Degradabilidad y producción de la biomasa de *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia* como opciones forrajeras

Degradability and biomass production of *Gliricidia sepium* and *Guazuma ulmifolia* as forage options

María Alejandra Acevedo Torres[1], Roberto Piñeros Varón[2] y Jairo Mora Delgado[3]

[1] estudiante del Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima; [2] Profesor asistente, Departamento de Producción Pecuaria, Universidad del Tolima, [3] Profesor titular, Departamento de Producción Pecuaria, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios Universidad del Tolima, Ibagué

rpinerosv@ut.edu.co

Resumen

Gliricidia sepium y *Guazuma ulmifolia* son especies arbóreas con potencial para complementar la alimentación de rumiantes en sistemas ganaderos del bosque seco tropical. El objetivo del estudio fue evaluar la producción de biomasa y la degradabilidad in vitro de la materia seca de ambas especies en diferentes edades de rebrote. El experimento se realizó en Alvarado, Tolima, Colombia, bajo condiciones de bosque seco tropical. Después de un corte de uniformización, las plantas fueron evaluadas a los 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días de rebrote, seleccionándose 15 plantas por período de evaluación. La biomasa aérea se determinó mediante cosecha destructiva. La degradabilidad in vitro de la materia seca se evaluó utilizando el sistema DAISY II® a las 3, 6, 12, 24, 48 y 96 h de incubación. Se estimaron las fracciones soluble (a), potencialmente degradable (b) y la tasa de degradación (c), así como la degradabilidad potencial y efectiva para tasas de pasaje de 2, 5 y 8 %/h. G. sepium presentó mayor degradabilidad potencial que G. ulmifolia en todas las edades evaluadas, alcanzando valores de 93,24 % a los 15 días y disminuyendo hasta 68,63 % a los 105 días. En G. ulmifolia, la degradabilidad potencial disminuyó de 75,70 a 63,80 %, aunque las mayores degradabilidades efectivas se observaron entre los 45 y 60 días. La producción de biomasa aumentó con la edad de rebrote, particularmente en G. sepium. Estos resultados evidencian diferencias entre especies y edades de rebrote y sugieren que ambas arbóreas presentan potencial como recursos forrajeros para sistemas ganaderos del trópico seco.

Palabras clave: producción de biomasa; degradabilidad de la materia seca; árboles forrajeros; Gliricidia sepium; Guazuma ulmifolia; bosque seco tropical.

Abstract

Gliricidia sepium and *Guazuma ulmifolia* are multipurpose tree species with potential to supplement ruminant diets in tropical dry-forest livestock systems. This study aimed to evaluate biomass production and in vitro dry matter degradability of both species at different regrowth ages. The experiment was conducted in Alvarado, Tolima, Colombia, under tropical dry-forest conditions. Following a uniformity cut, plants were evaluated at 15, 30, 45, 60, 75, 90, and 105 days of regrowth, with 15 plants selected at each evaluation period. Aboveground biomass was determined using a destructive harvesting method. In vitro dry matter degradability was assessed using the DAISY II® incubation system at 3, 6, 12, 24, 48, and 96 h. The soluble fraction (a), potentially degradable fraction (b), degradation rate (c), potential degradability, and effective degradability at passage rates of 2, 5, and 8%/h were estimated. G. sepium showed greater potential degradability than G. ulmifolia across all evaluated regrowth ages. Potential degradability of G. sepium decreased from 93.24% at 15 days to 68.63% at 105 days, whereas that of G. ulmifolia decreased from 75.70% to 63.80%. Nevertheless, the highest effective degradability values for G. ulmifolia were observed at 45–60 days of regrowth. Biomass production generally increased with regrowth age, particularly in G. sepium. Overall, the results demonstrate species- and regrowth-age-related differences in biomass production and ruminal degradability and indicate that both tree species have potential as forage resources for ruminant feeding in tropical dry-forest livestock systems.

Keywords: biomass production; dry matter degradability; forage trees; Gliricidia sepium; Guazuma ulmifolia; tropical dry forest.

Recibido: febrero de 2026
Aceptado: septiembre de 2026

Introducción

Colombia cuenta con una extensión de terreno de 114 millones de hectáreas; de estas, 50 millones son destinadas a la actividad agropecuaria. El sector pecuario actualmente ocupa el 34,2% del espacio total nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2020); siendo la ganadería bovina la actividad económica con mayor presencia en el país, a principios de esta década sumaban alrededor de 28.245.262 cabezas de ganado repartidos en 655.661 predios en todas las regiones, pisos térmicos, escalas de producción y especialidades como: cría, levante, ceba, lechería especializada y doble propósito colombiano (ICA, 2020).

Según estadísticas oficiales, el 67,1% del total de los predios tenía menos de 25 animales; el 43,6% estaba en el rango de menos de 10 animales por predio; el 31,5% entre 26 y 500 animales. y solo el 1,0% de los predios registraba más de 500 animales (Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGÁN, 2018). Es importante resaltar que la actividad ganadera genera en promedio 810 mil empleos directos que representan el 6% del empleo nacional y el 19% del empleo agropecuario y además contribuye con el 1,4

% del producto interno bruto (PIB) nacional, aportando el 21,8% del PIB agropecuario y el 48,7% del PIB pecuario (FEDEGÁN, 2018).

Si bien, el papel de este sector para la economía nacional es evidente, son muchos los costos que tiene que sortear para que la actividad sea rentable; en especial, la alimentación constituye uno de los rubros más que tiene, más peso en la estructura de costos de producción. Por ende, existe una imperiosa necesidad de implementar estrategias nutricionales para rumiantes, que sirvan de complemento a las pasturas que a fin de cuentas son la base de la alimentación de los bovinos (Mojica, Castro, Carulla, y Lascano, 2017).

Una de estas estrategias tiene que ver con la utilización de especies forrajeras en asocio con gramíneas autóctonas o introducidas; esta combinación se conoce como sistemas silvopastoriles. Estos, tienen la característica de ser restauradores sustanciales de indicadores productivos animales y vegetales (Tarazona et al., 2013), que bajo un sistema de manejo integral hacen que las prácticas de manejo sean mucho más eficientes (Iglesias et al., 2016).

Por lo dicho anteriormente, el departamento del Tolima también ha fijado sus esfuerzos en este tipo de plantas debido a la escasez de pasto que se presenta en la mayoría de municipios en algunos meses del año. *Lecucane leucocephala, Tithonia diversifolia, Pithecellobium guachapele, Cassia spectabilis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* son algunas de las encontradas a lo largo del departamento; todas conocidas por su potencial nutritivo en la alimentación animal, sombríos, madera, cercas vivas, adaptabilidad y sobre todo resistencia a las altas temperaturas y estrés hídrico por baja pluviosidad (Sierra et al., 2016).

Es así, que de las plantas mencionadas en el párrafo anterior, se destacan el Matarratón *(Gliricidia sepium)* y Guácimo *(Guazuma ulmifolia)* por la utilización de su hojas en la alimentación de rumiantes en sistemas extensivos, semi intensivos y de doble propósito desde hace muchos años, pero, no se tiene total conocimiento de sus propiedades y edad propicia de corte para ser aprovechados al máximo (Cárdenas et al., 2011); y es bien sabido que el conocimiento de la calidad nutritiva de los forrajes es clave para un adecuado ajuste de planes de alimentación y para lograr mejores parámetros productivos (Gaviria et al., 2015).

En consecuencia, este trabajo se realizó con el objetivo de ampliar el conocimiento de las especies *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia*, por medio de una evaluación de la producción y la degradabilidad de biomasa del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y matarratón (*Gliricidia sepium*) en diferentes edades de rebrote. en el municipio de Alvarado, Tolima.

Materiales y métodos

Localización

El estudio experimental se realizó en el municipio de Alvarado, departamento del Tolima. con las siguientes condiciones medioambientales: temperaturas entre los 26 y 33º C, precipitaciones de 1.500 mm anuales

y altitud de 439 msnm, humedad relativa del 84% catalogada según Holdridge (1978) *como zona de bosque seco tropical. Donde se contó con un cultivo de G. sepium y uno de G. ulmifolia, con edad de establecimiento de 1 año.*

En ese escenario se realizó un experimento evaluando el comportamiento agronómico, productivo y bromatológico de las especies vegetales (guácimo y matarratón).

Evaluación Vegetal*:*

Se hizo un corte de emparejamiento para los cultivos de G. sepium y G. ulmifolia, luego se realizaron mediciones de las diferentes variables agronómicas y productivas en los 15, 30, 45, 60, 75, días de rebrote. Para la toma de datos de cada periodo fueron seleccionadas 15 plantas al azar, a las cuales se les retiro el forraje (hojas y tallos) en su totalidad. Las variables evaluadas fueron:

Productivas: producción de biomasa expresada en base seca y base verde.

Biomasa: según el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO, 2016) la biomasa es el peso de la materia orgánica aérea y subterránea que existe en un ecosistema forestal; en el presente trabajo de investigación, dicha variable se evaluó teniendo en cuenta solo la biomasa aérea, por medio de una metodología directa o destructiva; es decir se procede a retirar el material aéreo de la planta para ser pesado y luego secado (Brown et al., 1989).

Nutricionales: Materia seca (MS), Proteína cruda (PC), Extracto etéreo (EE), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente acido (FDA), Degradabilidad In Vitro.

Por último, la Degradabilidad In Vitro se determinó con DAISY II® con tiempos de incubación de 3, 6, 12, 24, 48 y 96 horas para cada dieta. Los parámetros de la degradación ruminal de la materia seca (MS) in vitro se calcularon por medio de la ecuación aplicada por Orskov y McDonald (1979): $p = \alpha + b\ (1 - e^{-ct})$; dónde: p = velocidad de degradación en el tiempo t; α = fracción soluble en agua; b = fracción de agua insoluble, potencialmente degradable; c= velocidad de degradación de la fracción b; t = tiempo de incubación. La degradabilidad efectiva (DE) de la MS se calculó usando la siguiente ecuación: $DE = \alpha + (b \times c / c + k)$; donde k es la velocidad del paso de partículas en el rumen. La degradabilidad efectiva de la MS in vitro, se estimó para cada dieta, teniendo en cuenta las tasas de pasaje de 2, 5 y 8%/h, valores que se pueden atribuir a niveles de consumo bajo, medio y alto, respectivamente. La degradabilidad potencial se calculó usando la siguiente ecuación: $DP = a + b$.

Análisis estadístico

Para los datos obtenidos de los análisis bromatológicos de las plantas y sus variables nutricionales, se utilizó la prueba de *T Student*.

Se utilizo el software INFOSTAT para los análisis estadísticos; las comparaciones de medias se realizaron por la prueba de comparación de medias *Tukey.*

Resultados y discusión

Producción de biomasa vegetal

La figura 1. Representa el comportamiento de la producción de biomasa de *G. ulmifolia* y *G. sepium* en 7 periodos de evaluación y su correlación positiva con la edad de corte.

.

Notándose estadísticamente diferencia significativa entre especie en cada edad de rebrote con un $p < 0,05$. No obstante, *G. sepium* mostro un desarrollo más notorio en lo que respecta la cantidad de follaje, ya que responde de manera significativa hasta los 45 días para luego atenuar el crecimiento; y el *G. ulmifolia* fue al día 60 cuando mostro su máximo rendimiento

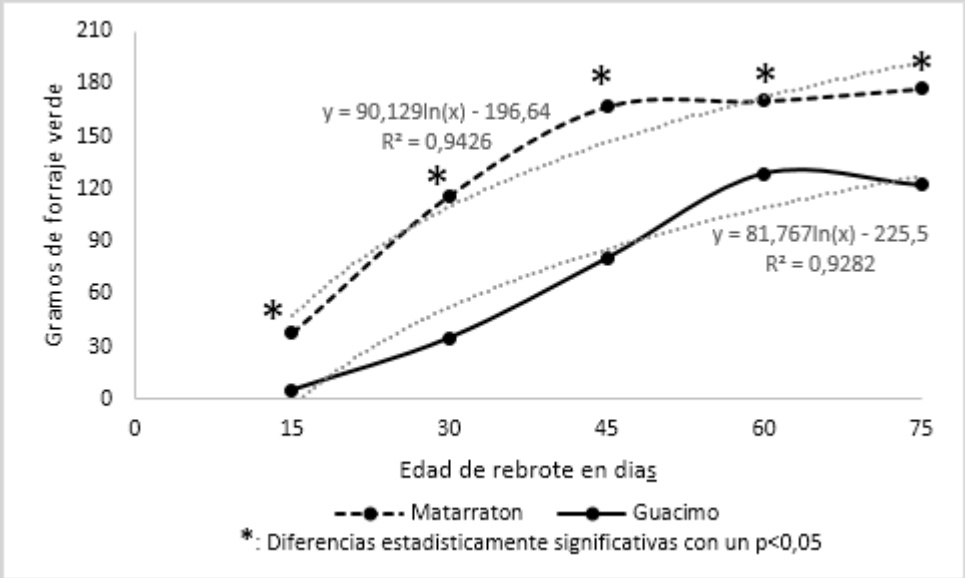


Figura 1. Comportamiento de la biomasa de *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium* a diferentes edades de corte, mostrando diferencias significativas en cada uno de los periodos evaluados.

La importancia del manejo de cortes para especies forrajeras radica en el reconocimiento del mejor momento de la planta donde pueda obtenerse mayor cantidad de materia seca por hectárea, por ejemplo un estudio realizado por Edwards et al. (2012) reporta que el corte ideal para *G. sepium* es de 6 a 12 semanas es decir entre 45 y 90 días de edad. Esto concuerda con los resultados de este estudio en donde la mayor producción de biomasa para esta leguminosa se registró en el día 45 de corte y después de esto presentó un aumento constante hasta el día 75.

Algunos trabajos donde se ha analizado la productividad por hectárea de *G. sepium* como monocultivo o en asociación con otras especies reportan cantidades de 1260 y 2060 Kg/MS/Ha cantidades que encontramos en este estudio entre los días 45 y 75 de rebrote.

En esta medida, Ramos-Trejo et al. (2016) realizaron un estudio en el cual trabajaron a

G. sepium por cortes de 45, 60 y 75 días. Durante la recolección del material vegetal en cada uno de los periodos obtuvieron valores de materia seca de 2,43; 3,50 y 2,26 t/MS/ha valores muy cercanos a los obtenidos en este estudio donde la producción de Kg/MS/ha fue de 1671,36; 1702,92 y 1774,16 para los días 45, 60 y 75 respectivamente; sin que se presentara una disminución en la cantidad de biomasa cosechada a medida que maduraba la planta.

En lo que respecta a *G. ulmifolia,* autores que han estudiado sus características agronómicas aseguran que la cantidad de biomasa producida depende de edad y altura del árbol, por ejemplo reportan una cantidad de materia seca por hectárea de 2,6 t/MS/ha en arboles de 6 meses de edad (Manríquez-Mendoza et al., 2011). La cifra antes mencionada supera los resultados de este estudio en cuanto al rendimiento de materia seca del Guácimo ya que a los 75 días de rebrote la producción máxima de biomasa que obtuvimos fue de 1,3 t/MS/ha. Otras evaluaciones realizadas a G. ulmifolia en bancos forrajeros en México, reportan valores altos cercanos a 4 t/MS/ha.

Una premisa importante que han establecido varios autores como Francisco y Hernández (1998) en cuanto a la especie G. sepium es que la frecuencia de corte óptima, que debe oscilar entre los 70-90 días para que no incida en la producción de biomasa. Aunque en nuestro trabajo experimental el periodo máximo de corte establecido fue de 13 semanas, existen estudios donde el matarratón ha sido estudiado como cerca viva.

Tal es el caso de Pedraza-Olivera (1994), que en su estudio *Rendimiento, Composición Química y Digestibilidad del Follaje de Postes Vivos de Gliricidia sepium a Diferentes Edades de Rebrote*, menciona que el mayor rendimiento de follaje por planta de matarratón fue significativamente superior ($P<0,001$) a los 180 días, lo cual lo hace valioso como planta productora de biomasa cuando crece como poste vivo, pues los rendimientos dependerán, además de los factores de suelo y el clima, del manejo y la distancia entre árboles.

Al respecto, Agbana y Boampong (2020) indican que los factores que más afectan el rendimiento del follaje son la frecuencia y altura de corte, es decir, al alargar el intervalo de corte se logra un mayor rendimiento de biomasa total, pero se disminuye el porcentaje de hojas, lo cual afectará directamente la calidad de la biomasa total, pues los nutrientes están principalmente en las hojas.

Probablemente, gracias a la buena persistencia y a la alta producción de biomasa del Matarratón, cuando este se integra a los sistemas de pastoreo intensivo, es que se permite mantener una capacidad de carga de tres a cuatro animales en producción de leche por hectárea (Urbano et al., 2006).

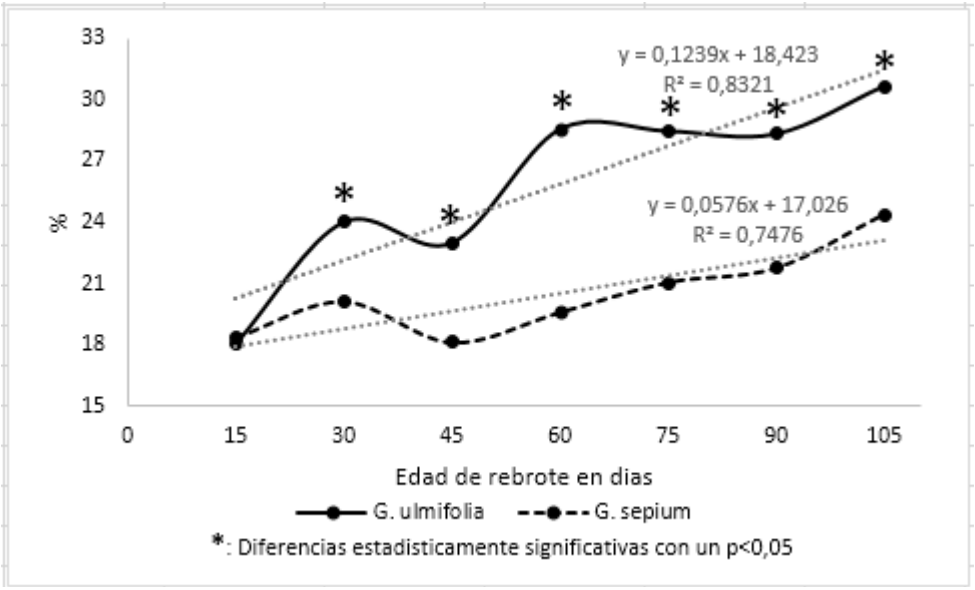


Figura 2. Comportamiento de la materia seca del guácimo y matarratón en diferentes edades de rebrote en condiciones de trópico seco.

Materia seca

La materia seca se comporta de manera inversa a la proteína, es decir, a medida que el forraje madura los niveles de proteína descienden pero a su vez aumenta el contenido de materia seca, tal fue el caso de este estudio sin embargo, el guácimo presento niveles superiores de materia seca que la otra especie en estudio. En la figura 2 es representada la diferencia estadísticamente significativa entre *G. sepium* p<0,05 y *G. ulmifolia*, pues se evidencia un mayor contenido para *G. ulmifolia* en todos los cortes. El rebrote del día 60 presento 28,54% y el día 105 un 30,66% valor que seguramente ira en ascenso en función de la edad de poda.

Similarmente, un trabajo de investigación realizado por Ávila (2014) con las mismas especies del presente experimento, obtuvo porcentajes de MS para matarratón y guácimo más altos que los encontrados en esta investigación en cualquiera de los periodos evaluados, datando valores de 28% de MS para *G. sepium* y 38,3% para *G. ulmifolia.*

Otro autor, fue Araque et al. (2006) quien también analizo el matarratón en diferentes estadios de crecimiento y menciono que la calidad nutricional es directamente proporcional a la edad de la planta, pues en su investigación encontró que a medida que el rebrote madura desde los 3 a los 12 meses, existe un incremento (P<0,05) en el contenido de la materia seca, con valores que ascienden

de 8,75 a 13,39%, respectivamente; igualmente al analizar la proteína, pues tuvo un incremento entre los tres y seis meses, pero descendió significativamente (P<0,05) a partir de los meses nueve y doce.

Análisis bromatológico

.

En la tabla 1 se presenta los resultados del análisis bromatológico. Para proteína cruda, el valor de 28,58 % en matarratón es elevado incluso para el rango típico reportado de esta especie (14–26 %) según literatura sobre harina de forrajes en alimentación animal que reporta contenidos de proteína de 14-26% para especies como matarratón, leucaena y guácimo. Otros estudios en México ubican a Gliricidia sepium alrededor de 16,28 % de PC un estudio sobre árboles forrajeros en Veracruz reporta que Guazuma ulmifolia alcanza 16,72% de proteína y Gliricidia sepium 16,28%, lo que sugiere que este valor está en el extremo alto (posiblemente por estado fenológico de hoja joven, fertilidad del suelo o metodología analítica). Para guázimo, 15,08 % es coherente con lo reportado en literatura reciente, que ubica su PC foliar en torno a 14,7 % el guácimo, aunque no es leguminosa, presenta en sus hojas un contenido de proteína cruda de 14,7%, digestibilidad de 40-85% y fibra cruda de 26%. Esta ventaja proteica del matarratón es consistente con su condición de leguminosa fijadora de nitrógeno, mientras que el guázimo, pese a no serlo, mantiene un perfil forrajero interesante por otras vías (Cabrera-Nuñez et al, 2019; Gutiérrez-Castro y Güechá Castillo, 2016; Martínez, 2020)

En cuanto a las fibras, FDN y FDA, los resultados son biológicamente razonables: ambas especies son follajes arbóreos tropicales con estructuras de fibra similares. La literatura muestra rangos amplios y solapados entre especies arbóreas forrajeras (FDN 283–629 g/kg MS, FDA 161–416 g/kg MS) en un estudio de 12 especies nativas forrajeras, los contenidos de fibra neutro detergente fueron de 283,4 a 629,1 g/kg MS y el rango de fibra ácido detergente fue de 161,0 a 415,6 g/kg MS, lo cual respalda que la variabilidad intraespecie e interespecie en estas fracciones fibrosas suele ser alta, y que no encontrar diferencia estadística entre dos especies arbóreas no es inusual. (López-Herrera et al., 2012)

En la energía (NDT, ED y EM) el guásimo supera al matarratón. Este es el hallazgo más interesante y aparentemente contraintuitivo: pese a tener menor PC, el guásimo presenta mayor NDT y mayor energía digestible/metabolizable. La explicación está en la relación fibra-energía: la proteína cruda y el extracto etéreo se correlacionan positivamente con la concentración energética del alimento, mientras que las fracciones fibrosas como la FDN y FDA presentan una correlación negativa con la disponibilidad energética. Como la FDA del guázimo en tu tabla (29,41 %) no es muy distinta de la del matarratón, la mayor energía del guázimo probablemente responde a otros componentes no fibrosos (carbohidratos solubles, pectinas) más que a un efecto proteico, ya que el matarratón compensa con más proteína pero no logra traducir eso en mayor NDT. (Arce-Ramírez et al, 2020)

Este patrón —alta proteína pero baja energía neta en matarratón— tiene respaldo directo en la literatura: un estudio con cuyes encontró que el matarratón presentó el

mayor contenido de proteína bruta con el mayor coeficiente de digestibilidad, sin embargo su valor energético fue de solo 1924 Kcal de ED/kg, mientras que especies con menor proteína pero mejor perfil de carbohidratos estructurales alcanzaron valores energéticos superiores. Esto confirma que proteína alta no implica automáticamente mayor densidad energética, y que tu tabla refleja exactamente ese fenómeno fisiológico (Hurtado et al 2012)
En el Extracto etéreo (EE) hay una diferencia muy significativa a favor del matarratón (p=0,0002). Aunque las diferencias absolutas son pequeñas (3,07 % vs 2,59 %), la alta significancia sugiere baja variabilidad experimental (EE=0,03). El EE aporta densidad energética por gramo (9,4 Mcal/kg de grasa digerida frente a 4,2 Mcal/kg de carbohidratos) utilizando la energía de combustión de 4,2, 5,6 y 9,4 Mcal/kg cuando los carbohidratos digeridos, la proteína cruda digerida y la grasa digerida son metabolizados en el cuerpo; sin embargo, en tu tabla esta ventaja del matarratón en EE no fue suficiente para superar al guázimo en ED/EM, reforzando que el componente fibroso-carbohidratado del guázimo domina el balance energético final.(Elizondo-Salazar, 2020)

Para la ceniza el resultado esperable; el contenido mineral total no suele diferir marcadamente entre especies arbóreas tropicales cultivadas en condiciones edáficas similares

Tabla 1 Resultados del análisis bromatológico de G. sepium y G. ulmifoia

Variable	**Especie**		**p**	**EE**
	Matarratón	Guázimo		
PC (%)	28,58	15,08	0,001	0,37
FDN (%)	37,92	34,11	0,4761	3,43
FDA (%)	27,21	29,41	0,4618	1,92
EE (%)	3,07	2,59	0,0002	0,03
CENIZA (%)	8,36	8,7	0,6441	0,47
NDT (%)	71,74	77,36	0,0432	1,36
ED Mcal/Kg	3,16	3,41	0,0429	0,06
EM Mcal/Kg	2,6	2,8	0,0437	0,05

Las Tablas 2 y 3 representan el análisis de la degradabilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y los resultados de variables como degradabilidad potencial, fracciones a-b-c, R^2, degradabilidad a la hora 2, 5 y 8 post incubación y su corrección.

En la tabla 2 se aprecia la degradabilidad de *G. sepium* la fracción digestible de matarratón fue mayor en los días 30 y 45 de corte, así mismo se muestra que los rebrotes más jóvenes son potencialmente más degradables que los longevos. Y que esta planta después de ser consumida es degradada en un 60% a las 2 horas en el rumen.

Tabla 2. Degradabilidad de *G. sepium* en función del tiempo de corte

Variables	MATARRATÓN Días de corte						
	15	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
Fracción a %	33,8782	41,2087	38,8202	33,0427	29,4589	30,2193	26,521
Fracción b %	59,3665	49,2778	50,6617	56,0743	54,156	52,6832	42,113
Fracción c %	0,0221	0,0184	0,0206	0,0146	0,0143	0,0151	0,0392
DP %	93,24	90,49	89,48	89,12	83,62	82,9	68,63
DE 2 %h-1	60,58	61,44	60,86	53,29	48,79	49,59	50,47
DE 5 %h-1	51,94	54,37	53,51	45,62	41,42	42,32	44,87
DE 8 %h-1	46,73	50,43	49,21	41,69	37,68	38,57	40,35
r2%	96,116	94,639	94,704	97,382	80,331	96,939	96,253
BIC	56,5172	53,8505	55,9458	41,74236	79,9380	42,8887	46,5944
AICc	56,0327	53,3059	55,4612	41,25780	79,4534	42,4041	46,1098

La fracción de rápida solubilidad (fracción a), Una importante fracción soluble hace referencia a azúcares solubles, los cuales solamente son abundantes por periodos cortos de tiempo después de la ingestión de alimento y posteriormente actúan como metabolitos intermedios en la degradación de carbohidratos más complejos (Hungate, 1966), por lo cual serán sustratos para un rápido crecimiento bacteriano que permita al corto tiempo una actividad importante de microorganismos en rumen.

Tabla 3. Degradabilidad de *G. ulmifolia* en función del tiempo de corte

	Días de corte						
	15	30	45	60	75	90	105
Fracción a %	15,3045	10,1191	26,7619	28,0029	11,2553	18,3641	21,6048
Fracciónb %	60,4001	65,1981	44,1645	41,4565	57,1808	46,7584	42,1969
Fracción c %	0,0226	0,0489	0,0606	0,0524	0,0288	0,0081	0,0462
DP %	75,7	75,32	70,93	69,46	68,44	65,12	63,8
DE 2 %h-1	42,78	49,53	55,83	53,83	40,19	29,92	46,93
DE 5 %h-1	33,98	41,31	50,77	49,05	31,98	24,85	41,71
DE 8 %h-1	28,63	33,92	45,78	44,4	26,38	22,68	37,04
r2%	97,307	95,404	97,93	88,121	97,543	84,897	96,694
BIC	50,54885	66,11959	36,61915	68,194969	48,70410	57,52,0961	44,3582

AICc	50,06429	65,63502	36,13459	67,710405	48,21953	57,036397	43,8736

G. ulmifolia presento su fracción altamente degradable en los cortes 45 y 60, que a su vez tuvieron una degradabilidad potencial del 70% como se puede ver en la Tabla 3; esto nos indica que matemáticamente esta forrajera es menos degradable que el matarratón en cualquier periodo de corte evaluado. Sin embargo, algo concordante en ambas especies en el tiempo en que son más degradable en rumen que para el guácimo también es de dos horas después de estar en el rumen.

Cabe decir, que el aporte de Nitrógeno (N) de las arbustivas es proporcional en rumen y duodeno, es decir, la cantidad que es considerable proteína de sobrepaso; que en condiciones de producción contribuye a un aporte equilibrado de N para la síntesis de proteína microbiana y para las necesidades del animal (La O et al., 2003). De los resultados obtenidos se resaltan los bajos valores de degradabilidad *G. ulmifolia* frente a las demás especies en los distintos horarios, condición que se debe a la presencia de fenoles y otros metabolitos secundarios en los follajes (Makkar, 2003) si se tiene en cuenta los bajos porcentajes de FDN y FDA encontrados en estas especies.

Por esto, es importante recordar que esta degradabilidad de *G. ulmifolia* no afectan el desempeño animal debido a que gran fracción de la MS cuenta con características de sobrepaso o escape de la fermentación ruminal y son degradadas en tracto posterior debido seguramente a la presencia de metabolitos secundarios como taninos y otros factores que limitan la degradabilidad en rumen pero no en intestino (Delgado, Chongo, Galindo y Obregón, 2001).

Concretizando el segmento de evaluación bromatológica de *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia,* se demostró que ambas especies contienen óptimos valores nutricionales, los cuales las hacen aprovechables para la nutrición animal sobre todo en zonas de vida como el trópico seco (Castañeda-Serrano, Piñeros-Varón y Velez-Giraldo, 2018).

G. sepium, tiene un efecto positivo sobre la alimentación del ganado a través del mejoramiento de la calidad de las gramíneas asociadas, gracias al anclaje de nutrientes de capas profundas del suelo, la rápida descomposición de la hojarasca, la fijación de nitrógeno atmosférico, la retención de humedad y la protección contra los vientos desecantes. Especies como la Guinea *Panicum máximum,* la estrella *Cynodon plectostachyus* y *C. nlemfuensis* y el angleton *Dichanthium aristatum* se benefician mucho de la asociación con el Matarratón *(Gliricidia sepium).*

Conclusiones

Existe un compromiso (trade-off) entre edad de rebrote, producción de biomasa y calidad nutricional en ambas especies. La producción de biomasa aumenta con la edad de corte —especialmente en *G. sepium*, que responde de forma más marcada hasta el día 45 antes de atenuar su crecimiento, mientras *G. ulmifolia* alcanza su máximo rendimiento hacia el día 60—, pero este aumento en cantidad de

forraje ocurre justo cuando la calidad nutricional comienza a declinar, ya que la degradabilidad potencial de ambas especies disminuye consistentemente conforme avanza la edad de rebrote (de 93,24% a 68,63% en matarratón entre los 15 y 105 días, y de 75,70% a 63,80% en guácimo). Esto implica que no existe una única "edad óptima de corte": la decisión depende de si el productor prioriza cantidad de materia seca o calidad digestiva del forraje.

Gliricidia sepium **(matarratón) es nutricional y ruminalmente superior a** *Guazuma ulmifolia* **(guácimo), pero el guácimo compensa con ventajas complementarias.** El matarratón mostró mayor degradabilidad potencial en todas las edades evaluadas y mayor contenido de proteína cruda y extracto etéreo. Sin embargo, el guácimo presentó mayor NDT, energía digestible y metabolizable, así como mayor contenido de materia seca en todos los cortes —lo cual sugiere que, aunque menos degradable en rumen, buena parte de su fracción no degradada escapa a la fermentación ruminal y se aprovecha en el tracto posterior (por la presencia de taninos y otros metabolitos secundarios), sin afectar necesariamente el desempeño animal.

Ambas especies arbóreas son forrajes viables y complementarios para sistemas ganaderos de bosque seco tropical. Más allá de sus diferencias, el estudio concluye que tanto matarratón como guácimo presentan valores nutricionales óptimos y aprovechables para la alimentación animal en el trópico seco, lo que respalda su uso combinado (por ejemplo en cercas vivas o bancos forrajeros) como estrategia para diversificar y estabilizar la oferta de forraje de calidad a lo largo del año, especialmente considerando que el matarratón además mejora indirectamente la productividad de gramíneas asociadas mediante fijación de nitrógeno y reciclaje de nutrientes.

Referencias

Agbana, C. T., & Boampong, E. W. (2020). Aboveground Biomass Production and Nitrogen Content of Gliricidia Sepium under Different Pruning Regime- A Case Study at the Department of Agroforestry Farm (Kwame Nkrumah University of Science and Technology-KNUST). International Journal of Innovative Science and Research Technology, 5(9), 149–153. https://doi.org/10.38124/ijisrt20sep171

Arce-Ramírez, G., WingChing-Jones, R., y Rojas-Bourrillón, A. (2020). Contenido energético de materiales forrajeros utilizados en el trópico. *Nutrición Animal Tropical*, *14*(1), 13-35.

Brown, S., Gillespie, A., & Lugo, A. E. (1989). Biomass Estimation Methods for Tropical Forests with Applications to Forest Inventory Data. May 2014.

Cabrera-Núñez, A., Lammoglia-Villagomez, M., Alarcón-Pulido, S., Martínez-Sánchez, C., Rojas-Ronquillo, R., & Velázquez-Jiménez, S. (2019). Árboles y arbustos forrajeros utilizados para la alimentación de ganado bovino en el norte de Veracruz, México. Abanico veterinario, 9, e913. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-61322019000100113&script=sci_arttext&tlng=es

Cárdenas, C. A., Rocha, C., & Delgado, J. M. (2011). Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alto Andina de Roncesvalles, Tolima. 4(1), 29–35.

Castañeda-Serrano, R., Piñeros-Varón, R., & Vélez-Giraldo, A. (2018). Foliage of tropical

arboreal species in feeding ovines (Ovis aries): Intake, digestibility and balance nitrogen. Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural, 22(1), 58–68. https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.4

Delgado, D. C., La, O. O., Chongo, B., Galindo, J., & Obregón, Y. (2001). Cinética de la degradación ruminal in situ de cuatro árboles forrajeros tropicales: Leucaena leucocephala, Enterolobium cyclocarpum, Sapindus saponaria y Gliricidia sepium. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 35(2), 141–145.

Edwards A., Mlambo V., Lallo C. H. O., & Garcia G. W. (2012). Yield, chemical Composition and In Vitro Ruminal Fermentation of the Leaves of Leucaena Leucocephala, Gliricidia Sepium and Trichanthera Gigantea as Influenced by Harvesting Frequency -. Journal of Animal Science Advances, 2(3), 321–331.

Elizondo-Salazar, J. A. (2020). Energía calórica en alimentos para ganado de leche. *Nutrición Animal Tropical*, *14*(2), 39-50.

Federación Colombiana de Ganaderos, & FEDEGÁN. (2018). GANADERÍA COLOMBIANA HOJA DE RUTA 2018 - 2022.

Francisco, G., & Hernández, I. (1998). Gliricidia sepium (JACQ.) Kunth y Walp árbol multiproposito para una ganaderia sostenible. Pastos y Forrajes, 21(3), 191–204.

Gaviria, X., Rivera, J., & Barahona, R. (2015). Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteina en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo Nutritional quality and fractionation of carbohydrates. Pastos y Forrajes, 38(2), 194–201. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v38n2/pyf07215.pdf

Gutiérrez-Castro L. y Güechá Castillo, A. (2016.) Harina de forrajes en la alimentación animal. *Revista Sistemas Agroecológicos*, 7 (2) 56-70 https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/download/688/741/2889

Holdridge, L. R. (1978). Ecología basadas en zonas de vida. In Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA. http://repositorio.iica.int/handle/11324/7936

Hungate, R. E. (1966). Ruminations on the rumen. The Rumen and Its Microbes, 533.

Hurtado, D. I., Nocua, S., Narváez-Solarte, W., y Vargas-Sánchez, J. E. (2012). Valor nutricional de la morera (*Morus* sp.), matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum maximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista Veterinaria y Zootecnia*, *6*(1), 56-65.

ICA, I. C. A. (2020). Censo Nacional Bovino 2020.

Iglesias, J. L. C., Ledesma, L. M., & Arizala, J. A. (2016). Arbustivas forrajeras y ácidos grasos: estrategias para disminuir la producción de metano entérico en bovinos. Agronomía Mesoamericana, 28(1), 273. https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21466

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, I. (2016). Metodología para la cuantificación y reporte de remociones de gases de efecto invernadero producto de actividades forestales. 506.

La O, O., Chongo, B., Delgado, D., Ruiz, T. E., Elías, A., Stuart, J. R., & Torres, V. (2003). Dry matter and total nitrogen ruminal degradability of six ecotypes of Leucaena leucocephala. Cuban Journal of Agricultural Science, 37(3), 265–270.

López Herrera, M. A., Rivera Lorca, J. A., Ortega Reyes, L., Escobedo Mex, J. G., Magaña Magaña, M. Ángel, Sanginés García, J. R., & Sierra Vázquez, Ángel C. (2012). Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, *46*(2), 205 a 215. Recuperado a partir de

https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1810

Makkar, H. P. S. (2003). Treatment of Plant Material, Extraction of Tannins, and an Overview of Tannin Assays Presented in the Manual. Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage, 43–48. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0273-7_2

Manríquez-Mendoza, L. Y., López-Ortíz, S., Pérez-Hernández, P., Ortega- Jiménez, E., López-Tecpoyotl, Z. G., & Villarruel-Fuentes, M. (2011). Agronomic and forage characteristics of Guazuma ulmifolia Lam. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14(2), 453–463.

Martínez, F. (2020). *Guácimo (Guazuma ulmifolia): Calidad nutricional*. https://infopastosyforrajes.com/arbol-forrajero/guacimo/

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Cadena láctea colombiana - Cadena láctea colombiana. UPRA Colombia. https://mail.google.com/mail/u/0/?tab=rm&ogbl#inbox/FMfcgxwJZJVJJRHCmxWsWPPVKQLlNkdG?projector=1

Mojica-Rodríguez, J. E., Castro-Rincón, E., Carulla-Fornaguera, J., & Lascano-Aguilar, C. E. (2017). Efecto de la especie y la edad de rebrote en el perfil de ácidos grasos de leguminosas y arbustivas tropicales. Corpoica Ciencia y Tecnologia Agropecuaria, 18(3), 463–477. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:738

Orskov, E. R. and I. McDonald. (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agriculture Science 92(2): 492-503.

Pedraza Olivera, R. (1994). rendimiento, composición química y digestibilidad del follaje de postes vivos de Gliricidia sepium a diferentes edades de rebrote. 17(January 1994).

Ramos-Trejo, O., Canul-Solis, J. R., & Ku-Vera, J. C. (2016). Forage yield of Gliricidia sepium as affected by harvest heigh and frequency in Yucatan, Mexico. Revista Bio Ciencias, 4(2), 116–123.

Sierra, A. B., Rodríguez, P. R., & Delgado, J. M. (2016). Conocimiento local de especies leñosas y herbáceas usadas en alimentación de ovinos en el norte del Tolima. 25–33.

Tarazona, A. M., Ceballos, M. C., Cuartas, C. A., Naranjo, J. F., Murgueitio, E., & Barahona, R. (2013). The relationship between nutritional status and bovine welfare associated with adoption of intensive silvopastoral systems in tropical conditions. ResearchGate, August 2014, 69–78.

Urbano, D., Dávila, C., & Moreno, P. (2006). Efecto de las leguminosas arbóreas y la suplementación con concentrado sobre la producción de leche y cambio de peso en vacas doble propósito. Zootecnia Tropical, 24(1), 1–8.