

Efecto de tres frecuencias de corte y dos densidades de siembra sobre las fracciones nitrogenadas en hojas y tallos de *Gliricidia sepium*.¹

Effect of three cutting frequencies and two plant densities on the nitrogen fractions in leaves and stems of *Gliricidia sepium*.

Euler L. Miquilena²

Obdulio J. Ferrer²

Tyrone Clavero³

Resumen

Un ensayo fue llevado a cabo con la finalidad de determinar el efecto de tres frecuencias de corte y dos densidades de siembra sobre el contenido de nitrógeno total y las diferentes fracciones nitrogenadas en hojas y tallos de *G. sepium*. Los tratamientos utilizados fueron tres frecuencias de corte 6,9 y 12 semanas y dos densidades de siembra 2 m x 1 m y 2 m x 2 m. El diseño experimental fue un factorial 3 x 2 arreglado en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las plantas fueron cosechadas a 30 cm de altura en cada oportunidad que se verificó el lapso correspondiente a la frecuencia de corte y luego se separaron en dos fracciones: fracción fina que comprendió hojas y tallos con diámetro menor a 5 mm y fracción gruesa formada por tallos con un diámetro superior a 5 mm. A las muestras obtenidas se les realizaron los diferentes análisis para determinarles el contenido de nitrógeno total (NT), nitrógeno soluble (NS), nitrógeno insoluble (NI), nitrógeno proteico (NP) y nitrógeno no proteico (NNP). No se encontraron diferencias significativas para los efectos de la frecuencia de corte y la densidad de siembra sobre las diferentes variables de estudio. En la fracción gruesa se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) para el efecto de la frecuencia de corte sobre las variables NT, NS, NI y NP.

Palabras claves: Nitrógeno total, *Gliricidia sepium*, solubilidad, frecuencia de corte.

Recibido 19-05-94 • Aceptado 07-11-94

1. Investigación financiada por CONDES y Fundación Polar.

2. Facultad de Agronomía. Departamento de Química L.U.Z.

3. Facultad de Agronomía. Postgrado de Producción Animal. L.U.Z.

Abstract

A trial was carried out with the purpose to determinate the effect of three cutting frequencies and two plant densities on the content of total nitrogen and the different nitrogen fraction in leaves and stems of *G. sepium*. The treatments tested were three cutting frequencies 6,9 and 12 weeks and two plant densities 2 m x 1 m y 2 m x 2 m. The experimental design was a factorial arranged in split plot design with four replications. The plants were harvested at a high of 30 cm. It were made the different analysis to determinate the content of total nitrogen (NT), soluble nitrogen (SN), insoluble nitrogen (NI), protein nitrogen (NP) and nonprotein nitrogen (NNP). There was not significatives differences for the effect of cutting frequency and plant densities on the differents studied variables. In the thick fraction, the study showed cutting frequency significant effects ($P < 0.05$) on NT, NS, NI and NP variables. **Key words:** Total nitrogen, *Gliricidia sepium*, solubility, cutting frequency.

Introducción

En los trópicos, los sistemas de alimentación de rumiantes están primordialmente basados en la utilización de pastos, específicamente gramíneas. El pasto disponible, por lo general, no es suficiente para satisfacer los requerimientos del animal, al menos durante una gran parte del año, lo cual causa períodos de estrés nutricional, y consecuentemente, reducción en la productividad del animal. El uso de concentrados comerciales para la suplementación de los animales durante el período de escasez, en la mayoría de los casos es una práctica no rentable, debido a que la disponibilidad de materias primas para la producción de concentrados es limitada y por lo tanto su utilización en la alimentación es escasa debido al elevado costo del mismo. Es por ello, que actualmente, existe una marcada tendencia hacia la búsqueda de nuevas fuentes de proteínas provenientes de árboles y arbustos forrajeros. Sin

embargo, los forrajes provenientes de leguminosas arbóreas y arbustivas permanecen aún con uso muy limitado en los sistemas de alimentación en el trópico (5). Las leguminosas arbóreas y arbustivas que se arraigan con facilidad y no requieren grandes insumos agronómicos, constituyen potenciales fuentes valiosas de forrajes suplementario, que los ganaderos de subsistencia y de tipo medio de las zonas tropicales podrían utilizar para mejorar la nutrición y productividad del ganado (23).

Una de estas leguminosas es la mata de ratón *Gliricidia sepium*, la cual ha sido utilizada como forraje para el ganado debido a que posee niveles altos de proteína (23%), fibra (45%) y calcio (1.7%). En nuestro país, específicamente en la región zuliana, las experiencias con leguminosas han sido escasas y de fecha reciente. De allí la importancia de la búsqueda de nuevas fuentes de proteína suplementaria como la mata de

ratón, con el objeto de aumentar la producción y productividad y reducir los costos de alimentación.

La proteína cruda puede ser fraccionada en dos categorías, soluble e insoluble (15). Sniffen *et al.* (24) han presentado un fraccionamiento detallado de la proteína. La proteína de los alimentos puede ser dividida en tres fracciones: nitrógeno no proteico (NNP), compuestos que contienen nitrógeno, pero que por definición no son proteínas, es decir que no son aminoácidos unidos por un enlace peptídico, proteína verdadera y nitrógeno no disponible (26). Estas fracciones han sido descritas como fracción A (NNP), fracción B (proteína verdadera) y fracción C (proteína verdadera enlazada), respectivamente (17). La proteína verdadera es además subdividida en tres fracciones (B1, B2 y B3) basándose en la velocidad de degradación ruminal (26; 10,21). Las fracciones A y B1 son solubles en buffer de borato-fosfato,

(21), B1 es determinada como la fracción precipitada con ácido tricloroacético, (26, 10). El nitrógeno no proteico (amoníaco, péptidos, aminoácidos y otros compuestos nitrogenados pequeños) es rápidamente convertido a amoníaco en el rumen. Esencialmente toda la proteína soluble tanto en forrajes de corte como de ensilaje se encuentra en la forma de NNP (17). La fracción B es subdividida para estimar la velocidad de degradación ruminal. La fracción B1 es rápidamente degradada en el rumen (26). En los forrajes de corte, la fracción B1 es una pequeña fracción, aproximadamente 5%, del total de la proteína soluble (17,9).

El presente trabajo fue realizado con el propósito de obtener información en cuanto a el contenido de nitrógeno y sus diferentes fracciones en hojas y tallos de mata de ratón relacionado a la frecuencia de corte y densidad de siembra.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la finca "La Esperanza", ubicada en el Km 107 de la vía a Perijá en el Municipio Rosario de Perijá del Estado Zulia, geográficamente localizada a 10°15' latitud norte y 72°40' longitud este.

Las condiciones climatológicas del área de estudio corresponden a una zona de vida Bosque Seco Tropical, con un promedio de precipitación de 1100 mm anuales y con una temperatura media anual de 28.°C. El régimen pluviométrico de la zona se

caracteriza por presentar una distribución bimodal con un período seco largo que va desde el mes de diciembre hasta el mes de abril y un período seco corto que va desde los meses de junio a julio. La mayoría de los materiales parentales de los suelos de la finca provienen de dos unidades geológicas: a) La formación la Villa del terciario que comprende areniscas coloreadas macizas de granos finos y arcillas blancas moteadas y b) Depósitos del cuaternario que consiste en aluviones del caño sedimentados dentro del valle.

Los factores de estudio fueron: frecuencia de corte a 3 niveles (6,9, y 12 semanas) y densidad de siembra a dos niveles (2 m x 1 m y 2 m x 2 m). Las plantas fueron cosechadas a 30 cm de altura. Luego de ser cosechadas se separaron en dos fracciones: fracción fina que comprende hojas y tallos con diámetro menor a 5 mm y fracción gruesa formada por tallos con un diámetro superior a 5 mm.

Una vez cosechadas las plantas y separadas en las diferentes fracciones, éstas fueron secadas a 75 °C, molidas en un molino Wiley y pasadas por un tamiz de 1 mm, posteriormente, se colocaron en bolsas debidamente etiquetadas para su posterior análisis.

Las variables estudiadas en la

fracción fina y gruesa fueron: el contenido de nitrógeno total, nitrógeno soluble, nitrógeno insoluble, nitrógeno proteico y nitrógeno no proteico. La determinación del nitrógeno total se hizo por el método de Kjeldahl (19). La estimación del nitrógeno proteico, nitrógeno soluble, nitrógeno insoluble y el nitrógeno no proteico se realizó por el método de Pichard (17) modificado.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System).

El diseño estadístico utilizado fue un factorial 3 x 2 arreglado en parcelas divididas con cuatro repeticiones cuyo modelo matemático fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + D_j + Fd_{ij} + C_k(F)_i + B_l + E_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = variable estudiada

μ = media poblacional

F_i = efecto de la i-esima frecuencia

D_j = efecto de la j-esima densidad de siembra

Fd_{ij} = efecto de la interacción de la i-ésima frecuencia con la j-ésima densidad

$C_k(F)_i$ = efecto del k-ésimo corte dentro de la i-ésima frecuencia

B_l = efecto del l-ésimo corte

E_{ijkl} = error experimental

$I = 1, 2, 3$ 1...f = 3

$J = 1, 2$ 2...d = 2

$K = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ 1...c = 8 si f = 6

$C = 1, 2, 3, 4, 5$ 5 si f = 9

$C = 1, 2, 3, 4$ 4 si f = 12

$L = 1, 2, 3, 4$ 1...b = 4

Todas las variables estudiadas fueron transformadas para lograr los supuestos básicos que permiten el uso de la técnica de análisis de la **varianza**. La transformación usada fue la siguiente:

$$Y = \arcsen \sqrt{\frac{x}{100}}$$

En los casos en que las fuentes de **variación** resultaron significativas, se realizaron las pruebas de medias, utilizando el método de los mínimos cuadrados.

Resultados y discusión

A continuación se presenta la interpretación de los resultados obtenidos para cada variable, tanto en la fracción fina como en la fracción gruesa.

Fracción fina

El análisis de la varianza para cada una de las variables analizadas no reportó diferencias significativas para el efecto de la frecuencia de corte y la densidad de siembra. El número del corte afectó en forma significativa ($P < 0.05$) a las variables NT, NI, NS, NP y NNP.

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedio obtenidos para el efecto no significativo de la frecuencia de corte y la densidad de siembra sobre las variables NT, NI, NS, NP y NNP. La ausencia de efecto significativo de la frecuencia de corte (edad del cultivo) sobre el contenido de nitrógeno total y las diferentes fracciones nitrogenadas, podría explicarse por el hecho de que el contenido de nitrógeno total en las hojas de las leguminosas por lo general declina muy poco con la madurez (7, 16). Razz (20) reportó disminución de apenas un 3% en el contenido de NT de *L. leucocephala* a tres diferentes frecuencias de corte. Saavedra *et al.* (22) reportó para la misma legumi-

nosa disminución no significativa en el contenido de nitrógeno total a dos frecuencias de corte. Espinoza (4), reportó disminución del 11.52% al analizar el contenido de proteína cruda en hojas de *G sepium*, a edades de rebrote de 3 y 5 meses, respectivamente.

En el Cuadro 2 se muestran los valores promedio (porcentajes) de NT, NI, NS, NP y NNP y el efecto del número del corte sobre los mismos. La variación en el contenido de nitrógeno total podría atribuirse al efecto de la época del año cuando se realizó el corte, determinado principalmente por la diferencia en precipitación (ver Fig. 1). Razz (20) encontró diferencias significativas para el efecto de la época del año (período seco o lluvioso) sobre el contenido de proteína cruda en hojas de *L. leucocephala*, reportando valores superiores durante el período lluvioso. Durante los meses de mayor precipitación el cultivo puede tener mayor absorción de nutrientes y por lo tanto un mayor desarrollo y producción.

Para estimar la disponibilidad potencial del nitrógeno en el rumen y en el tracto posterior de los animales rumiantes, se determinó la solubilidad del nitrógeno en solución

Cuadro 1. Efecto de la frecuencia de corte y densidad de siembra sobre el contenido de nitrógeno total, nitrógeno insoluble, nitrógeno soluble, nitrógeno no proteico y nitrógeno proteico en hojas de *G. sepium*.

Frec	NT	NI	NS	NP	NNP
Porcentaje					
6	4.00 ^a	2.33 ^a	1.67 ^a	0.18 ^a	1.49 ^a
9	3.87 ^a	2.28 ^a	1.59 ^a	0.18 ^a	1.41 ^a
12	3.85 ^a	2.25 ^a	1.60 ^a	0.14 ^a	1.46 ^a
Dens					
2x1	3.90 ^a	2.27 ^a	1.63 ^a	0.17 ^a	1.46 ^a
2x2	3.91 ^a	2.30 ^a	1.61 ^a	0.16 ^a	1.45 ^a

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$).

buffer de borato-fosfato. El potencial para medir la solubilidad de la proteína como un indicador de su disponibilidad ruminal fue grandemente promovido por los trabajos de Hendrix y Martin, (6), quienes demostraron una fuerte correlación entre la solubilidad y degradabilidad de fuentes de proteínas purificadas. Posteriores estudios con fuentes más comúnmente usadas en la alimentación, han mostrado buena correlación entre la solubilidad en el buffer de borato fosfato y degradabilidad ruminal para tiempos de incubación cortos (3, 25).

El Cuadro 3 muestra los valores de solubilidad del NT obtenidos para las diferentes combinaciones de frecuencias de corte y densidades de siembra estudiadas. Los valores de solubilidad obtenidos variaron en un rango de 39.5% a 42.94% y no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). Es-

pinoza (4), citado por Kaas (8), analizando diferentes porciones de la biomasa comestible de *G. sepium*, reportó porcentajes de solubilidad del NT de 23.6% para la lámina y de 43.7% para el peciolo, a una edad de rebrote de 3 meses. Los resultados indican que sólo alrededor del 40% del NT de las hojas de *G. sepium* podrá ser degradado por los microorganismos del rumen y podrá ser utilizado por los mismos para cubrir sus requerimientos nutritivos de energía y proteínas por medio de la síntesis de proteína microbial. De este 40% de NT soluble, casi todo puede ser degradado en el rumen ya que un elevado porcentaje del mismo es NNP (ver Cuadro 4). Espinoza (4) obtuvo resultados similares a los mostrados en el Cuadro 4, reportando valores de 82.8% y 82.8% para el % de NNP del NS para la lámina y el peciolo de *G. sepium*, respectivamente, a una edad de rebrote de 3 meses.

Cuadro 2. Efecto del número del corte sobre el contenido de NT,, NI, NS, NP y NNP para tres frecuencias de corte en hojas de *G. sepium*.

Corte	NT			NI			Porcentaje NS			NP			NNP		
	Frecuencia de corte			Frecuencia de corte			Frecuencia de corte			Frecuencia de corte			Frecuencia de corte		
	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12
1	4.24	3.43	3.62	2.59	2.21	2.26	1.65	1.22	1.36	0.23	0.17	0.14	1.52	1.05	1.16
2	3.56	3.84	3.85	1.99	1.92	1.74	1.58	1.92	2.10	0.17	0.17	0.10	1.40	1.75	2.00
3	3.80	3.99	3.85	1.91	2.17	2.05	1.89	1.82	1.80	0.26	0.12	0.15	1.63	1.51	1.65
4	3.77	3.89	4.07	1.83	2.34	2.95	1.94	1.55	1.12	0.11	0.19	0.20	1.83	1.36	0.93
5	4.23	4.22		1.74	2.75		2.49	1.48		0.33	0.26		2.16	1.22	
6	3.78			1.95			1.83			0.10			1.64		
7	4.47			3.58			0.89			0.11			0.78		
8	4.20			3.09			1.11			0.17			0.94		

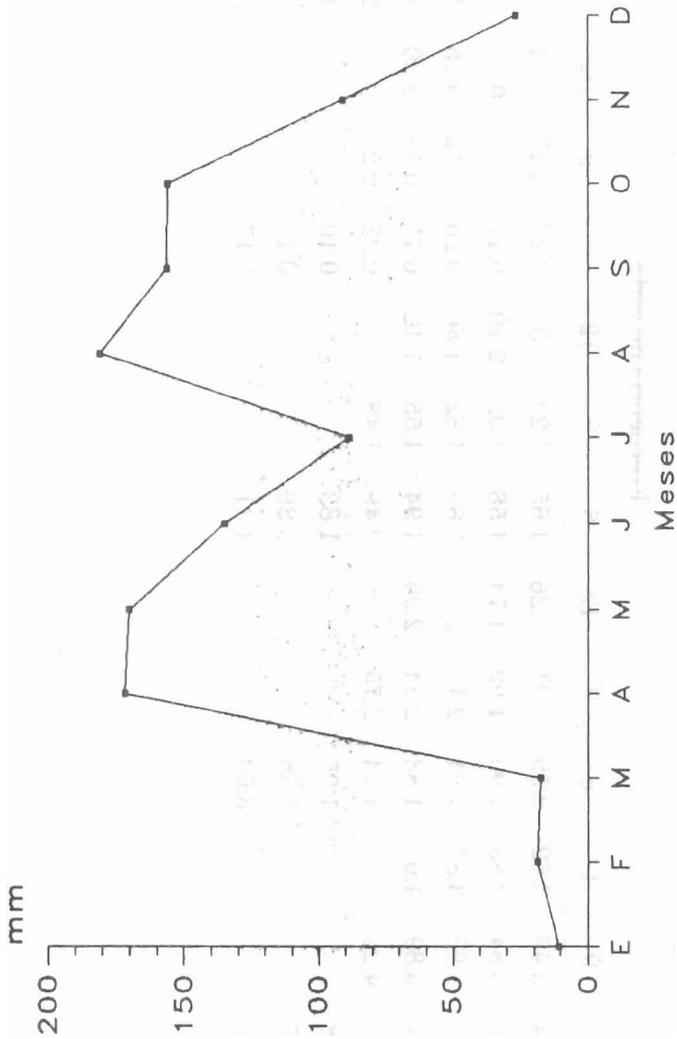


Fig.1. Precipitación mensual ocurrida en la hacienda La Esperanza. Período 1970-1992

Cuadro 3. Solubilidad de la proteína cruda en hojas de *G. sepium* para tres diferentes frecuencias de corte y dos densidades de siembra.

Densidad de siembra	Frecuencia de corte (semanas)		
	6	9	12
	% Solubilidad		
2x1	42.94 ^a	39.50 ^a	44.32 ^a
2x2	41.35 ^a	43.15 ^a	39.51 ^a

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas (P>0.05).

Cuadro 4. Porcentaje de nitrógeno no protéico del nitrógeno soluble para tres diferentes frecuencias e corte y dos densidades de siembra en hojas de *G. sepium*.

Densidad de siembra (mxm)	Frecuencia de corte (semanas)		
	6	9	12
	% NNP del NS		
2x1	84.65 ^b	85.65 ^{ab}	89.51 ^a
2x2	88.83 ^{ab}	87.38 ^{ab}	90.11 ^a

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas (P>0.05).

Medias con letras minúsculas iguales en una misma hilera no presentan diferencias significativas (P>0.05).

Esencialmente todo el NS, tanto en forrajes de corte como de ensilaje, se encuentra en la forma de NNP (17). El restante 60%, que es proteína insoluble, teóricamente logrará sobrepasar el rumen para ser digerido en el intestino delgado. Sin embargo, bajo condiciones *in vivo*, el porcentaje de nitrógeno total que logra sobrepasar el rumen y que puede rendir aminoácidos en el intestino delgado es mucho menor debido a que parte

del nitrógeno reportado en el presente ensayo (condiciones *in vitro*) como insoluble, bajo condiciones *in vivo* puede ser degradado por las bacterias del rumen, especialmente aquel nitrógeno que está adherido a la fibra neutro detergente (NFND), reduciéndose así el porcentaje de NT que logra sobrepasar el rumen. Además, parte de este nitrógeno insoluble está formado también por nitrógeno asociado a la fibra ácido deter-

gente (NFAD). El Cuadro 5 muestra los porcentajes de nitrógeno de la fibra ácido detergente del nitrógeno insoluble (NFDA del NI) y nitrógeno de la fibra neutro detergente del nitrógeno insoluble (NFDN del NI) obtenidos para las diferentes combinaciones de frecuencia de corte y densidad de siembra estudiadas. Los resultados mostrados en el Cuadro 5 para el % NFDA del NI son relativamente bajos, y están dentro de los rangos reportados para la mayoría de los alimentos estudiados (24), lo cual indica que sólo una pequeña fracción del nitrógeno insoluble se encuentra en forma de nitrógeno no disponible. El nitrógeno asociado a la fibra ácido detergente (NFAD) incluye nitrógeno asociado a lignina, complejos tanino-proteicos y productos de Maillard, los cuales son muy resistentes a la degradación tanto ruminal como la post-ruminal (9). En general, el NFAD no puede ser

degradado por las bacterias y no provee aminoácidos en el intestino delgado. Sin embargo, estudios más recientes llevados a cabo por Nocekt *et al.* (14), han demostrado que el NFAD de algunos alimentos puede ser degradado en el rumen. En el Cuadro 5 también se muestra el % NFDN del NI, el cual incluye nitrógeno asociado a la pared celular. La pared celular de las plantas contienen glicoproteínas como uno de los componentes que están unidos covalentemente a las fibrillas de celulosa (11). Debido a que el nitrógeno de la pared celular es un componente estructural es muy probable que se encuentre protegido de la degradación enzimática. El significado biológico del NFDN no está claro todavía (9). Pichard (18) ha reportado una correlación positiva entre el nitrógeno lentamente solubilizable (fracción B3) y el NFDN en muestras de forraje.

Cuadro 5. Contenido de NFAD y NFDN del NI en la fracción fina de *G. sepium* para diferentes combinaciones de frecuencia de corte y densidad de siembra

Frecuencia (Semanas)	Densidad de siembra (m x m)	%NFDA del NI	%NFDN del NI
6	2x1	13.90 ^{ab}	33.55 ^a
6	2x2	13.10 ^{ab}	30.91 ^a
9	2x1	9.77 ^b	25.48 ^b
9	2x2	11.40 ^{ab}	35.19 ^a
12	2x1	17.40 ^a	38.41 ^a
12	2x2	13.35 ^{ab}	35.34 ^a

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$).

Fracción gruesa

En el Cuadro 6 se puede ver el efecto de la frecuencia de corte y la densidad de siembra sobre el contenido de NT, NS, NI y NNP. La frecuencia de corte afectó en forma significativa ($P < 0.05$) el contenido de NT, NI, NS, y NNP, siendo estos valores significativamente diferentes para la frecuencia de corte de 6 semanas con respecto a las frecuencias de 9 y 12 semanas. Las medias cuadráticas del contenido porcentual de las variables NT, NS, NI, NP y NNP no presentaron diferencias significativas para las frecuencias de 9 y 12 semanas. Una posible explicación de la disminución del contenido de NT, NS, NI y NNP con la disminución de la frecuencia de corte en los tallos de *G. sepium*, está relacionado al aumento de los componentes estructurales, especialmente lignina, a medida que la planta madura (1). Los tallos jóvenes de los pastos son generalmente de alta calidad (12), por lo general, los tallos, tanto de gramíneas como de leguminosas tienen

menor contenido de nitrógeno. Sin embargo, tal vez de más alta calidad que las hojas al mismo estado de madurez, pero declinan en calidad en forma más rápida que las hojas debido a que las células epidérmicas y fibrosas forman paredes celulares secundarias gruesas, y los tejidos de los tallos comienzan fuertemente a lignificarse a medida que envejecen, especialmente en el tejido basal del tallo (13).

La densidad de siembra no mostró efecto significativo ($P < 0.05$) sobre las medias de cada una de las variables analizadas. Este resultado es similar con los reportados por Holger y Meyer (2), quienes encontraron que los niveles de PC y FAD no fueron afectados por la densidad de siembra en alfalfa durante el primer año de producción.

El Cuadro 7 muestra los valores promedio para los porcentajes de NT, NI, NS, NP y NNP y el efecto del número del corte sobre los mismos. Del mismo modo que a la fracción fina, el número del corte afectó en

Cuadro 6. Efecto de la frecuencia de corte y densidad de siembra sobre el contenido de nitrógeno total, nitrógeno soluble, nitrógeno no proteico y nitrógeno proteico en tallos de *G. sepium*.

Frec	%NT	%NI	%NS	%NP	%NNP
6	1.54 ^a	0.92 ^a	0.62 ^a	0.05 ^a	0.56 ^a
9	1.20 ^b	0.80 ^b	0.40 ^b	0.06 ^a	0.34 ^b
12	1.19 ^b	0.77 ^b	0.44 ^b	0.04 ^a	0.40 ^t
Dens					
2x1	1.31 ^a	0.82 ^a	0.49 ^a	0.06 ^a	0.43 ^é
2x2	1.32 ^a	0.84 ^a	0.48 ^a	0.05 ^a	0.44 ^é

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 7. Efecto del número y frecuencias de corte sobre el contenido de Nitrógeno Total (NT), insoluble (NI), soluble (NS),, proteico (NP) y no proteico (NNP) en tallos de *G. sepium*.

Corte	Porcentajes														
	NT			NI			NS			NP			NNP		
	Frecuencia de corte														
	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12	6	9	12
1	1.81	1.24	1.25	1.12	0.75	0.84	0.69	0.45	0.44	0.05	0.07	0.04	0.64	0.26	0.19
2	1.39	1.09	1.08	1.03	0.74	0.69	0.35	0.38	0.39	0.05	0.08	0.04	0.36	0.36	0.35
3	1.24	1.18	1.09	0.78	0.74	0.81	0.47	0.41	0.37	0.10	0.09	0.05	0.37	0.35	0.32
4	1.27	1.26	1.33	0.85	0.95	0.76	0.42	0.40	0.55	0.05	0.04	0.03	0.31	0.35	0.74
5	1.80	1.35		1.02	0.83		0.78	0.46		0.10	0.02		0.56	0.41	
6	1.37			0.90			0.46			0.03			0.43		
7	1.82			0.87			0.95			0.05			0.90		
8	1.68			0.80			0.88			0.03			0.89		

forma significativa ($P < 0.05$) a cada una de las variables estudiadas, lo cual se atribuyó al efecto de la época en la cual el corte fue realizado.

La solubilidad del NT en el tallo fue ligeramente menor que en las hojas (ver Cuadro 8) y varió en un rango de 29.02% a 39.33. Espinoza (4) obtuvo valores de solubilidad superiores a los reportados aquí (63.7%), no obstante estos resultados se obtuvieron en tallos tiernos. Se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) de solubilidad para los diferentes tratamientos. Al igual que

en las hojas, un porcentaje elevado del NS está formado por NNP. Los resultados son mostrados en el Cuadro 9. Con respecto al NFAD y NFD del NI estos fueron superiores a los obtenidos para la hoja (ver Cuadro 10). Como puede apreciarse en el Cuadro 10 una gran parte del NI presente en tallo está ligado a la fibra detergente ácido indicando una baja disponibilidad de nitrógeno en los tallos. Así mismo un amplio porcentaje del NI está asociado a NFDN.

Cuadro 8. Solubilidad de la proteína cruda en tallos de *G. sepium* para tres diferentes frecuencias de corte y dos densidades de siembra

Densidad de siembra (m xm)	Frecuencia de corte (semanas)		
	6	9	12
2x1	39.33 ^a	35.03 ^{ab}	32.26 ^{ab}
2x2	37.57 ^a	29.20 ^b	35.64 ^a

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$).

Medias con letras minúsculas iguales en una misma hilera no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 9. Porcentaje de nitrógeno no proteico del nitrógeno soluble en tallos de *G. sepium* para tres frecuencias de corte y dos densidades de siembra

Densidad de siembra (m xm)	Frecuencia de corte (semanas)		
	6	9	12
2x1	87.83 ^a	81.97 ^a	82.73 ^a
2x2	88.04 ^a	83.56 ^a	89.84 ^a

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$).

Cuadro 10. Contenido de NFAD y NFND del NI en la fracción gruesa de *G. sepium* para diferentes combinaciones de frecuencia de corte y densidad de siembra

Frecuencia (Semanas)	Densidad de siembra (m x m)	%NFDA del NI	%NFND del NI
6	2x1	17.87 ^{ab}	43.24 ^{bc}
6	2x2	16.48 ^b	44.66 ^{abc}
9	2x1	20.48 ^b	41.20 ^{bc}
9	2x2	no-estim	36.20 ^c
12	2x1	21.21 ^{ab}	54.80 ^a
12	2x2	24.60 ^a	47.79 ^{ab}

Medias con letras minúsculas iguales en una misma columna no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$).

Conclusiones

Con lo observado en el ensayo se puede llegar a las siguientes conclusiones:

El contenido de NT tanto en hojas de *G. sepium* es elevado y no fue afectado por la densidad de siembra ni por la frecuencia de corte.

En la fracción gruesa el mayor contenido de NT fue obtenido a una frecuencia de 6 semanas.

Tanto en tallos como en hojas una gran proporción del NS está constituido por NNP.

La solubilidad de la proteína cruda tanto en hojas como en tallos fue particularmente alta.

En tallos una gran proporción del NI está asociado a NFDA, indicando una baja disponibilidad de nitrógeno de esta fracción para los animales que la consumen.

Literatura citada

- 1.- Adejumo, J. O. and A.A. Ademosum. 1985. Effect of planting distance, cutting frequency and height on dry matter yield and nutritive value of *Leucaena leucocephala* sown alone and in mixture with *Panicum maximun*. *J. Anim. Prod. res.* 5(2);209-221.
- 2.- Bolger, T. P and D. W. Meyer. 1983. Influence of plant density on alfalfa yield and quality. p 37-41. *In Proc. Am. Forage and Grassl. Conf., Eau Claire, WI. Am. Forage and Grassl. Council, Lexington, KY.*
- 3.- Crawford, J., W. H. Hoover, J. C. Sniffen and H. Crooker. 1978. Degradation of feedstuffs nitrogen in the rumen vs nitrogen solubility by three solvents. *J. Anim. Sci.* 46:1768.
- 4.- Espinoza, J. 1984. Producción y caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de *G. sepium* y *E. poeppigiana* a dos edades de recrote. Tesis Mag. Sci. UCR/CATIE, Turrialba, Costa Rica. 95 p.
- 5.- FAO, 1991. Report: Expert consultation on legume trees and other fodder trees as protein source for livestock. Kuala Lumpur, Malaysia.

6. Hendrix, H., and J. Martin. 1963. In vitro study of the nitrogen metabolism in the rumen IRSIA C.R. Rech. 31.
- 7.- Hides, D.H., J. A. Lovatt and M. V. Hayward. 1983. Influence of stage of maturity on the nutritive value of Italian reyrgrasses. Grass Forage Sci. 38:33-38.
- 8.- Kaas, M. L., D. Pezo, F. Romero y J. Benavides. Las leguminosas arbóreas como suplemento alimenticio para ruminantes. Trabajo presentado en el III Curso de Producción e Investigación en Pastos Tropicales y I Simposium sobre Leguminosas Forrajeras Arbóreas. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Maracaibo 19-30 de abril de 1993.
- 9.- Krishnamoorthy, U; T. Muscato, C.J. Sniffen and P.J. Van Soest. 1982. Nitrogen fraction in selected feedstuffs. J. Dairy Sci. 65 (2): 217-225.
- 10.- Krishnamoorthy, U., C.J Sniffen; M.D Stern, and P. J Van Soest. 1983. Evaluation of a mathematical model of digesta and in-vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen undergraded nitrogen content of feedstuffs. Br. J. Nutr. 50:555.
- 11.- Leningher, A.L. 1975. Biochemistry. Woth Pub., New York, N.Y.
- 12.- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press Inc., San Diego, CA.
- 13.- Nelson, C.J. and L. E Moser. 1994. Plant factor affecting forage quality. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. University of Nebraska, Lincoln.
- 14.- Nocek, J. E., J. B Fallon and M. A Roe. 1986. Drying rate and ruminal nutrient digestion of chemically treated alfalfa hay. Crop. Science. 26:813.
- 15.- Nocek, J. E and J. B. Russel. 1988. Protein and Energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. J. Dairy Sci. Vol. 71, No. 8.
- 16.- Norvist, E. and P. Aman. 1986. Changes during growth in anatomical and chemical composition and in vitro degradability of lucerne. J. Sci. Food Agric. 37:1-7.
- 17.- Pichard, D. G. and P. J. Van Soest. 1977. Protein solubility of ruminant feeds. Proc. Cornell Nutr. Conf. p 91. Ithaca, NY.
- 18.- Pichard, D. R. G. 1977. Forage nutritive value. Continous and batch *in vitro* rumen fermentations and nitrogen solubility. Ph.D. thesis., Cornell University, Ithaca, NY.
- 19.- Pierce, W. C. and E. L. Haniseh. 1940. Quantitative Analysis. 2nd. ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY. pages 124-127.
- 20.- Razz, R. 1991. Comportamiento de la *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit sometida a diferentes frecuencias y alturas de corte. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Postgrado en Producción Animal (tesis de maestría). p.p 82.
- 21.- Roe, M. B; C. J. Sniffen and L. E. Chase. 1990. Techniques for measuring protein in feedstuffs. Proc. Cornell. Nutr. Conf. 981. Ithaca, NY.
- 22.- Saavedra, C.E., N.M. Rodríguez y N.M. De Sousa. 1987. Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala*. Pasturas tropicales-Boletín. 9 (2):6-10.
- 23.- Smith, O.B y M.F.J. Van Houtert. 1987. Valor forrajero de *Gliricidia sepium*. Revista Mundial de Zootecnia 62:57-68.
- 24.- Sniffen C. J., J. D O'Connor, P. J. Van Soest, D. Fox and J. Russel. 1992. A net carbohydrate and protein system. for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70:3562-3577.
- 25.- Stern, M.D. and L. D. Satter. 1982. In vivo stimulation of protein degradability in the rumen. Protein requirements for cattle: symposium. F. N Owens ed. Oklahoma State University, Stillwater.
- 26.- Van Soest, P. J., C. J. Sniffen, D. R. Mertens, D. G. Fox, P. H. Robinson and U. Krishnamoorthy. 1981. A net protein system for cattle: The rumen submodel for nitrogen. In: F.N. Owens (Ed.) Proteins Requirements for Cattle: Proceeding of an International Symposium. Mp-109.p 265. Div. of Agric., Oklahoma State University., Stillwater.