego de alcanzar su máximo el consumo de materia seca decrece casi en forma lineal a razón de 25 g/animal/semana (Sauvant y col.,

1991).

Devendra y Burns (1983) encontraron consumos de MS para cabras Saanen y Alpinas bajo condiciones del trópico de 2.8 - 4.9% del peso vivo ó 62 - 142 g/kg ^{0.75}.

2.4.2.2 Balance Energético:

El estado energético de las cabras lecheras también afecta su consumo. Sauvant y col. (1979, citados por Sauvant y col., 1991) observaron en animales de igual peso vivo y producción de leche, que una mayor lipomovilización al inicio de la lactación estaba asociada a un menor consumo de MS. La cantidad de reservas corporales afecta el consumo de MS, pues animales gestantes y cabras en lactación con mayor grasa corporal poseen una capacidad de ingestión significativamente menor.

2.4.2.3 Factores de la dieta:

Cuando se ofrecen forrajes de mala calidad el hecho de aumentar la cantidad ofrecida puede incrementar su ingestión ya que permite una mayor selección. El consumo de MS del forraje también está relacionado con el nivel de ingestión de concentrado. En datos obtenidos de 22 experimentos un aumento de 100 g de concentrado indujo una reducción en el consumo de MS del forraje de 111 g (Sauvant y col., 1991).

2.4.3 Contenidos energéticos en los cambios de peso:

La cantidad de energía ingerida es el principal factor que afecta la producción de leche, siendo la respuesta a una deficiencia energética, muy rápida. En la mitad de la

lactación la correlación entre el consumo de energía y la producción de leche es de alrededor de 0.83. Durante la lactación temprana este valor no es tan evidente, ya que dependen de las reservas corporales. Una reducción en la producción de leche en cabras alimentadas con dietas que contenían un 85% del total de la energía requerida ocurrió entre las 24 y 48 horas después de iniciar la alimentación. En cabras que producen 750 kg leche/año, la producción de 1.4 y 0.7 kg leche/día se deben a la lipomovilización de los tejidos adiposos durante el primer y segundo mes de lactación respectivamente. Estos valores corresponden a una pérdida de 1 y 0.5 kg de tejido adiposo por semana, en el mismo orden (Sauvant y col., 1991).

2.4.3.1 Pérdidas de peso:

Al inicio de la lactación la cabra moviliza una parte de sus reservas energéticas del tejido adiposo. La intensidad de este proceso aumenta con la producción de leche y puede ser evaluada mediante la determinación del contenido de ácidos grasos no esterificados en la sangre y de ácidos grasos de cadena larga en la leche.

Sauvant y Morand-Fehr (1991) encontraron que durante las seis primeras semanas de la lactación la producción de grasa en la leche debido a la lipomovilización varió de 0.5 a 6 kg. Por cada 0.52 kg de leche producida por lipomovilización, la cabra pierde 1 kg de peso vivo. Asumiendo la eficiencia energética de la lipomovilización (0.82), la grasa movilizada

representa 0.63 kg/kg de peso vivo perdido, y asumiendo que la movilización simultánea de la proteína cruda representa un 10% del peso de la lipomovilización, se puede estimar que el valor energético de un kg de peso vivo perdido de una cabra adulta es de 6.26 Mcal de Energía Neta de leche.

2.4.3.2 Ganancia de peso:

La recuperación de las reservas corporales movilizadas al inicio de la lactación, ocurre luego de que se ha alcanzado el pico de producción y cuando se da un balance energético positivo. Para estimar el valor energético de las ganancias de peso se usaron datos de la fase declinante de producción y se obtuvo un valor promedio de 8.25 Mcal de Energía Neta de leche/ kg de peso vivo ganado (Sauvant y col., 1991).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización:

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal y en la Sección de Cabras de Zamorano, ubicada en el Valle de Yeguaré, a 29 km al este de Tegucigalpa, con una precipitación promedio anual de 1105 mm y una temperatura promedio de 23 °C.

El trabajo estuvo compuesto de dos experimentos, los que se realizaron entre marzo de 1993 y febrero de 1994:

En el primer experimento se midió el efecto de la adición de gliricidia sobre la fermentación, la composición y la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO) de ensilajes de tres pastos (Digitaria eriantha, Panicum maximum var. tobiata y Pennisetum purpureum), utilizando seis niveles de gliricidia. En el segundo experimento se estimó la calidad del ensilaje de guinea y gliricidia, con cabras lecheras suplementadas con tres niveles de concentrado.

3.2 Experimento No. 1:

Efecto de la adición de gliricidia sobre la fermentación, la composición química y el valor nutricional del ensilaje de tres pastos tropicales.

3.2.1 Pasturas: Para este experimento se utilizaron tres gramíneas: guinea var. tobiatá (Panicum maximum), elefante (Pennisetum purpureum) y transvala (Digitaria eriantha) Las edades de corte fueron de 28 días para el guinea y transvala, 35 días para el elefante y 90 días para la Gliricidia.

Los forrajes fueron cortados a las 10:00 a.m. y se dejaron marchitar en el campo por cuatro horas, a fin de elevar su contenido de MS a aproximadamente 28%.

3.2.2 Manejo de los ensilajes:

Los forrajes fueron picados a un tamaño aproximado de dos centímetros. Los componentes fueron pesados y mezclados manualmente, adicionándoles melaza en una proporción de 6% del peso fresco. Posteriormente fueron almacenados en tubos de PVC de 30 cm de largo * 10 cm de diámetro, en los que fueron compactados a una densidad de 700 kg/m³ con ayuda de una prensa hidráulica. Los tubos fueron sellados en ambos extremos con pedazos de hule y abrazaderas. Los silos se abrieron después de 26 días para determinar su calidad.

3.2.3 Tratamientos:

Los tratamientos evaluados fueron:

- 1.- Ensilaje de gramíneas y leguminosas puras.

- 2.- Ensilaje de pasto y gliricidia en proporción 90:10.
- 3.- Ensilaje de pasto y gliricidia en proporción 72:28.
- 4.- Ensilaje de pasto y gliricidia en proporción 54:45.
- 5.- Ensilaje de pasto y gliricidia en proporción 36:64.

Todos ensilados con un 6% de melaza.

El tratamiento 1 sirvió como testigo. En los tratamientos 2 y 3 se utilizaron niveles de gliricidia ya estudiados en dietas secas (Rodríguez, 1990 y Morales, 1992). En general las proporciones se seleccionaron a priori con el fin de obtener niveles aproximados de 10, 12, 14 y 16% de proteína de la mezcla de acuerdo a datos de composición de los pastos y la Gliricidia obtenidos en estudios anteriores. Se tuvieron tres repeticiones por tratamiento, obteniendo un total de 15 silos por pasto estudiado.

3.2.4 Controles Experimentales:

En todos los materiales se determinó:

- 1.- Contenido de humedad por arrastre de tolueno.
- 2.- Contenido de proteína por el método de Kjeldahl.
- 3.- Digestibilidad in vitro de la materia orgánica.
- 4.- Contenido de fibra neutro y fibra ácido detergente.
- 5.- pH con potenciómetro (Model 701A/digital IONALYZER Orion Research, USA).

Todos los análisis se realizaron con base en los métodos descritos en el Manual de Laboratorio de Nutrición (Murillo, 1993).

3.2.5 Diseño Experimental y Análisis Estadístico:

Se usó un diseño experimental de bloques completamente al azar, en el que se usó un arreglo factorial de 3*6 con tres repeticiones, siendo tres el número de pastos y cinco los niveles de gliciridia. El análisis estadístico se hizo mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y se hicieron separaciones de medias por medio de la prueba Duncan. Se empleó un paquete de análisis estadístico (SAS, 1991) con el procedimiento de modelos lineales generales (GLM, SAS Institute, 1991).

3.3 Experimento No.2:

Estimación de la calidad del ensilaje de guinea y gliciridia en cabras lecheras suplementadas con tres niveles de concentrado.

3.3.1 Animales:

Se usaron 12 cabras de las razas Alpina, Saanen y Toggenburg, con un peso inicial promedio de 55 kg. Al inicio del experimento las cabras ya habían pasado su pico de producción y fueron agrupadas en base a la producción y la edad. La producción inicial promedio fue de 2.67 kg/día.

Las cabras permanecieron estabuladas en corrales individuales de madera de 1.5 * 1m con piso de rejilla. El experimento tuvo un período de acostumbramiento de 15 días y 63 días de toma de datos distribuidos en tres períodos de 21 días. Las cabras fueron ordeñadas en los corrales dos veces al

día a las 5:30 y a las 15:30 horas.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 23
TERUGICALPA HONDURAS

3.3.2 Tratamientos:

Se usó un ensilaje con 72% de pasto guinea variedad tobiatá y 28% de gliricidia, ensilado con un 6% de melaza. Esta proporción se determinó en base a los resultados obtenidos por Rodriguez (1990) y Morales (1992) con la cual se obtuvo el mayor consumo al emplear henos. El ensilaje fue proporcionado dos veces al día, a libre consumo y permitiendo rechazos de hasta un 15%. Los tratamientos fueron los diferentes niveles de concentrado que también fueron proporcionados dos veces al día:

Tratamiento I: Suplementación por toda la leche producida.

Tratamiento II: Suplementación a partir de 0.4 kg de leche producida.

Tratamiento III: Suplementación a partir de 0.8 kg de leche producida.

Al no existir datos de estudios previos que indiquen los niveles más efectivos de suplementación para cabras lecheras se tomó una eficiencia de conversión de un kilogramo de concentrado por cada dos litros de leche producida de acuerdo a los requerimientos dados por el NRC (1988) y la composición del concentrado. Adicionalmente se ofreció por día 0.1 kg de heno de transvala para mejorar el consumo del ensilaje.

Diariamente se tomaron muestras del ensilaje rechazado

por cada animal, semanalmente se juntaron éstos y se sacó una submuestra que fue analizada para determinar su contenido de MS, MO, PC , FND y DIVMO.

3.3.3 Controles Experimentales:

1.- La producción de leche se registró una vez por semana en la primera quincena y dos veces durante la tercera semana de cada período.

2.- Diariamente se pesó el alimento ofrecido y el rechazado. El consumo de MS se calculó en base a los análisis de laboratorio de las muestras del alimento ofrecido y rechazado.

3.- Todos los animales se pesaron al inicio y al final de cada período y se estimó igualmente la condición corporal utilizando una escala de 1 a 5.

4.- Se determinó el contenido de grasa de la leche una vez por semana en las dos primeras semanas y dos veces durante la última semana de cada período (Revilla y Mosquera, 1992).

3.3.4 Diseño Experimental y Análisis Estadísticos:

Se utilizó un diseño de sobrecambio dispuesto como cuadrado latino (Lucas, 1974). Cada cuadrado constaba de cuatro cabras las cuales rotaron tres períodos consecutivos de 21 días cada uno. Para el análisis se empleó un paquete de análisis estadístico (SAS, 1991) con el procedimiento de modelos lineales generales (GLM; SAS Institute, 1991).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Experimento 1: Efecto de la adición de Gliricidia sobre la fermentación , la composición química y el valor nutricional del ensilaje de tres pastos tropicales.

4.1.1 pH: El pH final promedio (pastos solos y mezclados con gliricidia) del elefante fue menor que el del guinea y el de éste a su vez menor que el del transvala ($P < 0.01$), mientras que el pH del ensilaje de Gliricidia puro aunque mayor, fue únicamente diferente al del pasto elefante, tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. pH final promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia

Pasto	pH promedio	±s	sxy
Elefante	4.02 c	0.11	0.01
Guinea	4.10 b	0.06	0.01
Transvala	4.22 a	0.04	0.01
Gliricidia	4.16 ab	0.04	0.01

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

Wilkinson (1993b), al analizar 21 especies tropicales encontró que los pastos elefante y transvala poseen suficientes carbohidratos solubles para lograr una buena fermentación. En el presente experimento se obtuvieron valores de pH adecuados en todos los casos, ya que el nivel de melaza utilizado (6%), aseguró la disponibilidad de carbohidratos solubles para una buena fermentación.

En las mezclas el pH aumentó ($P < 0.01$) a medida que se

incrementó la cantidad de Gliricidia, (cuadro 2 y Figura 1), manteniéndose en todos los casos dentro de los límites para una buena fermentación.

Cuadro 2. Efecto de la inclusión de Gliricidia sobre el pH.

Nivel de Gliricidia	pH promedio	±s	sxy
0%	4.09 ab	0.15	0.01
10%	4.08 a	0.13	0.01
28%	4.11 abc	0.10	0.01
46%	4.13 abc	0.09	0.01
64%	4.17 d	0.08	0.01
100%	4.16 cd	0.04	0.01

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

El aumento en el pH es atribuido por Kass y Rodríguez (1991), a que las leguminosas, tienen una alta capacidad buffer y bajos niveles de carbohidratos solubles, lo que limita el descenso del pH.

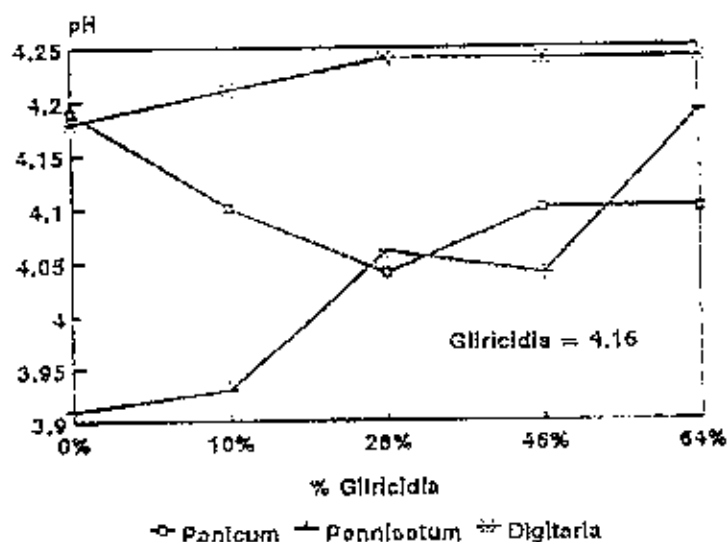


Figura 1. Valores de pH según el nivel de Gliricidia.

4.1.2 MS: El contenido de MS fue mayor en el pasto guinea que en el transvala y en éste a su vez mayor que en la leguminosa pura y en el elefante ($P<0.01$) (Cuadro 3). Esto se atribuye al diferente grosor de los tallos; el elefante por poseer el tallo más grueso fue el que perdió menos humedad durante el marchitamiento. En la Gliricidia los tallos gruesos y la capa cerosa que cubre el follaje retarda igualmente la pérdida de humedad.

Cuadro 3. Contenido de MS promedio de los ensilajes de los diferentes pastos solos y mezclados con Gliricidia

Pasto	MS(%)	±s	sxy
Guinea	29.52 a	2.56	0.2
Transvala	27.01 b	1.51	0.2
Elefante	19.17 d	1.60	0.2
Gliricidia	23.74 c	2.88	0.2

Promedios en líneas con letras diferentes indican diferencias ($P<0.01$).

El nivel de Gliricidia incidió sobre el contenido de MS, el que disminuyó a medida que aumentó el nivel de Gliricidia ($P<0.01$). La excepción fue el pasto elefante, ya que éste tuvo mayor humedad que la leguminosa (Cuadro 4 y Figura 2).

Cuadro 4. Efecto de la adición de Gliricidia sobre el contenido de materia seca.

Nivel de Gliricidia	MS(%)	±s	sxy
0%	26.29 a	7.4	0.2
10%	25.75 ab	5.7	0.2
28%	25.14 abc	4.6	0.2
46%	24.88 abc	3.2	0.2
64%	24.12 bc	2.7	0.2
100%	23.74 c	2.9	0.2

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

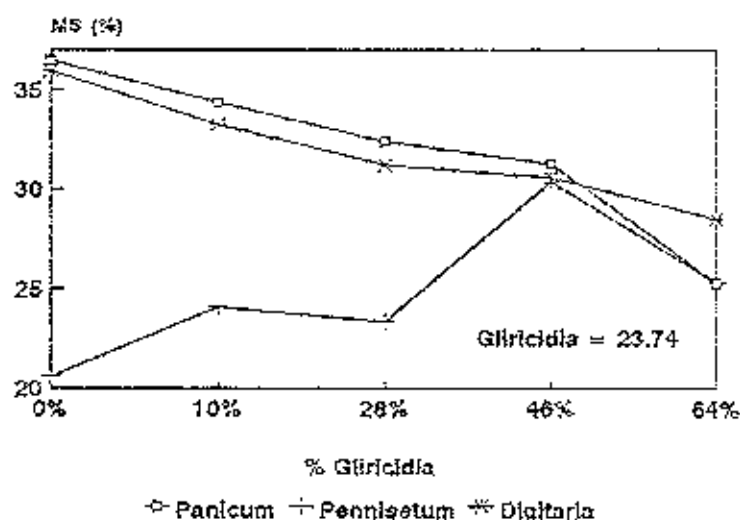


Figura 2. Contenido de MS de los ensilajes según el nivel de Gliricidia.

4.1.3 PC: En promedio el contenido de PC fue mayor en el ensilaje de Gliricidia que en los pastos y sus respectivas mezclas. En los pastos el contenido de PC descendió en el orden elefante-guinea-transvala tal como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Contenido de PC promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia

Pasto	PC(%)	$\pm S$	SXY
Elefante	18.85 b	2.90	0.1
Guinea	16.84 c	2.21	0.1
Transvala	13.09 d	2.93	0.1
Gliricidia	20.61 a	0.91	0.1

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

La diferencia en PC entre los pastos se atribuye al nivel de fertilización nitrogenada recibida y al manejo de las pasturas. El pasto elefante y guinea fueron cosechados de lotes experimentales, mientras que el transvala lo fue de un potrero fertilizado que se dejó rebrotar para la producción de semilla. Al aumentar el contenido de leguminosa aumentó ($P < 0.01$) el nivel de PC como se muestra en el Cuadro 6 y la Figura 3.

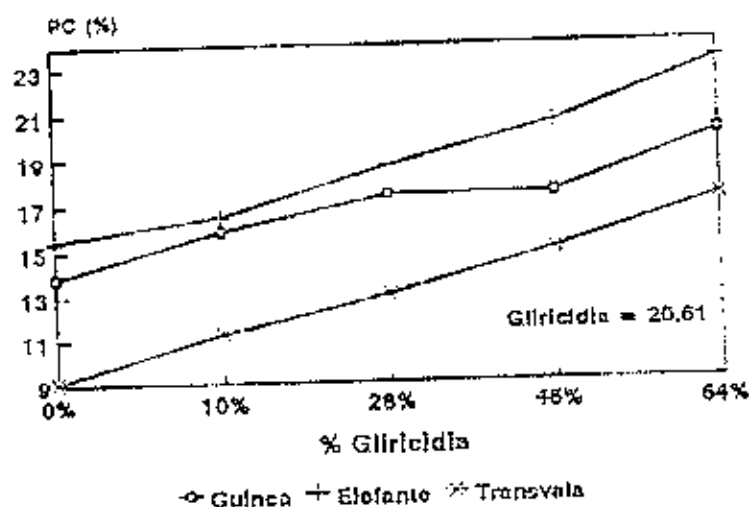


Figura 3. Contenido de PC de los ensilajes según el nivel de Gliricidia.

Cuadro 6. Efecto de la adición de Gliricidia sobre el contenido de proteína cruda.

Nivel de Gliricidia	PC(%)	±s	sxy
0%	12.79 e	2.9	0.2
10%	14.40 d	2.4	0.2
28%	16.34 c	2.6	0.2
46%	17.64 b	2.4	0.2
64%	20.11 a	2.6	0.2
100%	20.61 a	0.9	0.2

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

4.1.4 DIVMO: En el valor de DIVMO, se observó que la leguminosa pura y el transvala así como sus mezclas, tienen una digestibilidad superior ($P < 0.01$) en un 8% al de elefante y guinea (Cuadro 7).

Cuadro 7. DIVMO promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia

Pasto	DIVMO(%)	±s	sxy
Transvala	65.68 a	2.1	0.4
Elefante	62.35 b	1.7	0.4
Guinea	61.03 b	2.0	0.4
Gliricidia	67.75 a	2.5	0.4

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

La alta digestibilidad de la Gliricidia causó un aumento de la DIVMO de los ensilajes a medida que aumentó su proporción en las mezclas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la adición de Gliricidia sobre la DIVMO

Nivel de Gliricidia	DIVMO (%)	±s	sxy
0%	61.7 b	2.6	0.5
10%	62.9 b	3.7	0.5
22%	63.9 b	3.2	0.5
46%	62.5 b	2.4	0.5
64%	63.0 b	1.6	0.5
100%	67.7 a	2.5	0.5

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

4.1.5 FAD y FND: En general las leguminosas contienen menos FND y FAD debido a que su pared celular es más delgada y su contenido más digerible. En el presente estudio se encontró menos FND y FAD en la Gliricidia que en los pastos. En las mezclas la inclusión de Gliricidia causó una disminución de la FND y FAD (Cuadros 9 y 10 y Figuras 4 y 5).

Cuadro 9. FND y FAD promedio de los ensilajes de los pastos solos y mezclados con Gliricidia

Pasto	FND(%)	±s	sxy	FAD(%)	±s	sxy
Elefante	41.20 b	2.9	0.7	29.26 b	2.7	0.3
Guinea	46.73 c	4.8	0.7	33.56 c	5.7	0.3
Transvala	47.54 c	9.1	0.7	30.60 b	2.4	0.3
Gliricidia	32.07 a	1.2	0.7	22.87 a	3.3	0.3

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

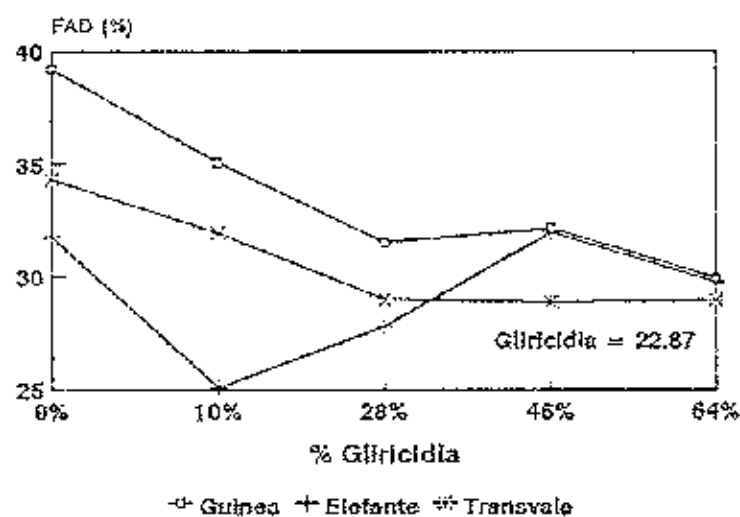


Figura 4. Contenido de FAD de los ensilajes y efecto de la Gliricidia.

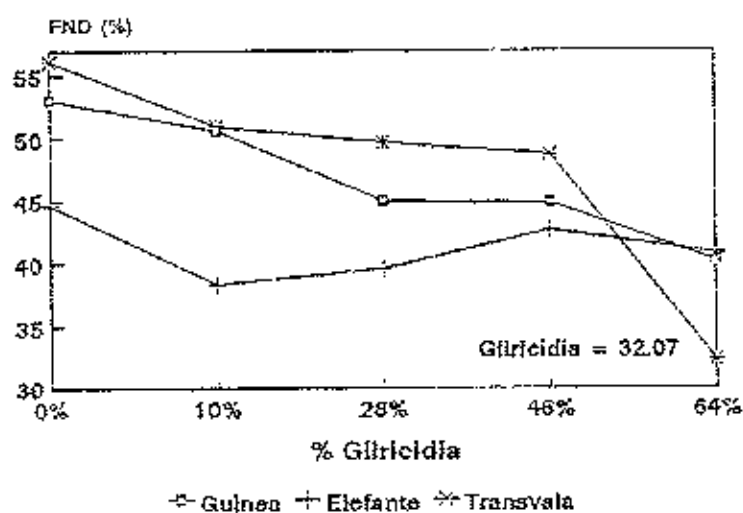


Figura 5. Contenido de FND de los ensilajes y efecto de la Gliricidia.

Cuadro 10. Contenido de FND y FAD según el nivel de Gliricidia

Nivel de Gliricidia	FND(%)	ts	sxy	FAD(%)	ts	sxy
0%	51.28 d	5.3	0.9	35.08 c	3.4	0.4
10%	46.62 c	6.4	0.9	30.69 b	4.6	0.4
28%	44.75 c	4.9	0.9	29.42 b	1.9	0.4
46%	45.37 c	2.9	0.9	30.98 b	1.8	0.4
64%	37.78 b	6.3	0.9	29.53 b	1.2	0.4
100%	32.07 a	0.1	0.9	22.86 a	3.3	0.4

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias ($P < 0.01$).

4.2 Experimento 2: Estimación del valor nutricional del ensilaje de pasto guinea var, Tobiatá y Gliricidia ofrecido a cabras lecheras en producción suplementadas con tres niveles de concentrado.

La composición de los alimentos ofrecidos se muestra en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Composición química de los alimentos ofrecidos en el Experimento 2.

	MO(%)	PC(%)	DIVMO(%)	FND(%)	EM(Mcal/Kg)
	(Promedio)				
Concentrado	94.2	21.0	83.3	14.4	2.9
Ensilaje	89.1	14.4	55.7	57.2	1.8
Heno	88.2	12.3	56.0	67.5	1.7

La composición del rechazo de ensilaje fue similar en los tres tratamientos.

Cuadro 12. Composición química de los rechazos del ensilaje en el Experimento 2.

	MO(%)	PC(%)	DIVMO(%)	FND(%)	EM(Mcal/Kg)
	(Promedio)				
Tratamiento 1	86.4	13.5	51.4	59.3	1.6
Tratamiento 2	86.6	12.0	51.1	60.4	1.6
Tratamiento 3	86.6	12.1	51.1	59.9	1.6
Promedio	86.6	12.6	51.2	59.9	1.6

4.2.1 Consumo de Materia Seca: No se encontraron diferencias significativas en el consumo de MS del ensilaje, ni de MS total en los diferentes tratamientos, tal como se muestra en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Consumo de MS total y del ensilaje en el Experimento 2.

	Tratamiento				
	I	II	III	Promedio	
Consumo de MS total (g/kg p.v.)	30.3	28.9	24.0	27.7	ns
Consumo de MS del ensilaje (g/kg p.v.)	11.2	13.9	15.3	13.5	ns

(ns = no significativo)

El consumo promedio de MS encontrado equivale a un 2.7% del peso vivo, que es menor que el reportado por Devendra y Burns, (1983) quienes en su estudio de literatura encontraron consumos de 2.8 a 4.9% del peso vivo en cabras Saanen y Alpinas. El consumo de ensilaje fue especialmente bajo, lo que coincide con lo mencionado por Lowry (1990, citado por Simmons y Stewart, 1994), de que los animales pueden tender a rechazar la Gliricidia a su olor, que se debe a la liberación de compuestos volátiles de la superficie de las hojas; olor que aumenta por el proceso de fermentación del ensilado.

Aunque las diferencias en el consumo de MS del ensilaje no fueron significativas, si se puede observar que el consumo

fue menor en aquellos tratamientos con mayor suplementación de concentrado, lo que se atribuye a la sustitución de ensilaje por concentrado.

4.2.2 Peso y Condición corporal:

En lo que a peso y condición corporal se refiere, existió una variación demasiado alta entre animales, lo que impidió que se encontraran diferencias significativas entre los tratamientos. En todos los tratamientos los animales perdieron peso y condición corporal; los promedios fueron de -2.63 kg y -0.1 unidades, respectivamente (anexo 7). Estas pérdidas indican una fuerte metabolización de reservas corporales causada por las deficiencias nutricionales debido al bajo consumo, y que causaron una reducción en la producción láctea.

4.2.3 Producción de leche y contenido de grasa:

La producción de leche y su contenido de grasa se da en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Producción de leche y contenido de grasa y proteína de cabras alimentadas con ensilaje de guinea y Gliricidia en el Experimento 2.

	Tratamiento			
	I	II	III	Promedio
Leche corregida al 4% (kg/día)	1.5 a	1.2 ab	0.9 b	1.2
Grasa, %	3.9	3.4	3.3	3.5 ns

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias (a,b = $P < 0.05$, ns = no significativo).

La producción de leche fue mayor ($P < 0.05$) en el tratamiento 1, en el que se suplementó toda la leche producida, lo que proporcionó una mayor cantidad de nutrientes. La menor producción se obtuvo en el tratamiento 3, en el que además, la pérdida de peso y de condición corporal fue mayor. Esto indica que los animales metabolizaron una mayor proporción de sus reservas corporales.

Asimismo, mediante el análisis empleado se pudo estimar el efecto directo de los diferentes tratamientos sobre la producción de leche, en relación al tratamiento 1 aumentó en 0.30 kg de leche corregida al 4% la producción ($P < 0.03$), mientras que el tratamiento 3 redujo la producción total en 0.30 kg ($P = 0.02$) (cuadro 14).

Se observó una disminución en la producción a lo largo del ensayo, lo que se puede atribuir a que las cabras ya habían pasado su pico de producción y a la deficiencia en el consumo de energía.

En el contenido de grasa en la leche no se observaron diferencias entre los tratamientos empleados, siendo el promedio de 3.5%, que se encuentra dentro del rango mencionado por Morand-Fehr y col. (1991) para cabras lecheras que es de 3 a 4% de grasa.

5. CONCLUSIONES

Experimento 1: Efecto de la adición de Gliricidia sobre la fermentación, la composición química y el valor nutricional de ensilajes de tres pastos tropicales.

- 5.1. La inclusión de Gliricidia no afectó la fermentación de los ensilajes, ya que se proporcionó una cantidad adecuada de carbohidratos solubles mediante la melaza.
- 5.2. El contenido de MS disminuyó al aumentar el de Gliricidia, la que debido a sus características físicas tuvo más humedad que las gramíneas.
- 5.3. El contenido de PC de la leguminosa fue superior a la de los pastos, y su inclusión en las mezclas aumentó los niveles de proteína de éstas. Esta misma tendencia se observó en la digestibilidad.
- 5.4. El contenido de FAD y FND de la leguminosa fue menor que el de los pastos y la inclusión de Gliricidia causó una disminución en su contenido en las mezclas.

Experimento 2: Estimación de la calidad del ensilaje de pasto guinea var. Tobiatá y Gliricidia ofrecido a cabras lecheras en producción suplementadas con tres niveles de concentrado.

5.5. Las cabras no consumieron las cantidades de ensilaje esperadas.

5.6. El contenido de grasa de la leche no se vio afectado por el nivel de suplementación de concentrado.

5.7. La producción de leche aumentó en 0.30 kg de leche corregida al 4% al suplementar toda la leche producida, mientras que disminuyó en igual magnitud al suplementar a partir de 0.8 kg de leche producida.

6. RECOMENDACIONES

6.1. Para estudios futuros:

- Hacer ensayos preliminares de alimentación con ensilajes, para determinar los niveles de consumo y establecer así la suplementación necesaria.
- Trabajar con niveles inferiores a 28% de Gliricidia y ensilajes de puro pasto para determinar el consumo y/o rechazo de los ensilajes.
- Utilizar cabras en el principio de la lactancia.

6.2. Profundizar en el estudio de los factores químicos que puedan afectar el consumo del ensilaje pasto-madreado, tales como los taninos.*

7. RESUMEN

Ensilajes de pastos con Gliricidia y alimentación de cabras lecheras.

El trabajo tuvo como objetivos determinar a) los cambios en la fermentación, la composición y el valor nutricional del ensilaje de tres gramíneas mezcladas con Gliricidia, y b) la calidad del ensilaje de guinea y Gliricidia ofrecido a cabras lecheras en producción, suplementadas con tres niveles de concentrado. Se realizaron dos experimentos. En el primero se determinaron los cambios en la fermentación, la composición química y el valor nutricional de tres gramíneas: guinea (Panicum maximum), elefante (Pennisetum purpureum) y transvala (Digitaria eriantha) ensiladas a 28, 35 y 28 días de edad, respectivamente, con seis niveles de Gliricidia (0, 10, 28, 46, 64 y 100%) del peso fresco, cosechada a tres meses de edad y ensilada con un 6% de melaza en base al peso fresco. Se usó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. En el segundo experimento se usaron 12 cabras con un peso inicial promedio de 55 kg y que ya habían pasado su pico de producción. El experimento duró 78 días. Se usó ensilaje con 28% de Gliricidia y 72% de guinea, y los tratamientos consistieron en la suplementación con concentrado a partir de 0, 0.4 y 0.8 kg de leche producida respectivamente. Se usó un diseño de sobrecambio dispuesto

como cuadrado latino. En el experimento 1 se encontró que la inclusión de Gliricidia no afectó la fermentación de los ensilajes. El contenido de MS disminuyó al incrementar el de Gliricidia. El contenido de PC de la leguminosa fue superior a la de los pastos, por lo que su inclusión aumentó el de las mezclas. Esta misma tendencia se observó en la DIVMO y el contenido de EM. El contenido de FAD y FND de la leguminosa fue menor que la de los pastos, por lo que su inclusión causó una disminución en las mezclas. En el segundo experimento las cabras no consumieron las cantidades de ensilaje esperadas. El peso y condición corporal disminuyeron en todos los tratamientos y fueron en promedio de -2.63kg y -0.10 unidades de puntaje de condición corporal, respectivamente. En promedio la producción de leche fue de 1.2 kg, y fue superior en el tratamiento de mayor suplementación y disminuyó a medida que disminuyó la suplementación. El contenido de grasa de la leche no se vio afectado por el nivel de suplementación y fue en promedio de 3.50%.

8. BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Chemist. 13th ed. Washington, D.C. E.E.U.U.
- BATE-SMITH, E.C. Y SWAIN, T. 1962. Flavonoid Compounds. In: Tannins in Ruminant Feedstuffs. Animal Research and Development, Volume 33, p 9-62.
- CHADHOKAR, P.A.; KANTHARAJU, H.R. 1980. Effect of Gliricidia maculata on growth and breeding of Bannur ewes. Trop. Grassl., 14:78-82.
- CHADHOKAR, P.A. 1982. Gliricidia maculata - una leguminosa forrajera prometedora. Revista Mundial de Zootecnia 44:57-68 .
- COBBINA, J.; ATTA-KRAH, A.N. 1992. Forage Productivity of Gliricidia accessions on a Tropical alfisol Soil in Nigeria. Tropical Grasslands, Volume 26 pp 248-254.
- DEVENDRA C.; BURNS M. 1983. Goat Production in the Tropics. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough (U.K.).
- FLYNN, A.V. 1981. Factors affecting the Feeding Value of Silage. Recent Advances in Animal Nutrition, pp 265-273.
- KASS, M.; RODRIGUEZ, G. 1991. Preliminary Studies on Silage Making from Gliricidia sepium (madero negro), Nitrogen Fixing Tree Association, Special Publication 8701, June 1987, Turrialba, Costa Rica pp. 201-205.
- LEINMULLER, E.; STEINGASS, H.; MENKE, K.H. 1992. Tannins in Ruminant Feedstuffs. Animal Research and Development, Volume 33, pp 9-62.
- LUCAS, H.L.Jr. 1974. Design and Analysis of Feeding Experiments with Milking Dairy Cattle. Institute of Statistics, Mimeo Series # 8. North Carolina State University, E.E.U.U.

- MORALES, M. 1992. Efecto de la inclusión de madreado sobre el consumo de cabras lecheras en producción y comparación de dos fuentes de proteína con una dieta a base de pasto y madreado. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras p. 44.
- MORAND-FEHR, P.; OWEN, E.; GIGER-REVERDIN, S. 1991. Feeding behaviour of goats at the trough. Goat Nutrition, EAAP Publication No. 46, Netherlands, pp 3-12.
- MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. 1980. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. Journal of Dairy Science 63(10):1671-1680.
- MURILLO, B. 1991. Manual de Laboratorio de Nutrición Animal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p 61.
- NARJISSE, H. 1991. Feeding Behaviour of Goats on Rangelands. In: Goat Nutrition, EAAP Publication No. 46, 1991, Netherlands.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1988.
- OAKES, A.J.; SKOV, O. 1962. Some woody legumes as forage crops for the dry tropics. Trop. Agric. (Trim.), 39 p 281-287.
- PITT, R.B. 1990. Silage and Hay Preservation. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension. Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Cornell, U.S.A.
- REVILLA, A.; MOSQUERA, R. 1992. Industrias Lácteas: Curso práctico. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p 68.
- RODRIGUEZ, W.E. 1991. Gliricidia sepium: Cultivo en callejones, comparación entre proveniencias, comparación con otras especies arbustivas y valor nutritivo para el engorde de corderos y cabritos. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. p.137.
- SAS Institute, 1991. SAS Users Guide Statistics. Version 6.04 Third Edition. SAS Institute, Inc., Carey, NC.

- SAUVANT, D; MORAND-FEHR, P; GIGER-REVERDIN, S. 1991. Dry Matter Intake of Adult Goats. In: Goat Nutrition, EAAP Publication No. 46, 1991, Netherlands.
- SAUVANT, D; MORAND-FEHR, P. 1991. Energy Requirements and Allowances of Adult Goats. In: Goat Nutrition, EAAP Publication No. 46, 1991, Netherlands.
- SIMMONS, A.J. ; STEWART, J.L. 1994. Gliricidia sepium - a Multipurpose Forage Tree Legume. En: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Edited by Gutteridge R.C. and Shelton H.M. p.30-48. United Kingdom.
- SMITH, O.B. ; VAN HOUTERT, M.P.J. 1987. Valor forrajero de Gliricidia sepium. Revista Mundial de Zootecnia.63. p 57-68.
- SUMBERG, J.E. 1984. Small ruminant feed production in a farming system context. En: Proc. Workshop Small Ruminant Production Systems in the Humid Zone of West Africa. Ibadán, Nigeria.
- VELEZ, M. 1992. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, p.180.
- WILKINSON, J.M. 1993 a. Silages made from Tropical and Temperate Crops. Part 1. Ensiling Process and its Influence. Animal Production, Volume 56, No.1.
- WILKINSON, J.M. 1993 b. Silages made from Tropical and Temperate Crops. Part.2 Techniques for Improving the Nutritive Value of Silage. Animal Production, volume 56, No.1.
- YU, Y; THOMAS, J.W. 1975. Temperature, insoluble nitrogen and animal response to haylage from different vertical areas of the silo. J. Anim. Sci., 41:915-920.
- YU, Y; THOMAS, J.W. 1976. Estimation of the extent of heat damage in alfalfa haylage by laboratory measurement. Journal of Dairy Science 42:766-774.

9. Anexos

Anexo 1. Valores de pH de los pastos y mezclas

Nivel de Gliricidia	Elefante	Guinea	Transvala	Gliricidia Promedio	
0%	3.91	4.19	4.18	4.09	4.16
10%	3.93	4.10	4.21	4.08	
28%	4.06	4.04	4.24	4.12	
46%	4.04	4.10	4.24	4.12	
64%	4.19	4.10	4.24	4.17	
Promedio	4.02	4.10	4.22		4.16

Anexo 2. Contenidos de MS de los pastos y mezclas

Nivel de Gliricidia	Elefante	Guinea	Transvala	Gliricidia Promedio	
0%	16.83	33.20	28.84	26.29	23.74
10%	18.34	30.68	28.22	25.74	
28%	19.12	29.21	27.07	25.14	
46%	20.95	27.86	25.83	24.88	
64%	20.64	26.65	25.06	24.12	
Promedio	19.17	29.52	27.01		23.74

**Anexo 3. Contenidos de PC (% base seca) de los
pastos y mezclas**

Nivel de Gliricidia	Elefante	Guinea	Transvala	Gliricidia Promedio	
0%	15.44	13.84	9.08	12.78	20.61
10%	16.46	15.48	11.25	14.40	
28%	18.65	17.38	12.98	16.34	
46%	20.52	17.43	14.95	17.64	
64%	23.18	19.98	17.17	20.11	
Promedio	18.85	16.84	13.09		20.61

Anexo 4. DIVMO (%) de los pastos y mezclas

Nivel de Gliricidia	Elefante	Guinea	Transvala	Gliricidia Promedio	
0%	62.00	58.86	64.43	61.76	65.75
10%	59.96	61.76	66.96	62.90	
28%	61.60	62.56	67.53	63.90	
46%	64.06	60.56	65.83	63.48	
64%	64.13	61.36	63.63	63.04	
Promedio	62.35	61.03	65.68		65.75

Anexo 5. Contenido de FAD (% base seca) de los pastos y mezclas

Nivel de Gliricidia	Elefante	Guinea	Transvala	Gliricidia Promedio	
0%	31.75	39.20	34.29	35.08	22.87
10%	25.11	35.04	31.93	30.69	
28%	27.78	31.49	28.98	29.42	
46%	31.94	32.12	28.87	30.98	
64%	29.74	29.91	28.95	29.53	
Promedio	29.26	33.55	30.60		22.87

Anexo 6. Contenidos de FND (% base seca) de los pastos y mezclas

Nivel de Gliricidia	Elefante	Guinea	Transvala	Gliricidia Promedio	
0%	44.66	53.06	56.13	51.29	32.07
10%	38.37	50.57	50.91	46.61	
28%	39.61	45.00	49.64	44.75	
46%	42.60	44.85	48.68	45.37	
64%	40.79	40.21	32.34	37.78	
Promedio	41.21	46.74	47.54		32.07

Anexo 7. Pérdida de peso y condición corporal promedio en el Experimento 2.

Tratamiento	Peso(kg)	Condición Corporal
1	-2.14	-0.05
2	-1.31	0.02
3	-4.47	-0.27
Promedio	-2.64	-0.10

Anexo 8. Cuadrados medios, (valores de P), promedios y coeficientes de variación (CV) para peso y puntaje de condición corporal en el Experimento 2.

Efecto	G.L.	Peso Corporal	Puntaje de condición corporal
Cabras	11	8.21	0.07
Per(Cuad)	8	22.92	0.10
Tratamientos	2	6.46 (0.31)	0.06 (0.40)
Efecto Res.	2	5.72 (>0.05)	0.16 (>0.05)
Error	12	5.00	0.05
Promedio		-2.34	-0.10
C.V.		84.77	232.79

Anexo 9. Cuadrados medios, (valores de P), promedios y coeficientes de variación (CV) para la producción de leche corregida (LC4%) y porcentaje de grasa de la leche en el Experimento 2.

Efecto	G.L.	Producción LC4%	Porcentaje de grasa
Cabras	11	1.09	2.08
Per(Cuad)	8	1.40	0.28
Tratamiento	2	0.21 (0.04)	0.24 (0.46)
Efecto Res.	2	0.11 (>0.05)	0.58 (>0.05)
Error	12	0.04	0.29
Promedio		1.20	3.50
C.V.		18.32	15.42

Anexo 10. Cuadrados medios, (valores de P), promedios y coeficientes de variación para el consumo de materia seca del ensilaje y consumo de materia seca total (g/kg p.v.) en el Experimento 2.

Efecto	G.L.	Consumo de MS del ensilaje	Consumo de MS total
Cabras	11	63.16	281.01
Per(cuad)	8	14.15	134.24
Tratamiento	2	10.22 (0.34)	26.68 (0.25)
Efecto Res.	2	4.2 (>0.05)	16.17 (>0.05)
Error	12	8.82	17.34
Promedio		13.49	27.74
C.V.		22.61	15.01