

LÍNEA BASE DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON APTITUD FORRAJERA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA DE CLIMA FRIO DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA

BASE LINE TREE AND SHUB SPECIES WITH FORAGE FITNESS LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS OF THE DEPARTAMENT OF COLD WEATHER CAUCA

AS ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS APTIDÃO COM FORRAGEM DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL DO CLIMA FRIO DO DEPARTAMENTO DO CAUCA

DENIS A. ARBOLEDA¹, ALBERT A. TOMBE², SANDRA MORALES VELASCO³, NELSON JOSE VIVAS QUILA⁴

RESUMEN

Dada la baja producción de forrajes de alta calidad y la problemática ambiental relacionada con la actividad ganadera a nivel regional, en el presente trabajo se presentan los resultados de una investigación realizada en sistemas de producción ganadera del trópico alto del Departamento del Cauca, entre los Municipios de Silvia, Totoró, Puracé y Sotará. El trabajo tuvo como objetivo el establecimiento de una línea base de

Recibido para evaluación: 30/8/2010. **Aprobado para publicación:** 27/5/11

- 1 Ingeniero Agropecuario - Universidad del Cauca
- 2 Ingeniero Agropecuario - Universidad del Cauca
- 3 Ecóloga, Magister en Recursos Hidrobiológicos, Profesora Asociada, adscrita a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.
- 4 Zootecnista, Magister en Ciencias Producción animal Tropical, Profesor Titular, adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.

Correspondencia: nutrifaca@unicauca.edu.co

especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera potencialmente utilizables en sistemas de producción Bovina para zonas de clima frío departamental, arrojando como resultado una línea de 17 familias que en la actualidad están siendo usadas a través de diferentes arreglos en los sistemas ganaderos. La investigación se desarrollo a partir del reconocimiento y recolección de información primaria con ayuda de los productores de la zona, seguida de la sistematización y análisis para la identificación de aquellas especies con mayor aparición y uso. Si bien se encontró un significativo número de especies, es necesario profundizar el estudio en algunas de estas, dado que la información respecto a su desarrollo fenológico y su comportamiento en sistemas ganaderos aun es desconocido. Así, los resultados encontrados se constituyen en una fuente de información para el diseño de sistemas de producción ganadera más eficientes para zonas de clima frío, a la vez que en la base para la formulación de futuras propuestas de investigación relacionadas con el campo de la agroforestería en ecosistemas regionales.

ABSTRACT

Given the low production of high quality fodder and environmental issues related to livestock at the regional level, this paper presents the results of research conducted in livestock production systems of tropical high Cauca Department, among the municipalities Silvia, Totoro, and Sotaró Puracé. The study aimed to establish a baseline of tree and shrub species with fitness forage utilization in beef production systems for cold climates department, dropping a line resulted in 17 families are currently being used by different arrangements livestock. La research systems developed from the recognition and primary data collection with the help of local producers, followed by the systematization and analysis for the identification of those species with higher occurrence and use. Although there were a significant number of species, further study is necessary in some of these, since information about their phenological development and behavior in cattle production systems is still unknown. Thus, the findings constitute a source of information for the design of livestock production systems more efficient in cold climates, while the basis for the formulation of future research proposals related to the field of agroforestry regional ecosystems.

RESUMO

Devido à baixa produção de forragens de alta qualidade e a problemática ambiental relacionada com a atividade pecuária á nível regional, no presente trabalho se apresentam os resultados de uma pesquisa relacionada em sistemas de produção pecuária do tropico alto do Departamento do Cauca, entre os Municipios de Silvia, Totoró, Puracé y Sotaró. O trabalho teve como objetivo o estabelecimento de uma línea base de espécies arbóreas e arbustivas com aptidão forrageira potencialmente utilização em sistemas de produção Bovina para zonas de clima frio departamental, arrojando como resultado uma línea de 17 famílias que na atualidade estão sendo usadas á

PALABRAS CLAVES:

Especies, trópico alto, Sistemas ganaderos.

KEYWORDS:

Species, highland tropics, Livestock systems.

PALAVRAS CLAVES:

espécies, tropico alto, Sistemas de produção animal.

través de diferentes arranjos nos sistemas pecuários. As pesquisas se desenvolvem a partir do reconhecimento e recopilación de informação primaria com ajuda de os produtores da zona, seguida da sistematização e análises para a identificação de aquelas espécies com maior

aparición e uso. Si bem se encontro um significativo numero de espécies, é necessário aprofundar o estudo em algumas de estas, dado que a informação respeito á seu desenvolvimento fenológico e seu comportamento em sistemas pecuários é desconhecido hasta agora.

INTRODUCCIÓN

La caracterización del potencial forrajero de especies arbóreas es una línea de investigación altamente desarrollada y en permanente evolución. Son cada vez mayores los conocimientos disponibles para identificar hasta qué punto un follaje arbóreo satisface los requerimientos nutricionales de una especie animal, pero aun queda un largo camino por recorrer en este campo. Quizá valga la pena anotar que el potencial forrajero es un concepto que va más allá del valor nutritivo y que incluye al menos dos características adicionales: el consumo voluntario, como indicador preliminar de la respuesta animal, y la disponibilidad del material en forma suficiente y permanente [1]. Así, para que un árbol pueda ser considerado como forrajero es importante tener en cuenta que el contenido nutricional sea adecuado, que su consumo promueva cambios positivos en los parámetros productivos, que los niveles de metabolitos secundarios no afecten su consumo ni las actividades fisiológicas normales del animal, que sea tolerante a prácticas de manejo como poda y mantener una producción adecuada de biomasa [2].

Si bien en los últimos años se ha tenido una mayor acogida por parte de los productores de los componentes arbóreos dentro de sus sistemas productivos, tradicionalmente los tipos de utilización de la tierra establecidos en Colombia y en muchos países de América Latina han menospreciado estos recursos aislándolos dentro de las funciones productivas y generadoras de servicios en los sistemas productivos agropecuarios [1], siendo la investigación desarrollada en torno a los componentes arbóreos y arbustivos en el ámbito ganadero muy escaso en las regiones de clima frío nacional y departamental, lo anterior dado el poco interés de instituciones e investigadores por la búsqueda de alternativas de producción más eficientes que involucren los componentes arbóreos.

Por lo tanto, la ganadería bovina en Colombia amerita una mayor atención, para encontrar verdaderos niveles de

productividad y competitividad [3], además de vislumbrar alternativas que permitan mitigar y dar solución a los efectos medioambientales relacionados con el actual sistema de producción. En este sentido, el silvopastoreo es una alternativa dentro del marco de la agroforestería [4], que debería tener más acogida para hacer un uso racional y eficiente del agua, suelo y biodiversidad.

MÉTODO

Ubicación e Identificación de las zonas de muestreo.

El estudio se localizó en la zona comprendida entre los 2000 y los 3000 msnm entre los municipios de Silvia, Totoró, Puracé y Sotará del Departamento del Cauca. El muestreo fue realizado en dos etapas. En la primera se realizó un recorrido por cada una de las vías principales que conducen a los municipios mencionados, georreferenciando las especies potencialmente utilizables ubicadas al lado de las mismas. En la segunda etapa se hizo el muestreo a través de las vías secundarias (veredales) de cada municipio y en las fincas localizadas sobre cada una de estas. Como unidades primarias se tomaron las vías las cuales fueron escogidas de manera aleatoria y como unidades secundarias las fincas elegidas por observación directa y por información obtenida a través de las UMATAS, Fondo Ganadero del Cauca, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero del Cauca, ICA y habitantes de la región, seleccionando a partir de estos los productores a los cuales se les realizaron entrevistas sobre conocimiento local de las especies

Identificación y colecta de material vegetal.

Para la colecta de las especies con potencial forrajero, se tuvo en cuenta el protocolo seguido en el herbario de la Universidad del Cauca. El material colectado se identificó en el sitio gracias a los ganaderos, por conocimientos de los investigadores y apoyo del personal técnico y profesional del herbario de la Universidad del Cauca, al igual que la comparación de las muestras con la base de datos existente en este sitio.

Sistematización de la información. Los datos obtenidos fueron seleccionados y ordenados en un [1] y modificado para la presente investigación, permitiendo consignar los datos por municipio y referencia de la información obtenida en campo en la que se resumen las características geográficas, agronómicas, usos, tipo de reproducción y posibilidades de obtención de semilla.

Análisis de información. Se cálculo la frecuencia de especies, riqueza específica, modalidad de uso y similitud por municipio. De igual manera con el apoyo del programa “Biodiversity pro for Windows” se realizo un análisis de similitud tomando como base las especies por municipio y la frecuencia de especies en cada uno de estos.

RESULTADOS

En el proceso de colecta e identificación de material vegetal se obtuvieron 168 registros correspondientes a 17 especies, de la cuales 6 son de habito arbustivo y 11 de habito arbóreo (Cuadro 1).

Frecuencia de especies: Dada la promoción que ha tenido el aliso (*Alnus acuminata*) por instituciones como la Corporación Regional del Cauca CRC para la conservación de suelos y cuencas es la especie con la

Cuadro 1. Especies identificadas con potencial forrajero para el trópico alto.

Nombre Científico	Habito
<i>Acacia decurrens</i> Willd	A1
<i>Acacia melanoxyton</i>	A1
<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.	A1
<i>Viburnum sp.</i>	A2
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	A1
<i>Escallonia paniculata</i>	A2
<i>Weinmannia pinnata</i> L.	A1
<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth	A1
<i>Weinmannia tolimensis</i>	A1
<i>Senna pistaciifolia</i>	A1
<i>Mimosa quitensis</i> Kunth	A2
<i>Myrsine coriacea</i>	A2
<i>Vallea stipularis</i>	A1
<i>Hesperomeles ferruginea</i> Benth.	A1
<i>Morus alba</i>	A2
<i>Verbesina sp</i>	A2
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	A1

A1. Arbóreo, A2. Arbustivo.

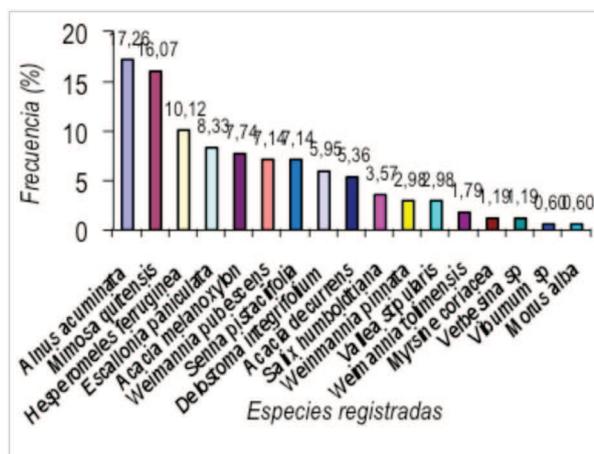
mayor frecuencia de aparición (17.26%). En segundo lugar figura el guarango (*Mimosa quitensis*) con el 16.07% y manzano (*Hesperomeles ferruginea*) con el 10.12% (Figura 1).

Este último, a pesar de presentar un importante número de registros es una especie de lento crecimiento que en la zona se encuentra en alturas mayores a los 3000 metros principalmente como sistemas de sombrío en potreros.

Algunos estudios realizados a lo largo de la Cordillera de los Andes [4], reportan a *Hesperomeles ferruginea* como una especie característica de los bosques nublados o bosque húmedo montano alto, el cual crece desde los 2500 hasta los 4000 metros de altura. Su presencia ha sido registrada en alturas intermedias que van desde los 3200 a 3700 msnm, coincidiendo con lo encontrado en la zona de estudio.

Esta especie fue encontrada con mayor frecuencia en el corregimiento de Malvazá zona de piso bioclimático que corresponde al páramo bajo perteneciente a la asociación Gabriel López, con suelos profundos a muy profundos de textura franco-arcillosos, fuertemente ácidos, material parental derivado de cenizas volcánicas y con una alta saturación de aluminio [5]. En esta ecorregión los árboles se caracterizan por presentar alturas entre los 8 y 12 metros con troncos torcidos y nudosos. De igual manera, es importante resaltar que las únicas especies encontradas con algún tipo de manejo como cultivo fueron *Alnus acuminata* en sistemas agro y silvopastoriles sembrado a distancias de 7m * 7m y 4m * 4m en los municipios de Silvia y Totoró y

Figura 1. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona de estudio.



algunas fincas donde hay presencia de guarango (*Mimosa quitensis*) con algunas labores de manejo como raleos en sistemas silvopastoriles en los municipios de Silvia y Sotará.

Al realizar una comparación entre la frecuencia presentada por el Aliso en las cuatro localidades, se evidencia una mayor periodicidad de aparición en los Municipios de Silvia y Totoró como resultado de su difusión para la conservación de suelos y protección de fuentes hídricas, aspecto que no ha tenido el mismo grado de adopción en las localidades de Puracé y Sotará.

Lo anterior en cierto grado puede llegar a ser una respuesta cultural o falta de capacitación de la población asentada en esta zona en torno a la importancia del manejo de potreros bajo sistemas arbóreos, ya que a diferencia de los dos primeros municipios, el avance en torno a los sistemas agroforestales es menor.

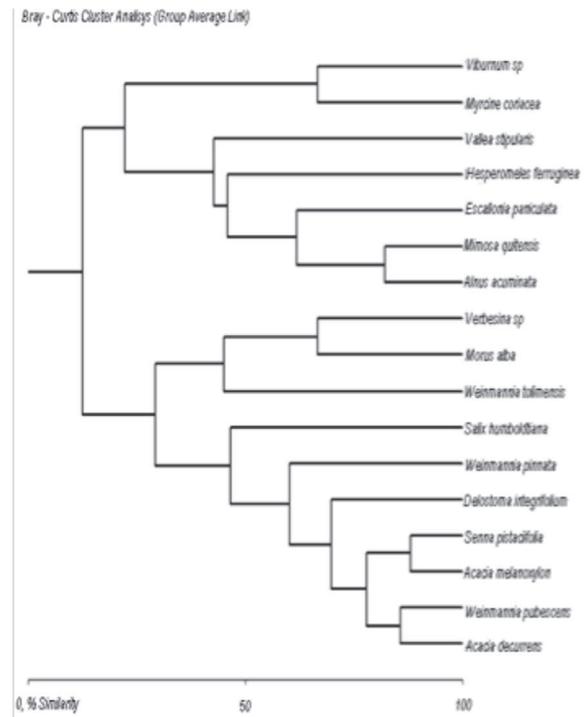
Similaridad entre especies registradas. Con el fin de determinar la tendencia en la frecuencia de especies, se realizó un Análisis de Clúster por el método de Bray-Curtis, el cual arrojó un Dendograma de similitud de las especies registradas en cuatro grandes grupos

En el primer grupo se encuentran *Viburnum sp* y *Myrsine coriacea* con una similaridad del 66.7%, siendo estas unas de las especies con menor frecuencia de aparición en la zona, registradas únicamente en los municipios de Silvia y Totoró (Figura 2).

En el segundo grupo aparecen *Vallea stipularis*, *Hesperomeles ferruginea*, *Escallonia paniculata*, *Mimosa quitensis* y *Alnus acuminata*; estas dos últimas con una similaridad del 82.1 %; lo anterior asociado a la mayor frecuencia de aparición en los cuatro municipios evaluados.

En el tercer grupo figuran *Verbesina sp*, *Morus alba* y *Weinmannia tolimensis*; las dos primeras con una similaridad del 66.7% y 50% entre *Morus alba* y *Weinmannia tolimensis*. Estas especies están caracterizadas por el escaso número de registros y por su presencia únicamente en los municipios de Puracé y Sotará, suponiendo una adaptación a condiciones edafológicas y climáticas particulares que afectan su crecimiento en los otros municipios. Otras especies como *Myrsine coriacea*, *Vallea stipularis* y *Viburnum sp* fueron registradas por encima de los 3000 msnm únicamente en el municipio de Totoró.

Figura 2. Dendograma de similitud entre especies.



Finalmente, en el cuarto grupo aparecen *Salix humboldtiana*, *Weinmannia pinnata*, *Delostoma integrifolium*, *Senna pistaciifolia*, *Acacia melanoxylon*, *Weinmannia pubescens* y *Acacia decurrens*, con similaridades del 88% entre *Acacia melanoxylon*, *Senna pistaciifolia* y *Weinmannia pubescens*. De igual manera, se encontró una similaridad del 85.7% entre *Acacia decurrens* y *Weinmannia pubescens*, especies caracterizadas por no presentar ningún registro en el Municipio de Sotará, 81.8% entre *Acacia melanoxylon* y *Acacia decurrens* y 66.6 % entre *Salix humboldtiana*, *Acacia decurrens* y *Senna pistaciifolia*.

Riqueza de especies por municipios. Al realizar una comparación entre localidades se evidencia poca diferencia en cuanto al número de especies registradas (Figura 3).

Aquí, el municipio con mayor número de especies fue Totoró, seguido del Municipio de Silvia y los municipios de Puracé y Sotará. Al realizar un análisis de similitud entre sitios se identificaron dos grupos conformados por los municipios de Puracé y Sotará con una similitud de 61.5% y los municipios de Silvia y Totoró con una similitud del 55.2 % (Figura 4).

Figura 3. Riqueza de especies registradas por municipios

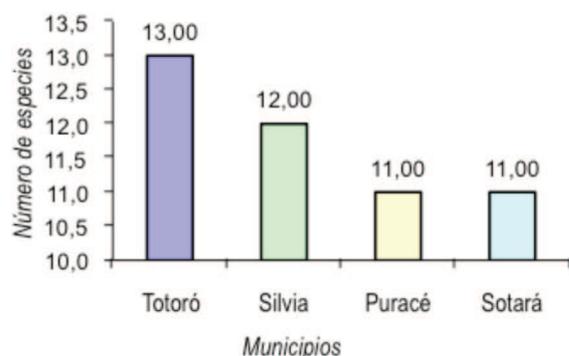
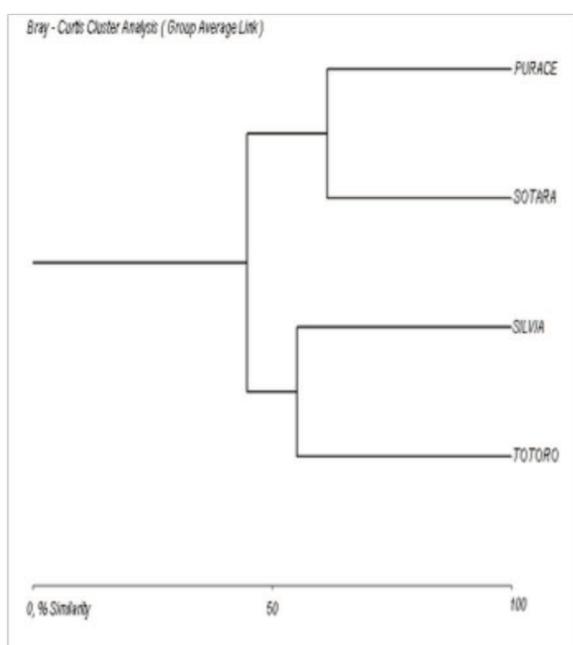


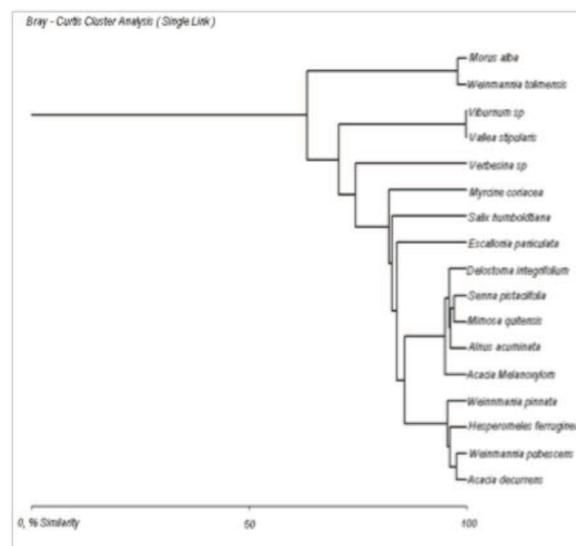
Figura 4. Dendograma de similitud entre localidades.



Lo anterior permite inferir que en dichas zonas existen diferencias en cuanto a las condiciones ambientales y de suelos que inciden directamente en la frecuencia de aparición de *Weinmannia tolimensis*, *Morus alba* y *Verbesina sp* registradas alrededor de los 2500 msnm, reafirmando lo mencionado anteriormente.

De igual forma, a través de un análisis de similitud entre especies por altura de registro (Figura 5), se encontró una coincidencia del 97.9% entre *Morus alba* y *Weinmannia tolimensis*. En el caso de *Morus alba*, su registro se realizó a una altura de 2535 msnm, siendo esto una muestra de su capacidad de adaptación a zonas del trópico alto. Sin embargo, no se conoce información sobre registros y evaluación de sus parámetros pro-

Figura 5. Dendograma de similitud de especies por altura de registro.



ductivos en esta región, siendo esto una limitante para su recomendación en el uso de alimentación bovina a través de sistemas de manejo como bancos de proteína.

Otras de las especies con un alto grado de similaridad fueron *Viburnum sp* y *Vallea stipularis* con el 99.8%, *Senna pistaciifolia* y *Mimosa quitensis* con el 97% y *Acacia decurrens* con *Weinmannia pubescens* con el 97.7%.

Aspectos reproductivos de las especies registradas. Un elemento característico presentado en las cuatro localidades es la supremacía de una reproducción de tipo sexual en la mayoría de las especies registradas, siendo esto un elemento determinante en el nivel de variabilidad genética entre estas. Lo anterior supone una mayor facilidad de dispersión de aquellas especies como *Alnus acuminata* que por tener semillas elípticas, muy pequeñas y aladas facilita su dispersión a través del viento [6,7], (Figura 6).

De manera similar, las semillas de especies como *Delostoma integrifolium* se caracterizan por presentar frutos alados, lo cual facilita su dispersión anemocoria. Otras especies como *Mimosa quitensis*, *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylum* caracterizadas por presentar frutos dehiscentes con semillas pequeñas pueden estar asociados a mecanismos de dispersión como hidrocoria y endozoocoria [7,8]

Frecuencia de uso. Entre las tres modalidades encontradas de uso más frecuentes, el 63.8% de las especies

Figura 6. Porcentaje de especies con reproducción sexual y asexual por localidades.



registradas se encuentran distribuidas en potreros como sistemas de sombrío o protección de fuentes hídricas, siendo la especie más utilizada para este último fin el *Alnus acuminata* principalmente en los Municipios de Silvia y Totoró (figura 7).

Por otro lado en la modalidad de uso como cercas figura el 30.6% del total de registros, siendo nuevamente el Aliso la especie más frecuente bajo este arreglo. Sin embargo, también es importante resaltar que en los cuatro municipios se encontró el lechero (*Euphorbia laurifolia*) como cerca viva, constituyéndose en una importante especie para el diseño de sistemas ganaderos bajo modelos agroforestales. De igual manera, se encontraron arreglos de Guantón (*Brugmansia sanguinea*), Acacia negra (*Acacia decurrens*), Sauce (*Salix humboldtiana*) entre otros bajo este uso

Finalmente, solo el 6.3 % de los registros se encuentran bajo la modalidad de cultivo, mostrando algunos avances en cuanto a prácticas de manejo como podas y raleos en el caso de *Mimosa quitensis* en los Municipios de Silvia y Sotaró. En este uso la especie con mayor difusión en la zona bajo arreglos silvopastoriles es *Alnus acuminata* producto de la promoción que ha tenido para la protección de zonas degradadas y cuencas hidrográficas.

En el análisis de similitud de usos por localidades se encontró una semejanza del 64.4% entre los Municipios de Silvia y Puracé como consecuencia de un mayor uso en potreros principalmente como sombríos (Figura 8).

Del mismo modo, entre los Municipios de Puracé y Sotaró se encontró una similitud del 57.1% con un

Figura 7. Frecuencia de uso

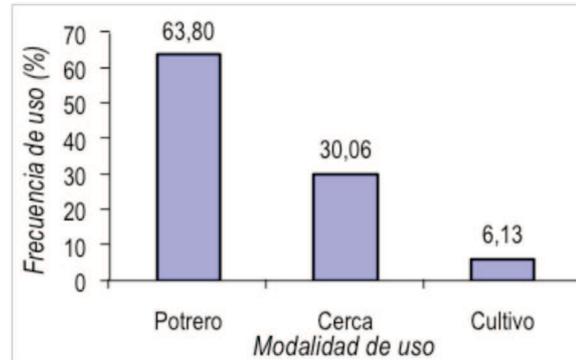
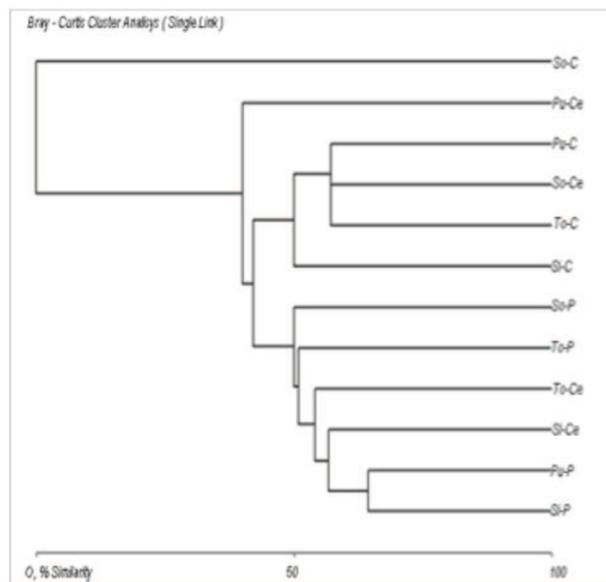


Figura 8. Dendograma de similitud de usos por Municipio.



Si: Silvia, To: Totoró, Pu: Puracé, So: Sotaró, P: Potrero, Ce: Cerca, C: Cultivo

registro significativo de especies utilizadas como cercas y en cultivo, al igual que una similitud del 54% entre las localidades de Puracé y Totoró dado el uso en cercas y potreros.

CONCLUSIONES

La investigación permitió identificar una línea base de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para zonas de clima frío del Departamento del Cauca compuesta 17 especies entre las cuales sobresalen por su frecuencia de aparición *Alnus acuminata*, *Mimosa quitensis* y *Hesperomeles ferruginea*

En el área de investigación predomina una reproducción de tipo sexual, condición determinante en las frecuencias aparición de especies como *Alnus acuminata* y *Mimosa quitensis* por su mayor facilidad de dispersión. *Alnus acuminata* por tener semillas elípticas, muy pequeñas y aladas facilita su dispersión a través del viento. De manera similar las semillas de especies como *Delostoma integrifolium* se caracterizan por presentar frutos alados facilitando su dispersión anemocoria. Otras especies como *Mimosa quitensis*, *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylum* tienen frutos dehiscentes con semillas pequeñas, las cuales se asocian a mecanismos de dispersión como hidrocoria y endozoocoria.

A nivel municipal se encontró una mayor riqueza de especies en los municipios de Totoró y Silvia, siendo común la superior frecuencia de *Alnus acuminata* en estas localidades comparado a la frecuencia registrada en los municipios de Puracé y Sotará. Lo anterior coincide un poco con el nivel de difusión y acogimiento de propuestas agroforestales para los sistemas ganaderos en la región, siendo esta menor en los últimos municipios en mención. Consecuencia de lo anterior, a nivel paisajístico es más frecuente encontrar potreros desprovistos de árboles en estas localidades.

De los arreglos agroforestales encontrados, en la zona predomina el uso de árboles y arbustos en potreros con ningún tipo de manejo. Lo anterior es un reflejo de la cultura y desconocimiento de los productores de la importancia de manejar los recursos arbóreos como verdaderos cultivos que contribuyen al mejoramiento de los parámetros productivos de los sistemas ganaderos, además de la diversidad de funciones ecológicas que desarrollan.

De las especies encontradas en la zona solo el guarango (*Mimosa quitensis*) ha tenido algunos avances referentes a su utilización para la alimentación animal a través de sistemas de ramoneo en potreros. Dichos avances se ubican en el municipio de Silvia y en menor proporción en la localidad de Sotará. Si bien existe información e indicios de que las especies restantes tienen cierto grado de aceptación en cuanto al consumo bovino, estas especies se utilizan como fuentes de sombrero en potreros o en cercas, evidenciando un sub-aprovechamiento de sus potenciales forrajeros en épocas críticas.

El estudio realizado contribuye al conocimiento de los recursos arbóreos locales siendo un elemento importante para la conservación de la biodiversidad a partir

del diseño e implementación de modelos agroforestales que rompan con el paradigma ganadero predominante en la zona, "Potreros sin árboles".

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a los productores del Departamento del Cauca, por su colaboración en el desarrollo de la investigación y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, FEDEGAN, Fondo Ganadero del Cauca, CIAT y Universidad del Cauca, por el apoyo dado al desarrollo de la presente investigación.

REFERENCIAS

- [1] POLANIA L. y RENDON E. Línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de producción ganadera, en el Peniplano de Popayán. Popayán Cauca, 2008. 102 p. Tesis de grado (Ingeniería Agropecuaria). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- [2] SOSA et al. Evaluación del Potencial Forrajero de árboles y arbustos tropicales para alimentación de ovinos. *Rev Téc Pecu Méx*, Vol. 42. 2004. p 129,144.
- [3] MAHECHA L. Importancia de los sistemas silvopastoriles y sus principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Rev Col Cien Pec*, Vol. 16: 1, 2003. p 11,18.
- [4] OSPINA A. Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal, Asociación del Colectivo de Agroforestería del Suroccidente colombiano. Primera Ed. Cali, 2003. 209 p. ISBN 958-33-4816-3.
- [5] ORDOÑEZ G. L., et al. Sitios de Recolección de Semillas Forestales Andinas del Ecuador. ABYA – YALA Editores. Ecuador, 2002. 48 p.
- [6] COLOMBIA. ALCALDÍA MUNICIPAL DE TOTORÓ. E.O.T. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Totoró. Totoró 1998.
- [7] GOLA, G., NEGRI, G. y CAPPELETTI, C. Tratado de Botánica. 2da. edición. Editorial Labor S.A., Barcelona. 1965. 1110 p.
- [8] JAUL, P. Especies de árboles de uso múltiple en América Latina (*Alnus acuminata*). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 2000. Serie técnica No 324. 33 p.