

CALIDAD NUTRICIONAL Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE MELINA *Gmelina arborea* EN BANCOS FORRAJEROS EN EL PIEDEMONTE LLANERO.

**LIDIA JISEHT APARICIO HERNANDEZ
DANIEL ALEJANDRO ABRIL FORERO**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ
2016**

CALIDAD NUTRICIONAL Y PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE MELINA *Gmelina arborea* EN BANCOS FORRAJEROS EN EL PIEDEMONTE LLANERO

**LIDIA JISEHT APARICIO HERNANDEZ
DANIEL ALEJANDRO ABRIL FORERO**

**Trabajo presentado para optar por el título de:
ZOOTECNISTA**

**Director:
ALEXANDER NAVAS PANADERO
Médico Veterinario Zootecnista
MSc. Agroforestería tropical**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ
2016**

DIRECTIVAS

HERMANO CARLOS GABRIEL GÓMEZ RESTREPO F.S.C
RECTOR

HERMANO CARLOS ENRIQUE CARVAJAL COSTA.
VICERRECTOR ACADEMICO

HERMANO FRANK LEONARDO RAMOS BAQUERO F.S.C.
VICERRECTOR DE PROMOCION Y DESARROLLO HUMANO

LUIS FERNANDO RAMÍREZ HERNÁNDEZ
VICERRECTOR DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA

DOCTOR EDUARDO ANGEL REYES
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DOCTORA PATRICIA INES ORTIZ VALENCIA
SECRETARIA GENERAL

DOCTORA CLAUDIA AIXA MUTIS BARRETO
DECANA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTOR ALEJANDRO TOBON
SECRETARIO ACADEMICO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARIN
DIRECTOR PROGRAMA DE ZOOTECNIA

DOCTORA MARIA CAMILA CORREDOR LONDOÑO
ASISTENTE ACADEMICO

APROBACION

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARIN
DIRECTOR PROGRAMA

DOCTORA MARIA CAMILA CORREDOR LONDOÑO
ASISTENTE ACADEMICO

DOCTOR ALEXANDER NAVAS PANADERO
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

DOCTOR HERNAN ANDRADE CASTAÑEDA
JURADO

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARIN
JURADO

DEDICATORIA

A la memoria de mi tía Carmen Alicia Aparicio quien con su esfuerzo, dedicación y amor por su familia, me enseñó a valorar y a entender lo mucho que se puede llegar a amar a una persona.

Jiseht Aparicio Hernández

Este trabajo se lo dedico a mis padres por todo el apoyo y constancia incondicional durante toda mi formación como zootecnista.

Daniel Alejandro Abril Forero

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de trabajo de grado M.V.Z ALEXANDER NAVAS PANADERO, por sus meritorias observaciones, sugerencias y persistencia en el desarrollo de este trabajo; quien nos brindó su apoyo y acompañamiento a lo largo de nuestra formación profesional.

A Nuestros profesores quienes en el trascurso de nuestra formación profesional nos acompañaron, enseñaron y guiaron a forjar nuestro desarrollo moral y profesional en el área pecuaria de nuestro país.

RESUMEN

Palabras claves: *Gmelina arborea*, calidad nutricional, potencial productivo.

Con el objetivo de evaluar la producción y calidad nutricional de la planta de *Gmelina arborea* y sus fracciones (hojas-peciolos y tallos) se realizó esta investigación bajo un sistema de banco forrajero. Este se trabajó se desarrolló en la finca “La Palmita” ubicada en la vereda Apiay (Villavicencio, Meta, Colombia) localizado a 10°57' N y 09°45' O con una altitud de 358 msnm y una precipitación promedio anual de 4000mm. Se emplearon 1024 plantas de *Gmelina arborea* divididas en cuatro parcelas con un área de 167.75 m² a una densidad de siembra de 1 x 1 m, realizando cuatro muestreos con intervalos de 60 días, en cada muestreo fueron cosechados 10 arbustos al azar por parcela. Se calculó la producción de forraje verde y se evaluó Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Digestibilidad In Vitro de la Materia Seca (DIVMS), Fibra en Detergente Neutro (FDN) y Fibra en Detergente Ácido (FDA) para estimar la calidad nutricional de la planta completa y sus fracciones. Se empleó estadística descriptiva para las variables evaluadas, utilizando el software Infostat®. Como resultado se obtuvo una producción de biomasa de 1008,29 g/planta/corte y 61,30 t/ha/año en forraje verde, en MS 272,63 g/planta/corte y 16,57 t/ha/año. La planta completa presentó un contenido de PC de 10,85%, DIVMS 36,40%, FDN 51,75% y FDA 45,20 %. El porcentaje de PC y DIVMS en las hojas fue de 17,90 y 43,80 respectivamente. Según los resultados obtenidos en este estudio, la incorporación de *Gmelina arborea* en bancos forrajeros evidencio una mayor producción de forraje verde comparado con otras plantas que tienen el mismo enfoque. Finalmente las estrategias de densidad de siembra es un factor determinante al momento de producción ya que requiere de suficiente luz para un crecimiento eficaz y una producción exitosa.

ABSTRACT

Keywords: *Gmelina arborea*, nutritional quality, productive potential.

With the aim of assessing the production and nutritional quality of *Gmelina arborea* plant and its fractions (leaf-stalks and stems) This research was conducted under a system of fodder bank. This worked was developed in the "La Palmita" located in Apiay (Villavicencio, Meta, Colombia) village located at 10 ° 57' N and longitude 09 ° 45' W at an altitude of 358 meters above sea level and precipitation annual average of 4000mm. 1024 *Gmelina arborea* plants divided into four plots with an area of 167.75 m² at a planting density of 1 x 1 m were used, making four samples at intervals of 60 days; in each sample were harvested 10 bushes per plot randomly. Forage production was calculated and Dry Matter (DM), Crude Protein (CP), in vitro digestibility of dry matter (IVDMD), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were evaluated to estimate the nutritional quality of the entire plant and its fractions. Descriptive statistics were used for the variables evaluated, using the software Infostat®. As a result production of biomass 1008.29 g / plant / cutting and 61.30 t / was obtained ha / year in green forage, MS 272.63 g / plant / cutting and 16.57 t / ha / year. The whole plant presented a CP content of 10.85%, 36.40% IVDMD, FDN and FDA 51.75% 45.20%. The percentage of PC and IVDMD in leaves was 17.90 and 43.80 respectively. According to the results obtained in this study, incorporating evidenced *Gmelina arborea* in fodder banks increased production of forage compared with other plants that have the same approach. Finally strategies planting density is a determining factor when production because it requires enough light for effective growth and successful production.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo general	15
2.2. Objetivos específicos	15
3. MARCO TEÓRICO	16
3.1. Bancos forrajeros	16
3.2. Gmelina arborea	17
3.3. Producción de biomasa	18
3.4. Relación hoja – peciolo – tallo	19
3.5. Calidad nutricional	20
4. METODOLOGÍA	21
4.1. Ubicación del proyecto	21
4.2. Definición del universo y muestra	21
4.3. Análisis estadístico	23
4.4. Mediciones	21
4.5. Variables	22
4.6. Producción de forraje verde y materia seca	22
4.7. Relación (producción) de hojas –peciolo y tallos	22
4.8. Calidad nutricional	22
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1. Producción de forraje verde	25
5.2. Producción de materia seca	29

5.3. Relación de hoja- peciolo y tallos _____	33
5.4. Calidad nutricional _____	35
6. CONCLUSIONES _____	39
7. RECOMENDACIONES _____	40
8. BIBLIOGRAFÍA _____	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: crecimiento de la especie *Gmelina arborea* asociada con otras especies en arreglos agroforestales del Caquetá.

Tabla 2: producción de materia seca por planta y calidad nutritiva de la hoja de *Gmelina arborea*.

Tabla 3: Variables climáticas de Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio - Colombia

Tabla 4: producción de forraje verde por planta de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechada a los 60 días.

Tabla 5: producción anual de biomasa en forraje verde de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechada a los 60 días.

Tabla 6: producción de materia seca por planta de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechadas a los 60 días. Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio – Colombia.

Tabla 7: producción de materia seca de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechadas a los 60 días.

Tabla 8: producción de biomasa en MS de *Gmelina arborea* y sus fracciones en cada uno de los cortes. Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio – Colombia.

Tabla 9: proporción de hoja – peciolo y tallo de *Gmelina arborea*

Tabla 10: proporción hoja – peciolo y tallo en cada corte de *Gmelina arborea*. Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio – Colombia.

Tabla 11: calidad nutricional *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechadas a los 60 días.

Tabla 12: calidad nutricional de la planta completa de *Gmelina arborea* por cortes, cosechada a los 60 días.

Tabla 13: calidad nutricional de las hojas y peciolo por corte de *Gmelina arborea* cosechada a los 60 días.

Tabla 14: calidad nutricional del tallo de *Gmelina arborea* cosechada a los 60 días.

GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción de biomasa en forraje verde de *Gmelina arborea* y sus fracciones por corte cosechada a los 60 días.

1. INTRODUCCIÓN

En el piedemonte llanero, los sistemas de producción ganadera se han caracterizado y desarrollado con base en forrajes para pastoreo de baja calidad nutricional, constituidos en su mayoría por *Brachiaria decumbens* como la principal fuente de alimentación (Rincón, 2005), esta situación ha creado un desequilibrio entre la demanda de nutrientes por parte de los bovinos y la oferta de nutrientes de las pasturas.

Una de las principales causas de degradación de praderas en la Orinoquia colombiana es el sobrepastoreo; por la severidad de defoliación que hace el bovino. Esto afecta el crecimiento o rebrote del pasto, debido a que la planta no dispone de un área foliar remanente capaz de efectuar una fotosíntesis activa que le permita una adecuada conversión de la energía lumínica en biomasa (Rincón, 2006).

Aunado a esto, en épocas de baja precipitación, los indicadores productivos y reproductivos se ven disminuidos por la falta de buena calidad forrajera, reflejado en la baja respuesta animal. Los indicadores más afectados son; edad prolongada al primer parto, un intervalo de partos amplio, bajas tasas de natalidad, bajas ganancias de peso diario, lo que conlleva a una elevada edad al sacrificio.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009), los sistemas de producción ganaderos en el mundo son señalados frecuentemente como uno de los principales responsables de la pérdida de bosques tropicales, debido a la deforestación realizada para establecer áreas de pastoreo. Los sistemas ganaderos extensivos se caracterizan por utilizar amplias áreas de tierra para la implementación de su producción.

La irracionalidad en el uso del suelo se refleja en la ganadería extensiva, que ocupa la mayor parte del suelo con vocación agrícola. Sin embargo, pese a ser la actividad más importante del sector agropecuario, presenta muy baja productividad, genera poco empleo y representa una enorme presión sobre los recursos naturales, siendo esta ambientalmente nociva e ineficiente en términos económicos y sociales (Vergara, 2010). Esta situación se ve reflejada en el ritmo de producción, ya que cuando mayor es la duración del ciclo, menor es el nivel tecnológico, lo cual le imprime una baja rentabilidad a esta actividad ganadera.

La productividad ganadera se puede recuperar mediante el establecimiento de un sistema de producción sostenible con especies leñosas, las cuales pasan a ser la base de la alimentación cuando se reduce la producción en el potrero. Esto permitirá conservar la carga animal en la finca y mantener o evitar la reducción drástica de pérdida de peso en los animales (Navas, 2007).

La *Gmelina arborea* es considerada como una de las especies de mayor potencial comercial maderable, por la capacidad de renovación y transformación de la madera, países como Costa Rica, Colombia, Brasil y Nicaragua cuentan con plantaciones industriales para la explotación comercial de esta especie (Cardoza, 2009). Esta especie ha sido cultivada principalmente para la producción de madera, encontrándose poca investigación como fuente forrajera.

La importancia de este trabajo radica en estimar el potencial de *Gmelina arborea* como una alternativa de producción de forraje para mejorar los sistemas de producción ganadera en el piedemonte llanero de Colombia.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Estimar el potencial productivo en bancos forrajeros de *Gmelina arborea* en condiciones del ecosistema del piedemonte llanero.

2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la producción de biomasa comestible de *Gmelina arborea* en arreglos de banco forrajero en los llanos orientales.
- Cuantificar la calidad nutricional de la planta completa de *Gmelina arborea* de sus fracciones (hojas-pecíolo y tallo) en el ecosistema del piedemonte llanero.
- Estimar la relación hoja – pecíolo – tallo de *Gmelina arborea* establecida en banco forrajero.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Bancos forrajeros

Pezo e Ibrahim (1999) afirman que los bancos forrajeros son áreas en las cuales las leñosas perennes o forrajeras herbáceas se cultivan en bloque compacto y a alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de buena calidad nutritiva.

Para el establecimiento de bancos forrajeros de especies leñosas perennes se prefieren especies capaces de persistir bajo un régimen de podas o defoliaciones frecuentes e intensas, que muestren una alta tasa de rebrote, que presenten una buena proporción de hojas y con una calidad nutritiva aceptable (Pezo e Ibrahim, 1999).

Mahecha (2003) explica que los sistemas extensivos están caracterizados por una baja eficiencia en el uso del suelo, sumado a un gran deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, las quemas, la erosión, la pérdida de la biodiversidad y la inequidad social. Estos factores han hecho que la ganadería bovina sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica mundial.

La sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles puede fundamentarse en la capacidad que tienen las leñosas perennes para producir biomasa con altos niveles de proteína, en sus posibilidades de aprovechar fuentes energéticas inagotables, como la energía solar y los recursos naturales agua, aire y suelo así como de aminorar la dependencia de los fertilizantes químicos (Camero, 1996).

De acuerdo con Pulido (2003) citado por (Bonza, 2014), el plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana, concreta sus acciones en las

siguientes actividades: (i) desarrollo de estrategias de ordenamiento, focalización y priorización de nichos con mayor aptitud para la producción de carne y leche en forma competitiva, (ii) la identificación de algunas prioridades tecnológicas, para ser abordadas en proyectos de investigación, entre las que se podría mencionar recuperación de praderas e incorporación de especies mejoradas y (iii) la aplicación de estrategias de manejo rentable y sostenible, establecimiento de sistemas silvopastoriles con base en especies arbóreas nativas multipropósito y el fortalecimiento de la capacidad gerencial de los ganaderos con base en el uso de herramientas que apoyen la gestión técnica y financiera.

De lo anterior se puede concluir, la importancia de desarrollar modelos ganaderos de producción sostenibles, que sean capaces de garantizar el adecuado manejo de los recursos naturales previniendo efectos negativos ambientales, pero que a la vez sean competitivos y atractivos para el productor ganadero sobre todo en la época seca adaptando patrones de producción más acordes con las características, diversidad y potencialidades del trópico.

3.2. *Gmelina arborea*

La melina pertenece a la familia Verbenaceae, género *Gmelina*, nativa de india e introducida al país en la década de los 60. Esta es una especie promisoriosa debido a la capacidad de renovación y acelerado crecimiento como especie maderable (Obregón, 2005). La melina es de temperamento heliófita, tolera una precipitación anual entre 750 y 4500 mm, y aunque la especie es nativa de bosques húmedos, también se produce en zonas secas, prefiere una temperatura entre 18 a 25°C (Burns, 1998).

Rojas *et al.* (2004) mencionan que para mantener la tasa de crecimiento elevada y llegar a dimensiones satisfactorias de la *Gmelina arborea* es necesario que los contenidos de calcio y magnesio sean mayores de 10 y 6 meq/100ml de suelo.

Las necesidades edáficas para un buen crecimiento son: suelos con pH entre 5 a 6, profundidad mínima de 60 cm y óptima de más de 100 cm. Esta especie, se adapta a una amplia variedad de condiciones edáficas y sobrevive con facilidad en una gran variedad de suelos, prefiere terrenos planos a ondulados preferiblemente sin pedregosidad, con pendientes no superiores a 30%, no soporta suelos inundados, en forma temporal causando pudrición de las raíces produciendo amarillamiento foliar y muerte (Rojas *et al.* 2004).

3.3. Producción de biomasa

La melina se ha implementado en sistemas agroforestales, cercas vivas, cortinas rompe vientos, barreras protectoras o como especie ornamental, lo cual indica que ha sido explotada casi en su totalidad como fuente maderable como principal uso, hecho que anuda que en producción de biomasa se ha investigado; pero en la producción de biomasa forrajera como fuente alimenticia no se ha abordado esta área investigativa.

En Colombia, el 70% de la ganadería bovina se encuentra bajos sistemas de producción extensivos. Por lo tanto, es necesario contemplar alternativas que permitan solucionar los problemas relacionados con su actual sistema de producción. Entre más complejo sea el sistema o entre mayor número de ellos se tenga en una explotación, mayores serán los beneficios que brinden (Mahecha, 2003).

La incorporación de alternativas productivas ratifica aún más la necesidad de investigación de *Gmelina arborea* en bancos forrajeros a alta densidad, ya que

esta presenta una capacidad de rebrote excelente junto con un crecimiento rápido y vigoroso. Conocer e investigar la producción de biomasa forrajera que nos puede brindar este árbol, latentemente daría una solución al productor ganadero, en cuanto se refiere a mayor disponibilidad de forraje verde para su ganado bovino.

3.4. Relación hoja – peciolo – tallo

No se reportan datos en cuanto a relaciones hoja – peciolo – tallo. Hecho que confirma de manera relevante, la necesidad de indagar las características nutricionales que posee la melina, como posible suplemento forrajero en los llanos orientales.

Como puede ser observado en la Tabla 1, Cipaguata *et al.* (s.f) reporta que la melina es una especie que se adapta muy bien a las condiciones del Caquetá y que por su rápido crecimiento es preferida en el establecimiento de cercas vivas.

Tabla 1. Crecimiento de la especie *Gmelina arborea* asociada con otras especies en arreglos agroforestales del Caquetá.

Indicadores	Tipos de suelo		
	Terraza	Vega	Mesón
Crecimiento en altura (cm/año)	313	266	186
Crecimiento diamétrico (dap, cm/año)	5.3	4.9	2.6

Fuente: Cipaguata, s.f

3.5. Calidad nutricional

Se considera que por su capacidad de rebrote y aceptación por el ganado, *G. arborea* posee un gran potencial como forrajera. La Tabla 2 muestra indicadores de calidad nutricional, en arreglos de cercas vivas en el departamento del Caquetá.

Tabla 2. Producción de materia seca por planta y calidad nutritiva de la hoja de *Gmelina arborea*.

Indicadores	Alturas de corte (cm)			Promedio
	20	50	100	
M.S/planta inicial a 6 meses (g)	1440.6 ± 46	1072 ± 266	441.6 ± 70	984.7
M.S/planta cortes cada 60 días (g)	177.6 ± 40	192.5 ± 43	150.0 ± 38	173.4
M.S/planta cortes cada 90 días (g)	808.5 ± 146	947.7 ± 195	349.1 ± 72	701.8
Proteína cruda (%)				14.5 ± 0.7
Digestibilidad de M.S. (%)				61.0 ± 25
Extracto etéreo (%)				1.4

Fuente: Cipaguata, s.f

Los datos presentados muestran una opción relevante de alimentación para la ganadería colombiana en cuanto a su valor nutritivo se refiere. Adicionalmente la melina es una alternativa de alimentación disponible por su rápido crecimiento, lo cual da pauta al desarrollo de sistemas de producción sustentables sin que afecte el equilibrio ecológico y minimizando los impactos de la ganadería tradicional lo cual va de la mano con el Plan estratégico de la Ganadería Colombiana – PEGA 2019 el cual menciona que “para el 2019, la ganadería colombiana será una

actividad moderna, rentable, solidaria, ambientalmente sostenible y socialmente rentable, para el bienestar ganadero y del país”.

4. METODOLOGÍA

4.1. Ubicación del proyecto

El proyecto se desarrolló en la finca "La Palmita" ubicada en la vereda de Apiay, Villavicencio - Meta (10°57'332 N; 09°45'364 O). La finca se encuentra a una altitud de 358 m presenta una precipitación promedio anual de 4000 mm, con un patrón conformado por una época lluviosa (abril a noviembre) y una seca (diciembre a marzo) con una temperatura media anual es de 25° C.

4.2. Definición del universo y muestra

El estudio se realizó en un banco forrajero distribuido en cuatro parcelas, con una edad de ocho meses, el cual inició con 1024 arbustos de *G. arborea*. Cada parcela tenía un área de 167.75 m², los arbustos fueron sembrados a una distancia de 1 x 1m. Para este estudio se tomaron 40 arbustos (10 arbustos por parcela) seleccionados al azar en cada muestreo.

4.3. Mediciones

Se realizó un corte de uniformización de los arbustos de *G. arborea*, a 80 cm de altura del suelo, con el fin de que todos los arbustos tuvieran la misma edad al momento del primer muestreo. Se realizaron cuatro muestreos con intervalos de 60 días de edad, los arbustos se cosecharon a 80 cm de altura del suelo. El experimento tuvo una duración de quince meses.

4.4. Variables

Los datos climáticos durante la fase experimental se tomaron de la plataforma aWhere, Inc. 2015, aunque se también se tomaron datos locales de precipitación de otra estación experimental.

4.4.1. Producción de forraje verde y materia seca

La producción de forraje verde se estimó cosechando 10 arbustos por parcela en cada muestreo, seleccionados al azar. Se pesó cada individuo y se registró su peso en fresco. La producción de materia seca se estableció secando una muestra compuesta de 500 g de forraje verde hasta peso constante (AOAC 1996).

4.4.2. Relación (producción) de hojas –pecíolo y tallos

La relación hoja - peciolo, tallo se calculó en base seca a partir del fraccionamiento de los arbustos cosechados en cada componente para estimar la relación entre los mismos

4.5. Calidad nutricional

La calidad nutricional se evaluó en la planta completa y en cada una de las fracciones (hojas-peciolo y tallos). Se tomaron muestras de 500 g de la planta completa y una para cada fracción (hojas peciolo y tallos) de 200 g. Se llevaron al laboratorio de nutrición para su análisis. Los bromatológicos se realizaron en dos ocasiones (muestreos) cuando el forraje tenía una edad de 60 días.

- Proteína Cruda (PC): mediante la determinación de nitrógeno (N) usando el método de Kjeldhal, y multiplicando resultado por 6,25 (AOAC, 1996).
- Fibra en Detergente Neutro y Acido (FDN Y FDA): se determinó mediante la técnica de Van Soest y col.1991
- Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS): mediante la técnica de Tilley and Terry, 1963. Modificado por la Universidad de Nebraska, Manual de Laboratorio Universidad de Nebraska.
- Cenizas

4.6. Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva para las variables evaluadas. Se utilizó el software Infostat® para todos los análisis estadísticos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 3 muestra el comportamiento de las variables climáticas durante el periodo experimental para cada corte, donde se refleja una variación de precipitación amplia entre cortes, mostrando una mayor precipitación para el cuarto corte y una menor para el primer corte. La temperatura tanto mínima como máxima son constantes durante el periodo de investigación mostrándose estable, respecto a la radiación solar se muestra un valor alto para el primer corte y unos índices más constantes para los tres cortes siguientes, la precipitación para el cuarto corte fue la más alta en todo el estudio con 1.100 mm.

Tabla 3. Variables climáticas de Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio – Colombia.

Promedio variables climáticas				
Corte	Precipitación (mm)	Temperatura min (°c)	Temperatura max (°c)	Solar Radiation (wh/m2)
1	60,8	21,8	30,7	5085,3
2	873	22,1	30,7	4792,9
3	289	22,6	31,5	4996,8
4	1.100	23,1	30,8	4744,1

Fuente: aWhere, Inc. 2015.

5.1. Producción de forraje verde

La tabla 4 presenta la producción de forraje verde por planta de melina y sus fracciones, encontrando una producción promedio para la planta completa de 1008,29 gramos por planta por corte (g/planta/corte), seguida por hojas-peciolos y en menor producción de tallos.

Tabla 4. Producción de forraje verde por planta de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechada a los 60 días.

n	Completa	Hojas y Peciolos	Tallos
	(g/planta/corte)		
160	1008,3 ± 41,6	579,3 ± 23,9	384,7 ± 18,3

±: Error estándar

De acuerdo a los resultados obtenidos, estos valores son superiores a los obtenidos por Arango y Peñuela (2012) quienes reportan 175,3 gramos por planta (g/planta) de morera con una frecuencia de corte de 60 días, la misma edad de corte presentada para este estudio, lo cual refleja una mayor producción de forraje verde para la melina.

En lo que compete a la producción de forraje verde de las fracciones de melina en banco forrajero, se observa mayor tendencia productiva de las hojas y peciolos con 579,4 g/planta/corte, lo que indica que es una especie que produce buena cantidad de biomasa comestible en bancos forrajeros, seguida de los tallos con 384,6 g/planta/corte. Sin embargo la producción de forraje verde de *cratylia* obtiene un valor de 870,3 g/planta reportado por Garcés y Alvarado (2013) suponiendo una mayor producción debido a que la frecuencia de corte para este estudio fue de 45 días.

Por lo anterior, la melina llega a ser una alternativa de alimentación muy competitiva para este tipo de arreglo agroforestal en esta zona del país ya que tiene una mayor tendencia productiva, resaltando que para esta investigación no se realizó ningún tipo de fertilización al suelo en el que se desarrolló este estudio, por lo cual posiblemente el potencial productivo puede llegar a ser más alto.

La producción de forraje verde de la planta completa de melina en este estudio es de 61,30 toneladas de forraje verde por hectárea al año (t/fv/ha/año), con una mayor proporción de hojas y peciolo y en menor cantidad de producción de tallos (Tabla 5) a una densidad de 10.000 plantas por hectárea establecida en banco forrajero del piedemonte llanero.

Tabla 5. Producción anual de biomasa en forraje verde de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechada a los 60 días.

Planta completa	Hojas y Peciolo	Tallos
(t /fv/ha/año)		
61,3	35,2	23,4

Según los resultados obtenidos en este trabajo, la producción de forraje verde de la melina se puede comparar con otras plantas con potencial forrajero tal como la morera que reporta una producción de 10,5 t/fv/ha/año Arango y Peñuela (2012) cosechada a los 60 días y a la misma densidad de siembra utilizada en el presente estudio, lo cual evidencia una producción de forraje verde más alta, posiblemente esta mayor producción se deba a que la melina es una planta con alta capacidad de rebrote y un acelerado crecimiento.

Garcés y Alvarado (2013) reportaron una producción de 70,6 t/fv/ha/año de *Cratylia*. Téllez y Mendoza (2014) obtuvieron una producción de forraje verde de botón de oro por hectárea al año de 107,6 toneladas (t). Estos trabajos emplearon

una densidad de siembra de 10.000 plantas por hectárea cosechadas a los 45 días estas producciones un poco más altas que la melina pueden estar relacionadas con la edad de corte las cuales son diferentes lo que afecta claramente la producción de biomasa al estar directamente relacionada con la edad de rebrote.

Los resultados de producción de forraje verde obtenidos a partir de los cuatro cortes realizados de melina y sus fracciones se presentan en el grafico 1. Donde se observó que la producción de forraje de la planta completa fue superior en el corte 1 (1205,85 g/planta) seguido por el corte 3 (1195,65 g/planta) esto se puede explicar posiblemente por la radiación, la cual fue de 5085,3 w/m² y 4996,8w/m² respectivamente, lo que demuestra que a mayor radiación la planta tiene una fotosíntesis más activa y por ende la producción de forraje verde aumenta; y una menor producción para los cortes 2 y 4.

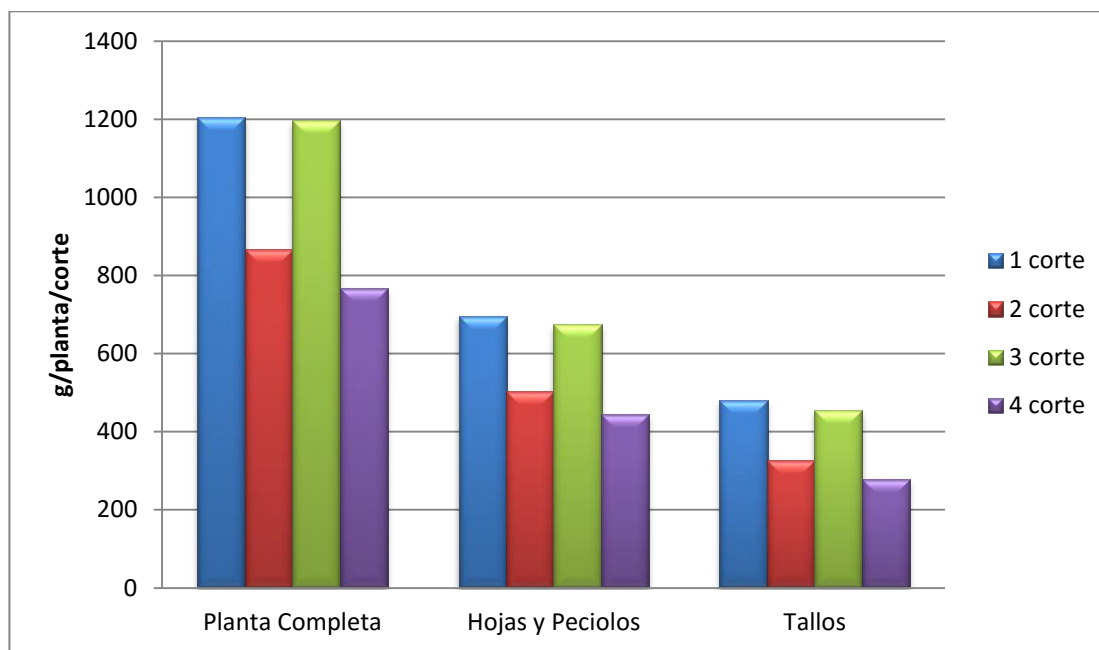


Gráfico 1. Producción de biomasa en forraje verde de *Gmelina arborea* y sus fracciones por corte cosechada a los 60 días

Los valores mayores reportados no coinciden con los periodos de alta precipitación en la región, al contrario, la tendencia es que entre mayor precipitación la producción de forraje verde disminuye como se observa en el corte número dos, al reportar una producción de 866,13 g/planta/corte con una precipitación 873 mm de lluvia en 60 días. Lo mismo sucede para el cuarto corte con 1.100 mm y una producción de 765,5 g/planta/corte, lo que indica que el crecimiento de forraje depende de las condiciones ambientales, demostrando que no hay una buena producción de forraje cuando se presentan excesos de precipitación, afectando recuperación de los arbustos de melina en las épocas de mayor precipitación.

Rojas *et al.* (2004) reporta que la melina no soporta suelos inundados ya que en forma temporal causa pudrición de las raíces produciendo amarillamiento foliar y posteriormente la muerte.

Lo anterior se debe posiblemente a una respuesta de estrés de la planta como lo explica Jiménez *et al.* (2012), quienes afirman que la inundación tiene un efecto negativo sobre la mayoría de las plantas debido a que reduce su crecimiento e induce la senescencia. En los suelos inundados, la cantidad de oxígeno disminuye por lo cual se afecta la disponibilidad de los nutrientes para las plantas; ya que inhibe la actividad de enzimas como la B-D glucosidasa y la fosfatasa, involucradas en el ciclo del carbono, nitrógeno, fósforo y azufre y se aumenta la concentración de etileno. Estas condiciones cambiantes en el suelo generan efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Otro factor asociado a la baja producción de biomasa para el cuarto corte se debe a la invasión de hormiga arriera en este banco forrajero ya que ocasionaron una defoliación parcial de las plantas cultivadas. Según Giraldo *et.al.* (2011) la actividad de forrajeo de la hormiga se incrementa durante la época de invierno debido a la producción de rebrotes, los cuales son bastante atractivos para las

hormigas, al igual que las plantas jóvenes, por lo tanto, su mayor impacto esta dado durante la fase de crecimiento. Hecho que coincide con la época de mayor precipitación para este estudio.

5.2. Producción de materia seca

La producción de materia seca de la melina y sus fracciones se presentan en la tabla 6. La tendencia observada en este trabajo indica que la fracción de la planta que mayor producción presenta son las hojas y peciolo, seguido con una menor producción de tallos.

Tabla 6. Producción de materia seca por planta de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechada a los 60 días. Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio - Colombia

n	Completa	Hojas y Peciolo	Tallos
g/ms/planta			
160	272,6 ± 11,8	150,4 ± 6,4	104,9 ± 5,1

± Error estándar

La producción de materia seca en este estudio es superior a la mencionada por Arango y Peñuela (2012) quienes reportaron una producción de morera de 30,1 gramos de materia seca por planta (g/ms/planta) para hojas y peciolo con la misma frecuencia de corte reportada para esta investigación. De igual modo, Garcés y Alvarado (2013) registraron valores de 183,4 g/ms/planta para *cratylia* con una frecuencia de corte de 45 días presentando una mayor producción que la expuesta en este estudio, estos resultados se pueden atribuir posiblemente a la mayor precipitación lo que pudo incrementar la producción de forraje.

En la tabla 7 se observa la producción anual de materia seca de melina y sus fracciones, con una producción para la planta completa de 16,6 toneladas de materia seca hectárea por año (t ms/ha/año), seguida de hojas y peciolo y con una menor producción para los tallos.

Tabla 7. Producción de materia seca de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechadas a los 60 días.

Planta completa	Hojas y Peciolo	Tallos
(t MS/ha/año)		
16,6	9,1	6,4

Los resultados de materia seca anual obtenidos en este trabajo presentaron una mayor tendencia productiva hacia las hojas-peciolo seguidas de una menor producción de tallos, estos resultados son superiores a los presentados por Arango y Peñuela (2012), quienes reportaron una producción de morera de la planta completa en banco forrajero de 2,2 t/ms/ha/año.

La cantidad de producción de melina son similares a los reportados por Garcés y Alvarado (2013) para *Cratylia* quien reporta una producción de 21,3 toneladas de materia seca y muy equivalentes a los reportados por Téllez y Mendoza (2014) para botón de oro alcanzando una producción de 24,6 t/ms/planta con una frecuencia de corte 45 para cada estudio.

Demostrando la competitividad de melina con estas especies forrajeras de gran utilización en el trópico colombiano. Demostrando que aun en suelos con grado leve de inundación la melina resiste por lo cual supera e igual la producción de materia seca debido a que tiene un crecimiento rápido, influenciando positivamente la producción de forraje en las fincas. Las diferencias de

producción de materia seca pueden ser causadas por las condiciones climatológicas y el periodo de establecimiento para cada una de las plantas.

Aumentar la disponibilidad de forraje para la alimentación del ganado es hoy en día un reto en los países tropicales donde el verano se ha prolongado y la baja disponibilidad en calidad y cantidad de las pasturas disminuye, prolongando el ciclo productivo del bovino. Por lo cual buscar nuevas alternativas de alimentación es de vital importancia para optimizar la dieta y cubrir finalmente los requerimientos del ganado mejorando la productividad del hato ganadero.

Los resultados de producción de materia seca por cortes de melina y sus fracciones se presentan en la tabla 8. Encontrando una relación directa entre la radiación solar y la producción de materia seca. La mayor producción se obtuvo en el corte 1 que a su vez corresponde al periodo que presentó mayor radiación solar, seguido del corte 3 y por último el corte 1 y 4 con la menor producción y una radiación menor, esto se atribuye a la influencia positiva que tienen la radiación solar en el periodo de recuperación de la planta, que se refleja en una mayor producción de materia seca.

Tabla 8. Producción de biomasa en MS de *Gmelina arborea* y sus fracciones en cada uno de los cortes. Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio – Colombia.

Fracción de la planta	Corte			
	1	2	3	4
	g/MS/planta			
Completa	359,3 ± 23,8	231,2 ± 21,4	319,2 ± 20,9	180,6 ± 17,2
Hojas y Peciolos	194,1 ± 13,7	129,5 ± 12,2	173,1 ± 10,9	104,8 ± 9,8
Tallos	134,9 ± 9,9	88,5 ± 9,4	123,2 ± 9,7	72,6 ± 8,2

Precipitación: corte 1= 60,8mm; corte 2= 873 mm; corte 3= 289 mm; corte 4= 1.100 mm.

Radiación solar: corte 1= 5085,3w/m²; corte 2= 4792,9w/m²; corte 3= 4996,8w/m²; corte 4= 4744w/m².

Fuente: aWhere, Inc. 2015.

±: Error estándar

Como se mencionó anteriormente, la variación de la producción observada entre los cortes se puede atribuir posiblemente en primera medida a la variación de la radiación solar, debido a que la *melina* es una planta heliófita por lo cual requiere de plena exposición a la luz solar para sobrevivir y desarrollarse lo cual coincide con lo dicho por Fischer y Perez (s.f) quienes mencionan que la radiación solar es la principal fuente de energía ya que tiene un carácter preponderante dentro de los factores determinantes en la producción de materia seca y el rendimiento de la planta, ya que la radiación fotosintética es el efecto más grande sobre el crecimiento de la planta que ejerce la luz, actuando como fuente de energía para la síntesis de carbohidratos a partir de CO₂ y agua.

Cipaguata (s.f) reporta una producción de melina promedio de 173.4 gramos de materia seca por planta (g/ms/planta) en una producción de árboles dispersos en potreros cada 60 días a una altura de corte de 20, 50 y 100 cm con una producción de 177.6, 192,5 y 150 g/planta respectivamente, mientras que la producción planta completa en un sistema de banco forrajero reporta 272,57 g de

M.S/planta a la misma edad de corte, lo cual se ve reflejado en una alta producción anual de materia seca.

5.3. Relación de hoja- peciolo y tallos

La proporción hoja-peciolo y tallo de la melina se presenta en la tabla 9, se observa que la fracción que mayor proporción presentó fue hoja-peciolo, seguido de los tallos. Corpoica (2001) en su plan de investigación y desarrollo tecnológico en sistemas agroforestales reporta rendimientos de material comestible reportados sobre todo en materia seca de hoja y tallo, con cortes cada 90 días de 105 g de hoja/árbol y 288 g/árbol de tallo más hoja en arreglos silvopastoriles.

Tabla 9. Proporción hoja – peciolo y tallo de *Gmelina arborea*.

Fracción de la planta	n	Porcentaje de la planta completa (%)	Relación (H:T)
Hojas-Peciolos	160	62,3 ± 0,4	1,71
Tallos	160	37,7± 0,4	

±: Error estándar

Los datos del presente estudio difieren en porcentaje a los reportados por Corpoica encontrado que la proporción de hojas para esta investigación es de 62,34% de hojas-peciolos cosechada a los 60 días, mientras que Corpoica reporta un 36.45% para la hoja cosechada a los 90 días. También se encuentran diferencias para los tallos donde reportan 63,54% y este estudio arrojó un resultado de 37,66%.

Posiblemente esto se debe a la frecuencia de corte y el arreglo silvopastoril en la cual se estableció la especie en cada una de las investigaciones, lo que muestra

que entre más tiempo se demora la cosecha de la planta, esta va mostrando su potencial maderable, mientras que a menor tiempo de cosecha se presenta una mayor producción de biomasa, Pezo e Ibrrahim (1998), citados por Casanova, *et al* 2010), explican que conforme se prolongan los intervalos entre podas, se obtienen tallos más gruesos y leñosos y con altos niveles de lignina, por lo que el forraje producido puede considerarse de baja calidad.

La proporción hoja - peciolo, tallo por corte de melina se presenta en la tabla 10, se observa mayor proporción de hojas en el corte cuatro y menor proporción de tallos respecto a los otros cortes realizados en este esta investigación.

Tabla 10. Proporción Hoja - peciolo y tallo en cada corte de *Gmelina arborea*. Marzo 2012 a Junio 2013, vereda Apiay, Villavicencio – Colombia.

Fracción de la planta	Corte			
	1	2	3	4
Hojas y Peciolo (%)	61,1 ± 0,8	62,9 ± 0,9	61,2 ± 0,8	64,1 ± 0,9
Tallos (%)	38,9 ± 0,8	37,0 ± 0,9	38,8 ± 0,8	35,9 ± 0,9
Relación (H:T)	1,61 ± 0,05	1,76 ± 0,08	1,62 ± 0,06	1,86 ± 0,08

Precipitación: corte 1= 60,8mm; corte 2= 873 mm; corte 3= 289 mm; corte 4= 1.100 mm.

Radiación solar: corte 1= 5085,3w/m²; corte 2= 4792,9w/m²; corte 3= 4996,8w/m²; corte 4= 4744w/m².

Fuente: aWhere, Inc. 2015.

±: Error estándar

Se observa para este trabajo una relación de hoja:tallo (H:T) de 1,71 siendo esta mayor en los cortes cuatro y dos respectivamente y una menor relación para los cortes uno y tres. Esto posiblemente se deba a las condiciones climáticas presentes entre cada corte, donde se pueden defoliar parte de las plantas.

5.4. Calidad nutricional

La tabla 11 presenta la calidad nutricional de melina encontrada en este estudio, donde se observa un contenido de proteína cruda para la planta completa menor a lo encontrado por Cipagauta *et al.* (s.f) quienes reportan un valor promedio de 14,5%, en arreglo de árboles dispersos en potreros a distintas alturas de corte al igual que a edades diferentes.

La Digestibilidad invitro de la materia seca (DIVMS) para la planta completa también fue inferior a lo encontrado por Cipagauta *et al.* (s.f), quienes reportaron un porcentaje de digestibilidad de materia seca de 61%. Posiblemente la digestibilidad baja presentada en este estudio se atribuye al elevado contenido de FDA encontrado en este trabajo y al tipo de tallos enviados al laboratorio.

El valor de FDN de la planta completa de melina es similar al de otras plantas con potencial forrajero en la zona, Garcés y Alvarado (2013) reportan para *Cratylia* 53,60% de FDN, mientras que la FDN encontrada en morera fue menor, 43,3 % (Arango y Peñuela, 2012) al igual que en botón de oro, 35,3% (Téllez y Mendoza, 2014).

Tabla 11. Calidad nutricional de *Gmelina arborea* y sus fracciones cosechadas a los 60 días.

Nutriente	n	PC (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	FDA (%)
Completa	2	10,8 ± 0,1	36,4 ± 4,8	51,7 ± 0,9	45,2 ± 1,7
Hojas Peciolos	2	17,9 ± 0,4	43,8 ± 2,5	35,5 ± 6,9	31,3 ± 4,3
Tallos	2	4,2 ± 0,2	26,1 ± 7,3	74,4 ± 3,6	36,2 ± 28,4

±Error estándar

De las fracciones de la planta, los tallos presentan el mayor contenido de FDN, por lo cual posiblemente restringirá el consumo de la dieta por sus altos volúmenes de fibra y los valores más bajos de PC y DIVMS, lo que indica que esta es la fracción de la planta con menor contenido nutricional.

Los parámetros variaron levemente en cuanto a su contenido de proteína y la fibra detergente neutro para el primer y cuarto corte, mientras que la digestibilidad de la melina en el cuarto corte disminuyó en un 9.6% respecto al primero, seguramente esto se deba a que la fibra detergente ácido aumentó, como queda reflejado en la tabla 12, esto puede ser consecuencia de que la planta para este corte ya estaba madura por lo cual se tiene como resultado una mayor cantidad de FDA y menor digestibilidad, lo cual se ve reflejado en el análisis nutricional.

Tabla 12. Calidad nutricional de la planta completa de *Gmelina arborea* por cortes, cosechada a los 60 días.

Corte	Parámetro			
	PC (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	FDA (%)
1	10,7	41,2	50,8	43,5
4	11	31,6	52,7	46,9

Precipitación: corte 1= 60,8mm; corte 2= 873 mm; corte 3= 289 mm; corte 4= 1.100 mm.

Radiación solar: corte 1= 5085,3w/m²; corte 2= 4792,9w/m²; corte 3= 4996,8w/m²; corte 4= 4744w/m².

Fuente: aWhere, Inc. 2015.

±: Error estándar

Los niveles de proteína de esta especie son comparables con morera ya que presentan a misma frecuencia de corte, presenta un porcentaje de 10,20 (Arango y Peñuela; 2012) similar a lo obtenido en este estudio, lo cual refleja su potencial para ser proporcionada en la alimentación del ganado en esta zona del país.

Pero el porcentaje de proteína es muy bajo si lo comparamos con botón de oro y cratylia, 20,5 y 21,4, respectivamente (Téllez y Mendoza, 2014; Garcés y

Alvarado, 2013). Esto posiblemente se puede explicar porque la cratylia es una leguminosa y su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico se ve reflejado en un porcentaje de proteína más alto.

Los resultados de calidad nutricional de las hojas y peciolo de melina para cada uno de los cortes, se presenta en la tabla 13, donde la proteína cruda (PC) aumenta considerablemente respecto al análisis de la planta completa, esto posiblemente se deba a que los porcentajes de fibras disminuyeron ampliamente y la DIVMS aumenta respecto a la planta completa.

Tabla 13. Calidad nutricional de las hojas y peciolo por corte de *Gmelina arborea* cosechada a los 60 días.

Corte	Parámetro			
	PC (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	FDA (%)
1	18,3	46,3	28,6	27
4	17,5	41,3	42,5	35,6

Precipitación: corte 1= 60,8mm; corte 2= 873 mm; corte 3= 289 mm; corte 4= 1.100 mm.

Radiación solar: corte 1= 5085,3w/m²; corte 2= 4792,9w/m²; corte 3= 4996,8w/m²; corte 4= 4744w/m².

Fuente: aWhere, Inc. 2015.

±: Error estándar

Según las características nutricionales de esta especie se puede utilizar como forraje en un banco forrajero de tipo proteico ya que como lo señala Holguín e Ibrahim (2005) a este tipo de banco forrajero pueden pertenecer especies que al menos contengan un 14% de proteína, con el fin de que las especies establecidas sean una buena opción para alimentar a los animales y mantener los ingresos de la finca. Esta especie por sus características nutricionales puede ser una alternativa para afrontar los retos de la ganadera en época seca, en este tipo de ecosistemas.

La calidad nutricional de los tallos de melina por corte se muestra en la tabla 14, donde se observan diferencias significativas entre los parámetros nutricionales de DIVMS y FDA en cada uno de los cortes.

Tabla 14. Calidad nutricional del tallo de *Gmelina arbórea* cosechada a los 60 días.

Corte	Parámetro			
	PC (%)	DIVMS (%)	FDN (%)	FDA (%)
1	4,4	33,5	70,8	64,7
4	4	18,8	78	7,8

Precipitación: corte 1= 60,8mm; corte 2= 873 mm; corte 3= 289 mm; corte 4= 1.100 mm.

Radiación solar: corte 1= 5085,3w/m²; corte 2= 4792,9w/m²; corte 3= 4996,8w/m²; corte 4= 4744w/m².

Fuente: aWhere, Inc. 2015.

±: Error estándar

La diferencia marcada puede atribuirse posiblemente a la defoliación, alta precipitación ya que esta planta no resiste suelos inundados además una radiación intensa en los periodos previos al corte.

Valores bajos de Fibra Detergente Acido son deseados ya que esto significa más energía neta para el bovino, pero este valor se relaciona negativamente con la digestibilidad que para este caso también es baja, este resultado puede atribuirse a que se cosecharon plantas con edad de corte prolongadas en el muestreo.

No se encontraron valores de comparación para este estudio respecto a calidad nutricional por lo que los factores evaluados son un aporte valioso a la investigación de esta planta.

6. CONCLUSIONES

La *Gmelina arborea* es una planta con potencial forrajero para ser incorporada en bancos forrajeros, dado su producción de biomasa, acelerado crecimiento y aceptable calidad nutricional lo que demuestra un gran potencial productivo que la hace propicia para ser utilizada en alimentación animal. Sin embargo, es indispensable intensificar su investigación en otras zonas del país.

La *Gmelina arborea* presenta un nivel proteico alto en sus hojas por lo cual puede consolidarse como un recurso forrajero importante para estos ecosistemas debido al alto valor nutricional adicionando, que su relación hoja:tallo es excelente, produciendo mayores cantidades de biomasa a través del año, convirtiéndose en una oportunidad para afrontar el problema de la falta de alimento en épocas críticas, constituyendo una opción capaz de mejorar la productividad de la finca asegurando sostenibilidad y brindando servicios ecológicos para el ganadero.

La *Gmelina arborea* es una alternativa sostenible de producción de forraje bajo sistemas de fertilización natural o de baja actividad agronómica lo cual permite obtener producciones de forraje en cantidades suficientes para ser suministrada cuando se presente escasez ya que produce aun en épocas de baja precipitación.

7. RECOMENDACIONES

Evaluar en rumiantes, la aceptación y consumo de esta planta obtenida bajo un sistema de banco forrajero e incluirla en las dietas para calcular ganancia diaria de peso con esta alternativa de alimentación en el piedemonte llanero.

Cosechar la *Gmelina arborea* a diferentes edades, con el fin de mejorar la calidad nutricional de la planta completa y sus fracciones, representado posiblemente en una mayor digestibilidad.

Avanzar en estudios sobre esta especie en diferentes zonas del país con la finalidad de trazar nuevas estrategias de uso con el fin de mejorar el nivel alimentario y productivo en el trópico.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). (1996). Official methods of analysis of the AOAC. 14th ed.
- ARANGO, Lorena; PEÑUELA, Judy (2012). Calidad nutricional y producción de forraje de morera (*Morus alba*) en el piedemonte llanero. Trabajo de grado presentado para optar por el título de zootecnista. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad de La Salle.
- aWhere, Inc. 2015. WeatherTerrain® Daily Surfaced Weather Data. aWhere, Inc. 2655 West Midway Blvd., Suite 235, Wheat Ridge, CO, USA 80020.
- BONZA, Niria (2014). Evaluación del componente forestal Acacia *Acacia mangium wild*, Melina *Gmelina arborea* y Yopo *Anadenanthera peregrine* (L). *Speg* bajo sistemas silvopastoriles en el centro de investigación la libertad CORPOICA-VILLAVICENCIO-META. Maestría en agroforestería tropical. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA.
- BURNS, Russell; MOSQUERA, Menandia; WHITMORE, Jacob (1998). Useful frees of the tropical region of North America. Washington. 3ed. North American Forestry Commission. 256 p. (Consultado: 10. Abr. 2013). Disponible en: [http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=lang_es&id=w_cTAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PA247&dq=Melina+\(Gmelina+arborea\)+in+Central+America&ots=Qlhy p03MoR&sig=vmlRh1OQFHs88CrW2jDIJWO9ev0#v=onepage&q=melina&f=false](http://books.google.com.co/books?hl=es&lr=lang_es&id=w_cTAAAYAAJ&oi=fnd&pg=PA247&dq=Melina+(Gmelina+arborea)+in+Central+America&ots=Qlhy p03MoR&sig=vmlRh1OQFHs88CrW2jDIJWO9ev0#v=onepage&q=melina&f=false)

- CAMERO, Alberto (1996). Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad de la ganadería colombiana. Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la competitividad y sostenibilidad de la empresa ganadera. Compilación de las memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. Corpoica.
- CARDOSA, Frank (2009). Economía e inversiones forestales y agroforestales en el trópico. Determinación de la rentabilidad de la producción de madera de la especie *Gmelina arborea*. Turrialba-Costa Rica. CATIE. (Consultado: 18. Mar. 2013). Disponible en: <http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/SA-514%20EconInversiones/sitio%202009/Proyecto/trabajo%20final/Gmelina%20arborea-Frank%20Cardoza%2009.pdf>
- CASANOVA, Fernando; RAMIREZ, Luis; SOLORIO, Francisco (2010). Efecto del intervalo de poda sobre la biomasa foliar y radical en arboles forrajeros en monocultivo y asociados. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93915170023>
- CIPAGUATA, Matilde; TROCHEZ, José; ZULUAGA, John (s.f). Los sistemas silvopastoriles en la ganadería bovina del trópico bajo colombiano: especies de árboles y arbustos de mayor utilización en sistemas silvopastoriles del piedemonte caqueteño. CORPOICA. 101p. (Consultado: 29. Mar. 2013). Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=ZVofvmDfJAQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q=capitulo%20II&f=false>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) (2002). Plan de investigación y desarrollo tecnológico en sistemas agroforestales. Avances y resultados de 2001. Disponible en:

<https://books.google.com.co/books?id=hodtAAAAIAAJ&pg=PA19&dq=plan+de+investigacion+y+desarrollo+tecnologico+en+sistemas+agroforestales+melina&hl=es&sa=X&ei=DJZnVeT3Fai1sASr5YCIBA&ved=0CCAQ6AEwAQ#v=onepage&q=plan%20de%20investigacion%20y%20desarrollo%20tecnologico%20en%20sistemas%20agroforestales%20melina&f=false>

- Food and Agriculture Organization (FAO) (2009). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La ganadería, a examen. (Consultado: 23. Abr. 2013). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680s/i0680s.pdf>
- [FISCHER, Gerhard; PEREZ, Patricia \(s.f\). Efecto de la radiación solar en la calidad de los productos hortícolas. Memorias congreso internacional de hortalizas en el trópico. La olericultura colombiana, nuevos retos para enfrentar los tratados de libre comercio.](#)
- [GARCES, Diana; ALVARADO, Joao \(2013\). Comportamiento productivo de *Cratylia argéntea* n bancos forrajeros, bajo condiciones de suelos de piedemonte llanero. Trabajo de grado para optar por el título de zootecnista. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad de La Salle.](#)
- [HOLGUIN, Vilma; IBRAHIM, Muhammad \(2005\). Bancos forrajeros de especies leñosas. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas.](#)
- MAHECHA, Liliana (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. En: Rev Col Cienc Pec, Vol. 16: 1, pp. 11-18.

- NAVAS, Alexander (2007). Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. En: ACOVEZ, No 37, pp.16-20.
- OBREGON, Carolina (2005). *Gmelina arborea*: versatilidad, renovación y productividad sostenible para el futuro. En: Revista M&M (El mueble y la madera). pp. 14-20. Edición especial. (Consultado: 13. Ago. 2012). Disponible en: <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev50/especie.pdf>
- PEZO, Danilo e IBRAHIM, Muhammad (1999). Sistemas silvopastoriles. Turrialba-Costa Rica. CATIE .281p. (Consultado: 23. Mar. 2013). Disponible en:
<http://books.google.com.co/books?id=BrWHDQcM7PwC&pg=PA109&dq=bancos+forrajeros&hl=es&sa=X&ei=leJQUZbFHOjL0AHmgYHoDg&ved=0CDYQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false>
- [Giraldo, Carolina; Reyes, Luz; Molina, Juan; CIPAV \(2011\). Manejo integrado de artrópodos y parásitos en sistemas silvopastoriles intensivos. Manual 2, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombia. 51 p.](#)
- Jimenez, Juan de la Cruz; Moreno, Liz Patricia; Magnitskiy, Stanislav (2012). Respuesta de las plantas a estrés por inundación. Revista colombiana de ciencias hortícolas. Vol 6 N°1. pp 96-109.
- RINCON, Álvaro (2005). Producción de carne bovina en praderas renovadas con *Brachiaria brizanta* cv. *Marandú* en el piedemonte de los llanos orientales de Colombia. En: Ciencia y tecnología agropecuaria. Vol. 6, Julio, pp. 28-36.

- RINCON, Álvaro (2006). Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los llanos orientales de Colombia. Boletín técnico No. 49. Villavicencio: Corpoica, Gobernación del Meta. (Consultado: 14. Mar. 2013). Disponible en: http://books.google.es/books/about/FACTORES_de_DEGRADACION_y_TECNOLOGIA_de.html?hl=es&id=HsGPPwb9p8UC
- ROJAS, Freddy; ARIAS, Dagoberto; MOYA, Roger; MEZA, Alejandro; MURILLO, Olman; ARGUEDAS, Marcela (2004). Manual para productores de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. Cartago. 314p. (Consultado: 27. Sep. 2012). Disponible en: http://www.fonafifo.go.cr/text_files/proyectos/Manual%20Prod%20Melina.pdf
- TELLEZ, Anderson; MENDOZA, Ramon (2014). Evaluación del comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* en bancos forrajeros, bajo condiciones de suelo de piedemonte llanero. Trabajo de grado para optar por el título de zootecnista. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad de La Salle.
- TILLEY, M y TERRY, A. (1963) A two stage technique for the in vitro digestión of forage crops. J. Br. Grassland Soc. 18:104-111
- VERGARA, Wilson (2010). La ganadería extensiva y el problema agrario. El reto de un modelo de desarrollo rural sustentable para Colombia. En: Ciencia animal, No 3, septiembre, pp. 45-53.

