

GUARANGO (*Mimosa quitensis*) OPCION FORRAJERA PARA SISTEMAS GANADEROS DE CLIMA FRIO

GUARANGO (*Mimosa quitensis*) AN FORAGE OPTION FOR COLDWEATHER LIVESTOCK SYSTEMS

Guarango (*Mimosa quitensis*) COMO OPÇÃO DE FORRAGEM PARA O GADO DE SISTEMAS DO TEMPO FRIO

Jamir Achipiz-Fajardo¹, Geison Mauricio Gálvez-Campo¹, Sandra Morales-Velasco²,
Nelson Jose Vivas-Quila³

RESUMEN

La investigación se realizó en los municipios de Popayán, Silvia, Puracé y Totoró del Departamento del Cauca entre los 2000 a 3000 m.s.n.m. El objetivo fue determinar la capacidad forrajera y su potencial en sistemas ganaderos de clima frío. Se evaluaron aspectos productivos (capacidad de rebrotes, vigor, diámetro, peso y altura), al igual que parámetros biométricos como área de sombrero y formas de uso frecuentes de la especie en la zona. Para las pruebas de germinación de semillas se compararon cuatro tratamientos de escarificación (T1: Lija y remojo en agua climatizada; T2: ácido sulfúrico al 40% durante 10 minutos; T3: agua caliente a 80°C por 2 minutos; T4: testigo sin ningún tratamiento) y cuatro repeticiones bajo un diseño experimental completamente al azar, evaluándose calidad y viabilidad. Los resultados bromatológicos muestran que sus contenidos de taninos y fibra detergente neutra son altos, por otra parte las pruebas de escarificación permitieron identificar que los tratamientos T1 y T3, presentaron mejores resultados en los procesos de germinación, siendo esto importante para el establecimiento de viveros dirigidos a fomentar la especie en la zona.

Recibido para evaluación: 15 de septiembre de 2013. **Aprobado para publicación:** 18 de mayo de 2014

- 1 Universidad del Cauca. Ingeniero Agropecuario. Popayán, Colombia.
- 2 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias. Ecología- MSc. Popayán, Colombia.
- 3 Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias. Zootecnista- PhD. Popayán, Colombia.

Correspondencia: nutrifaca@unicauca.edu.co

ABSTRACT

The research was made in the municipalities of Popayan, Silvia, Puracé and Totoro of the Cauca town between 2000 to 3000 m.a.s.l. The objective was to determine the ability to forage and its potential in cold weather livestock systems. Assessed productive aspects (capacity of regrowth, force, diameter, weight and height), as well as biometric parameters such as area of gloomy and forms frequent use of the species in the area. For seed germination tests were compared four scarification treatments (T1: sandpaper and soak in heated water;) T2: sulfuric acid 40% for 10 minutes; T3: hot water at 80°C for 2 minutes; T4: witness without any treatment) and four replicates under a completely randomized experimental design, assessing quality and viability. The bromatological results showed that the contents of tannins and neutral detergent fiber are high, on the other way the scarification tests helped identify that treatments T1 and T3 presented better results in the germination process, this aspect is important for the tree nursery establishment to encourage the species in the area.

RESUMO

A pesquisa foi realizada nos municípios de Popayan, Silvia, Puracé e Totoro de entre 2000 a 3000 m.a.n.m, no Departamento de Cauca. O objetivo foi determinar a capacidade de forragem e seu potencial em sistemas pecuários no tempo frio. Avaliados aspectos produtivos (capacidade de rebrota, força, diâmetro, peso e altura), bem como parâmetros biométricos como área de sombrio e formulários de uso freqüente das espécies na área. Para a germinação de sementes, testes foram comparados quatro tratamentos de escarificação (T1: lixa e mergulhe em água aquecida;) T2: ácido sulfúrico 40% por 10 minutos; T3: água quente a 80°C durante 2 minutos; T4: testemunha sem nenhum tratamento) e quatro repetições sob um sem reservas delineamento experimental, avaliando a qualidade e viabilidade. Os resultados de bromatológico mostram que seus taninos e conteúdo de fibra detergente neutro é elevado, os outros testes de escarificação mão ajudado a identificar que tratamentos T1 e T3, mostrou melhor resultados na germinação processo, sendo este importante para a criação de viveiros para incentivar as espécies na área.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Internacional de Investigación en Ganadería, prevee que la demanda de leche y carne se duplicará en 2020, correspondiendo el mayor aumento a los países en desarrollo con la limitada oferta de concentrados, que se constituye en el principal obstáculo para satisfacer la demanda creciente de la alimentación animal, sobre todo para los pequeños agricultores [1].

En Colombia, gran parte de la producción de leche se concentra en el clima frío, donde hay limitantes en la cantidad de la oferta forrajera y en el uso de árboles forrajeros, los cuales son alternativa nutricional en los sistemas agroforestales y de alimentación del ganado, dado a los múltiples beneficios que ofrecen para el productor como el uso para madera, protección del

PALABRAS CLAVE:

Producción de forraje, Viabilidad de Semillas.

KEY WORDS:

Forage production, Seed viability.

PALAVRAS-CHAVE:

A produção de forragem, Aviabilidade das sementes.

suelo, capacidad fijadora de nitrógeno y el confort que le ofrece a los animales [2].

Hasta hace poco los árboles como recurso alimenticio habían sido ignorados debido al desconocimiento de su uso potencial y a la carencia de iniciativa para desarrollar sistemas alimenticios más innovadores [3]. Sin embargo actualmente los sistemas de producción agropecuarios han retomado como objetivo alcanzar una comunidad estable con varios estratos de plantas productoras de follaje y/o frutos con valor nutritivo complementario a los monocultivos que son básicamente gramíneas con sistema radicular poco profundo y por lo tanto una limitada producción de forraje [3].

La leguminosa *Mimosa quitensis* conocida como guarango, es originaria de Colombia y norte de Ecuador se distribuye entre los 1700 m.s.n.m hasta los 3400 m.s.n.m [4], de características arbustivas y semiarbustivas, erecta, perenne, puede tornarse árbol de porte bajo cuando se somete a podas periódicas o se encuentra en asocio otras especies que por competencia estimulan su precocidad [4]. Es de copa redondeada, irregular, ligeramente abierta y rala, se encuentra de forma natural a orilla de carreteras, potreros abandonados y en bosques secundarios en etapas tempranas.

En este sentido el estudio de especies regionales como el guarango (*Mimosa quitensis*) cobra importancia para el diseño de sistemas ganaderos que incluyan este componente arbóreo en aquellas zonas del trópico alto caucano, logrando así mejorar los parámetros productivos y reducir los efectos derivados de esta actividad económica. Sumado a lo anterior, los escasos estudios referentes a cualidades agronómicas y productivas de la especie hacen necesario que se adelanten investigaciones para evaluar el verdadero potencial como fuente de forraje, debido a que en Colombia apenas se está generando el proceso de desarrollo, conocimiento y valoración científica de los sistemas de producción silvopastoriles que permitan recomendar especies promisorias para agroecosistemas específicos y sistemas de producción pecuaria tanto en funciones de productividad de biomasa como en su valor nutritivo [3].

MÉTODO

Área de Estudio

La zona de estudio está localizada en los Municipios de Popayán, Silvia, Totoró y Puracé del Departamento

del Cauca con suelos de origen volcánico y un material parental constituido principalmente por cenizas volcánicas que descansan sobre rocas ígneas, especialmente andesitas, basaltos y diabasas con perfil franco-arcilloso, de aridez mediano-fuerte, altos contenidos de gas carbónico, azufre, aluminio y otros [5]; en donde información representativa de la especie con la ayuda de productores y/o ganaderos de las zonas (Figura 1).

Métodos

En esta fase se evaluaron las siguientes variables.

Aspectos Productivos y nutricionales de la especie.

Se realizaron cortes de estandarización a 15 plantas, a las cuales se les practicó una soca a una altura de 50 cm [6]. Luego de 8 semanas de recuperación se contaron los rebrotes, midiéndose el diámetro y altura alcanzada por las plantas (Figura 2).

Unido a lo anterior, se cortó el forraje verde producido en kg/planta para el análisis bromatológico, tomando-se una sub muestra, enviada al laboratorio de forrajes del CIAT, donde se analizó contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), fenoles totales y taninos totales.

Evaluación de las semillas

Se realizaron pruebas de viabilidad, germinación y emergencia [7].

Figura 1. Localización de la zona de estudio.

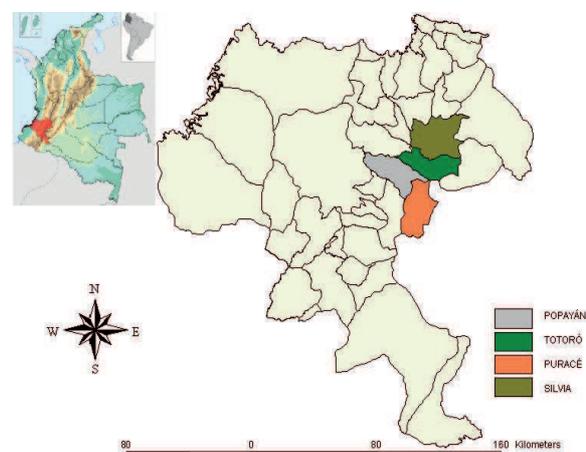


Figura 2. Socas de *Mimosa quitensis*.

Prueba de viabilidad de Tetrazolio. Las 40 semillas colectadas en los diferentes municipios fueron hidratadas durante 48 horas para estimular la actividad de las enzimas deshidrogenasas y ablandar los tejidos; facilitando de esta manera el corte longitudinal separando los cotiledones y permitir el contacto con el tetrazolio. Cada grupo de semillas fue puesto en cajas de petri. Posteriormente se le adiciono el compuesto cloruro de tetrazolio al 1%, dejando actuar la mezcla durante 2 horas en ausencia de luz. Se contaron las semillas teñidas de coloración purpura se determinó el porcentaje de viabilidad.

Germinación y Emergencia. Se evaluaron diferentes tipos de escarificación, utilizándose un diseño experimental bloques completamente al azar. En cada tratamiento fueron colocadas 100 semillas, en un sustrato compuesto por arena y cascarilla de arroz en una proporción de 2:1. Los Tratamientos fueron el T₁ - Lija y remojo en agua climatizada; T₂ - ácido sulfúrico al 40% durante 10 minutos; T₃ - agua caliente a 80°C por 2 minutos; T₄ testigo sin tratamiento.

Considerando algunos aspectos metodológicos [8], se identificaron características apropiadas para el uso de esta especie en sistemas silvopastoriles como:

Área de sombrío. Medida del diámetro de la sombra proyectada en el suelo por la copa del árbol. Esta actividad se realizó a medio día puesto que durante esta hora los rayos solares caen perpendicularmente.

Especies asociadas a su área de sombra. Muestreo de las plantas asociadas, que fueron colectadas y clasificadas en el herbario de la Universidad del Cauca.

Uso de *Mimosa quitensis*. Se visitaron sistemas productivos y se registraron los usos actuales de la especie.

RESULTADOS

Variables Productivas del Guarango (*Mimosa quitensis*)

Del total de árboles evaluados, el promedio de producción de forraje verde/árbol fue de 444,7 gr, con un valor máximo de 809 g/planta y un valor mínimo de 170 g/planta, directamente proporcional con el número de rebrotes que en promedio fueron de 145,3 rebrotes/planta (cuadro No.1).

Es de resaltar que la especie responde bien a los cortes (298 rebrotes), pero la producción de forraje (FV) es bajo comparado con las producciones alcanzadas en otras especies bajo corte para suplementación animal como *Gliricidia sepium* (14,2 T/ha/corte), *Trichantera gigantea* (12,57 T/ha/corte), *Leucaena leucocephala* (14 T/ha/corte) [8], lo que se puede explicar con la altura del corte; ya que las plantas cortadas por encima de los 50 cm del suelo tienen la capacidad de recuperarse, el contenido de proteína no sufre alteraciones notables y los contenidos de fósforo, potasio, calcio y

Cuadro 1. Descriptores estadísticos para variables productivas.

	Peso FV gr.	No. Rebotes	Diám. (cm)	Altura (cm)	Vigor (1-5)
Media	444,7	145,1	101,6	89,0	3,0
Desviación estándar	242,1	86,3	42,5	40,2	1,25
Coef. de variación	0,5	0,6	0,42	0,45	0,42
Máximo	809	298	146	165	5,0
Mínimo	170	34	8	10	1,0

Cuadro 2. Análisis Bromatológico del follaje de *Mimosa quitensis*.

Análisis	Porcentaje (%)
PC	20,23
DIVMS	65,65
FDN	58,70
FDA	25,15
Fenoles Totales	25,15
Taninos Totales	33,06

PC: Proteína cruda DIVMS: Digestibilidad in vitro de materia seca. FDA: Fibra detergente acida FDN: Fibra detergente neutra.

magnesio son adecuados; que unido a la frecuencia de poda, que para algunos investigadores es de 90 días pudieron limitar la producción de la especie [8].

Calidad nutricional del forraje de *Mimosa quitensis*.

En el cuadro 3, se muestran los resultados del análisis bromatológico.

Como lo muestran los resultados, se puede asegurar que el contenido de proteína cruda (PC) del follaje de *Mimosa quitensis* es similar a los contenidos proteicos de otras especies forrajeras como, *Cajanus cajan* (20 a 23%), *Erythrina edulis* (24%), *Leucaena leucocephala* (12 a 25%), *Gliricidia sepium* (20 a 30%), *Alocasia macrorrhiza* (22,4 %), e incluso superior a los contenidos proteicos encontrados en follajes de especies como *Trichantera gigantea* (18%), *Acacia decurrens* (18%), *Malvaviscus arboreus* (19%), *Tithonia diversifolia* (18%), entre otras.

Se hallaron altos contenidos de FDN (58,78%) y taninos totales (36,06%), factores que pueden limitar el consumo de materia seca y la digestibilidad de la proteína [9], inhibiendo la acción de enzimas y la actividad de los microorganismos en el rumen limitando la degradación de nutrientes reduciendo la producción de ácidos grasos como productos finales de la degradación [9]. De igual manera, la Fibra Detergente Neutra FDN (58,7%) fue alta, pudiendo afectar la producción de leche la cual disminuyó en la medida que se incrementaba en la dieta la FDN, pero no afectó el consumo en MS [10]. Sin embargo, los niveles adecuados de taninos en la dieta protegen parte del nitrógeno de la degradación ruminal y favorecen la utilización más eficiente en el tracto posterior [9,10]. Por otra parte, la presencia de estos compuestos puede modificar las rutas de excreción del nitrógeno, disminuyendo la cantidad eliminada a través de la orina e incrementándose la cantidad excretada en las heces [9], lo que puede

conducir a efectos positivos sobre la fertilidad de los suelos, disminución de gases de efecto de invernadero, proyectando al guarango en calidad nutricional como una de las especies con potencial forrajero en ecosistemas de clima frío Colombiano.

El potencialidad de la especie debe ser evaluada bajo prácticas de manejo y sobre sistemas silvopastoriles con árboles fijadores de nitrógeno (AFN), creando interacciones biológicas, ecológicas y económicas, las cuales pueden contribuir a lograr una producción sostenible [11].

Adicional a lo anterior, la inclusión de sistemas arbóreos en potreros mejora las condiciones paisajísticas de los predios, se constituye en hábitat de muchas especies de animales aumentando así los índices de diversidad animal, es fuente de leña como material combustible entre otros. Por lo tanto, a pesar de que la especie evaluada tiene factores anti nutricionales que pueden afectar la digestibilidad de su forraje, deben tenerse en cuenta los demás factores mencionados permitiendo así el diseño de sistemas ganaderos más eficientes.

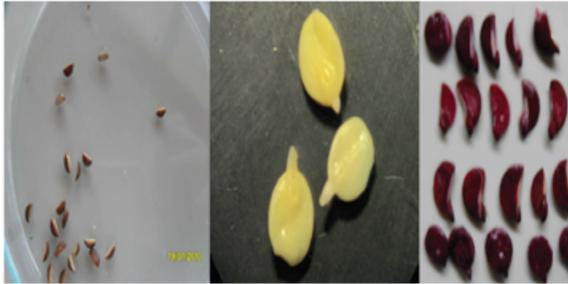
Evaluación de semillas

Prueba de viabilidad en tetrazolio. En la figura 3 se observan las semillas después de realizada la prueba de tetrazolio mostrando el alto poder germinativo de estas a través de una tinción total de las semillas como consecuencia de la respuesta frente al reactivo.

Se encontró que las semillas colectadas tuvieron alta viabilidad en particular en los municipios de Popayán y Silvia con el 100%, mientras que para los municipios Puracé y Totoró del 90%. Esto a lo mejor dado a la producción permanente de semillas y a las bajas temperaturas (16°C en promedio) que favorecen la conservación de las mismas.

Evaluación del porcentaje de germinación en semillas de *Mimosa quitensis*. Hubo un mejor efecto en la germinación, cuando las semillas fueron sometidas a los tratamientos T1 y T3 comparado con los tratamientos T2 y T4 (figura 4).

Del mismo modo se observa que para T1 y T3 el mayor número de semillas germinadas se dio entre los tres y nueve días después de la aplicación de los tratamientos, característica que no se presenta en el caso de los otros tratamientos

Figura 3. Semillas viables en tetrazolio.

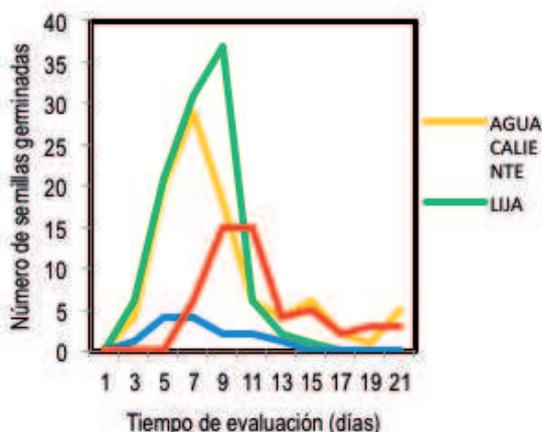
Al realizar el análisis de varianza, se hallaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos y la prueba de de Duncan, muestra dos conjuntos homogéneos el primero conformado por el T1 (Lija y remojo en agua climatizada) y T3 (Agua caliente a 80°C durante dos minutos), los cuales presentaron promedios de germinación de 93,75% y 87,5% respectivamente.

El segundo conjunto, dado por el tratamiento testigo y el, T2 (ácido sulfúrico al 40% durante 10 minutos); indicando que la utilización del ácido sulfúrico afectó negativamente el potencial germinativo por causa del calor extremo que se produce al lavar con ácido, o por la penetración del ácido que daña el embrión [12,13].

Aspectos biométricos

En el cuadro 4 se presentan los valores hallados.

Los valores para el DAP y altura de los árboles, presentan coeficientes de variación (0,29 y 0,31) mostrando una tendencia de la homogeneidad de los datos, mien-

Figura 4. Curva de germinación de semillas.**Cuadro 4.** Descriptores estadísticos para variables biométricas.

	DAP (cm)	Altura (m)	Radio sombra (m)
Media	36,5	5,3	3,1
Desviación estándar	10,58	1,64	1,23
Coefficiente de variación	0,29	0,31	0,4
Valor máximo	55	8	5
Valor mínimo	21	3	2

tras que para el caso del radio de la sombra alcanzada por la cobertura de la copa mayor heterogeneidad de los datos, por lo que puede considerarse el guarango como una especie de copa extendida la cual ofrece una sombra rala, que sumado al tamaño y forma de las hojas y folíolos garantiza un mayor paso de luz solar permitiendo así el mayor crecimiento de plantas pertenecientes a la familia Poaceae [3,14].

Es de resaltar que el promedio de altura (36 cm) indicador para el diseño de sistemas agroforestales de múltiples estratos a través de la asociación con otras especies de porte alto.

Especies asociadas a su área de sombra. En el cuadro 5, se presenta el listado de las 16 familias y veintiséis especies, asociadas bajo la cobertura de la copa de *Mimosa quitensis*.

Lo anterior confirma que el grado de luminosidad bajo la copa de los árboles facilita el crecimiento de estas plantas, permitiendo que especies con altos requerimientos luminosos (C_4) crezcan, indicando el potencial de la especie para ser aprovechado en arreglos silvo-pastoriles con pasturas mejoradas [5].

Uso frecuentes de la especie. De un total de 30 registros realizados en campo se encontró que dentro de las formas de uso en sistemas ganaderos el 86,67% esta siendo utilizado en potreros, 10% como cercas vivas y solo un 3,33% como cultivo, resaltando que en los municipios de Silvia y Sotará, el guarango esta siendo manejado con podas y raleos [13,15].

Lo anterior muestra que a pesar de ser una especie potencialmente utilizable para mejorar los parámetros productivos de los sistemas ganaderos en ecorregiones de clima frío, es escaso el avance entorno a prácticas culturales y diseño de sistemas agrofo-

Cuadro 5. Especies asociadas bajo el sombrío de *Mimosa quitensis* en la zona de estudio.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Pacunga o cadillo
	<i>Calea glomerata</i>	Carrasposa
Commenilaceae	<i>Chromolaena odorata</i>	
	<i>Trasdescantia multiflora</i>	Suelda con suelda
Cyperaceae	<i>Rhynchospora nervosa</i>	Cortadera
Fabacea	<i>Arachis pintoi</i>	Maní forrajero
	<i>Trifolium repens</i>	Trébol
Gesneriaceae	<i>Kohleria digitalliflora</i>	Doncella
Gramineae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.)	Grama común
Lamiaceae	<i>Hyptis sidifolia</i>	Botoncillo
Loranthaceae	<i>Lorantus leptotachyus</i>	Matapalo
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Escoba negra
Mimosaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza, espino
	<i>Mimosa albicans</i>	Zarza
Mirtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba
Poaceae	<i>Andropogon</i> sp.	Pasto rabo de zorro
	<i>Isachne</i> sp.	Gramilla
	<i>Lasiacis</i> cf <i>divaricata</i>	
	<i>Paspalum</i> sp.	Trencilla o grama
	<i>Melinis minutiflora</i>	Yaragúa
Pteredaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho marranero
	<i>Rubus urticifolius</i>	Mora de monte
Rosaceae	<i>Rubus floribundus</i>	Zarzamora o mora silvestre
	<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	
Verbenaceae	<i>Lantana rugulosa</i>	

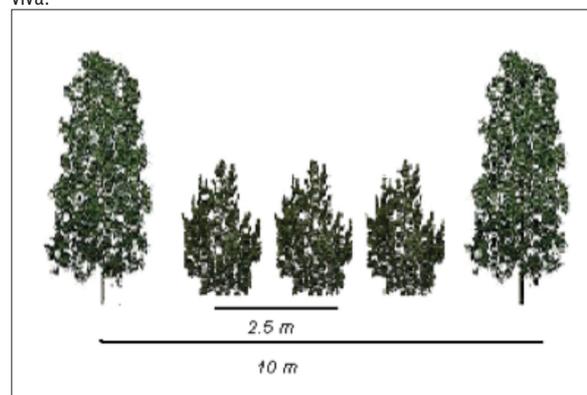
restales, lo cual se ve reflejado en el alto porcentaje de árboles que crecen en potreros sin ningún tipo de manejo.

Alternativas de uso. Teniendo en cuenta que las malas prácticas ganaderas han traído efectos negativos al medio ambiente como contaminación de fuentes hídricas, procesos erosivos, pérdida de biodiversidad, se plantean diseños y prácticas alternativas agroforestales que permitan contribuir con la fertilidad de los suelos, microclimas más favorables para los animales, fuente de forraje adicional para los animales en periodos críticos etc, a continuación se proponen algunas formas de uso posibles de la especie en los ecosistemas regionales.

Cercas vivas. La utilización de árboles en potreros es una práctica tradicional, pero es poco el uso del guarango bajo este arreglo encontrado en el área de estudio. En la figura 5, se muestra un esquema propuesto para un arreglo de cercas vivas de guarango (*Mimosa quitensis*) en asocio con aliso (*Alnus acuminata*)

Es frecuente que la cerca viva cumpla con la función principal de impedir el paso de personas y animales pero su potencial productivo (madera, leña, forraje, frutos, abono verde) y otros servicios (diversificación del paisaje, regulación climática, hábitat de fauna local, acumulación de CO₂) que no son realmente valorados. A la vez, es una especie que por ser ramoneada por los animales ofrece una fuente de forraje adicional en épocas críticas, dado a que sus raíces se desarrolla a partir de una radícula con su posterior alargamiento, forma un casquete fuerte llamado caliptra o cofia capaz de penetrar suelos duros, no presenta competencia por nutrientes a nivel superficial ya que es capaz

Figura 5. Esquema vertical de un arreglo guarango-aliso como cerca viva.



de penetrar en las capas profundas del suelo, aprovechando el agua y los minerales que las gramíneas no pueden alcanzar [5,15].

Para su instalación se recomienda manejar distancias de 2,5 m entre árboles si se utiliza como única especie, sin embargo se puede asociar con otras especies arbóreas encontradas en la zona como aliso (*Alnus acuminata*), lechero (*Euphorbia lauriformis*) entre otras. En este caso, pueden establecerse cercas de múltiple estrato manejando distancias de 10 m entre árboles para el caso del aliso, 3 m para en guarango y 1,5 m en el caso del lechero.

Setos. Se recomienda el establecimiento de surcos a distancias de 1 m entre árboles siguiendo las curvas de nivel para el caso de terreno quebrados, con el propósito de reducir la velocidad del agua lluvia además de mejorar la fertilidad del suelo a partir de la fijación natural de nitrógeno atmosférico. Del mismo modo proporciona un mejor aspecto visual en términos paisajísticos [13,15].

Árboles en potreros. En la figura 6 se presenta un esquema de árboles en potreros sembrados a tresbolillo.

Pueden ser sembrados a una distancia de 5 m entre árboles y 8 m entre surcos, bajo arreglos de doble estrato combinados con especies de mayor altura como acacias (*Acacia sp*), aliso (*Alnus acuminata*) entre otros [13,15].

Considerando los sistemas agroforestales multiestrato como una forma de producción agroforestal que se acerca a la estructura y dinámica de los bosques naturales, la combinación de especies de diferentes alturas permite un mejor aprovechamiento horizontal y vertical del suelo y por lo tanto debe ser una herramienta que debe ser aprovechada para el diseño de arreglos arbóreos en los sistemas ganaderos. En la figura 7, se presenta un esquema de un arreglo de doble estrato para el trópico alto compuesto por *Alnus acuminata* y *Mimosa quitensis*.

Este es un arreglo que puede ofrecer varios beneficios en los sistemas ganaderos del trópico alto como mejorar la fertilidad natural del suelo a través de la fijación de nitrógeno, a la vez aportar sombra a los animales dado la generación de microclimas más adecuados para los bovinos. Del mismo modo es una opción de forraje complementario para los animales a través del ramoneo a la vez que mejora las características paisajísticas de los predios.

Figura 6. Esquema de árboles distribuidos en potreros sembrados a tresbolillo.

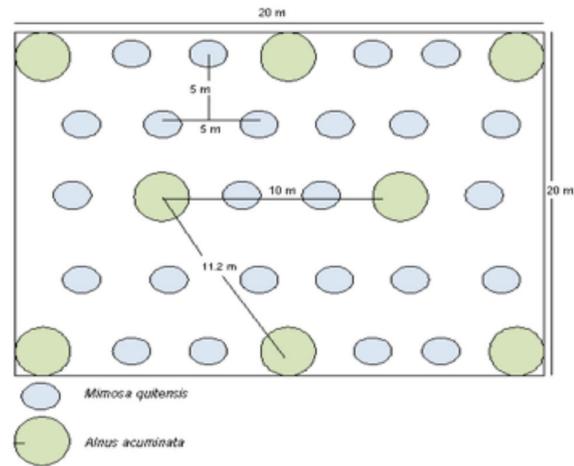


Figura 7. Esquema vertical de un arreglo de doble estrato Aliso-guarango.



Por lo tanto, la agroforestería en el ámbito ganadero debe ser una opción de mayor interés por parte de los productores e instituciones interesadas en el fomento de una actividad ganadera que reduzca los impactos ambientales en los diferentes ecosistemas regionales.

CONCLUSIONES

El follaje de *Mimosa quitensis* presenta altos contenidos de proteína con una buena DIVMS, con altos contenidos de taninos y FDN se presentan como limitantes para el nivel de consumo voluntario y la asimilación de la proteína en el tracto digestivo bovino. Sin embargo deben ser consideradas otras ventajas de tipo ambiental que ofrece la especie para el diseño de sistemas silvopastoriles.

El guarango es una especie de alta frecuencia de aparición en la zona de estudio, lo cual se sustenta a partir del alto porcentaje de viabilidad de las semillas a través de la prueba de tetrazolio, mostrando niveles de germinación del 100% para las semillas colectadas en las localidades de Popayán y Silvia y 90% para Puracé y Totoró. Adicional a lo anterior, características como frutos dehiscentes y semillas de pequeño tamaño se asocian a mecanismos de dispersión como hidrocoria.

Dentro de las pruebas de escarificación evaluadas, se encontró que las semillas de guarango respondieron bien cuando fueron escarificadas con lija y remojo en agua a temperatura ambiental y cuando fueron tratadas en inmersión en agua caliente durante dos minutos. Por el contrario, el tratamiento con ácido sulfúrico tiene efectos negativos sobre el potencial germinativo de las semillas al afectar la viabilidad de los embriones.

El guarango es una especie que responde bien a prácticas de manejo como podas, sin embargo los niveles de producción de forraje son bajos comparado al de otras especies.

Es necesario realizar estudios de tipo agronómico y prácticas de manejo para evaluar el comportamiento de la especie frente a diferentes prácticas de cultivo que permitan mejorar las condiciones de producción de forraje para los animales.

Deben realizarse estudios más detallados a nivel químico para determinar el tipo de taninos contenidos en el forraje de la especie estudiada y así poder determinar con mayor precisión el efecto producido sobre la digestibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los productores de los municipios de Popayán, Silvia, Totoró y Puracé y a la Universidad del Cauca, por proveer todas herramientas necesarias para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS

- [1] INSTITUTO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION EN GANADERÍA (ILRI). Sustainable livelihoods through livestock farming in East Africa [online]. 2012. Available: <http://de.slideshare.net/ILRI/sustainable-livelihoods-through-livestock-farming-in-east-africa> [Citado 15 febrero de 2013].
- [2] PIZA, P., JIMÉNEZ, A. y PRIETO J. Estado del arte de algunos sistemas de producción ganadera de clima frío en Colombia y el Mundo. *Revista Inventum*, 11, 2011, p. 48-53.
- [3] MURGUEITIO, E., CHARÁ, J., SOLARTE, A., URIBE, F., ZAPATA, C. y RIVERA, J. Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26, 2013, p. 313-316.
- [4] MISSOURI BOTANICAL GARDEN-W³. Specimen Data Base [online]. 2010. Available: <http://www.mobot.org/> [citado en febrero 16 de 2012].
- [5] CALLE, Z., MURGUEITIO, E. and CHARÁ, J. Integrating forestry, sustainable cattle-ranching and landscape restoration Rome (Italy): FAO, *Unasylva* 239, 63, 2012, p. 31-40.
- [6] GAMARRA, J.R. Documentos de trabajo No. 95 sobre Economía Regional, La Economía del Departamento del Cauca Concentración de Tierra y Pobreza. Bogotá (Colombia): Banco de la República, Centro de Estudios económicos regionales, 2007, p. 7-10.
- [7] VIVAS, N. Evaluación agronómica de 137 accesiones de *Desmodium velutinum* en la estación experimental CIAT, Santander de Quilichao [Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical]. Palmira (Colombia): Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ciencias Agrarias, 2005, p. 42.
- [8] PRIETO, J., PRIETO, F., HERNÁNDEZ, N., DOMÍNGUEZ, J., y ROMÁN, A. Métodos comparativos del poder germinativo en *Hordeum distichon* L. calidad maltera. *Multiciencias*, 11(2), 2011, p. 121-128.
- [9] FALCÃO, R., BARBOSA-DA SILVA, J., FONSECA, L., LUCENA, I. e ZUNETE, M. Características biométricas de mudas de castanha-do-gurguéia em função de calagem e NPK1 Biometric characteristics of Gurguéia nut seedlings as a function of liming and NPK. *Revista Ciência Agronômica*, 42(4), 2011, p. 940-949.
- [10] LOMBO, F.D. Evaluación de la disponibilidad de biomasa y capacidad de rebrote de leñosas forrajeras en potreros del trópico seco de Nicaragua [Tesis de Maestría en Agroforestería]. Turriabla (Costa Rica): CATIE, 2012, 86 p.
- [11] PINTO-RUIZ, R., HERNÁNDEZ, D., AVILÉS, L., SANDOVAL, C., COBOS, M. y GÓMEZ, H. Taninos y fenoles en la fermentación in vitro de leñosas forrajeras tropicales. *Agronomía Mesoamericana*, 20(1), 2009, p. 15-23.

- [12] LEZCANO, Y., SOCA, M., OJEDA, F., OLIVERA, Y., MONTEJO, I. y SANTANA, H. Caracterización cualitativa del contenido de metabolitos secundarios en la fracción comestible de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 2012, p. 283-292.
- [13] OSPINA, S., RUSCH, G., PEZO, D., CASANOVES, F. and SINCLAIR, F. More Stable Productivity of Semi Natural Grasslands than Sown Pastures in a Seasonally Dry Climate. *PLoS ONE*, 7(5), 2012, p.1371–1381.
- [14] MEDINA, M., GARCÍA, D., MORATINOS E. y COVA, L. Comparación de tres leguminosas arbóreas sembradas en un sustrato alcalino durante el período de viveramiento y Variables morfoestructurales. *Pastos y Forrajes*, 34(1), 2011, p. 234–245.
- [15] ARBOLEDA, D., TOMBE, A., MORALES-VELASCO, S. y VIVAS-QUILA, N. Propuesta para el establecimiento de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero: en sistemas de producción ganadera del trópico alto colombiano. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 2013, p. 154–163.