

**LÍNEA BASE DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON APTITUD
FORRAJERA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA, EN EL
PENIPLANO DE POPAYÁN**

**LUIS ALBERTO POLANIA CABRERA
ELKIN ROBINSON RENDÓN CHACON**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009**

**LÍNEA BASE DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON APTITUD
FORRAJERA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA, EN EL
PENIPLANO DE POPAYÁN**

**LUIS ALBERTO POLANIA CABRERA
ELKIN ROBINSON RENDÓN CHACON**

**Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingenieros Agropecuarios**

**Directores:
SANDRA MORALES Ecóloga M. Sc.
NELSON VIVAS QUILA Zootecnista M. Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2009**

Nota de aceptación:

Los directores y los jurados han revisado este documento; han asistido a la sustentación del mismo por sus autores y lo consideran satisfactorio.

Directora trabajo de grado
SANDRA MORALES M. Sc.

Director trabajo de grado
NELSON VIVAS QUILA M. Sc.

Firma del jurado
FABIO PRADO Ing.

Firma del jurado
ROMÁN OSPINA Ing.

Popayán, 23 de enero de 2009.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos su fortaleza e inspiración en este trabajo y nuestras familias por su incondicional apoyo.

A los profesores Sandra Morales y Nelson Vivas, directores del trabajo por su orientación y disposición durante el desarrollo de esta investigación.

A los profesores Fabio Prado y Román Ospina, por su aceptación y participación como jurados.

A quienes colaboraron de una u otra forma en el desarrollo del trabajo y la conclusión de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	11
1. MARCO TEÓRICO	13
1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES COMO ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN GANADERA	15
1.1.1 Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero utilizables en sistemas agroforestales	16
1.2 CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO DE ESPECIES ARBÓREAS	18
1.2.1 Identificación de especies aceptadas por el animal.	18
1.2.2 Prácticas de conservación del germoplasma recolectado.	19
1.3 ANTECEDENTES	21
2. METODOLOGÍA	24
2.1 LOCALIZACIÓN	24
2.2 MÉTODOS	25
2.2.1 Ubicación e Identificación de las zonas de muestreo.	25
2.2.2 Identificación y colecta de material vegetal.	26
2.2.3 Sistematización de la información.	26
2.2.4 Análisis de información	27
2.2.5 Arreglos agroforestales	27
2.2.6 Elaboración de bancos de germoplasma <i>in situ</i> y <i>ex situ</i> .	27

3. RESULTADOS	29
3.1 LISTADO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS	29
3.1.1 Frecuencia de especies	30
3.1.2 Riqueza de especies por municipios.	33
3.1.3 Modalidades de uso	35
3.2 ALTERNATIVAS PARA LA UTILIZACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON MAYOR POTENCIAL FORRAJERO EN LA REGIÓN	38
3.2.1 Arreglos agroforestales.	40
3.3 CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA RECOLECTADO	46
3.3.1 Conservación <i>in situ</i> .	46
3.3.2 Conservación <i>ex situ</i> .	46
4. CONCLUSIONES	47
5. RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	57

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Inventario ganadero a 31 de diciembre de 2007 para la zona de estudio	14
Cuadro 2. Principales especies arbóreas y arbustivas recomendadas para sistemas silvopastoriles en clima medio	16
Cuadro 3. Forrajes más utilizados en la meseta de Popayán	21
Cuadro 4. Promedio de la composición química de los suelos de 14 fincas con producción ganadera en el Peniplano de Popayán	29
Cuadro 5. Especies arbóreas y arbustivas de importancia nutricional en el Peniplano de Popayán	30
Cuadro 6. Contenido de proteína cruda de especies arbóreas y arbustivas	39
Cuadro 7. Especies recomendadas para cercas vivas en el Peniplano de Popayán	40
Cuadro 8. Especies recomendadas para setos en el Peniplano de Popayán	41
Cuadro 9. Especies recomendadas para bancos forrajeros en el Peniplano de Popayán	43
Cuadro 10. Especies recomendadas para potreros en el Peniplano de Popayán	44

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de localización del Peniplano de Popayán	25
Figura 2. Diseño espacial del banco de germoplasma <i>ex situ</i>	28
Figura 3. Frecuencia de las especies identificadas en el Peniplano de Popayán	31
Figura 4. Riqueza específica de especies arbóreas y arbustivas en el Peniplano de Popayán	34
Figura 5. Frecuencia por modalidad de uso de las especies arbóreas y arbustivas en el Peniplano de Popayán	35
Figura 6. Dendograma de similitud de uso entre los municipios del Peniplano de Popayán	36
Figura 7. Dendograma de similitud por uso y localización de las especies	38
Figura 8. Modelo para el establecimiento de cercas vivas	41
Figura 9. Modelo para el establecimiento de setos	42
Figura 10. Modelo para el establecimiento de bancos de proteína	43
Figura 11. Modelo para el establecimiento de sistemas silvopastoriles	45

ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de encuesta estructurada	57
Anexo B. Sistematización de la información por municipios	58
Anexo B1. Sistematización de la información para el municipio de El Tambo	58
Anexo B2. Sistematización de la información para el municipio de Popayán	59
Anexo B3. Sistematización de la información para los municipios de Piendamó, Morales y Cajibío	61
Anexo B4. Sistematización de la información para el municipio de Timbío	62
Anexo C. Fichas técnicas de la línea base de especies arbóreas y arbustivas del Peniplano de Popayán	63
Anexo D. Mapa del banco de germoplasma <i>in situ</i> georeferenciado	100
Anexo E. Banco de germoplasma <i>ex situ</i>	101

RESUMEN

Con el presente trabajo de investigación se estableció una línea base acerca de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de producción ganadera en el Peniplano de Popayán, considerando que la ganadería es una fuente importante de ingresos, empleo y seguridad alimentaria para la economía de la región; además que la zona cuenta con una amplia variedad de material vegetal que no ha sido explorado y que representa una alternativa para mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción.

Mediante el rescate del conocimiento tradicional, accionado a través del uso de entrevistas informales a ganaderos, se recopiló la mayor información posible sobre las especies arbóreas y arbustivas con uso en la alimentación animal en el Peniplano de Popayán, que comprende los municipios de El Tambo, Timbío, Popayán, Cajibío, Morales y Piendamó. La información se organizó y sistematizó, para crear la línea base. Las muestras de las especies fueron llevadas al herbario de la universidad del Cauca para ser identificadas, estas se montaron en fichas de cartulina de 30/40 cm, y se anexaron a la base de datos de esta unidad académica. Se creó un banco de germoplasma *ex situ* en las instalaciones de la facultad de Ciencias Agropecuaria de la universidad del Cauca y un banco de germoplasma *in situ* con los datos recogidos en campo de la georeferenciación de las fincas y se construyó un anexo con información agronómica, uso, descripción, adaptación y manejo de las especies encontradas, siguiendo la revisión de diferentes autores; el cual ofrecerá posibilidades de solución a un sin número de problemas en los sistemas de producción, en la preservación, uso eficiente y racional de las especies relacionadas.

En el presente estudio se encontraron 28 especies, para emplear en arreglos agroforestales; ya sea en cercas vivas, bancos de proteína (cultivos) o sistemas silvopastoriles, alternativas que permitirán conservar la biodiversidad preservando el paisaje del trópico, optimizando los recursos fortaleciendo las empresas ganaderas, haciéndolas productivas y sostenibles en el tiempo y en el espacio.

Los resultados obtenidos, constituyen una base esencial para fomentar futuros estudios sobre especies con potencial forrajero en los sistemas de producción pecuaria de la región.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne es una actividad importante en muchos países de los trópicos ya que genera importantes ingresos, contribuye a la seguridad alimentaria, proporciona empleo y ganancias. En este contexto es una de las pocas oportunidades de ingreso que comparativamente presenta bajo riesgo para pequeños y medianos productores de escasos recursos localizados en ambientes marginales, caracterizados por la baja fertilidad de suelos y épocas prolongadas de sequía (Fresco y Steinfeld, 1996).

La ganadería, a pesar de su importancia económica es señalada como la causante de la transformación de los ecosistemas naturales, en la que extensas áreas boscosas fueron cambiadas por pastos, causando pérdida de la biodiversidad real; Las praderas actuales están conformadas por especies foráneas de poca adaptabilidad y exigentes en nutrientes; por otro lado cada vez se hace necesario una producción más elevada de las pasturas para llenar los requerimientos nutricionales de los animales y no tener que recurrir a los concentrados comerciales que incrementan los costos de producción. La agroforestería es una de las estrategias más importantes para acercarse a sistemas agropecuarios sostenibles. Ofrece ventajas como el incremento de la cobertura vegetal, protección y mejoramiento de la calidad de los suelos, aumento de la diversidad biológica, recuperación y conservación de fuentes de agua, sumideros de CO₂, producción de leña y fuente de alimento para animales rumiantes y monogástricos e incluso para el hombre. Se ha demostrado que son sistemas socialmente deseables y económicamente viables (CIPAV 1999).

Un recurso existente en la meseta de Popayán, poco estudiado, son las especies arbóreas y arbustivas nativas y naturalizadas con potencial para ser incorporadas como coberturas mediante prácticas agroforestales en los sistemas agrícolas regionales, que pueden servir para diseñar alternativas racionales que modifiquen los modelos actuales de producción y por consiguiente virar hacia una agricultura sostenible.

En la presente investigación se estableció para el Peniplano de Popayán la línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera, utilizables en sistemas de producción ganadera, las cuales se identificaron, se clasificaron taxonómicamente y se establecieron criterios de selección y utilización para su uso en bancos de proteína, cercas vivas y sistemas silvopastoriles; por último,

se creó un banco de germoplasma in situ y ex situ, que puede garantizar la propagación y posterior evaluación a nivel agronómico, nutricional y aplicación en los sistemas productivos pecuarios de la región.

Para el desarrollo del trabajo se planteó el siguiente objetivo general, establecer en el Peniplano de Popayán, la línea base de las especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera, potencialmente utilizables en sistemas de producción ganadera. Para desarrollar este objetivo se planteo los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y clasificar taxonómicamente las especies arbóreas y arbustivas representativas del Peniplano de Popayán con potencial en alimentación animal.
- Establecer criterios para la selección y utilización de especies vegetales arbóreas y arbustivas con mayor potencial forrajero para la región.
- Establecer un banco de germoplasma In situ y ex situ, que permita la propagación y posteriores evaluaciones a nivel agronómico y nutricional.

1. MARCO TEÓRICO

Alrededor de la cuarta parte de la superficie terrestre del mundo está cubierta con pastos y de estos suelos, el 98% no son aptos para cultivos (Glatzle, 1990). De la producción bovina para carne en el trópico, alrededor de un 70% depende del pastoreo en praderas de forrajes de baja calidad, y solo hasta mediados del siglo XX, se dieron los primeros avances importantes en el mejoramiento de forrajes y uso de praderas como resultados de investigación, en las últimas cuatro décadas se ha intensificado la evaluación de forrajes en el mundo, para el trópico se han identificado aproximadamente 3.000 especies de materiales forrajeros (Ralph, 1982). La institución más importante en la investigación de forrajes tropicales en los últimos tiempos ha sido el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), donde se hizo colección, conservación, intercambio y evaluación de germoplasma, especialmente de leguminosas (Jank, Rath y Spok, 2005).

En Colombia, de las 51.138.467 ha dedicadas a la actividad agropecuaria, se utilizaron para la producción pecuaria 38.682.587 ha que corresponden al 75,64%, en este uso los pastos contribuyeron con 30.452.969 ha equivalentes al 78.73% y barbechos con 8.229.618 ha (21,27%), frente a 3.708.455 ha en uso agrícola (7.25%) y bosques con 7.473.812 ha (14.61%), en otros usos 1.273.613 ha (2.49%). Con los datos anteriores se observa que la superficie pecuaria es 10.43 veces mayor a la de las áreas agrícolas, en donde el ganado bovino participa con el 32% equivalente a 41,7 millones de ha (DANE, 2004), que sustentan una producción de 23,6 millones de cabezas de ganado, para una carga de 0,6 cabezas por hectárea (FEDEGAN, 2004)

En el Departamento del Cauca existe una tradición ganadera especializada en Ceba y Lechería, con una base genética en proceso de mejoramiento y adaptada a las eco regiones, pastos potencialmente mejorables y sistemas de producción tradicionalmente orientados al doble propósito, existe una infraestructura ganadera adecuada para el manejo en finca pero no existe en el mercado local ninguna industria frigorífica que consuma la demanda regional de carne, por lo que este sector le apuesta a la consolidación de la ganadería de carne y leche para facilitar su desarrollo sostenible y el crecimiento de la agroindustria, aumentando la productividad y la participación en mercados regionales, nacionales e internacionales (Agenda Interna del Cauca, 2006).

La ganadería bovina en el Cauca genera aproximadamente 28.000 empleos, y unos ingresos de \$86.517.125.000. Actualmente existen 450.000 Ha. de praderas,

donde pasta un hato aproximado de 200.000 UGG. Los 15 Municipios de importancia ganadera son: Argelia, Balboa, Buenos Aires, El Tambo, Mercaderes, Páez, Patía, Popayán, Puracé, Sotaró, Silvia, Timbío y Totoró (Agenda Interna Cauca, 2006).

Según el censo sobre predios y población bovina (FEDEGAN, 2007) aun sin publicar, el sistema de producción de cría y carne predomina en el Departamento del Cauca (Ciclo de vacunación noviembre – diciembre de 2007), unido a esto es importante resaltar la relevancia del altiplano de Popayán con una participación del 16.7% del total de los animales, ver Cuadro 1.

Cuadro1. Inventario ganadero a 31 de diciembre de 2007 para la zona de estudio

Municipio	Predios	Hembras	Machos	Total
Popayán	814	11.169	5.196	16.365
Cajibío	590	3.294	1.615	4.909
Morales	191	1.584	720	2.304
Timbío	505	4.326	3.151	7.477
El Tambo	770	5.070	3.535	8.605
Piendamó	264	1.458	656	2.114
Total altiplano	3134	26901	14873	41774
Total Cauca	12.877	156191	93588	249779
Participación del altiplano en %	24.3	17.2	15.9	16.7

Fuente: FEDEGAN, 2007.

La ganadería ha estado vinculada a la vida campesina e indígena del departamento del Cauca desde hace mucho tiempo y su producción se sigue realizando en aproximadamente unas 700.000 has, con una población animal que alcanza 285.000 cabezas. Del hato departamental el 85% corresponde a ganado doble propósito y el 15% a leche.

Tradicionalmente, los tipos de utilización de la tierra establecidos en Colombia y en muchos países de América Latina, han menospreciado el recurso arbóreo y arbustivo, aislándolos dentro de las funciones productivas y generadoras de servicios en los sistemas productivos agropecuarios. Esta óptica, promovida, en muchas ocasiones, por políticas inadecuadas de colonización, ha dado lugar, a que la vegetación arbustiva y arbórea natural haya disminuido de todas las regiones en las que se realizan actividades agropecuarias, muchas de las cuales, presentan deterioros fuertes en los recursos de suelos y aguas, con sus consecuentes problemas, como desequilibrios en los ciclos hidrológicos, disminución de fuentes y caudales de aguas, contaminación de suelos y aguas por aplicaciones excesivas de agroquímicos, erosión, compactación y pérdida general

de la productividad y de la biodiversidad (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2002).

1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES COMO ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN GANADERA

Existen tres usos productivos de la tierra: agrícola, ganadero y forestal; y si bien otras actividades humanas también ocupan tierra, no utilizan directamente el recurso suelo como lo hacen los tres usos principales mencionados. La actividad agroforestal surge cuando se complementan algunos de los dos primeros usos de la tierra (agrícola o ganadero) con el uso forestal. Esta combinación al permitir asociar especies con requerimientos diferentes, también permite aumentar la intercepción de la radiación solar por estratificación vertical de los componentes y una mejor utilización del espacio horizontal.

Los Sistemas Agroforestales se presentan como “un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implican la combinación o asociación de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre sus componentes”. Esta definición incluye los Sistemas Silvopastoriles (SSP) en los cuales un componente arbóreo se asocia a un componente productivo pecuario. Estas combinaciones que bien pueden ser simultáneas o secuenciales, en un mismo sitio, tienen como objetivo optimizar la producción del sistema y procurar un rendimiento sostenido (Ruso y Botero, 2008).

El componente arbóreo, además de mejorar las condiciones físicas del suelo, bombear el agua y nutrimentos de estratos más profundos, contribuye a la reducción de la eutroficación de las aguas subterráneas, ofrecen también un aprovechamiento forrajero, brindando recursos alimenticios de alta calidad, que no compiten con la alimentación humana y poseen un alto índice de eficiencia de uso de la radiación solar, lo que se constituye en una estrategia altamente satisfactoria para afrontar los desafíos actuales de los sistemas de producción animal tropical (Ruso y Botero, 2008). También ofrece ventajas como el incremento de la cobertura vegetal, protección y mejoramiento de la calidad de los suelos, aumento de la diversidad biológica, recuperación y conservación de fuentes de agua, sumideros de CO₂, producción de leña y fuente de alimento para animales rumiantes y monogástricos e incluso para el hombre. Se ha demostrado que son sistemas socialmente deseables y económicamente viables (Sarria, 2008).

1.1.1 Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero utilizables en sistemas agroforestales. Las especies arbóreas con potencial forrajero no forman un grupo específico en términos de su clasificación botánica. Incluyen un número muy elevado de especies leñosas perennes que tienen potencial forrajero, ya sea por su follaje o por sus frutos. Aunque su uso en América Latina ha cobrado importancia en tiempos recientes, su uso en otros continentes ya era conocido. Se estima que al menos un 75% de las 7.000 a 10.000 especies arbóreas nativas en África tropical se usan como forraje (Ruso y Botero, 2008).

El follaje de árboles con uso forrajero se caracteriza por tener un alto contenido de proteína cruda (hasta 35%), el doble o aún más del de las gramíneas tropicales y además contienen fibra larga, nitrógeno no proteico (NNP), proteína y grasa. Sin embargo, su digestibilidad es relativamente baja (entre 50-60%) comparada con los forrajes herbáceos. Cabe mencionar que la fibra larga, el NNP y una cantidad variable de la proteína, consumidos en el forraje arbóreo, son fermentados y utilizados como nutrimentos por la flora ruminal. Una parte de la proteína puede estar ligada a compuestos antinutricionales, llamados taninos y fenoles condensados, que le permiten escapar, con la grasa, a la fermentación ruminal, por lo cual su forraje puede ser fuente importante de proteína y de energía sobrepasante, siempre que se logre un balance apropiado de nutrimentos en el ecosistema ruminal. Las especies arbóreas se pueden utilizar en diferentes modalidades, ver Cuadro 2:

Cuadro 2. Principales especies arbóreas y arbustivas recomendadas para sistemas silvopastoriles en clima medio

Sistema Silvopastoril / Especie	Cerca viva	Banco forrajero	En callejones	En potrero	Maderable o frutal	Barrera viva	Cortina rompeviento
<i>Acacia aneura</i>		X		X			
<i>Acacia farnesiana</i>	X			X		X	X
<i>Acacia mangium</i>	X	X				X	
<i>Albizia saman</i>	X	X		X		X	X
<i>Albizia guachepele</i>	X	X		X		X	
<i>Alnus acuminata</i>	X	X		X		X	X
<i>Cajanus cajan</i>		X					
<i>Calliandra arbórea</i>		X					
<i>Calliandra calothyrsus</i>	X	X		X		X	
<i>Citrus sp</i>	X		X	X	X		
<i>Codariocalyx tiroides</i>		X					
<i>Cratylia argénte</i>		X					
<i>Crescentia cujete</i>	X			X	X		
<i>Dalbergia retusa</i>	X					X	
<i>Dendrolobium spp.</i>		X		X			
<i>Desmodium velutinum</i>		X		X			
<i>Dipysa robinoides</i>	X					X	
<i>Elaeis guianensis</i>			X		X		

Sistema Silvopastoril	Cerca viva	Banco forrajero	En callejones	En potrero	Maderable o frutal	Barrera viva	Cortina rompeviento
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X	X		X		X	
<i>Erytrina verteroana</i>	X	X		X		X	X
<i>Erytrina lanceolata</i>	X	X		X		X	X
<i>Erytrina festuca</i>	X	X		X		X	X
<i>Erytrina poeppigiana</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Erytrina variegata</i>	X	X		X			
<i>Erytrina edulis</i>	X	X	X	X	X		
<i>Eucalyptus sp</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Flemingia macrophilla</i>		X					
<i>Enterolobium ciclocarpum</i>				X			X
<i>Ficus sp</i>	X			X			X
<i>Furcraea cabuía</i>	X					X	
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X		X		X	X
<i>Guazuma ulmiflora</i>	X		X				
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	X	X				X	X
<i>Inga sp</i>	X	X		X	X	X	X
<i>Leucaena leucocephala</i>	X	X		X		X	X
<i>Leucaena diversifolia</i>	X	X		X		X	X
<i>Malvaviscus sp</i>	X	X		X		X	X
<i>Mimosa scabrella</i>	X	X		X			
<i>Mimosopsis quitensis</i>	X						
<i>Morus sp</i>		X					
<i>Paraserianthes falcata</i>		X					
<i>Pentaclethra macroloba</i>	X	X		X			
<i>Pithecellobium dulce</i>	X	X		X			
<i>Pithecellobium longifolium</i>	X	X		X			
<i>Pinus sp</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Pterocarpus halléís</i>	X	X		X			
<i>Prosopis spicigera</i>	X		X	X	X	X	X
<i>Psidium guajaba</i>	X		X	X	X		
<i>Sesbania sesban</i>		X					
<i>Spondias Bombin</i>	X		X	X	X		
<i>Stryphonodendron exselsum</i>	X	X		X			
<i>Tadehagi sp</i>		X					
<i>Tithonia diversifolia</i>		X					
<i>Trichantera gigantea</i>	X	X	X	X		X	X

Fuente: Vivas, 2003.

- **Sistema silvopastoril:** es la combinación natural o asociación de uno o de varios componentes leñosos (arbustivos y/o arbóreos) dentro de una pastura de especies de gramíneas y de leguminosas herbáceas nativas o cultivadas y su utilización con rumiantes y herbívoros en pastoreo.
- **Banco forrajero o cultivo:** son áreas compactas, cercanas a las instalaciones de manejo y alimentación de los animales (corrales, establos, etc.), destinadas exclusivamente a la producción de forrajes de alta calidad y volumen, para su

utilización en la suplementación animal, bien sea que se maneje bajo corte o bajo pastoreo.

- **Cercas vivas:** son siembras lineales de arbustos o de árboles que se utilizan como setos, barreras rompeviento, producción de leña, carbón, madera, frutos o forraje, división de lotes o linderos de propiedades (Ruso y Botero, 2008).

1.2 CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO DE ESPECIES ARBÓREAS

La caracterización del potencial forrajero 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. 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.

1.2.1 Identificación de especies aceptadas por el animal. Se refiere a la aproximación en la búsqueda de nuevos materiales, a partir del universo de especies locales. Esta fase es necesaria cuando el objeto de estudio es una comunidad vegetal desconocida en lo referente a la presencia de especies útiles para la alimentación animal. La preferencia por parte de los animales en libre pastoreo, combinada con los conocimientos sobre las especies presentes en la vegetación circundante, constituyen las herramientas para esta primera aproximación a la flora forrajera local (Hernández y Gutiérrez, 2008).

- **Monitoreo del pastoreo:** el uso de animales para la detección de especies potencialmente forrajera está basado en el olfato y el gusto de los mismos para identificar especies palatables, no así para discriminar materiales ricos en compuestos que demeritan física (fibra) o químicamente (sustancias fenólicas) su valor nutritivo. Este sistema permite la valoración de especies para su manejo en sistemas de pastoreo en bosques, por ejemplo, en cuanto a áreas con mayor potencial y explotación silvopastoril y en cuanto a especies que deben conservarse en un raleo para facilitar el tránsito de los animales en los bosques secundarios.

- **Fuentes secundarias:** consiste en la consulta de fuentes bibliográficas sobre especies en la zona de estudios que han sido documentadas como forrajeras o potencialmente forrajeras.
- **Valor nutritivo:** las especies promisorias deben ser analizadas en cuanto a su calidad nutritiva, aún en forma elemental, efectuando los análisis de rutina en el laboratorio. La información secundaria debe ser tratada con cuidado, debido a la alta variabilidad de los resultados. Los factores que más comúnmente alteran los resultados de análisis de calidad nutritiva son la edad del material, la disponibilidad de agua y la radiación solar durante la etapa de desarrollo del cultivo, la variabilidad genética y las partes de la planta incluidas en el análisis (Hernández y Gutiérrez, 2008).

1.2.2 Prácticas de conservación del germoplasma recolectado. En la preservación de material vegetal se han tenido en cuenta dos tipos de conservación *in situ* y *ex situ*:

En el sistema de conservación *in situ*: el material vegetal se conserva en su lugar de origen. Para poder acometer de forma apropiada este tipo de sistema resulta necesario recabar previamente una gran cantidad de información sobre la especie a proteger y su ecosistema. Por ello, el proceso de conservación *in situ* se inicia con el estudio y seguimiento en el tiempo de las poblaciones, recabando datos demográficos, genéticos y autoecológicos. La utilización de técnicas de análisis de viabilidad de poblaciones constituye otra herramienta de gran valor por su capacidad diagnóstica y su poder de evaluación al considerar diferentes alternativas de gestión (Iroldo, 2008). Se deben confeccionar mapas de distribución de las poblaciones y de las comunidades, con la caracterización de los hábitats y de los paisajes existentes. Se debe obtener antecedentes sobre la dispersión geográfica y el tamaño, estructura y dinámica de las poblaciones. Es importante conocer sobre los tipos y número de hábitats en que se encuentran las especies a conservar y las variables que permiten la presencia de las poblaciones en dichos hábitats. Es importante realizar censos de las poblaciones de cada especie y mantener un registro en el tiempo para determinar si existen patrones de fluctuación en la dinámica poblacional o si se enfrentan riesgos en la conservación de las especies

La conservación *in situ*, es dinámica, las especies siguen sometidas a las presiones de selección natural y a los efectos de posibles aislamientos, tanto geográficos como reproductivos, bajo los cuales se han desarrollado las poblaciones de las especies. Permite la evolución natural y el desarrollo de nuevas

características genéticas y adaptaciones a los cambios ambientales. Permite la coevolución con otras especies, formando variantes en los complejos genéticos que favorecen los procesos adaptativos, tanto como respuesta al ambiente como a los cambios genéticos de las especies acompañantes (Pezoa, 2001).

El proceso de conservación *in situ* que se lleva a cabo dentro de las mismas fincas tiene las siguientes ventajas:

- Conserva los procesos de adaptación y evolución de los cultivos
- Conserva la diversidad a varios niveles, ecosistemas, especies e intraespecífico
- Se integra a los agricultores en el sistema nacional de conservación de recursos fitogenéticos
- Conserva los ecosistemas de una manera sostenible
- Mejora las alternativas económicas de los agricultores pobres
- Mantiene e incrementa el control y el acceso de los agricultores a los recursos genéticos
- En general, presenta beneficios socioeconómicos, ecológicos y genéticos (Tapia, 2003)

Por otro lado la conservación *ex situ*: complementa la conservación *in situ* almacenando a largo plazo germoplasma representativo de las poblaciones, permitiendo un mejor conocimiento de las características anatómicas, fisiológicas y bioquímicas del material almacenado, y proporcionando propágulos para su utilización en programas educativos, programas de mejora genética de especies cultivadas y en planes de reforzamiento, reintroducción o introducción. Los métodos de conservación *ex situ* implican la recolección de muestras representativas de la variabilidad genética de una especie y su mantenimiento fuera de las condiciones naturales en las que la especie ha evolucionado. Las

ventajas que proporcionan estos métodos son control directo sobre el material, fácil accesibilidad y disponibilidad (Iroldo, 2008).

Una vez realizada la recolección del material a conservar, la conservación *ex situ* de especies consta de dos elementos esenciales: el almacenamiento o preservación del germoplasma y el desarrollo de métodos que posibiliten su propagación. No obstante, también deben tenerse presentes otros elementos relevantes tales como la documentación y la caracterización del germoplasma almacenado (Iroldo, 2008).

1.3 ANTECEDENTES

La restricción en la disponibilidad y calidad de forraje es el factor aislado que más limita la producción animal, problema que se acentúa en los trópicos donde la producción de las gramíneas, principalmente durante la época seca, resulta insuficiente para cubrir los requerimientos alimenticios de los animales.

Vivas (1997), asegura que las praderas con dedicación a los forrajes en la meseta de Popayán, se encuentran entre 7.5 y 103 has, ocupadas por especies principalmente introducidas que en algunos casos son de baja adaptabilidad y/o de gran exigencia de nutrientes del suelo. Los forrajes más utilizados en la zona se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Forrajes más utilizados en la meseta de Popayán

Nombre común	Nombre científico	% de uso
Estrella	(<i>Cynodon nlemflunsis</i>)	53.28%
Brachiaria	(<i>Brachiaria decumbens</i>)	19.49%
Gramma	(<i>Paspalum Sp</i>)	17.23%
Kikuyo	(<i>Pennisetum clandestinum</i>)	6.79%
Pastos de Corte – vários		2,92%
Otros forrajes		0.29%

Fuente: Vivas, 1997.

Igualmente asegura que los pastos de corte más frecuente son *Pennisetum sp* (king grass, elefante, maralfalfa) y *Axonopus scoparius* (telembí, imperial). Otros forrajes están en pequeñas áreas de cultivos experimentales que actualmente no son representativas en la dieta del ganado pero que de una u otra forma, se están comenzando a propagar con este propósito. Otras especies más comunes son: *Trichantera gigantea* (nacedero), *Erythrina edulis* (chachafruto), y *Boehmeria nivea*

(ramio), con lo que se dan los primeros pasos hacia la conformación de los bancos de proteína.

Esta condición ha hecho que se revalúen los sistemas de producción, utilizando especies arbóreas y arbustivas como suplemento de dietas basadas en pastos (Devendra, 1995), destacándose especies como *Morus sp*, *Trichantera gigantea* e *Hibiscus rosa sinensis* (Shayo, 1997), donde las concentraciones de proteína de los árboles utilizados en la alimentación animal presentan niveles de 12 a 30%, valores altos en comparación con pastos maduros que oscilan entre 3 y 10%, pero la digestibilidad de estos materiales está muy relacionada con la proporción y grado de lignificación de las paredes celulares (FND) así como de la presencia de compuestos secundarios, principalmente taninos (Norton, 1994).

Dentro de la problemática generada en aspectos nutricionales por la baja calidad de los forrajes en los hatos, se han realizado diferentes trabajos en este sentido como estrategia para mejorar la calidad de las pasturas y maximizar el uso de los recursos locales.

En Matanzas (Cuba) se dieron a conocer los resultados del proyecto “*Colecta y potencialidades del germoplasma forrajero arbóreo en diferentes ecosistemas*” en tres regiones pertenecientes a la península de Zapata y Cambray (Región de Santo Tomás, Guasasa, Topes y Collantes) cuyo objetivo era conocer el potencial de especies arbóreas con características forrajeras. Se evaluó, por el método de observación directa y mediante encuestas a los campesinos, cuáles eran las especies más consumidas y los métodos de manejo empleados. Se colectaron muestras de 27 géneros. La especie más abundante y frecuente en sentido general fue *Lysiloma latisiliqua*. Le siguió en frecuencia *Caesalpinia violacea* y resultaron de interés también *Albizia sp*, *Erythrina sp* y *Guazuma ulmifolia*. Se evidenció que la mayoría de las arbóreas aparecieron en monte abierto o perturbado (Toral, 2000).

En los Municipios de Timbío y el Tambo se elaboró el proyecto investigativo “*Reconocimiento y colecta de especies vegetales tradicionales propias y adaptadas a la región y del conocimiento tradicional asociado a su uso y manejo*”, con el fin de obtener un banco de germoplasma de la región y el uso que la comunidad hace de este. El trabajo se elaboró mediante la metodología de investigación-acción- participativa, en la cual se utiliza una serie de herramientas como talleres de sensibilización, cartografía social, visitas a las fincas, etcétera, que permiten obtener una información completa y eficaz acerca de las especies vegetales de la zona y también la manera cómo se utilizan. El proceso de colecta de germoplasma vegetal se hizo en 25 fincas de 11 veredas, se llevó a cabo con

el acompañamiento de los propietarios de los predios, se registraron 72 accesiones que representan 53 especies de plantas alimenticias, dentro de las que se encuentran 30 variedades pertenecientes a 27 familias botánicas y 41 especies de plantas medicinales pertenecientes a 22 familias (Paz y Coronel, 2006).

En Turrialba Costa Rica, se realizó el proyecto “*Conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del Río Bulbul en Matiguas, Nicaragua*”, con el objetivo de recopilar los conocimientos acerca de las especies forrajeras de esa región. Durante el trabajo se recopiló el conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea y el conocimiento de las interacciones de los árboles con los demás componentes del sistema (ganado, pastos, suelos y biodiversidad) en Matiguas, Nicaragua. La investigación constó de dos fases: 1) Recopilación de la información y la formación de la base de conocimiento y 2) Validación de la base de conocimiento. La primera fase tuvo como objetivo documentar el conocimiento local sobre cobertura arbórea y describir los aspectos más importantes sobre las interacciones del componente arbóreo con los demás componentes de la finca. Se entrevistaron 25 informantes claves, entre ellos 5 mujeres. Los resultados mostraron que los ganaderos poseen un amplio conocimiento sobre las especies arbóreas y sus características; además son capaces de entablar jerarquías y manejar diferentes sistemas de clasificación para las especies arbóreas. El sistema de cercas vivas fue en el que los ganaderos poseían mayor conocimiento. Los ganaderos señalaron atributos de calidad de las especies arbóreas con uso para leña, forraje y maderas. Se identificaron las principales interacciones entre ganado, pasto, suelo y biodiversidad con la cobertura arbórea. La profundidad del conocimiento local sobre cobertura arbórea y las interacciones con los componentes de la finca permitió concluir que hay una alta potencialidad para mejorar los sistemas silvopastoriles de la zona aprovechando este conocimiento (Martínez, 2003).

2. METODOLOGÍA

2.1 LOCALIZACIÓN

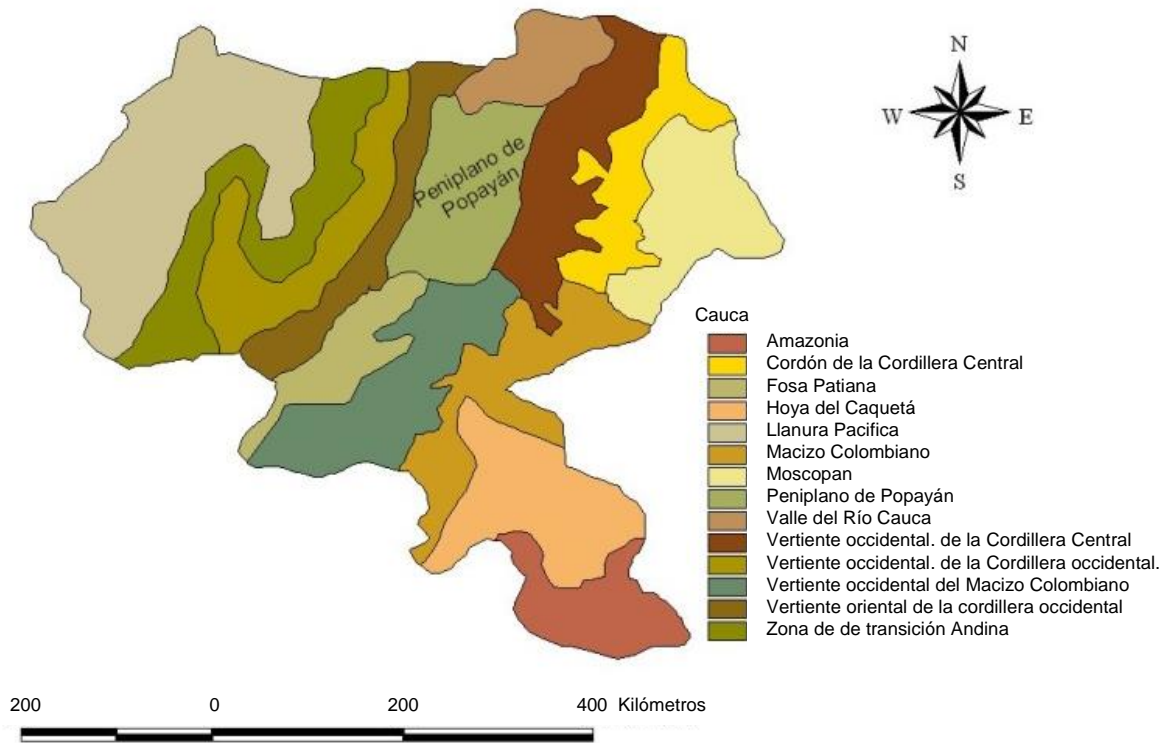
La región comúnmente denominada Meseta de Popayán, se halla ubicada en la parte central del Departamento del Cauca, es un valle interandino o Peniplano de Popayán (ICA, 2002), localizado a una altura que oscila entre los 1600 y 1900 metros de altura sobre el nivel del mar, esta área corresponde a la zona de vida, de Bosque muy húmedo Montano Bajo (Bmh-MB) (Holdridge, 1978). Limita por el norte con el Río Ovejas a los 2° 50' de latitud norte; por el sur con el Río Las Piedras a los 2° 20' de latitud norte; por el este con la cordillera central y por el oeste con el cañón del Río Cauca, con una extensión aproximada de 12.300 hectáreas, donde se ubican 2985 predios con ganado.

Presenta un relieve ondulado donde alternan pendientes menores del 10% con otras superiores al 30%, siempre en longitudes cortas; esta configuración se altera bruscamente hacia las hoyas de los ríos que la bañan los cuales van encañonados presentando fuertes pendientes a lo largo de los cauces (ICA, 1994) (Figura 1).

La estación meteorológica del aeropuerto Guillermo León Valencia (Popayán), reporta una precipitación promedio anual de 2.132 mm., se presenta un promedio de 219 días de lluvia con una intensidad máxima durante 4 horas de 81.5 mm. (IDEAM, 2008).

Los valores de temperatura no varían mucho de mes a mes para una misma altura sobre el nivel del mar. Sin embargo, esta cambia si la altura varía, siendo así para la región de estudio los valores mínimos y máximos de 14.9 - 25.9 °C para elevaciones de 1500 msnm., de 13.7 - 25 °C para 1700 msnm. y 12.5 - 24.1°C para 1900 msnm. (ICA, 1994). Teniendo en cuenta la clasificación del clima según Caldas y Lang todos los valores anteriormente anotados clasifican el área de estudio como clima templado húmedo (TH).

Figura 1. Mapa de localización del Peniplano de Popayán



Fuente: ICA, 1994.

2.2 MÉTODOS

Para la realización de la investigación se tuvo en cuenta aspectos como la ubicación e identificación de la zona de muestreo, colección de material vegetal para su identificación taxonómica, formatos para la sistematización de la información, el cálculo de datos como frecuencia, riqueza específica y modalidad de uso, se realizó el diseño de arreglos agroforestales y bancos de germoplasma *in situ* y *ex situ*.

2.2.1 Ubicación e Identificación de las zonas de muestreo. La zona de muestreo se localizó, al sur en el sitio conocido como Las Cruces II en el Municipio de Timbío, hasta Tunía en el Municipio de Piendamó (norte).

Como basé para la identificación de las fincas ganaderas, se utilizó el mapa de vías de la zona, fijándose como vía principal la Panamericana y desde allí en

adelante se dividieron hasta el tercer grado de importancia; estas rutas fueron tomadas como unidades primarias de muestreo y como secundarias de registro las fincas localizadas sobre cada una de ellas.

Las vías (unidades primarias) fueron escogidas de manera aleatoria y las fincas donde se tomaron los registros (unidades secundarias) se eligieron por observación directa y confrontando los información de ganaderos previamente obtenidos 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 (Anexo A).

2.2.2 Identificación y colecta de material vegetal. Se colectaron las especies con potencial forrajero, siguiendo las recomendaciones hechas en el “*manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*” (Instituto Humboldt, 2008).

Para tales efectos se cortaron partes de las especies vegetales (ramas, hojas, flores, frutos), las muestras fueron envueltas en papel periódico y humedecidas con alcohol al 70% para evitar la proliferación de hongos y el posible daño; posteriormente fueron secadas en el horno del museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca.

Los especímenes se identificaron en el sitio gracias a los ganaderos, por conocimientos de los investigadores y apoyo del personal técnico del herbario de la Universidad del Cauca, donde reposan las muestras previamente montadas y etiquetadas, haciendo parte de la base de datos de esta unidad académica.

En los recorridos por las fincas, también se solicitó a algunos ganaderos, la posibilidad de extraer material vegetal (semillas o estacas) para propagar en el banco de germoplasma *ex situ* que se estableció en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca

2.2.3 Sistematización de la información. Los datos obtenidos fueron seleccionados y ordenados en un formato que permitió consignar los datos por municipio y referencia de la información obtenida en campo en la que se describen las características geográficas (GPS – Sistema de localización Geográfica), agronómicas de la especie (entrevista con productores), estado fitosanitario, tipo

de reproducción (sexual y/o asexual) y posibilidades de obtención de semilla (Anexo B).

2.2.4 Análisis de información. Para efectos del análisis de la información colectada se calcularon 4 aspectos, frecuencia, riqueza específica, modalidad de uso y la similaridad tomando como base las especies por municipio y la frecuencia de especies de cada uno de estos:

- **Frecuencia:** se tuvo en cuenta el número de registros que obtuvo cada especie dividiéndole por el número total de registros hechos y se multiplico por 100 para obtener el porcentaje o frecuencia de aparición.
- **Riqueza específica:** en su determinación se tuvo en cuenta el número de especies diferentes que se registraron en cada municipio y se represento gráficamente en una figura de columnas.
- **Modalidad de uso:** Para representar gráficamente esta información se tuvo en cuenta la totalidad de registros hechos y el número total de registros encontrados en cada uno de los arreglos agroforestales (cercas vivas, cultivo y en potrero) y se hallo la participación en porcentaje de estos:

$$\text{Participación en \% para un arreglo} = \frac{(\text{Número de registros del arreglo agroforestal}) \times 100}{(\text{Número total de registros})}$$

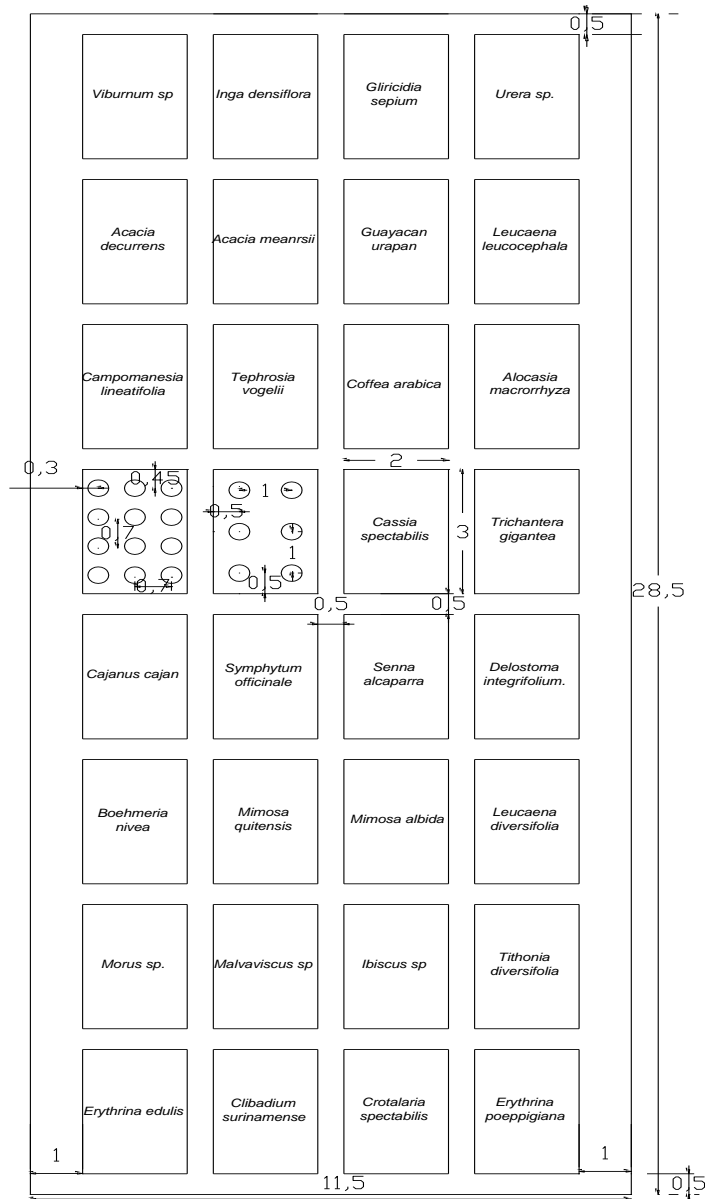
También se utilizo el program biodiversity pro for Windows para desarrollar el análisis de similaridad tomando como base las especies por municipio y la frecuencia de especies en cada uno de estos.

2.2.5 Arreglos agroforestales. Las recomendaciones señaladas para las diferentes especies en cuanto a uso, se basan en la observación, los conocimientos tradicionales de los ganaderos y trabajos abordados por investigadores en el Departamento del Cauca y otras locaciones con similares condiciones medioambientales.

2.2.6 Elaboración de bancos de germoplasma *in situ* y *ex situ*. Para obtener el banco de germoplasma *in situ*, cuando se realizo la visita a las fincas se tomaron los datos del posicionamiento global de cada una, para llevarlos a un

mapa georeferenciado de el Peniplano de Popayán, que permite ver la localización de las fincas en las cuales se realizo la colecta del material vegetal, por otra parte se realizo un diseño espacial en predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, para establecer parcelas con un área de 6 m² (2 m X 3 m) para cada una de las especies encontradas en el trabajo de investigación, en cuanto a la densidad de siembra se tuvo en cuenta las distancias recomendadas por productores, referencias bibliográficas definidas por observación en campo (figura 2).

Figura 2. Diseño espacial del banco de germoplasma *ex situ*



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

3. RESULTADOS

Teniendo en cuenta la importancia que toman las características físico químicas del suelo para los sistemas de producción agrícola, se tuvo en cuenta el resultado de análisis de suelos de catorce fincas ganaderas que se encuentran distribuidas en el Peniplano de Popayán, realizados en el laboratorio para análisis suelos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), cuyo resultado de las muestras expresan en promedio los siguientes resultados (cuadro 4).

Cuadro. 4 Promedio de la composición química de los suelos de 14 fincas con producción ganadera en el Peniplano de Popayán

Parámetro	Unidad	Resultado
pH	Un	5.3
M.O.	g/Kg	185.9
P – Bray II	mg/kg	2
K	cmol/Kg	0.48
Ca	cmol/Kg	4.145
Mg	cmol/Kg	1.54
Al	cmol/Kg	0.6
Al – sat	%	14.6
S	mg/Kg	54.3

Fuente: Modificado de CIAT, 2008

Físicamente se encuentran suelos con texturas: franco, franco arenoso, franco arcilloso y franco arcillo arenoso (Modificado de CIAT, 2008).

3.1 LISTADO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS

Del proceso de colecta de material vegetal en las fincas del Peniplano de Popayán, desarrollado con el acompañamiento de los propietarios, se recopilaron 120 registros correspondientes a 28 especies, de las cuales 11 son arbustivas, 14 arbóreas y 3 herbáceas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Especies arbóreas y arbustivas de importancia nutricional en el Peniplano de Popayán

Número	Nombre común	Nombre científico	Hábito
1	Pispura	<i>Tephrosia vogelii</i> Hook. F.	Arbustiva
2	Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray	Arbustiva
3	Guandul	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp	Arbustiva
4	Guarango	<i>Mimosa quitensis</i> Kunth	Arbustiva
5	Morera	<i>Morus sp</i>	Arbustiva
6	Resucitado	<i>Malvaviscus arboreus</i> C. - <i>Ibiscus rosa sinensis</i> L.	Arbustiva
7	Crotalaria	<i>Crotalaria spectabilis</i>	Arbustiva
8	Zarza	<i>Mimosa albida</i> H. y B.	Arbustiva
9	Reventador	<i>Clibadium surinamense</i> L.	Arbustiva
10	Ortiga	<i>Urera caracasana</i>	Arbustiva
11	Flor amarilla	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) Irwin y Barneby	Arbustiva
12	Vainillo	<i>Senna spectabilis</i> (D. C.) Irwin y Barneby	Arbórea
13	Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i> (Wualp.) O. F. Cook	Arbórea
14	Cafeto	<i>Coffea arabica</i>	Arbórea
15	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i> Tr.	Arbórea
16	Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i> (H. y B.) Nees	Arbórea
17	Nacedero clima frio	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Arbórea
18	Garrocho	<i>Viburnum sp</i>	Arbórea
19	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i> - <i>Leucaena diversifolia</i>	Arbórea
20	Guamo	<i>Inga densiflora</i> Benth	Arbórea
21	Matarraton	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea
22	Guayacan	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Arbórea
23	Acacia Blanca	<i>Acacia sp</i>	Arbórea
24	Acacia Negra	<i>Acacia decurrens</i> Willd	Arbórea
25	Michinche	<i>Campomanesia lineatifolia</i>	Arbórea
26	Confrey	<i>Symphytum officinale</i>	Herbácea
27	Bore	<i>Alocasia macrorrhiza</i>	Herbácea
28	Ramio	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich	Herbácea

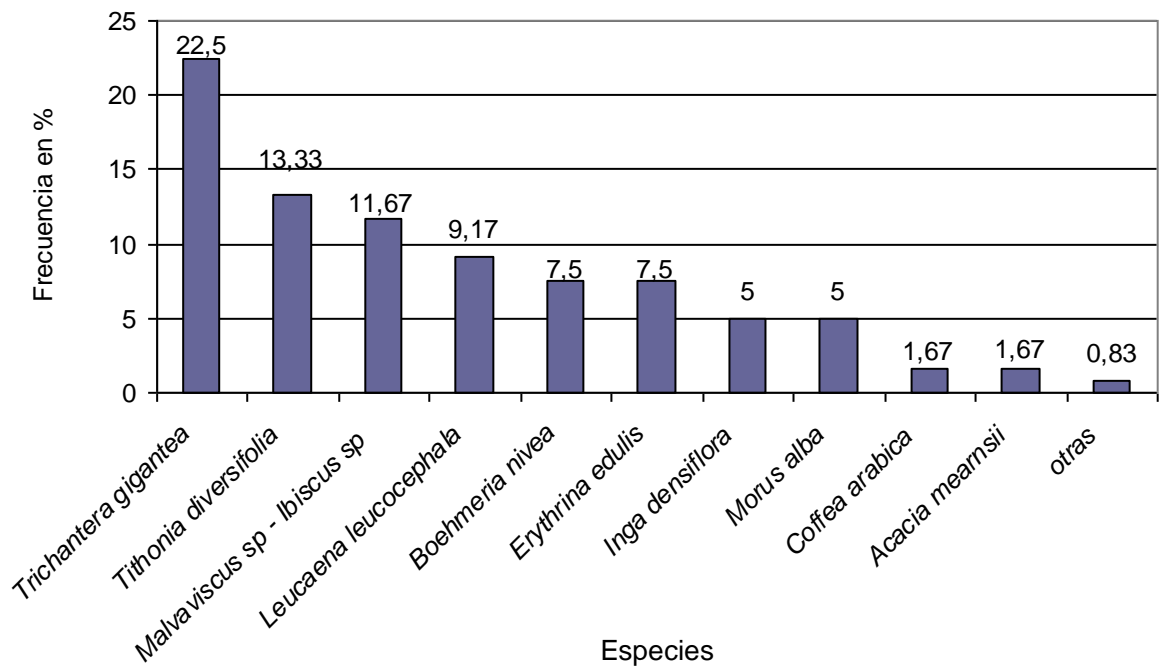
Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Cada especie tiene un registro fotográfico, un registro del conocimiento asociado al uso y manejo de ellas, donde se tiene en cuenta aspectos como el nombre científico, nombres comunes, usos potenciales, descripción de la planta, su adaptación, el establecimiento, manejo, problemas, productividad, calidad del suelo y animal, producción de semilla y producción. Material que servirá de guía a los productores del sector pecuario para desarrollar sistemas de producción con arreglos agroforestales (Anexo C).

3.1.1 Frecuencia de especies. Como se observa en la figura 3, las especies con mayor frecuencia en los sistemas de producción pecuaria del Peniplano de Popayán fueron *Trichantera gigantea* con una frecuencia de 22.5%; la aparición en los registros de ésta se debe a que es promovida por cafeteros y la Corporación

Autónoma Regional del Cauca (C.R.C.) para la conservación de fuentes de agua, es de fácil adaptación y además su reproducción se realiza asexualmente o por estaca, lo que facilita su propagación. Seguido se encuentra *Tithonia diversifolia* con una frecuencia del 13.3%, *Hibiscus sp* y *Malva viscus sp* tuvo una frecuencia de 11.67% y *Leucaena sp* con una frecuencia de 9.17%.

Figura 3. Frecuencia de las especies identificadas en el Peniplano de Popayán



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Se destaca *Boehmeria nivea* que siempre se encontró en forma de cultivo. Las especies restantes se encontraron dispersas y con una menor frecuencia.

- **Municipio de El Tambo:** la mayor parte del municipio se ubica en terreno montañoso (en la cordillera occidental), aunque existen zonas planas; hay también elevaciones importantes como los cerros de Altamira, Don Alfonso, Mechengue, Santa Ana, Munchique, Mapi y Pan de Azúcar (PBOT El Tambo, 1999).

En esta región se tuvo en cuenta para el estudio, la zona plana que corresponde al Peniplano de Popayán, se obtuvieron 14 registros correspondientes a 8 especies

de plantas, destacándose *Trichantera gigantea*, *Inga densiflora* y *leucaena sp*; que se presentaron con una frecuencia de aparición del 20% y *Tabebuia rosea* con una frecuencia del 13.3% (Anexo B1).

Las especies encontradas se suministran de manera ocasional a rumiantes y pseudo rumiantes (cuy, conejo), siendo la actividad más común que se les realiza el desmalezamiento y es de anotar que en la finca de la Fundación José María Obando, la forma de uso más común es en cercas vivas y para el resto de las propiedades en potrero.

- **Municipio de Popayán:** la zona donde se encuentra el municipio de Popayán, la conforma el Valle Inter Andino del Alto Cauca, enmarcado entre el flanco occidental de la cordillera Central y el flanco oriental de la cordillera Occidental. En esta zona se presentan dos expresiones topográficas: las zonas de fuertes pendientes en los flancos de las cordilleras y una zona suavemente ondulada en el Valle Inter Andino con profundos cañones originados por la disección de las principales corrientes fluviales. Esta topografía es el resultado del levantamiento de la cadena Andina, la cual en su evolución, presenta una compleja historia de eventos metamórficos magmáticos, sedimentarios y tectónicos (POT Popayán, 1999).

La zona de estudio se limito a la zona suavemente ondulada del municipio, se obtuvieron 45 registros correspondientes a 22 especies de plantas, entre las que se destacan *Trichantera gigantea* con una frecuencia de aparición de 15.6%, el cual se utiliza en las tres modalidades más usuales (cultivo, cercas vivas y en potrero), *Malvaviscus sp* e *Ibiscus sp* con una frecuencia de 15.6% y *Tithonia diversifolia* con una frecuencia de 11.1% (Anexo B2).

En esta zona los animales (rumiante, básicamente) consumen diariamente el forraje en forma de ramoneo, la fertilización es orgánica; con abonos elaborados en las fincas (desechos de siembra, compost) y en la mayoría de las ocasiones el tipo de reproducción de las especies es asexual (por estaca).

- **Municipio de Timbío:** su topografía suavemente ondulada da lugar a una gran variedad de paisajes, conformados por colinas y montañas disectadas hacia las divisorias de aguas (PBOT Timbío, 1999).

En este lugar se obtuvieron 34 registros correspondientes a 10 especies, entre la que se destacan: *Trichantera gigantea* con una frecuencia de aparición de 20.6%, *Tithonia diversifolia* y *Erythrina edulis* con una frecuencia de 17.6%, por ultimo *leucaena sp* con una frecuencia de 14.7% ver Anexo B3.

Cabe destacar que en el colegio Promoción Social de la Vereda El Hato, la morera es utilizada en un 90% para alimentar el gusano de seda y para el total del municipio tuvo una participación de 5.9 %.

- **Municipio de Piendamó:** estos suelos pertenecen a la Meseta de Popayán, de formación sedimentaria, compuesta por bancos de arcilla, areniscas y conglomerados (PBOT Piendamó, 1999).

Donde se realizaron 9 registros, de las cuales se encontraron 5 especies diferentes. De éstas la más utilizadas fué *Trichantera gigantea*, en la modalidad de cerca viva con una frecuencia de aparición de 55.6 %, el cual se le suministra a los rumiantes de manera ocasional (Anexo. B4).

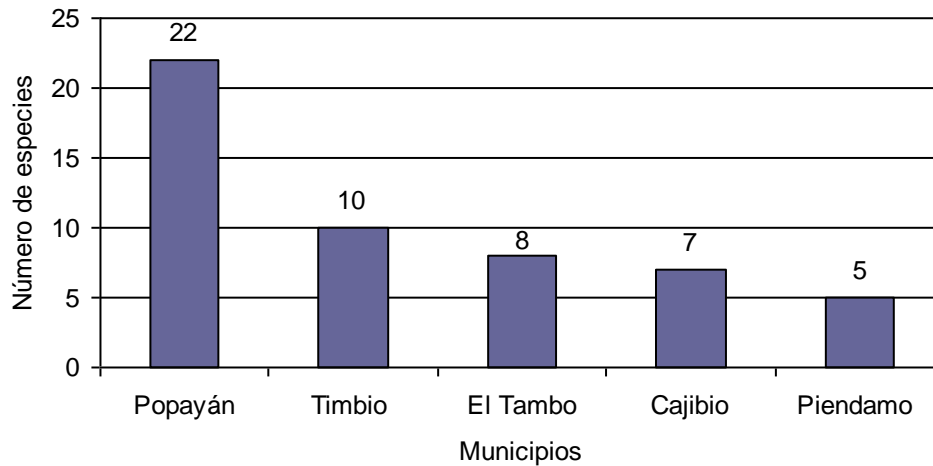
- **Municipio de Cajibío:** el relieve es relativamente plano con algunas ondulaciones; presentando características propias de la meseta de Popayán.

Donde se realizaron 17 registros con 7 especies diferentes; la más abundante fue *Trichantera gigantea* con una frecuencia de aparición de 29.4% y *Tithonia diversifolia* con una frecuencia de 23.5%; Ambos se encontraban establecidos en cercas vivas y en cultivos ver Anexo B4.

El suelo de las praderas es rico en materia orgánica, se realizan prácticas de manejo como fertilización con abono orgánico y en algunas ocasiones con fertilizante químico, el desmalezamiento es la práctica cultural más común en el manejo de las especies y se emplea principalmente para suministrarla a diario a rumiantes y pseudo rumiantes.

3.1.2 Riqueza de especies por municipios. En cuanto a la riqueza de especies arbóreas y arbustivas, Popayán fue el municipio con el mayor número de especies obtenidas (figura 4).

Figura 4. Riqueza específica de especies arbustivas y arbóreas en el Peniplano de Popayán



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

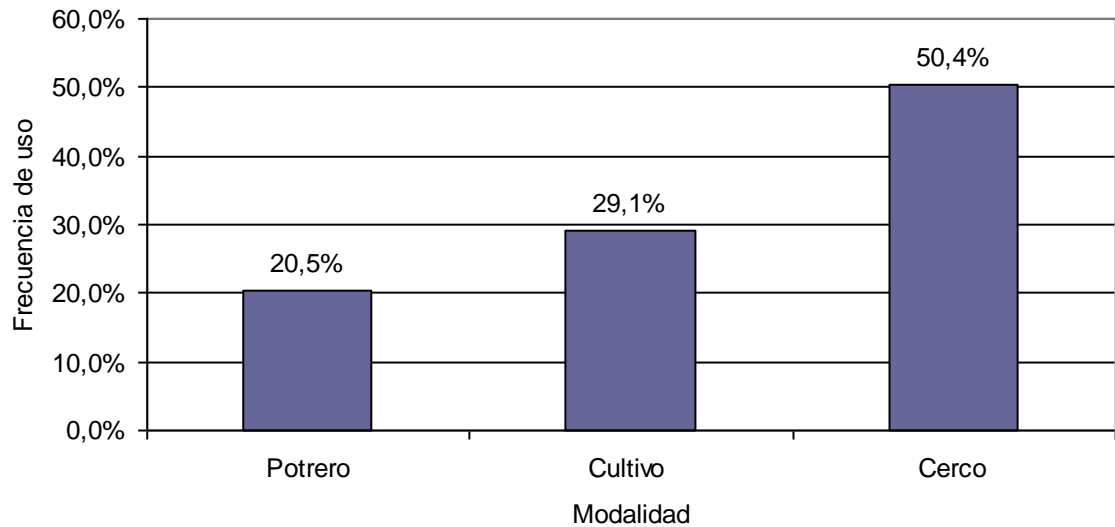
Lo anterior debido a que es la región, de las estudiadas, que tiene mayor inventario ganadero; posee 814 predios con 16.365 cabezas de ganado (FEDEGAN, 2007), La cobertura vegetal que domina el paisaje del municipio son los pastos naturales, los cuales ocupan un área de 13.713 Ha, el 28.3% del total municipal (CRC, 2002), además el hecho de ser la capital permite que la asistencia técnica brindada por los diferentes entes del sector pecuario sea mas accesible a los ganaderos de la región.

Al realizar el coeficiente de correlación de Pearson, para identificar los factores que más influyeron en la diversidad de especies registradas en cada municipio, se encontró una correlación directa con el número de animales (0.96) y el número de registros (0.90); lo que sugiere que en las zonas de mayor actividad ganadera se presenta mayor uso de arboles y arbustos forrajeros.

Igualmente el municipio de Timbío es otro de los municipios ganaderos de la región, siendo el pasto natural y manejado la principal cubierta vegetal, con un área de 3.815 Ha el 22.4% del total municipal, a diferencia con el municipio de El Tambo, la cobertura dominante es el bosque natural, con un área de 106.909 Ha el 38.3% del total municipal, y en los municipios de Cajibío y Piendamó, los productos agrícolas tales como el café, Caña Panelera, Frijol y Frutales ocupan la mayor área sembrada, el 21.3 y el 55.9% del total de los municipios respectivamente (CRC, 2002).

3.1.3 Modalidades de uso. En el Peniplano de Popayán se utilizan, básicamente, tres modalidades para la utilización de las especies arbóreas y arbustivas: cultivo, en potrero y en cercas vivas. Mostrándose una tendencia al uso en cercas vivas.

Figura 5. Frecuencia por modalidad de uso de las especies arbóreas y arbustivas en el Peniplano de Popayán



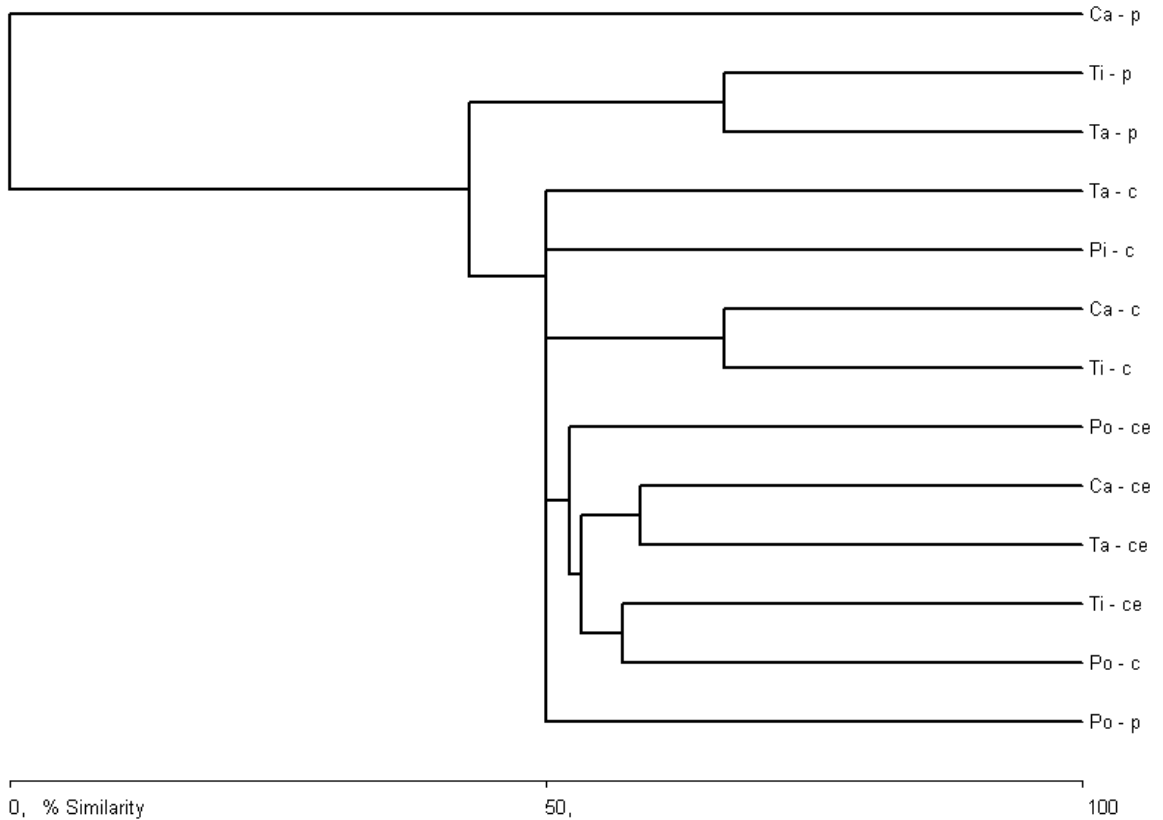
Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Como se observa en la figura 5, el mayor uso se da en cercos, evidenciando la utilización de las especies como un complemento o suplemento mas no como una alternativa principal.

Con el fin de determinar las tendencias de uso por localidad se aplico el análisis de similitud de Bray – Curtis figura 6.

Figura 6. Dendograma de similitud de uso entre los municipios del Peniplano de Popayán

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



Pi : Piendamó, **Ca** : Cajibío, **Ti** : Timbío, **Ta** : El Tambo, **Po** : Popayán, **p** : en potrero, **c** : cultivo, **ce** : en cerco.

Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Como se puede observar en la figura 6, se encuentran las siguientes similitudes entre los municipios, teniendo en cuenta la modalidad de uso de las especies: El Tambo y Timbío tienen una similitud del 66% ya que se encontraban establecidas en los potreros, por otro lado el 66% de las especies encontradas en Cajibío y Timbío estaban establecidas en cultivos, Cajibío y el Tambo tienen una similitud del 58% ya que la forma cómo se encontraron fue en cercas vivas, por último Popayán y Timbío tienen una similitud del 57% por que se encontraban en cercos y cultivos.

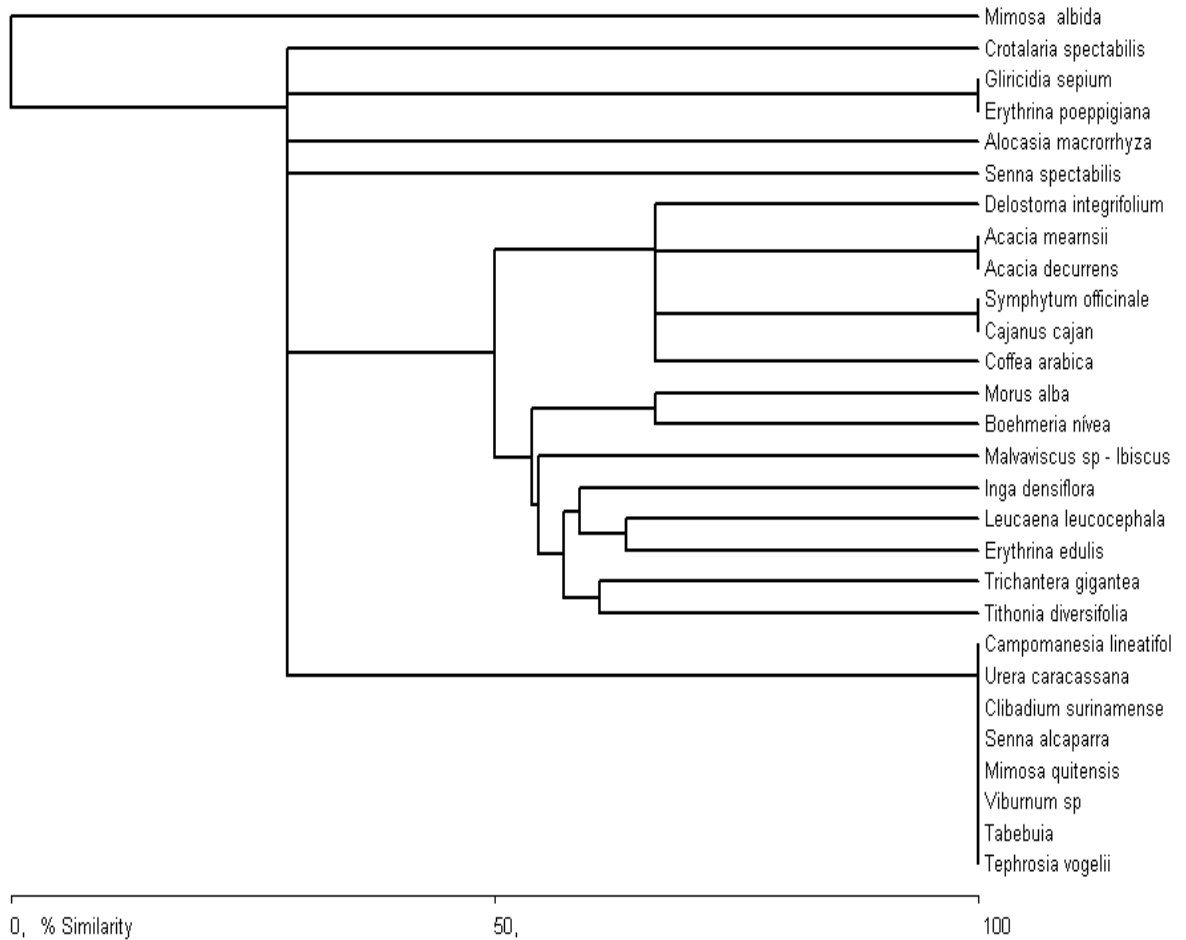
En cuanto a la similaridad de las especies por uso y localización se hallaron cuatro grupos con afinidad del 100% los cuales estuvieron conformados de la siguiente manera:

- Las especies *Campomanesia lineatifolia*, *Urera caracasana*, *Clibadium surinamense*, *Tabebuia rosea*, *Mimosa quitensis*, *Viburnum sp*, *Senna obtusifolia* (L.) Irwin y Barneby y *Tephrosia vogelii*; porque se encontraron establecidas en los potreros y en el municipio de Popayán.
- La *Acacia decurrens* y *Acacia mearnsii*; estaban establecidos en cercos o cultivos y en el municipio de Popayán.
- El *Symphytum officinale* y el *Cajanus cajan* se encontraron establecidos en cultivos y en el municipio de Popayán.
- *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana* se encontraron establecidas en potrero y en el municipio de El Tambo.

Por otro lado las especies *Delostoma integrifolium*, *Acacia decurrens*, *Acacia mearnsii*, *Symphytum officinale*, *Cajanus cajan*, *Coffea arabica* tienen una similaridad del 66% ya que se registraron, en la forma de cultivos o en cercas vivas en el municipio de Popayán (Figura 7).

Figura 7. Dendograma de similitud por uso y localización de las especies

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

3.2 ALTERNATIVAS PARA LA UTILIZACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON MAYOR POTENCIAL FORRAJERO EN LA REGIÓN

Entre los aspectos más relevantes a la hora de usar árboles en las fincas por parte de los ganaderos tenemos: sombra en los potreros, lo que redundaría en la mejora de la productividad del ganado, preservación de la biodiversidad de la zona, conservación de la fertilidad del suelo, embellecimiento del paisaje, alimentación del ganado, conservación de fuentes de agua, otros como la obtención de leña y madera para uso interno de la finca y en algunas ocasiones para la venta.

Para establecer la línea base de especies arbóreas y arbustivas se tuvo en cuenta aspectos como el valor nutricional, adaptación, producción y adaptabilidad.

- **Valor nutricional:** teniendo en cuenta que es quizás el aspecto más relevante en el momento de escoger una especie vegetal para alimentación animal. De las especies encontradas en la investigación 14 cuentan con reportes en la literatura de su contenido de proteína cruda (cuadro 6).

Cuadro 6. Contenido de proteína cruda de especies arbóreas y arbustivas

Especie	Proteína cruda %				Fuente
	Semilla	D %	Follaje	D %	
<i>Cajanus cajan</i> (L) Millsp	15 – 22	59	20-23	80	Peters, 2003
<i>Erythrina edulis</i>	20,5		24,3		Vargas, 1991
<i>Leucaena leucocephala</i> .			12-25	65-85	Peters, 2003
<i>Erythrina poeppigiana</i>			26	67.2	Espinoza, 1984
<i>Trichantera gigantea</i>			18	60	Gómez, 1995
<i>Gliricidia sepium</i>			20 - 30	50-75	Peters, 2003
<i>Tithonia diversifolia</i>			28	79	Peters, 2003
<i>Alocasia macrorrhiza</i>			22,4		Gómez, 2008
<i>Boehmeria nivea</i>			18 - 21		Boschini y Rodríguez, 2002
<i>Clibadium surinamense</i>			17,56	56,7	Burbano y Zapata, 2007
<i>Malvaviscus arboreus</i>			19-21		Bolio <i>etal</i> , 2006
<i>Hibiscus rosa sinensis</i>			26,6	72	Flores <i>etal</i> , 1998
<i>Morus alba</i>			15-25	75-90	Flores <i>etal</i> , 1999
<i>Acacia decurrens</i>			18	43	Cárdenas, 2008
<i>Mimosa quitensis</i> Kunth			>25	<55	Cárdenas, 2008
<i>Urera caracasana</i>			28		Sarria, 2008

- **Adaptación a las condiciones medioambientales:** es de anotar que las especies colectadas, además de estar presentes, mostraron estar adaptadas a las condiciones del Pienplano de Popayán, ya que se reproducen en su mayoría de forma asexual permitiendo así su rápida propagación en la región y por ende su preservación.
- **Producción permanente y abundante:** el material vegetal se produce de manera abundante y casi silvestre durante todo el año.
- **Palatabilidad:** esta información se recolectó por observación y con datos suministrados por los propietarios y/o ganaderos, registrando buena receptividad por el material vegetal identificado. El consumo de los animales se

determinó por el suministro del productor sin presentar diferencias en cuanto a la época del año.

3.2.1 Arreglos agroforestales. De acuerdo a los resultados obtenidos, se propone establecer diferentes arreglos, teniendo en cuenta las observaciones hechas por los ganaderos e investigadores con respecto a la arquitectura de las plantas y su asociación.

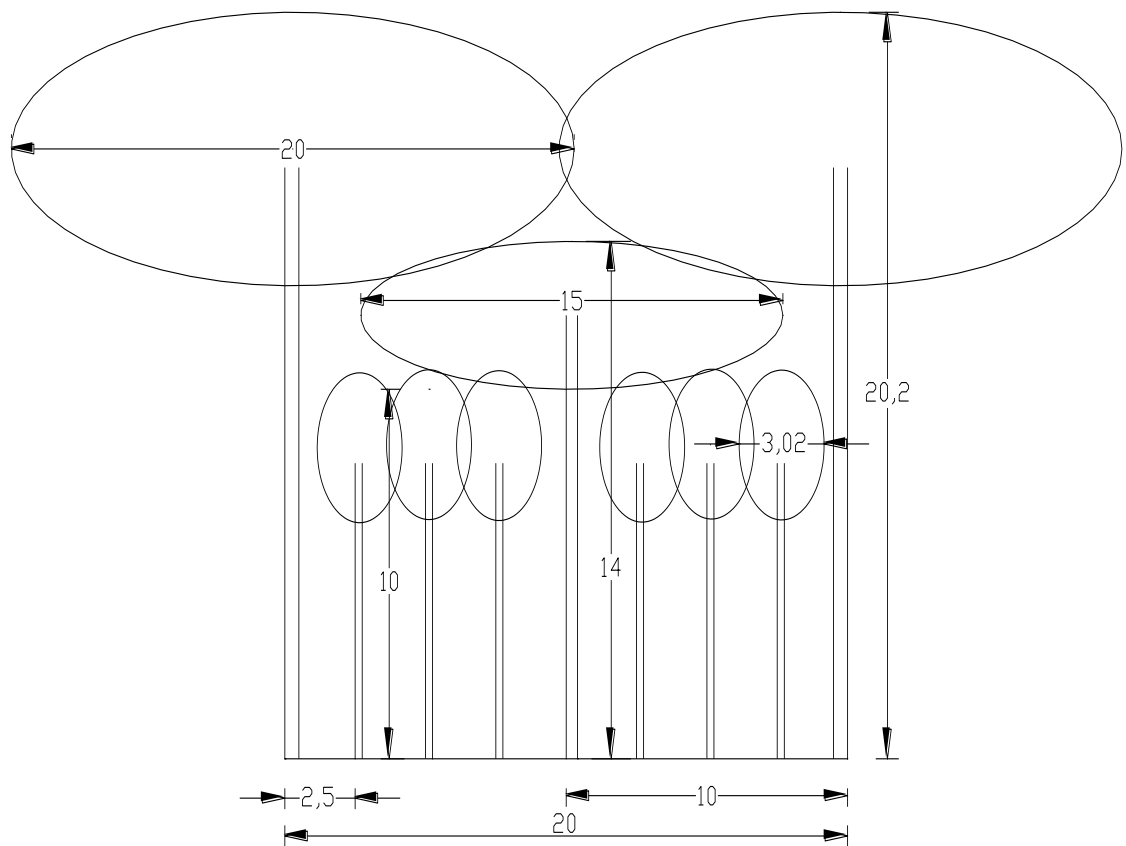
- **Cerca viva:** se sugiere el uso de especies arbóreas como las mencionadas en el cuadro 7, sembrados a una distancia de 15 a 20 m para especies como el cachimbo, guayacán y vainillo, a 10 m para michinche, guamo y matarratón, para otras especies de menor porte como leucaena, garrocho, chachafruto, las acacias, nacedero y nacedero de clima frío a una distancia de 2.5 m. Estas aparte de cumplir con la función de forraje, se utiliza con fines ornamentales, cuando las cercas se elaboran aledañas a la casa de habitación y sobre caminos de acceso a la finca (figura 8).

Cuadro 7. Especies recomendadas para cercas vivas en el Peniplano de Popayán

Nombre común	Nombre científico	Hábito
Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Arbórea
Guayacán	<i>Tabebuia rosea</i>	Arbórea
Vainillo	<i>Senna spectabilis</i>	Arbórea
Michinche	<i>Campomanesia lineatifolia</i>	Arbórea
Acacia Blanca	<i>Acacia decurrens</i>	Arbórea
Acacia Negra	<i>Acacia meansii</i>	Arbórea
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea
Garrocho	<i>Viburnum sp</i>	Arbórea
Leucaena	<i>Leucaena sp</i>	Arbórea
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	Arbórea
Guamo	<i>Inga densiflora</i>	Arbórea
Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i>	Arbórea
Nacedero de clima frío	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Arbórea

Fuente: Polania y Rendón, 2009.

43Figura 8. Modelo para el establecimiento de cercas vivas



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

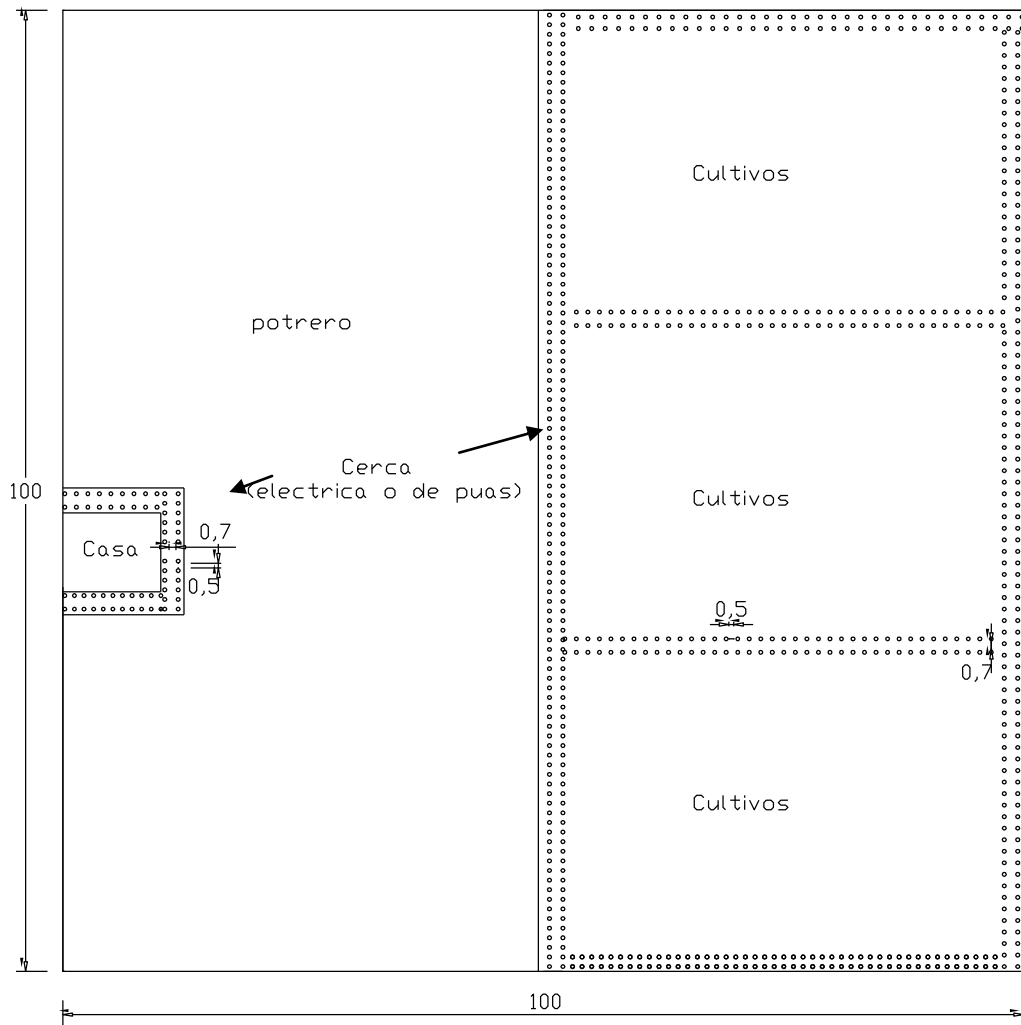
- **Setos:** para el establecimiento se sugieren especies como las mencionadas en el cuadro 8, sembrados en uno o dos surcos a una distancia de siembra de 50 cm entre plantas, con el fin de emplear la producción de biomasa para corte y acarreo, separar áreas de no pastoreo (agrícolas, infraestructura) y en potrero debe ser protegido con barreras físicas para que no se vean afectadas por el ganado (cerca eléctrica o de púas) (figura 9).

Cuadro 8. Especies recomendadas para setos en el Peniplano de Popayán

Nombre común	Nombre científico	Hábito
Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i>	Arbustiva
Resucitado	<i>Malva viscus arboreus - Hibiscus rosa sinensis</i>	Arbustiva

Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Figura 9. Modelo para el establecimiento de setos



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

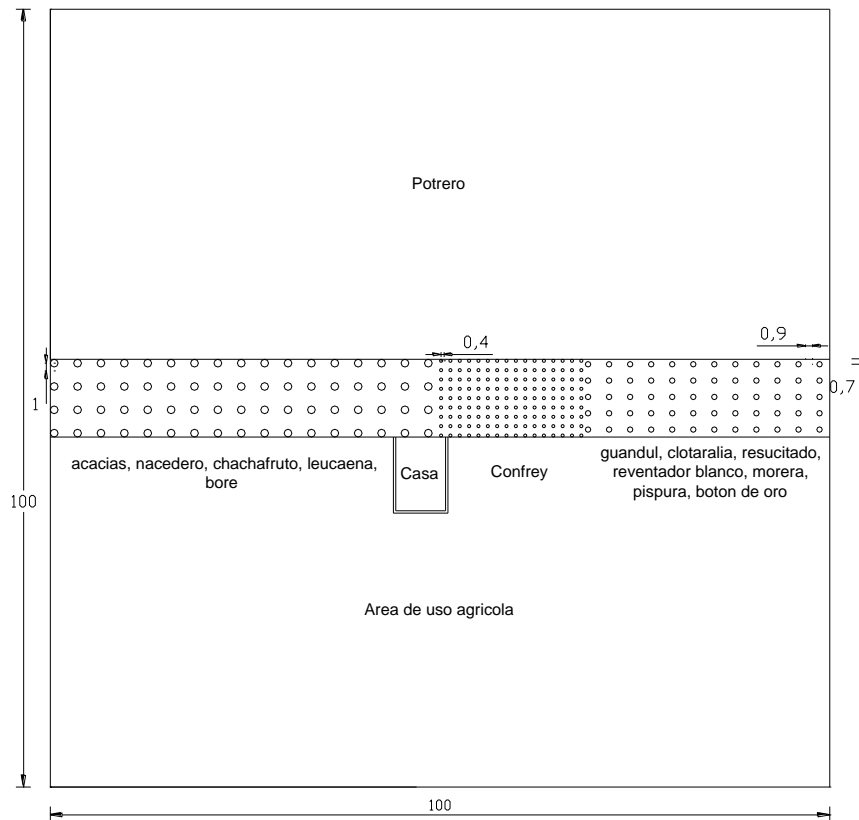
- **Banco forrajero o cultivo:** las especies sugeridas para el uso en este sistema se mencionan en el cuadro 9, las distancias de siembra para acacias, nacedero, chachafruto, leucaena y bore es a 1m X 1 m y para especies como el Guandul, clotaralia, morera, botón de oro, pispura, reventador blanco, resucitado a una distancia de 0.7m entre plantas y 0.9 m entre surcos, el ramio a 0.20 m entre plantas y 0.50 m entre surcos, por último el Confrey se puede sembrar a una distancia de 0.40 m x 0.40 m. creando una cobertura homogénea. Se debe tener en cuenta que éstos se establezcan cerca a las praderas y casas de habitación para facilitar el suministro al ganado y la realización de las labores culturales del cultivo (Figura 10).

Cuadro 9. Especies recomendadas para bancos forrajeros en el Peniplano de Popayán.

Nombre común	Nombre científico	Hábito
Acacia blanca	<i>Acacia decurrens</i>	Arbórea
Acacia negra	<i>Acacia meansii</i>	Arbórea
Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i>	Arbórea
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	Arbórea
Leucaena	<i>Leucaena sp</i>	Arbórea
Guandul	<i>Cajanus cajan</i>	Arbustiva
Clotalalia	<i>Clotalalia spectabilis</i>	Arbustiva
Morera	<i>Morus sp</i>	Arbustiva
Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i>	Arbustiva
Pispura	<i>Tephrosia vogelii</i>	Arbustiva
Reventador blanco	<i>Clibadium surinamense</i>	Arbustiva
Resucitado	<i>Malvaviscus sp - Ibiscus sp</i>	Arbustiva
Confrey	<i>Symphytum officinale</i>	Herbácea
Ramio	<i>Boehmeria nivea</i>	Herbácea
Bore	<i>Alocasia macrorrhiza</i>	Herbácea

Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Figura 10. Modelo para el establecimiento de bancos de proteína



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

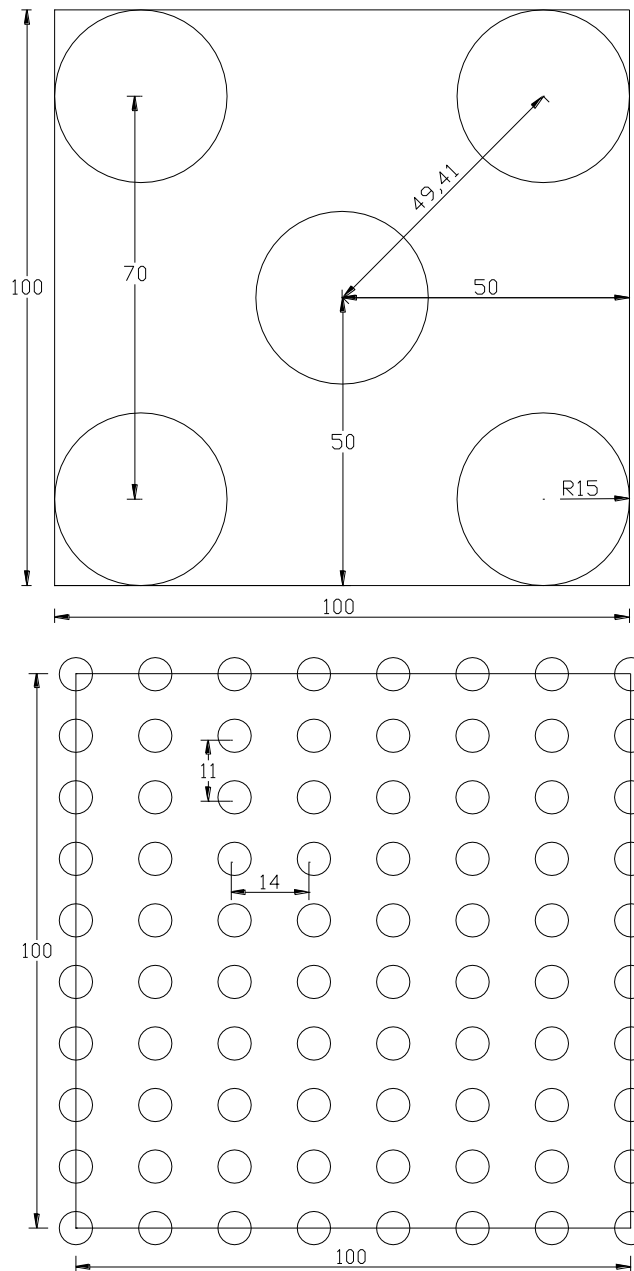
- **Silvopastoril.** Las especies recomendadas para este sistema se mencionan en el cuadro 10. Las distancias de siembra para el cachimbo, guayacán y vainillo son de 40 m a 50 m entre plantas, para las acacias, nacedero, nacedero de clima frío, leucaena, matarratón, garrocho, michinche, guamo a una distancia de 11 m entre plantas y 14 m entre surcos, las especies como la zarza, guarango, pispura, flor amarilla, reventador blanco y ortiga son plantas que crecen en el potrero y se pueden dejar para que el ganado las consuma, previo manejo evitando la superpoblación. Es el sistema más recomendado por factores como: facilidad de consumo del forraje (ramoneo), proporciona sombra a los animales; sobre todo en temporadas secas, fertiliza de manera natural los suelos aledaños, sobre todo si se trata de leguminosas, embellece el paisaje; aunque este último aspecto no incide en la productividad de la finca, si brinda bienestar a sus habitantes (calidad de vida).

Cuadro 10. Especies recomendadas para establecer en potreros en el Peniplano de Popayán

Nombre común	Nombre científico	Hábito
Vainillo	<i>Senna spectabilis</i>	Arbórea
Guayacán	<i>Tabebuia rosea</i>	Arbórea
Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Arbórea
Acacia Negra	<i>Acacia meanrsii</i>	Arbórea
Acacia Blanca	<i>Acacia decurrens</i>	Arbórea
Nacedero	<i>Trichantera gigantea</i>	Arbórea
Nacedero clima frío	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Arbórea
Leucaena	<i>Leucaena sp</i>	Arbórea
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea
Garrocho	<i>Viburnum sp</i>	Arbórea
Michinche	<i>Campomanesia lineatifolia</i>	Arbórea
Guamo	<i>Inga densiflora</i> Benth	Arbórea
Zarza	<i>Mimosa albida</i>	Arbustiva
Guarango	<i>Mimosa quitense</i> kunth	Arbustiva
Pispura	<i>Tephrosia vogelii</i>	Arbustiva
Flor amarilla	<i>Senna obtusifolia</i> (L.) Irwin y Barneby	Arbustiva
Reventador blanco	<i>Clibadium surinamense</i>	Arbustiva
Ortiga	<i>Urera caracassana</i>	Arbustiva

Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Figura 11. Modelos para sistemas silvopastoriles



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Gómez (1995) reporta trabajos realizados con nacedero (*Trichantera gigantea*) en la alimentación de cuyes, cerdos, ovejas de pelo y vacas; además afirma el crecimiento en la utilización de esta especie como alternativa forrajera. Por otro lado, la misma autora recalca la importancia de la utilización del Matarratón

(*Gliricidia sepium*) en la dieta de bovinos por su alta degradación ruminal y excelente contenido de proteína (23%); se le brindó a terneros en la etapa de cría y levante logrando una disminución en los costos y una buena ganancia de peso; además de los aspectos nutritivos que brinda esta leguminosa, tienen el valor agregado de mejorar los suelos donde se asienta gracias a la fijación de nitrógeno.

Se ha observado por Vásquez citado por Roa (2008) que cuando se utilizó *Erythrina poeppigiana*, la ganancia diaria de peso en novillos fue de 648 g. con una rentabilidad de 33%. Cuando se suplementaron vacas lecheras con *Erythrina poeppigiana* (0.5 kilos de materia seca/100 kilos de peso vivo), la producción de leche fue un promedio de 8.8 kilos/vaca/día.

López (2005) realizó un estudio para determinar el efecto de la sustitución de concentrados con diferentes niveles de inclusión de morera (tallos mas hojas) al ser utilizada al 1.3% del peso vivo (PV) en materia seca (MS), sobre la producción y composición de la leche en vacas holstein en pasturas de estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la meseta de Popayán. No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) al utilizar la morera en un 50 % en cuanto a la producción de leche con respecto a 100% de concentrado comercial, al igual que no se apreciaron diferencias estadísticas en la composición medida en términos de proteína, grasa y sólidos totales. Los indicadores nutricionales como nitrógeno ureico en leche (NUL), indican la existencia de altos contenidos de proteína en la dieta. En términos económicos existe un efecto positivo al ser utilizada en un 100% con respecto a los concentrados y al igual que un impacto ambiental y social benéfico.

3.3 CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA RECOLECTADO

3.3.1 Conservación *in situ*. Las 28 Especies recolectadas se mantuvieron en su lugar de origen manteniendo las condiciones naturales y bajo la observación de los propietarios. El banco de germoplasma *in situ* se encuentra señalado con un mapa georeferenciado del Peniplano de Popayán que permite ver las fincas en las cuales se realizó la colecta del material vegetal ver Anexo D.

3.3.2 Conservación *ex situ*. Por otra parte se establecieron parcelas de las especies encontradas en el trabajo de investigación, en predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se hicieron parcelas de 6 m² (2 m x 3 m), y para la densidad de siembra se tuvo en cuenta las distancias recomendadas por productores, referencias bibliográficas definidas por observación en campo para cada especie ver Anexo E.

4. CONCLUSIONES

- El trabajo realizado contribuye, a la conservación de la biodiversidad y preservación del paisaje natural del trópico rescatando especies promisorias para la alimentación del ganado.
- La caracterización de especies arbóreas y arbustivas del Peniplano de Popayán arrojó una línea base de 28 especies arbóreas y arbustivas con potencial en alimentación animal, de las cuales se destacan por su frecuencia las especies *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Hibiscus rosa sinensis*, *Malvaviscus arboreus*, *Boehmeria nivea* y *Erythrina edulis*; dada la adaptabilidad que muestran a las condiciones agroclimáticas de la región ya que fueron las especies más registradas.
- De las especies con potencial en alimentación animal, se encontró que 15 especies son aptas usarlas en el establecimiento de cercas vivas, 2 para setos, 15 en bancos forrajeros y 19 en sistemas silvopastoriles.
- En el Municipio de Popayán se encontró mayor diversidad de especies, seguido por Timbío y El Tambo. Mientras que la menor diversidad se presentó en los municipios de Cajibío y Piendamó.
- La mayoría de las especies encontradas en la investigación se pueden propagar de forma asexual, condición favorable para su uso por los ganaderos.
- De los arreglos agroforestales empleados en el Peniplano de Popayán los ganaderos tienen predilección por las cercas vivas, gracias a la versatilidad en su uso: división de linderos, ornamentación, alimentación, sombrío y a la errada concepción de que los potreros deben estar libres de especies diferentes al forraje.
- El manejo realizado por los ganaderos a las especies en cuanto a la fertilización, se destaca la aplicación de abonos orgánicos provenientes de compostajes y son de bajo uso los fertilizantes de origen químicos.

5. RECOMENDACIONES

- Con el fin de establecer cuál de las especies son las más viables a nivel nutricional y de manejo (mano de obra, fertilización, riego, transporte, entre otros), se recomienda hacer análisis para la producción de forrajes arbóreos y arbustivos, en las tres modalidades de uso más frecuentes: cerca, cultivo y silvopastoril (en potrero), para determinar el impacto económico de la adopción de este tipo de tecnologías.
- Con el objetivo de mantener una constante actualización de la base científica de las especies con aptitud forrajera, se recomienda continuar con la caracterización cualitativa y cuantitativa de este tipo forrajes, no solo en cultivo unitario, sino también en forma de policultivo para determinar cuál es la forma más idónea de utilización de cada una de estas especies, y de esta manera brindar información oportuna y veraz acerca del potencial forrajero del Departamento del Cauca.
- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con el trabajo de investigación, se recomienda replicar éste tipo de estudios en otros climas, con el fin de conocer las diferentes especies, que pueden ser utilizadas en alimentación animal.
- Es importante realizar la evaluación de la diversidad de los géneros reportados en la investigación, para determinar con mayor precisión el potencial forrajero de las especies. Valorando así la riqueza en variabilidad genética con que cuentan los ecosistemas andinos.

BIBLIOGRAFÍA

AGENDA INTERNA DEL CAUCA. Apuestas Productivas; Agrocadena Ganadería Cámara de Comercio del Cauca. Crepic; 2006.

AGNES, Bartholomaüs *etal.* El manto de la tierra: flora de los Andes. Guía de 150 especies de la flora andina. Bogotá - Colombia. Lerner Ltda. 1990. 332p.

BENAVIDES, J. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. En: Agroforestería en las Américas. Vol. 2. No. 7 (julio-septiembre 1995).

BOLAÑOS, Diego. Evaluación de Cuatro Métodos de Propagación del “*Bore Alocasia macrorrhiza*” en el Municipio de San Pablo, Nariño. Popayán 2008, 41 p. Trabajo de grado (Ingeniería Agropecuaria). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

BOLIO, Emilio *etal.* Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. En: Técnico Pecuario México. Vol. 44. No. 3. México (2006).

BOSCHINI, Carlos y RODRÍGUEZ, María. Rendimiento del ramio (*Boehmeria nivea* (L) Gaud) Cultivado para forraje. En: Agronomía Mesoamericana. Vol. 13 No. 1. 2002.

BURBANO, A. y ZAPATA C. *Clibadium surinamense* L. Como aporte proteico para conejos nueva Zelanda en la etapa de levante y ceba. En: Archivos de Zootecnia. Vol. 56, No. 213. 2007. 74p.

CÁRDENAS, Alberto. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. [en línea]. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2008, [citado en noviembre 23 de 2008]. Disponible en Internet: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FIL E_EVENTOSENTI10332.pdf

CENICAFE. (Centro Nacional de Investigación de Café). Árboles encontrados en zonas cafetaleras. [en línea]. Colombia, 1998. [citado en noviembre 21 de 2008] Disponible en Internet: http://www.eco-index.org/search/pdfs/299report_5.pdf

CHERRY, Estefan. Manejo de Barbecho (*Tephrosia*) en Camerún. En: Hecho Notas de Desarrollo (EDN). Ejemplar 65 (marzo, 2000). USA.

CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Informe de análisis de la solicitud: Laboratorio de servicios analíticos. Palmira, 2008.

CIFUENTES, Cesar Augusto y SHON Kee W. Manual técnico de sericultura, Sena CDTs. 1998.

CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de producción Agropecuaria) 1999. Agroforestería para la producción animal sostenible. Memorias del I Congreso Latinoamericano sobre agroforestería para la producción agrícola sostenible y VI Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. Cali Colombia.

CUÉLLAR, Piedad; RODRÍGUEZ, Lylian y PRESTON Thomas. Uso del pizamo (*Erythrina fusca*) como suplemento proteico en dietas de tallo de caña prensado para terneras de levante. En: Livestock Research For Rural Development. Vol. 4, No. 1 (07-1992). Cali, Colombia

CRC. (Corporación Autónoma Regional del Cauca) Informe Técnico Final. Popayán, 2002. 60 p.

DANE. Sacrificio de ganado vacuno. Bogotá D.C. 2004.

DEVENDRA, C. Composition and nutritive value of browse legumes. In Tropical animal nutrition; D'mello J and C Devendra ed. CAB INTERNATIONAL, 1995. UK. .

ELIZONDO, Jorge y BOSCHINI, Carlos. Calidad nutricional de la planta de ramio (*Boehmeria nivea* (L) Gaud) para alimentación animal. En: Agronomía Mesoamericana. Vol. 13, No. 2. 2002.

FEDEGAN. Fondo nacional del ganado, subgerencia de sanidad animal; programa nacional de erradicación de la fiebre aftosa. Censo predios y población bovina por sexo y categorías de edad. Departamento del Cauca. Documento de trabajo sin publicar. 2007

----- Fondo nacional del ganado, subgerencia de sanidad animal, programa nacional de erradicación de brucella. Censo predios y población bovina categorías de edad; Departamento del Cauca. 2004

FERNANDEZ, Juan *etal.* Uso de la *Acacia decurrens* como Suplemento Alimenticio para Vacas Lecheras, en Clima Frío de Colombia. [en línea]. Medellín, Colombia, 1999. [citado en diciembre 10 de 2008] Disponible en Internet: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/FernanJD.htm>

FRESCO L.O. And Steinfeld, H. A Food Security Perspective To Livestock And The Environment. In 1996: Nell, A. J. (Ed) *Livestock And The Environment. Proceedings of The International Conference on Livestock and The Environment, Ed. Wageningen, Netherlands, 1997.* p.

GALINDO, Walter *etal.* Sustancias antinutricionales en las hojas de guamo, nacedero y matarratón. En: Vol. 1, No. 1 (11-1989). Cali, Colombia

GARZÓN, Cristina. Ficha técnica: Árbol frutal Chamba o Champo: *Campomanesia lineatifolia* Ruiz & Pavón (Myrtaceae). Programa Botánica Económica, ICN-Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. 2001. 6p.

GLATZLE A. Weidewirtschaft in den Tropen und Subtropen; Stuttgart 1990.

GÓMEZ, María *etal.* Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali: CIPAV, 1995. 129 p.

----- Guía para el cultivo y aprovechamiento del bore (*Alocasia macrorrhiza*) (Linneo) Schott. Colombia Convenio Andrés Bello, 2002. 32 p. ISBN 958-698-087-1

----- Una revisión sobre el Bore (*Alocasia macrorrhiza*). (Resumen). Cali: CIPAV. 2008.

GUTIÉRREZ, Aquiles y ROJAS, Sandra. Preferencias de las aves por el color del fruto. [en línea] Trabajo de grado (Bióloga) 2008. 6p. (resumen). Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Biología [citado en noviembre de 2008] Disponible desde Internet: <http://www.ecotonocolombia.org/texto/pdfs/artifruto.pdf>

HERNÁNDEZ, Salvador y GUTIÉRREZ, Miguel. Manejo de sistemas agrosilvopastoriles. [en línea]. 2008. 44 p. [citado en septiembre 10 de 2008]. Disponible en internet: [http://uploads.vli.co.uk/lpp/disseminations/R6606/R6606%20\(15\)%20CIAT%20Manejo%20de%20sistemas%20agrosilvopastoriles.pdf](http://uploads.vli.co.uk/lpp/disseminations/R6606/R6606%20(15)%20CIAT%20Manejo%20de%20sistemas%20agrosilvopastoriles.pdf)

Hipernatural. Vergonzosa *Mimosa albida*. [en línea]. [citado en noviembre 22 de 2008] Disponible en Internet: <http://www.hipernatural.com/es/pltvergonzosa.html>

HOLDRIDGE L.R. Ecología, basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 1978. p

ICA. En: Instituto Colombiano Agropecuario, Censo de Ganado bovino en la meseta de Popayán, 2002.

----- En: Instituto Colombiano Agropecuario, Descripción topográfica de la meseta de Popayán con fines agropecuarios 1994.

IDEAM Atlas climatológico de Colombia: Cauca [en línea]. Colombia: 2001, [citado en octubre 22 de 2008]. Disponible en internet: <http://www.ideam.gov.co/atlas/mclima.htm>

Infoagro. El cultivo del café. [en línea], 2008 [citado en noviembre 22 de 2008]. Disponible en Internet: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe.htm>

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Revisión). [en línea]. Colombia (Colombia): [citado en octubre 28 de

2008]. Disponible en internet:
http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/GEMA_CAP_04_2ED.pdf

IROLDO, J.M. Conservación de germoplasma de especies raras y amenazadas (Revisión). [en línea]. Madrid (España): 2008. [citado en septiembre 5 de 2008]. Disponible en internet:
http://www.inia.es/gcontrec/pub/germoplasma_1161158274546.pdf.

JANK B. RATH J. AND SPOK A. "Genetically modified organisms and the EU." Trends. Biotechnol. 2005. p.

LÓPEZ MOLINA, Fredy. Suplementación con morera (*Morus alba*) de vacas holstein en lactancia en la Meseta de Popayán. En: Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Vol. 3 No.1 (2005). Popayán: Universidad del Cauca.

MARTÍNEZ, Jorge. Conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del Río Bulbul en Matiguas, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, 2003, 173 p. Trabajo de grado (Magister scientiae). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, escuela de posgraduados.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Transformaciones del Agro Colombiano en el Nuevo Modelo de Desarrollo; 2002.

NORTON B. The nutritive value of tree legumes. In Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. C Gutteridge and H Shelton ed. CAB INTERNATIONAL. 1994. UK .p

PAZ, Marleny y CORONEL, Sandra. Reconocimiento y colecta de especies vegetales tradicionales propias y adaptadas a la región y del conocimiento asociado a su uso y manejo en los Municipios de El Tambo y Timbío (Departamento del Cauca) .Popayán, 2006, 91 p. Trabajo de grado (Agrozootecnista). Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

PETERS, Michel *et al.* Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ); Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 2003.113. p.

PEZOA, Ángela. Estrategias de conservación de la diversidad biológica. En: ESQUEO, *et al.* Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. [en línea] . La Serena (Chile): La Serena, 2001. p. 276. [citado en septiembre 10 de 2008]. Disponible en internet: [Biológicahttp://www.biouls.cl/Irojo/Manuscrito/Capitulo%2018%20Conservacion.PD](http://www.biouls.cl/Irojo/Manuscrito/Capitulo%2018%20Conservacion.PD)

PBOT. Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de El Tambo. El Tambo, 1999. 79p.

----- . Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Piendamó. Piendamó, 1999. 25p.

----- . Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Timbío. Timbío 1999. 41 p.

POT. Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Popayán: Documento técnico: Cap. 1 división ambiental. Popayán, 1999. 351 p.

QUICENO, J y MEDINA, M. La *Acacia decurrens* Will fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura. En: Livestock Research for Rural Development, Vol. 18, No 12, 2006. Medellín - Colombia.

RALPH, L. Heat Damage to Forages. Canadex Agriculture Canadá. 1982. p.

ROA, María; CÉSPEDES, Daniel y MORALES, Javier. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. Villavicencio, Meta: Universidad de los Llanos, 2008.

RODRÍGUEZ, Alexander. *Clibadium surinamense* L. [en línea]. En: INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad), Costa Rica: 2005. [citado en noviembre 23 de 2008].

Disponible en Internet: <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=6636&-Find>

RODRÍGUEZ, Reina; A. Guillermo. Ecología, distribución, alometría, uso y notas complementarias de 200 especies vegetales del sur occidente colombiano. Cali, Colombia: Universidad del Valle, Multicopiado 1998. 430p.

RUSO, Ricardo y BOTERO, Raúl. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. Escuela de agricultura tropical húmeda EART, San José de Costa Rica: LEAD. 2008.

SARRIA, Patricia. Forrajes arbóreos en la alimentación de Monogástricos. [en línea]. Medellín, Colombia [citado en noviembre 23 de 2008] Disponible en internet:

http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127103814_Forrajes%20arbores%20alimentacion%20monogastricos.pdf

SHAYO C. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus Alba*) trees for ruminants in the semi-arid areas of Central Tanzania. Livestock Production Research Institute. Mpwapwa, Tanzania. 1997.

SIRE. Paquetes tecnológicos: *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. [en línea]. 2001, [citado en noviembre 22 de 2008]. Disponible desde Internet: <http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/Tabebuia%20rosea.pdf>

TAPIA, César. Manejo y Conservación de RTAs in situ en fincas de agricultores y ex situ en el Banco de Germoplasma de INIAP. [en línea]. Ecuador: INIAP, 2003. p. 32. [citado en septiembre 5 de 2008]. Disponible en internet: http://www.cipotato.org/artc/Series/04_Ecuador/RTAs_Ecuador_02.pdf

TORAL, Odalys. Colecta y potencialidades del germoplasma forrajero arbóreo en diferentes ecosistemas. [en línea]. Matanzas (Cuba): Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", 2000. p. [citado en septiembre 10 de 2008]. Disponible en internet: [http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Webeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol24\(2\)/odalyst.pdf](http://revistas.mes.edu.cu:9900/eduniv/05-Sitios-Webeleccion/Estacion%20Experimental%20Pastos%20y%20Forrajes%20EEPFIH/Revista/Vol24(2)/odalyst.pdf)

UGALDE, Luis y LARIOS, Gustavo. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto madeña en Guatemala. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1997. 300p. ISBN 9977-57-274-7.

VARGAS, Luis y OCAMPO, María. El chachafruto o balú: protector de aguas y suelos, superalimento humano, forraje para el ganado. 2ª edición. Santa Fe de Bogotá: Federación Nacional de cafeteros, 1991. 21 p.

VEGA, Gilberto *et al.* Vegetación del territorio Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca 450 especies de sus llanuras y montañas. Cundinamarca, Colombia. Panamericana Formas e Impresión. 2004. 545p. ISBN: 958-8188-0-7

VIT, Patricia. *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela, No. 7 Apamate. En: revista de la facultad de farmacia, Vol. 46 No. 1. (2004); 3p. Venezuela

VIVAS N. Evaluación de la situación actual de la ganadería de leche en la meseta de Popayán; Instituto superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana. ISCAH. Cuba – (La Habana), 1997.

----- Producción de forrajes bajo sistemas silvopastoriles, memorias seminario “La finca, sistema integrado de producción” Popayán, 1997.

Wikipedia. *Hibiscus rosa-sinensis*. [en línea] [citado en noviembre 23 de 2008]. Disponible desde Internet: file:///D:/Trabajo%20Investigaci%C3%B3n/especies/Hibiscus%20sp/Hibiscus_rosa-sinensis.htm

----- Leucaena diversifolia. [en línea], 2008 [citado en noviembre 22 de 2008]. Disponible desde Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Leucaena_diversifolia

ANEXOS

Anexo A. Formato de encuesta estructurada

PLANILLA DE MUESTREO	LOCALIZACION FINCA: VEREDA: MUNICIPIO:	FECHA D M A	OBSERVADOR(ES)
SITIO DE MUESTREO	ESPECIES		
	PUNTO		
	TIPO. Arbóreo Arbustivo		
	RELIEVE: Plano Ondulado Quebrado Montañoso		
	SUELO. Rocoso Mat. orgánica Formación especial		
	REPRODUCCION. Sexual Asexual		
	RECOLECCION DE SEMILLA		
MANEJO	ARREGLO. Cultivo sombrio Potrero Silvopastoreo Cerca		
	DRENAJE		
	RIEGO		
	MECANIZACION		
	PRODUCCION. 1 mes 1.5 meses 2 meses 6 meses Ocasional		
	CANTIDAD		
	AREA APROXIMADA		
	FERTILIZACION. Mat. orgánica Químico		
	QUEMAS		
	DEMALEZAMIENTO		
	PESTICIDAS		
	SUMINISTRO. Mono gástricos Seudo rumiantes Rumiantes		
	FRECUENCIA DE SUMINISTRO		
	OBSERVACIONES		

Anexo B. Sistematización de la información por municipios

Anexo B1. Sistematización de la información para el municipio de El Tambo

Mpío	Vereda	Finca	Fecha	Especies	Coordenada		Estado			Hábito			Relieve			Suelo			R1	R	D	Ri	A	F	D	P	SUMINISTRO			F	C	OBSERVACION								
					N. común	Latitud	Longitud	P	C	Ce	H	A1	A2	P	O	Q	M	R	FE	S	A	m ²	MO	Q	M	S	R													
TAMBO	San Joaquín	Fundación José María Obando	14/04/08	Leucaena	+274626.7792	+326264.6142	1					1	1	1			1	1					1	1			1	1												
				Chachafruto	+274626.7793	+326264.6143	1						1	1	1				1	1	1					1	1			1	1									
					Cachimbo	+274626.7794	+326264.6144	1					1	1	1				1	1					1	1			1	1										
					Nacedero	+274626.7795	+326264.6145	1		1				1	1	1					1	1					1	1			1	1								
					Ramio	+274626.7796	+326264.6146			1		1				1	1					1	1					1	1			1	1							
					Resucitado	+278607.1872	+339907.7240				1		1			1	1																							Suelo rojo, poca capa vegetal
					Guamo	+278607.1873	+339907.7241				1			1		1	1																							Suelo rojo, poca capa vegetal
	Las Piedras	Asaguaipa	19/04/08	Leucaena	+275890.5841	+324454.4642							1	1		1	1																							
				Botón de oro	+275890.5842	+324454.4643				1		1			1	1																								
				Guamo	+275890.5843	+324454.4644				1			1		1	1																								
	Zarzal	NN.	19/04/08	Leucaena	+275890.5844	+324454.4645							1	1		1	1																					Sobre la vía		
				Resucitado	+275890.5845	+324454.4646				1		1			1	1																								Sobre la vía
				Guamo	+275890.5846	+324454.4647	1						1		1	1																								Sobre la vía
Nacedero				+275890.5847	+324454.4648				1			1		1	1																								Sobre la vía	

Anexo B2. Sistematización de la información para el municipio de Popayán

Mpio	Vereda	Finca	Fecha	Especies	Coordenadas		Estado			Hábito			Relieve			Suelo			R1	R	D	Ri	A	F	D	P	SUMINISTRO			F	C	OBSERVACION		
					N. común	Latitud	Longitud	P	C	Ce	H	A1	A2	P	O	Q	M	R	FE	S	A			m ²	M	Q			M	S	R			
POPAYÁN	Punta Larga	Agropecuaria Manila	15/03/08	Moreira	+276369.6894	+323273.9618		1			1		1				1	1	1			1							1	di	60			
				Ramio	+275885.0514	+324457.7940		1		1			1		1				1	1	1			1							1	di	45	
				Nacadero	+276277.9796	+323218.2443		1				1	1		1				1	1	1			1							1	di	45	sembrado 50cm/50cm
				Botón de oro	+276277.9769	+323220.4686		1				1			1				1	1	1			1							1	di	45	
	Punta Larga	San Cristóbal	15/03/08	Ramio	+275890.5828	+324455.5764		1		1			1				1	1	1			1							1			Sembrado 30cm/30cm. se sembró oct-2007. La primera cosecha en enero -2008		
	La Rejoja	Santa Ana	15/03/08	Botón de oro	+277943.3779	+323104.6055		1			1		1			1	1	1	1			1						1	di					
				Resucitado	+277797.3432	+323166.7063		1			1		1				1	1	1	1			1						1	di		Sembrado 70cm/70cm. Se sembró 03-dici/07		
	Villa Nueva	María Nela	15/03/08	Acacia Negra	+280314.6357	+320002.5033			1			1	1		1		1															sobre la vía		
	Santa Rosa	Rancho Grande	15/03/08	Guayacán urapan	+278408.5559	+318021.6414	1					1	1		1		1																	
				Cafeto	+278408.5560	+318021.6415		1				1	1		1		1					1	1	1										
				Nacadero	+278408.5561	+318021.6416	1					1	1		1		1																	
	Morinda	Vella Vista	15/03/08	Resucitado	+276482.8980	+319316.0004	1		1		1		1		1		1																	
				Mimosa	+276229.0230	+318950.9010	1				1		1		1		1	1	x														lo pastorea	
	Tablón	Aran juez	28/03/08	Nacadero	+277460.2671	+326693.9173		1	1			1		1		1						3000	1		1		1	1	1	1	o c	90	gallinas, cuy y conejos	
				Botón de oro	+277638.4359	+326571.7983		1			1			1		1						3000	1		1		1	1	1	di	45	gallinas, cuy y conejos		
	Rio Blanco	La Elvira	28/03/08	Nacadero	+277466.9068	+326689.4768		1				1	1		1		1					5000	1	1					1					
				Chachafruto	+276159.9645	+326660.1204		1				1	1		1		1						1	1										
				Corfey	+276159.9645	+326660.1204		1		1			1		1		1						1	1										
Rio Blanco	El Cariño	28/03/08	Guamo	+276033.7332	+326810.1063	1					1	1		1		1																Consumen brotes		
			Resucitado	+276033.7333	+326810.1064			1			1	1		1		1																		
Pueblillo		29/03/08	Nacadero	+271149.2001	+323481.2402			1			1		1		1																	sobre la vía		
El Hogar		29/03/08	Resucitado	+269778.5910	+325869.6758			1			1		1		1																	sobre la vía		
Los Llanos		29/03/08	Nacadero clima frio	+272386.0571	+328595.2437			1			1	1		1		1																sobre la vía		
Paraíso	N.N.	29/03/08	Botón de oro	+273392.3919	+325654.8186			1			1		1		1																	sobre la vía		

Mpio	Vereda	Finca	Fecha	Especies	Coordenadas		Estado			Hábito			Relieve			Suelo			R1	R	D	Ri	A	F	D	P	SUMINISTRO			F	C	OBSERVACIONES		
					N. común	Latitud	Longitud	P	C	Ce	H	A1	A2	P	O	Q	M	R	FE	S	A				m ²	M	Q			M	S		R	
POPAYÁN		SENA	29/03/08	Leucaena	+274233.8896	+326564.4252	1				1	1	1			1						1					1	1	1	di				
				Botón de oro	+274233.8897	+326564.4253	1			1		1	1			1						1					1	1	1	di				
				Ramio	+274233.8898	+326564.4254	1		1			1	1			1						1					1	1	1	di				
				Nacedero	+274233.8899	+326564.4255	1	1			1	1	1			1							1				1	1	1	di				
				Chachafruto	+274233.8900	+326564.4256	1	1			1	1	1			1	1						1				1	1	1	di				
				Acacia Negra	+274233.8901	+326564.4257	1	1			1	1	1			1	1						1				1	1	1	di				
				Acacia Blanca	+274233.8902	+326564.4258	1	1			1	1	1			1	1						1				1	1	1	di				
				Resucitado	+274233.8903	+326564.4259		1		1		1	1			1							1				1	1	1	di				
				Guandul	+274233.8904	+326564.4260	1			1		1	1			1							1				1	1	1	di				
		Villa Nueva	El manantial	29/03/08	Garrocho	+281619.2156	+319302.3988	1				1	1	1		1																		
					Michinche	+281619.2157	+319302.3989	1				1	1	1		1																		
					Pispura	+281619.2158	+319302.3990	1			1		1	1		1																		
		El placer		29/03/08	Flor amarilla	+274627.8849	+326264.6155			1		1		1			1															Sobre la vía		
		Cajete		19/04/08	Resucitado	+274234.8495	+326563.5253			1		1		1			1															Sobre la vía		
					Leucaena	+274234.8495	+326563.5253		1			1	1	1			1															Sobre la vía		
					Nacedero	+274234.8495	+326563.5253			1		1	1	1			1															Sobre la vía		
		Popayán	Colegio José	19/04/08	Leucaena	+274233.8954	+326541.7894	1				1	1			1																		
			Eucebio Caro		Resucitado	+274233.8954	+326541.7894			1		1		1			1																	
		Popayán	Popayán	19/04/08	Reventador blanco	+274232.8596	+326561.6252	1				1	1			1																		
					Ortiga	+274232.8596	+326561.6252	1				1	1			1																		

Mpio; Municipio P; En potrero C; Cultivo Ce; Cerco H; Herbáceo A; Arbustivo A1; Arbóreo p; plano o; Ondulado q; quebrado M; materia orgánica R; Rocoso F.E; formación especial a; arcilla R1; reproducción S; sexual A2; sexual R2; Recolección de semilla D; Drenaje Ri; Riego A3; área F; fertilización Q; químico D1; Desmalezamiento P1; Pesticida M1; monogástrico S1; seudorumiante R3; Rumiantes F1; Frecuencia C; Corte se; semanal di; diario oc; ocasional.

Anexo C. Fichas técnicas de la línea base de especies arbóreas y arbustiva del Peniplano de Popayán

1. *Erythrina edulis* Tr.

Nombre común: chachafruto, balú, nupo, poroto o chaporuto, sachaporoto, frijol, jite, guimo, frisol calú nopaz (Vargas, 1991).

Usos potenciales: frutos, hojas y ramas tiernas para alimentar ganado bovino y caprino; para cerdos, pollos, peces y conejos los frutos se deben cocinar, para alimentación humana, para cercas vivas, bancos de proteína, conservación de suelos, protección de nacimientos de aguas, y sombrío para cultivos (Vargas, 1991).

Descripción: árbol que alcanza 8 metros de altura; su tronco, ramas y hojas tienen espinas y buena parte del follaje se cae del árbol después de las cosechas. Las flores son de un bello color rojo carmín y van dispuestas en racimos de unos 40 cm de longitud. Los frutos en vainas de 30 cm de longitud por 3 cm de ancho, van agrupadas en racimos de hasta diez legumbres cada uno; una legumbre puede tener hasta 11 semillas. La vaina o cáscara del fruto constituye la mitad de su peso. Las semillas tienen forma de frijol y su cubierta es de color marrón o amarilla. En Colombia es la leguminosa que produce el grano comestible de mayor tamaño, al alcanzar en promedio 5 cm de largo por 2.5 cm de grueso (Vargas, 1991) (figura 1).

Adaptación: se desarrolla adecuadamente en alturas que van desde los 1.200 hasta 2.300 m.s.n.m. Para forraje se cultiva entre los 1.100 y los 2600 msnm. Requiere precipitaciones mayores de 1000 mm anuales, temperaturas entre 16 y 25 °C, se da en suelos sueltos, negros y también en suelos arcillosos, se adapta bien a la siembra a pleno sol, aunque soporta sombra en las primeras etapas de desarrollo (Vargas, 1991)

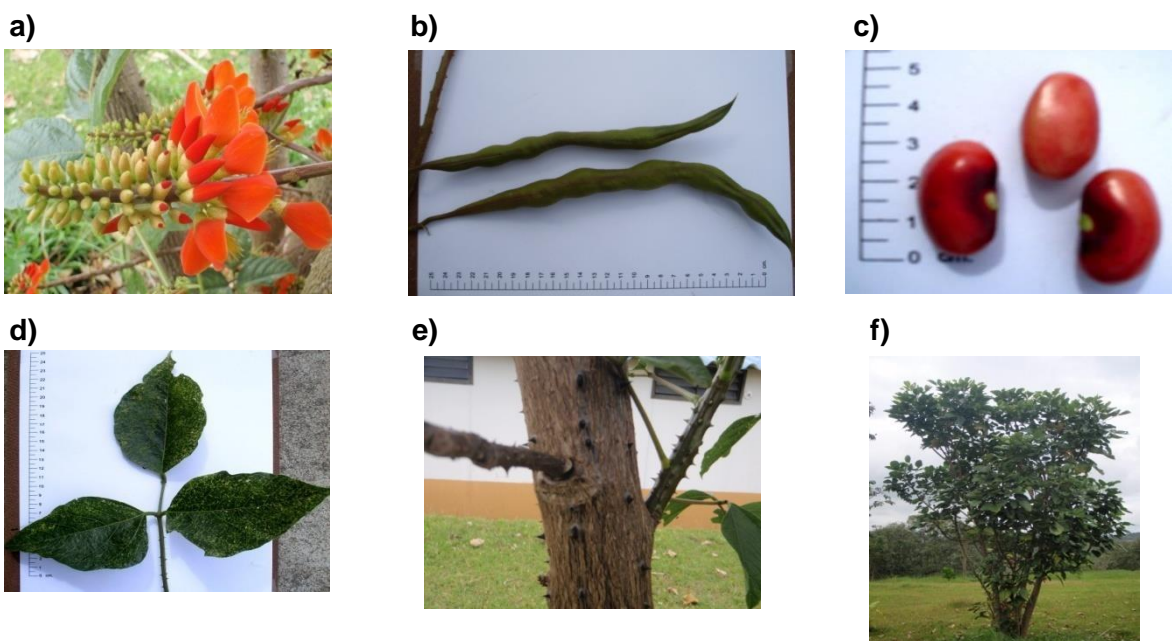
Establecimiento: esta planta se establece mediante estacas y/o semillas; La propagación por semillas es la más conveniente, los arbolitos reproducidos por estaca tienen mal enraizamiento y son de vida corta (Vargas, 1991).

Se puede sembrar la semilla directamente al suelo a campo abierto; repicando previamente la tierra, se colocan dos semillas por hueco, limpiando bien el sitio y se señala con 2 o 3 estacas. También se puede hacer colocándola directamente en bolsa con su lomo o dorso hacia afuera y con una tercera parte de la semilla por fuera de la tierra; obteniendo plántulas listas para llevar al sitio definitivo de siembra a los 60 días contados a partir de la siembra de la semilla. En el campo se hacen hoyos de 30 cm por 30 cm (Vargas, 1991).

Para efectuar la propagación por estaca, esta se debe cortar en cuarto de manguante, debe tener un grosor de 4 a 6 cm, con los extremos cortados en sesgo y desde la recolección hasta su siembra, no deben transcurrir más de 3 días (Vargas, 1991).

Para establecer cercos vivos se recomienda sembrar cada dos metros y para bancos de proteína a 0.5 m entre plantas y 1 m entre surcos para una densidad de 17.000 plantas por ha (Vargas, 1991).

Figura 1. Chachafruto: a) Inflorescencia, b) Legumbre, c) Semilla, d) Hoja, e) Tallo, f) Árbol



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Manejo: después de la siembra se recomienda proteger los arboles, con dos o tres estacas largas hasta que cumplan los 18 meses, a los dos años de edad del árbol, se debe podar con serrucho las dos o tres ramas más bajas y cubrir las heridas del corte con un cicatrizante, Cuando los arboles tengan treinta meses de edad se les pasa la cuerda de alambre del poste al árbol. Si se desea producir forraje se debe podar cuando tengan dos metros de altura y si es para producir fruto entonces deje los arboles a libre crecimiento. La primera poda puede realizarse a los dos años y medio con podas sucesivas cada 4 meses (Vargas, 1991).

En bancos de proteína la primera poda se hace a los 10 meses, las podas siguientes distanciadas 6 meses cada una y en adelante cada 4 meses (Vargas, 1991).

Problemas: Es atacado por el gusano barrenador de la yema terminal en plántulas de vivero y en campo, es necesario aplicar un insecticida sistémico (Vargas, 1991).

Productividad, calidad del suelo y animal: con una densidad de 400 árboles/ha se obtienen al año 68 toneladas de fruto. En bancos proteicos con 17.000 plantas/ha a partir del segundo año de la siembra, se producen 80 ton de hojas y ramitas/año y solo de hojas se obtienen 6 ton de harina rica en carotenos que pueden ser empleados en la alimentación de aves de postura. En un kilómetro de cerca viva con 500 árboles plantados a 2 m y a libre crecimiento se producen 85 ton del fruto al año (Vargas, 1991).

El contenido de proteína cruda en la vaina es de 20.9%, en hojas de 24.3% y en las semillas es de 20.5% (Vargas, 1991).

Producción de semilla y producción: Posee una gran capacidad para multiplicarse, tanto por semilla sexual como por estaca. Por semilla sexual se ha calculado un porcentaje de germinación del 90% con una alta viabilidad, si se siembra en los primeros 15 días después de cosechado, pero se deben seleccionar semillas libres de larvas de insectos que son muy frecuentes en la misma. La producción inicia a los 24 o 27 meses si proviene de una siembra por semilla y si es por estaca empieza a los 18 meses (Vargas, 1991).

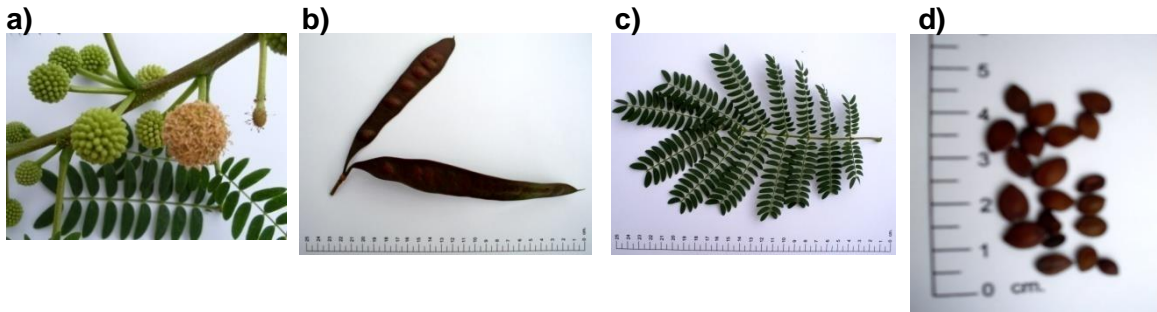
2. *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.

Nombre común: leucaena, acacia bella rosa, aroma blanco (Peters, 2003).

Usos potenciales: banco de proteína, leña, corte y acarreo, abono verde, sistemas agroforestales, concentrado para aves, cerdos, bovinos, pastoreo, barreras vivas, rompivientos, ensilaje (Peters, 2003).

Descripción: árbol perenne de 3 a 10 m de altura y raíces pivotantes, aunque algunas variedades maderables alcanzan hasta los 20 m. Hojas compuestas bipinadas de 20 – 40 folíolos lanceolados de 7 – 12 mm y de color verde oscuro; flores axilares en forma de cabezuelas compuestas de color blanco amarillento; vaina casi aplanada que contiene 4-6 semillas de color café oscuro, presenta dehiscencia bastante definida (Peters, 2003) (figura 2).

Figura 2. Leucaena: a) Inflorescencia, b) Legumbre, c) Hoja, d) Semilla



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: crece hasta 1800 m.s.n.m. y no tolera heladas con temperaturas menores a 10°C, la temperatura óptima está en 22 – 30°C y precipitación mayor de 750 mm. Se adapta a un rango amplio de suelos con pH 5.5 – 8.0 y no tolera suelos ácidos con pH menor de 5, en donde su desarrollo es muy pobre. Necesita suelos de mediana fertilidad. No tolera sombra ni inundación, pero si tolera sequia, aunque se desfolia en épocas secas prolongadas.

Establecimiento: se siembra directamente, a través de viveros o por estacas. Si es sembrado en viveros, su trasplante al campo se hace cuando las plántulas tienen una altura de 20 – 50 cm y teniendo cuidado de no romper las raíces. Se siembra a una distancia de 1.5 entre surcos y 1 m entre plantas, en potreros cuando se asocia con gramíneas la distancia entre surcos puede ser ampliada, con una tasa de siembra de 2 – 5 kg/ha, a una profundidad de siembra de 2 – 5 cm y con semilla escarificada. Su crecimiento inicial es lento, por lo tanto es necesario hacer control de malezas y plagas (es muy atacada por hormigas y trozadores) durante el establecimiento. (Peters, 2003)

Manejo: se puede cortar de 0.5 a 1 m de altura para provocar brotes vigorosos en intervalos de 2 – 3 meses. Durante el año de establecimiento solo se puede pastorear ligeramente siempre y cuando tenga una altura superior de 1 m. Una vez establecido, se recomienda pastoreo cada 2 a 3 meses hasta un nivel no menor de 40 cm. Se defolia durante periodos secos prolongados. Para evitar efectos negativos de la toxina mimosina se recomienda limitar el suministro de Leucaena en la ración a 30%. Se maneja bajo pastoreo directo asociado con gramíneas; como banco de proteína para uso estratégico y bajo corte y acarreo como suplemento (Peters, 2003).

Problemas: establecimiento lento, por la producción abundante de semilla, leucaena tiende a formar poblaciones grandes creando problemas de malezas en los cultivos; presencia del tóxico mimosina, susceptibilidad al insecto psyllid y a la hormiga (Peters, 2003).

Productividad, calidad del suelo y animal: produce de 7 – 25 t de MS/Ha/año, su contenido de proteína cruda oscila de 12 a 25% y la digestibilidad de 65 a 85%, tiene alto contenido de vitamina A. Por su alta calidad, en animales que pastorean o consumen leucaena en la dieta, se obtienen ganancias de peso hasta 700g/animal/día. La producción de bastante cantidad de madera ha sido un producto adicional valioso en sistemas de pequeños productores, aunque por su baja densidad su calidad no es buena, pero puede ser usada industrialmente para pulpa y energía (Peters, 2003).

Producción de semilla y producción: presenta autopolinización, su producción es muy abundante y tiene un alto porcentaje de dormancia de la semilla en los primeros 2 a 3 meses (Peters, 2003).

3. *Leucaena diversifolia*

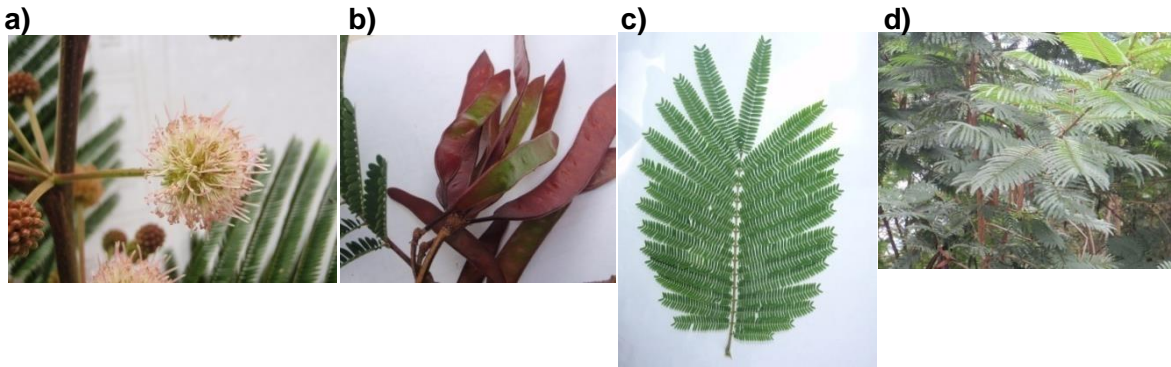
Nombre común: leucaena

Usos potenciales: en la conservación del suelo; ya que esta planta tiene un excelente forraje, creando así una capa de acolchado, mantillo o abono verde, fijación del Nitrógeno (N₂) atmosférico (100-600 kg N/ha/año). Es una madera ideal para barreras contra incendios, leña y carbón de excelente calidad debido a que tiene un alto poder calorífico (3200 a 3500 Kcal/kg). Por su gran tamaño y fuerte fijación al suelo se le puede utilizar como barrera rompe vientos, ornamental, sistemas agrosilvopastoriles, su madera dura y resistente se usa para postes, vigas, herramientas y construcciones livianas. Apicultura (producción de miel), las hojas como forraje para alimentación de animales rumiantes, pero no para monogástricos ya que tiene un alto contenido de un aminoácido tóxico (mimosina) que puede causarles daño. De sus semillas secas se hace te y su uso medicinal es la desparasitación (Wikipedia, 2008).

Descripción: árbol caducifolio o perennifolio de 6 a 20 m de alto, de copa abierta y forma irregular, hojas alternas bipinadas de 9 a 15 cm de largo, con 13 – 15 pares de pinas, cada una con 35 – 40 pares de hojuelas, tronco y ramas; tronco usualmente torcido se bifurca a diferentes alturas. Ramas cilíndricas ascendentes. Flores y frutos; tiene unas cabezuelas con aproximadamente 80 a 100 flores de color rosado de 1 a 2,5 cm de diámetro; flor de 4 a 5,3 mm. Sus frutos son vainas oblongas, divididas en capítulos florales de 30 o más vainas, de 1 a 2 dm de largo por 1 a 2,3 cm de ancho, verdes cuando tiernas y rojizas de maduras; conteniendo de 15 a 20 semillas por vaina. Raíz; profunda y extendida. Penetra las capas más profundas del suelo aprovechando el agua y los minerales de estas zonas (Wikipedia, 2008) (figura 3).

La floración y fructificación se da a lo largo del año, dependiendo de la precipitación o la disponibilidad de agua. La polinización es entomófila (Wikipedia, 2008).

Figura 3. Leucaena roja: a) Flor, b) Legumbre, c) Hoja, d) Árbol



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: precipitaciones entre 500 y 2000 mm/añual, no tolera la inundación, temperaturas de 14 a 26°C, altura sobre el nivel del mar desde los 0 hasta los 1800 msnm (Ugalde y Larios, 2008).

Establecimiento: la propagación por semilla se hace directamente en bolsas, con 2 – 5 semillas por bolsa, o en camas con pseudo-estacas. Germinan entre 3 y 20 días. Las plántulas en bolsas están listas para el trasplante a los 3 – 4 meses. La especie no tolera la sombra por lo que no puede ser plantada en sitios enmalezados o bajo sombra de otros árboles (Ugalde y Larios, 2008).

La propagación por brotes o retoños (tocón); estos tienen alta capacidad de rebrote, lo que le permite ser utilizada para producir diversos productos en muy corto tiempo (leña, forraje). Se puede dar también por estacas aunque con este proceso se tiene una tasa muy baja de supervivencia (Ugalde y Larios, 2008).

Es lenta para establecerse, pero una vez establecida, su productividad es alta aún bajo defoliación regular. Las distancias de siembra dependiendo del uso se pueden ser de 1m x 1m para bancos de proteína y de 4 m x 3 m para sombrío en cafetales. Alcanza su estado reproductivo y de producción en 1 o 2 años, y se cosecha a intervalos de 60 días (Ugalde y Larios, 2008).

Problemas: intolerante a inundaciones permanentes, ya que los suelos mal drenados limitan el desarrollo de micorrizas y rizobium, por lo tanto los árboles muestran crecimientos deficientes (Ugalde y Larios, 2008).

Susceptible a daño por ramoneo, insectos y roedores su principal plaga es psyllido: *Heteropysilla cubana* (Ugalde y Larios, 2008).

No se debe suministrar a mono gástricos ya que tiene un alto contenido de un aminoácido tóxico (mimosina) que puede causarles daño (Wikipedia, 2008).

Productividad, calidad del suelo y animal: excelente productora de materia orgánica. Se logran producciones anuales de 23 t/ha, en densidades de 66.600 árboles/ha y cosechas a intervalos de 60 días. Tiene una capacidad para formar follaje fácilmente. Un árbol con copa bien desarrollada puede producir entre 500 y 1500 g de semilla limpia. Se puede llegar a cosechar hasta 50 t/ha de hojas y vainas verdes. Producción de leña 50 m³/ha/año. Sus rendimientos en madera varían de 24 a 100 m³/ha/año, según los resultados en algunas plantaciones experimentales (Ugalde y Larios, 2008).

El contenido de proteína cruda en el follaje es de 27%, con un alto porcentaje de digestibilidad 60 – 70%. En algunos países sus frutos son muy apreciados por su alto contenido de vitamina A y proteína (46%) (Wikipedia, 2008).

Producción de semilla y producción: la germinación es rápida; se inicia a los 3 días y se completa a los 20 días, obteniéndose un 75% de germinación a los 5 días. Hay 33.000 – 54.000/kg (Ugalde y Larios, 2008).

Sus semillas tienen una longevidad que oscila entre 3 y 15 años. Presentan latencia física. Las semillas frescas se ponen en remojo en agua fría, luego se siembra obteniendo un porcentaje de germinación de 89%. Para las semillas secas el proceso es dejar en inmersión en agua a temperatura de 75 a 85 °C por 3 a 5 minutos, dejar enfriar y sembrar, el porcentaje de germinación es de 56% (Ugalde y Larios, 2008).

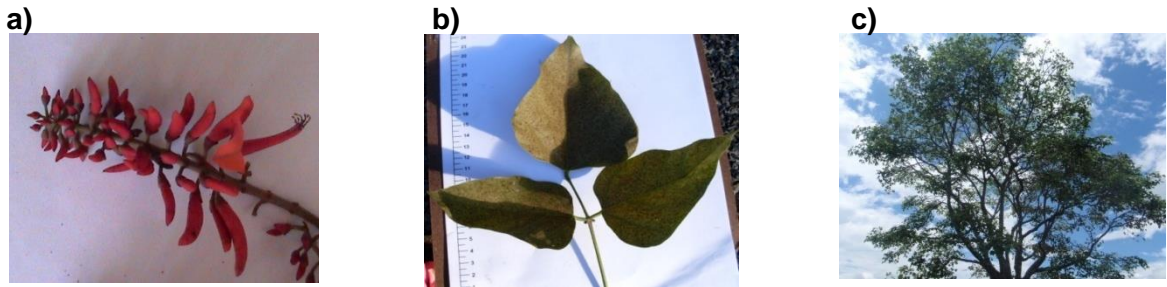
4. ***Erythrina poeppigiana* (Walp) O. F. Cook.**

Nombre común: cachimbo, cámbulo, písamo.

Usos potenciales: abono de cultivos, como forraje para bovinos, porcinos y caprinos, recuperación de suelos, la madera es usada en tablas para pisos, cerca viva, sombrío para ganado y cafetales (Agnes *etal*, 1990).

Descripción: árbol de 20 m de altura aproximadamente, tronco con corteza lisa; la ramificación empieza a los 6 m, copa de forma redondeada; follaje poco denso, hojas compuestas, trifoliadas de 20 cm; haz verde claro, con poco brillo, puntiagudas. Flores rojas (diámetro 2 cm) agrupadas; frutos en legumbre color carmelita de 12 cm con múltiples semillas (Agnes *etal*, 1990) (Figura 4).

Figura 4. Cachimbo: a) Inflorescencia, b) Hoja, c) Árbol



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: en Colombia se ha observado entre los 0 y 1700 msnm. (Agnes et al., 1990), temperaturas entre 18 y 28°C precipitación de 1000 a 3000 mm/ año (Rodríguez *etal*, 1998).

Establecimiento: las plántulas se siembran en huecos de 20 x 20 x 20 cm y la densidad de siembra recomendada para arreglos silvopastoriles es de 5 árboles/ha.

Manejo: durante su crecimiento se deben realizar podas con el fin de evitar que el cubrimiento de la sombra del potrero sea mayor del 30% y permita el paso de la luz.

Productividad, calidad de suelo y animal: produce 22.8 ton de materia seca/ ha /año (Gómez, 1995), la proteína en hojas es de 26% con una digestibilidad del 67.2%, peciolo 9.3% y digestibilidad del 78.8%. (Espinoza, 1984, citado por Cuellar *etal*, 1992).

Producción de semilla y propagación: por semilla y estaca. Las semillas se dejan en agua 24 horas y luego se siembran en un semillero a dos cm de profundidad, a tres cm entre si, en líneas separadas 10 cm. El trasplante se efectúa cuando la plántula alcanza 20 cm. Exige buenos suelos y soporta encharcamientos (Agnes *etal*, 1990).

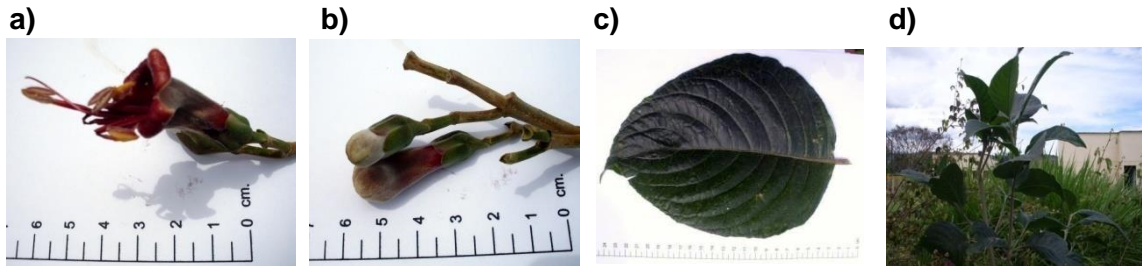
5. *Trichantera gigantea* (H. y B.) Nees

Nombre común: nacedero, quiebrabarrigo, cajeto, fune, yatago, suiban, cenicero, fune, madre agua, cenicero (Agnes *etal*, 1990).

Usos potenciales: medicinal (bajar de peso y reducir la tensión arterial), como planta destinada a proteger y mantener nacimientos de agua, como cerca viva, es melífera, forraje para la alimentación de bovinos, porcinos, caprinos y aves (Agnes *etal*, 1990).

Descripción: árbol de 8 m de altura aproximadamente, tronco con corteza pardo amarillenta; la ramificación empieza a los 2 m. Copa de forma piramidal; follaje verde oscuro; hojas de 14 cm, opuestas, vellosas, de borde aserrado. Flores rojas (diámetro 3 cm) parecidas a las campanas, agrupadas; frutos en capsula redonda carmelita (diámetro 1 cm), con varias semillas (Agnes *etal*, 1990) (figura 5).

Figura 5. Nacedero: a) Inflorescencia, b) Fruto, c) Hoja, d) Árbol



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: se desarrolla adecuadamente en alturas que van desde los 0 hasta 2.000 m.s.n.m. (Agnes *etal*, 1990). Con temperaturas entre 19 y 26 °C, y precipitaciones de 1.000 a 2.800 mm anuales (Rodríguez *etal* 1998).

Establecimiento: para el establecimiento de cercos vivos se recomienda una distancia entre arboles de 1 metro y para los bancos de proteína se han encontrado buenos resultados a distancias de 0.5 m / 0.5 m (Gómez *etal*, 1995).

Manejo: en diferentes ensayos realizados con respecto a la altura de corte se concluyó que la altura ideal es de 1 m (por control de malezas), el corte se realiza dejando un tallo principal y teniendo cuidado de no atrofiar los puntos de crecimiento (nudos) para la formación de follaje en los posteriores cortes. A través del tiempo y dependiendo de los parámetros productivos y el estado del cultivo se puede ir rotando el tallo principal. A los seis meses de establecido el cultivo se realiza el primer corte y después cada 3 meses (Gómez *etal*, 1995).

Problemas: en el transcurso de las investigaciones realizadas y en los cultivos establecidos no se han presentado problemas generalizados por el ataque de plagas o presencia de enfermedades, esto obedece en una buena medida a la asociación con otras especies vegetales y a la no utilización de agrotóxicos que han permitido un equilibrio de las poblaciones naturales de insectos (Gómez *etal*, 1995).

En el caso del follaje de nacedero en base fresca, se encontraron fenoles en proporción de 450 ppm (expresado como ácido caféico) y esferoides 0.062% (expresado como

colesterol), no se encontraron alcaloides y el contenido de saponinas y esteroides resulto bajo (Gómez *etal*, 1995).

Productividad, calidad del suelo y animal: en material propagado por estaca, sembrado a 0.5 m x 0.5 m y cortado por primera vez a los 4, 6, 8 y 10 meses se obtuvieron producciones de 4.16, 7.14, 15.66 y 16.74 t/ha de forraje verde respectivamente; mientras que a menor densidad (10.000 plantas/ha) que corresponden a distancias de 1 m x 1 m, las producciones fueron de 0.79, 3.52, 3.92, 3.23 t/ha (Rivera y Jaramillo, 1991, citado Gómez *etal*, 1995).

El contenido en materia seca es del 20% y de 18% de proteína cruda, con una digestibilidad del 60% (Gómez *etal*, 1995).

En alimentación de conejos de raza Nueva Zelanda, con animales de 35 días de edad, a los cuales se les suministro dietas balanceadas con suplemento proteico peletizado, con diferentes niveles de inclusión de nacedero 10, 20, 30%. Se obtuvo la mejor respuesta con niveles del 30 %, alcanzando incrementos de 32.12 g. de peso por día y conversión de 4.29, comparables con el testigo de concentrado comercial que obtuvo un incremento de 32.29 g de peso por día y conversión de 3.49 (Arango 1990, citado Gómez *etal*, 1995).

Producción de semilla y producción: la germinación por semilla es muy baja, del 0 al 2% (Parent 1989, citado por Gómez et al., 1995), de allí que su multiplicación en forma natural se haya hecho vegetativamente, ya sea por ramas que se doblan y en contacto con el suelo forman raíces rápidamente, convirtiéndose en una nueva planta o las comunidades la propagan utilizando material vegetativo (estacas) (Gómez *etal*, 1995).

Se ha determinado que las características más favorables para propagar por estacas esta especie, son: 20 cm de longitud, diámetro de 2.2-2.8 cm, número de nudos o yemas 3, y se ha observado que si el corte de la parte que va a ser enterrada, se hace debajo del nudo, hay una mayor proliferación de raíces (Rivera y Jaramillo, 1991, citado por Gómez *etal*, 1995).

6. *Senna spectabilis*

Nombre común: Vainillo, velero, velillo (Agnes *etal*, 1990).

Usos potenciales: sombrío de cultivos (Agnes *etal*, 1990), combustible, maderable. Alimentación de la avifauna, cercos, avifauna, postes (CENICAFE, 1998).

Descripción: árbol de 10 m de altura aprox. La ramificación empieza a los 3 m. Copa de forma aparasolada; follaje verde claro; hojas compuestas de 25 cm, alternas, con envés verde blancuzco. Flores amarillas (diámetro 4 cm) agrupadas; frutos en legumbre cilíndrica de 27 cm, con semillas redondas y aplanadas parecidas a las lentejas (Agnes *etal*, 1990) (figura 6).

Figura 6. Vainillo: a) Flor, b) Inflorescencia, C) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: en Colombia se ha observado entre los 0 y 1800 msnm. (Agnes *et al.*, 1990). Temperaturas de 19 a 22°C. Crece en suelos franco arenosos de buen drenaje (CENICAFE, 2008).

Establecimiento: las plántulas se siembran en huecos de 20 x 20 x 20 cm y la densidad de siembra recomendada para arreglos silvopastoriles es de 5 árboles/ha.

Manejo: durante su crecimiento se deben realizar podas con el fin de evitar que el cubrimiento de la sombra del potrero sea mayor del 30% y permita el paso de la luz.

Producción de semilla y producción: su propagación se realiza por semilla y por estaca. Los frutos se dejan al sol durante 3 días y luego se extraen las semillas; estas se colocan en un recipiente con agua hirviendo, retirándolo inmediatamente del calor, y dejándolas allí 24 horas; posteriormente se siembran en semillero a 1 cm de profundidad, a 3 cm entre sí, en líneas separadas 10 cm. El trasplante se efectúa cuando la plántula alcanza los 20 cm. Crece rápidamente, pero es exigente en cuanto a buenos suelos (Agnes *etal*, 1990).

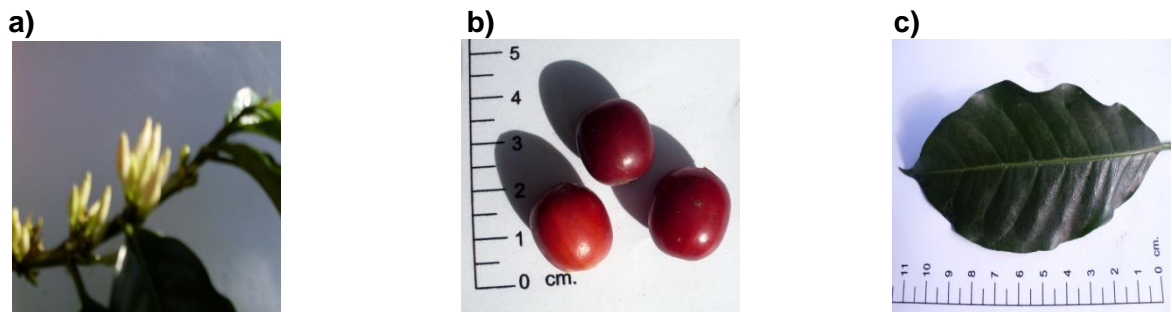
7. *Coffea arabica* L.

Nombre común: café.

Usos potenciales: grano tostado y molido para la preparación de bebidas

Descripción: árbol pequeño liso, de hojas lustrosas. Las hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, promediando de 12-15 cm de largo y más o menos 6 cm de ancho, de forma oval o elíptica, acuminadas, cortas, agudas en la base, algunas veces un tanto onduladas, siemprevivas. Flores fragantes, de color blanco o cremoso, subsésiles o muy cortamente pediceladas, varias en cada axila de las hojas, de 2-9 o más juntas en racimos axilares muy cortos o laterales bracteolados. La baya oblonga - elíptica, más o menos de 1,5 cm de largo, al principio de color verde, después de color rojo y con el tiempo de color azul - negro. Las semillas varían en tamaño de 8,5 a 12,7 mm de largo (Infoagro, 2008) (figura 7).

Figura 7. Café: a) Inflorescencia, b) Fruto, c) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: el café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales (7.500 m³/ha) hasta 3000 mm (30.000 m³/ha), si bien el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 metros, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta. Podemos decir que el cultivo requiere una lluvia (o riego) abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración hasta finales del verano (Noviembre – Septiembre) para favorecer el desarrollo del fruto y de la madera. En otoño sin embargo es conveniente un período de sequía que induzca la floración del año siguiente (Infoagro, 2008).

Establecimiento: el sistema actual de propagar el café por medio de plantas obtenidas de semilla en las plantaciones cafetaleras, incluye el sembrar las semillas en almácigos

especiales, donde las plantitas serán cuidadas hasta que se les trasplante en el campo; luego se distribuyen los colinos en el los hoyos. Pero antes de hacer la siembra de los cafetos, se incorporará en el hoyo 100 gramos de cal dolomítica. Posteriormente se retirará la bolsa plástica que contiene el colino de café, se deposita el pilón en el centro del hoyo y se va echando tierra apretando con el puño de abajo hacia arriba. El colino debe quedar sembrado de tal manera que el cuello de la raíz quede a nivel de la superficie del terreno, el espaciado que se da a los cafetos se determina principalmente por la altitud de la plantación. La distancia comúnmente usada en la siembra del café arábigo es de 2,0 x 2,5 m, lo cual da más o menos 2,000 árboles por ha (Infoagro, 2008).

Manejo: los arbustos de cafeto son intolerantes a la perturbación de sus raíces por lo que se les debe trasplantar con cuidado. Los cafetos jóvenes deben tener sombra continua desde la época en que se les trasplante, consecuentemente, resulta necesario plantar los árboles de sombra con uno o dos años de anticipación. Es necesario realizar fertilizaciones periódicas (Infoagro, 2008).

Problemas: a la hoja le incide afecciones causadas por *Hemileia vastatrix* (roya), y el grano es principalmente afectado por *Hypothenemus hampei* (broca) (Infoagro, 2008).

Producción de semilla y propagación: el café se propaga en gran escala por medio de plantas obtenidas de semilla, o vegetativamente, por medio de injertos o estacas. Para una hectárea se necesita de 1 kg de semilla (Infoagro, 2008).

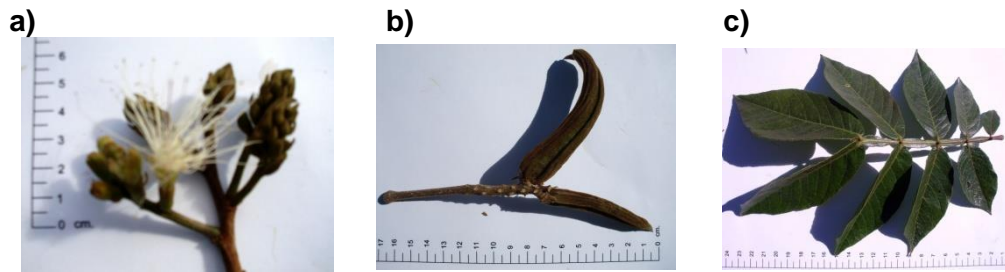
8. *Inga densiflora*

Nombre común: guamo macheto.

Usos potenciales: las semillas poseen una envoltura blanca de sabor dulce, que es comestible. Proporciona sombrío para cultivos y ganado, es alimento de fauna silvestre y sirve como barrera cortavientos, protección de riveras y es apta para la recuperación de suelos (Agnes *etal*, 1990).

Descripción: árbol de 8 m de altura aproximadamente. La ramificación empieza a los 2 m, copa de forma aparasolada; denso follaje verde oscuro brillante; hojas compuestas, de 30 cm, alternas, con lustroso haz verde oscuro. Flores blancas a manera de escobillas (diámetro 5 cm), agrupadas en grandes racimos; frutos en legumbre verde aplanada de 35 cm, con múltiples semillas (Agnes *etal*, 1990) (figura 8).

Figura 8. Guamo: a) Inflorescencia, b) Legumbre, c) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: crece desde 50 - 2350 msnm., con temperaturas entre 18 – 24°C y precipitación entre 1000 y 3000 mm (Rodríguez *etal*, 1998).

Establecimiento: los frutos se colectan entre diciembre y enero, y luego se extraen las semillas; estas se dejan en agua 24 horas y posteriormente se siembran en semilleros a 2 cm de profundidad, a 4 cm entre si, en líneas separadas 10 cm. El trasplante se efectúa cuando la plántula alcanza 20 cm. Exige buenos suelos (Agnes *etal*, 1990).

Manejo: se le realizan podas de crecimiento de formación y mantenimiento.

Problemas: la hoja de guamo tiene cantidades de sustancias antinutricionales como esteroides y fenoles, especialmente fenoles que bajan la tasa de degradabilidad de la hoja de guamo, afecta la degradabilidad de sus principios alimenticios, además de presentar un efecto cardiotoxico en los animales (Galindo *etal*, 2008).

Producción de semilla y producción: el guamo se propaga fácilmente por semilla y se requiere de 64 plántulas/ha

9. *Gliricidia sepium* (Jacq.) ex Walp.

Nombre común: matarratón, madero negro.

Usos potenciales: cercas vivas, barreras vivas, banco de proteína, soporte, sombrío, melífera, rodenticida, medicinal, madera, sistemas agroforestales, corte y acarreo, pigmento (huevos) (Peters, 2003).

Descripción: leguminosa arbórea perenne, con raíces profundas; crece de 10 a 15 m de altura y 40 cm de diámetro en el tallo y produce muchas ramificaciones. Hojas compuestas de 2 a 6 cm de largo, de forma elíptica y de color verde en la superficie. Flores en racimos de 2 cm de largo, color entre rosa y púrpura claro, crecen abundantes cuando se presenta defoliación. Vainas dehiscentes y aplanadas, con 3 a 10 semillas lenticulares de color amarillo ocre (Peters, 2003) (Figura 9).

Figura 9. Matarratón: a) Inflorescencia

a)



Adaptación: crece hasta 1600 msnm., precipitación entre 800 y 2300 mm/año y temperatura de 22 a 30°C. Se adapta a una amplia gama de suelos, incluidos ácidos y erosionados. No crece bien en suelos pesados, húmedos y mal drenados, prefiere los livianos y profundos con pH entre 5 y 8. No tolera competencia por luz y soporta bien la sequía (Peters, 2003).

Establecimiento: se establece por semillas o por estaca. La distancia entre plantas depende del fin y del uso. Por semilla, se puede establecer directa o en vivero, a una profundidad de siembra de 2 cm. En vivero se deja crecer hasta 20 a 30 cm antes de trasplantar al campo. Se usa distancias de 0.5 a 1 m entre plantas; para siembra directa se utiliza 2 semillas por sitio, con este sistema se necesita de mucho tiempo para obtener árboles (Peters, 2003).

El establecimiento por estacas es más rápido, éstas deben tener más de 5 a 6 meses (no utilizar estacas viejas) y deben tener 1.5 m de largo y de 3.5 a 4 cm de diámetro; si hay buena humedad los rebrotes salen a las cuatro semanas. Para cerca viva se usa estacas de 1.5 a 2.5 m de longitud, con diámetros de 5 a 10 cm separadas entre 1.5 a 5 m y enterradas 20 cm. Para banco de proteína se utiliza estacas de 50 cm las cuales deben proceder de ramas maduras (6 meses de edad). Se pueden usar diferentes arreglos de surcos (doble surco, triángulo o sencillo). En total, se recomienda 10.000 plantas/ Ha y se debe tomar en cuenta la orientación del sol, preferiblemente se siembra de oriente a occidente por la exigencia de luminosidad (Peters, 2003).

Manejo: la cosecha depende del objetivo, si es para forraje o leña o una combinación de las dos. El primer corte se hace a los 8 o 12 meses después de la siembra, dependiendo

del desarrollo de la planta. La altura de corte es de 0.5 a 1 m a intervalos de 2 a 3 meses y dependiendo del crecimiento. Para evitar la caída de las hojas en la época seca es necesario cortar al final del invierno (Peters, 2003).

Problemas: las hojas y semillas son tóxicas para equinos y otros monogástricos, susceptibilidad a plagas en climas más húmedos (Peters, 2003).

Productividad calidad de suelo y animal: la producción de biomasa es buena a partir de los 2 años y la máxima a los 5 años, cuando los cortes se hacen cada 3 meses se puede obtener hasta 20 ton/ha/año. Los animales consumen muy bien todas las hojas y tallos delgados, pero a veces debe haber acostumbamiento; contiene proteína cruda entre 20 a 30% y digestibilidad de 50 a 75%. El forraje consumido por el ganado se limita de 10 a 30% de la ración (peso fresco). Hojas molidas pueden formar hasta el 2 al 4% de la ración en aves para dar color amarillo a las yemas de los huevos (Peters, 2003).

Producción de semilla: produce abundante semilla (Peters, 2003).

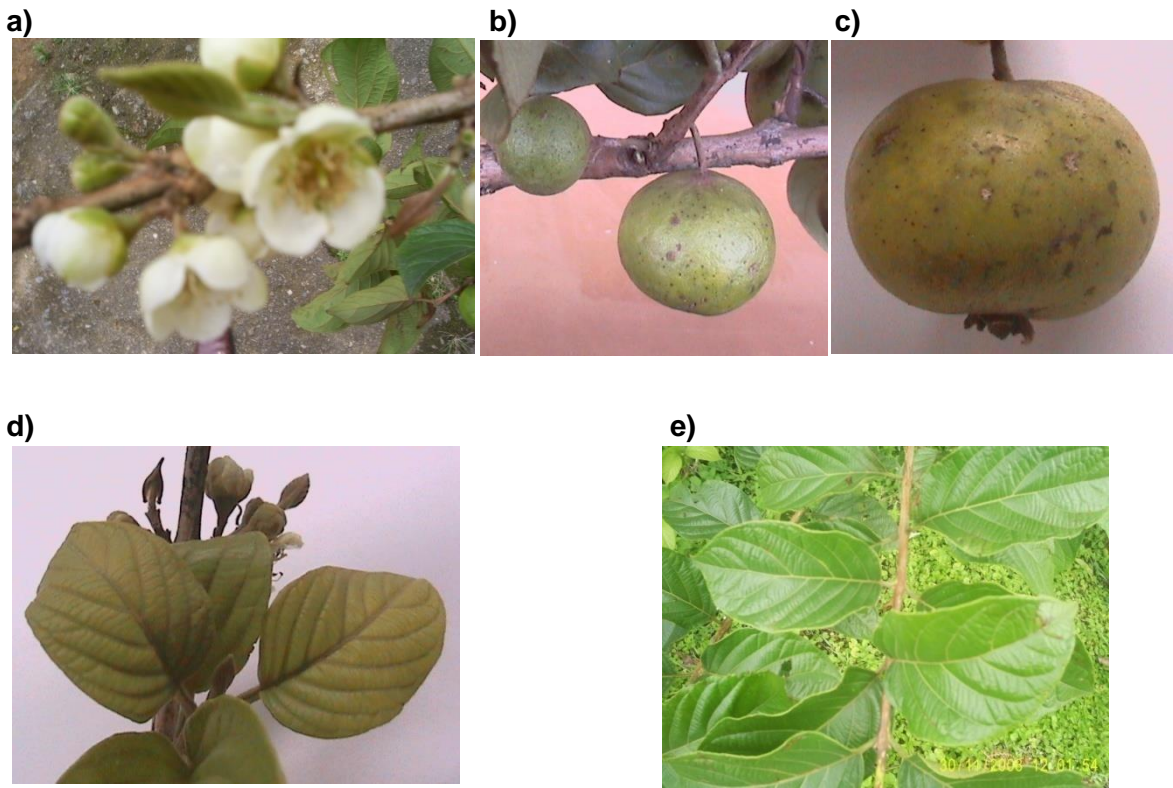
10. *Campomanesia lineatifolia*

Nombre común:

Usos potenciales: la fruta se come cruda, es necesario tener cuidado de no masticar las semillas, que son amargas. Se procesa para elaborar jugos o cremas, dulces, mermeladas, jaleas, de cualidades muy similares a las de la guayaba. Tiene sabor dulce y ligeramente ácido perfumado y muy agradable. Otras partes de la planta también se utilizan, el tronco es fuente de madera para combustible; de las astillas de la madera en agua, y del macerado de sus hojas se obtienen productos medicinales (Garzón, 2001).

Descripción: árbol de 12 m de altura, ramificado. La corteza joven es lisa y con los días se descascara. Las hojas son opuestas o subopuestas, abovado – elípticas, con bordes irregulares; la base es obtusa y el ápice está terminado en un acumen de 1 cm de longitud; 4-15 cm de largo, 2.8 cm de ancho; las nervaduras presentan pelos en ambas caras y son muy salientes en la inferior. El pecíolo es de 1 cm de longitud, es vellosa y acanalado en la cara superior. La flor ostenta de cinco sépalos muy vellosos; la porción libre, oblonga, ápice agudo u obtuso. Los 5 pétalos son libres. Blancos y los numerosos filamentos son también de este color. Estilo corto, robusto, crema. El ovario es verde, globoso, vellosa, ínfero, con 8 cavidades. Las flores están en largos pedicelos de 1.5 – 3 cm de largo. El fruto es globoso o subgloboso de 4 cm de alto, 5 cm de ancho, amarillo, oloroso, agradable al paladar, dulce o agrisado, ápice truncado coronado por el cáliz persistente y base abovedada; encierra de 4 semillas aplanadas, circulares de 1 cm. de diámetro y muy amargas. (Romero, 1991, citado por Garzón, 2001) (Figura 10).

Figura 10. : a) Inflorescencia, b y c) Fruto, d y e) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: requiere una temperatura de 20° C y una humedad relativa alta. La zona de vida debe ser el bosque húmedo tropical de acuerdo con el sistema Holdridge. La precipitación pluvial, alrededor de 2.000 a 2.900 mm, la temperatura media anual debe ser en mínimo, de 18° C y máximo de 33° C. El brillo solar es de 1550 horas al año y la humedad relativa de 80% (Garzón, 2001).

Establecimiento: en ambiente sombreado, se almacigan en cajones de 1 x 1 x 0,2 m conteniendo sustrato húmedo de aserrín descompuesto. La germinación es rápida, se inicia a los 14 días después de la siembra. El trasplante se realiza cuando las plántulas desarrollan dos hojas, directamente en bolsas plásticas negras de 2 Kg de capacidad, conteniendo sustrato mezclado de tierra negra, arena y materia orgánica en la proporción de 1:1:1. Cuando la planta, alcance un tamaño de 30-40 cm. de altura estará en condiciones de ser trasplantada al campo definitivo (Garzón, 2001).

Manejo: se adapta en sistemas agroforestales sucesionales, ocupando el estrato medio, se propone el espaciamiento de 12 x 6 m. Demanda 3-4 desyerbes por año, hasta finalizar el aprovechamiento de los cultivos anuales, y desde este momento, se recomienda el establecimiento de una cobertura leguminosa, al finalizar el

aprovechamiento de los cultivos anuales. El reciclaje de las podas de cobertura, residuos de cosecha y malezas, garantizarán la sostenibilidad productiva del sistema (Garzón, 2001).

Problemas: la protección del cultivo es necesaria, especialmente de la mosca de la fruta (*Anastrepha* sp.), que se alimenta de la pulpa y la deteriora; se controla con trampas y culturalmente, recolectando y enterrando los frutos dañados. El coleóptero *Costalmaita ferruginea*, ataca las hojas; se controla con insecticidas de contacto (Garzón, 2001).

Los frutos fisiológicamente maduros, se desprenden del árbol y caen al suelo; el impacto de caída, magulla el fruto y pierde calidad comercial. Se recomienda la cosecha directa del árbol con ayuda de varas provistas de ganchos y cestos o trepando al árbol y ejecutando la cosecha manual (Garzón, 2001).

Productividad, calidad del suelo y animal: la fructificación se inicia, entre 5 y 6 años después de la plantación. No se dispone de información de rendimientos. Se estiman producciones de 400-500 frutos/árbol/año, o 40-50 Kg de frutos. La fructificación ocurre entre los meses de diciembre a marzo (Garzón, 2001).

Producción de semilla y producción: la propagación por semilla, es el método tradicionalmente utilizado. La semilla tiene viabilidad corta, debe ser inmediatamente sembrada. Las semillas extraídas de frutos maduros, procedentes de plantas selectas, se lavan y airean bajo sombra. No se dispone de información sobre propagación asexual (Garzón, 2001).

11. *Tabebuia rosea*

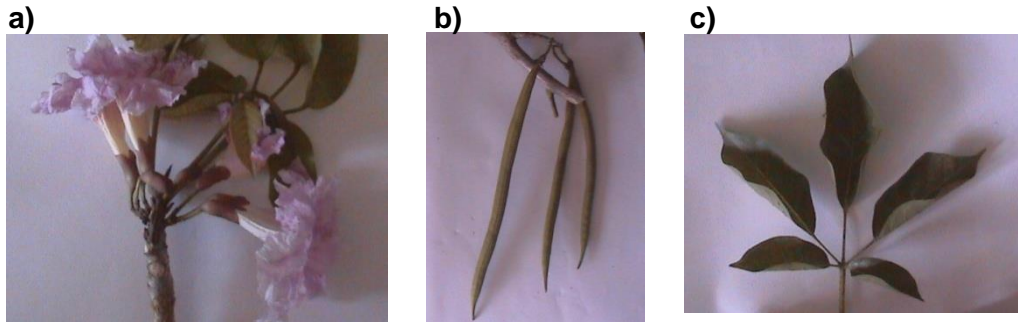
Nombre común: guayacán

Uso potencial: apícola (produce néctar y polen), maderable, ornamental, medicina (febrífugo), ebanistería, sombra, conservación de suelos, cerca viva, leña (Vit, 2004).

Descripción: árbol de 20 a 25 m de altura, tronco a veces ligeramente acanalado, con pocas ramas gruesas horizontales y ramificación simpódica, con copa estratificada. Hojas decusadas, digitado-compuestas, de 10 a 35 cm de largo incluyendo el pecíolo, ápice agudo o acuminado. Flores rosadas, zigomorfas, tubulares expandidas en un limbo bilabiado, distribuidas en panículas cortas con las ramas cimosas. Frutos pardos, cápsulas estrechas con dos suturas laterales, contienen numerosas semillas aladas y delgadas, blanquecinas. La floración es durante los meses de Septiembre y Octubre. También se reportan los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril (López-Palacios, 1986 citado por Vit, 2004), Abril y Mayo (Blanco Mavares, 1995, Citado por Vit, 2004).

Posiblemente varía la época de floración en diferentes años, o inclusive hay años con dos floraciones (Vit, 2004) (figura 11).

Figura 11. Guayacan: a) Inflorescencia, b) Fruto, d) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: de 0 a 1450 msnm. Temperaturas de 16 a 25°C, precipitaciones de 1.600 a 2.000 mm/año. Crece en sitios planos. Se presentan indiferentemente en suelos de origen calizo, ígneo o aluvial, pero en general con algunos problemas de drenaje. Especialmente en bosques pantanosos o inundables. Se desarrolla bien en suelos conocidos como vertisol, pélico y vertisol gleyco (Sire, 2001).

Establecimiento: las plántulas se siembran en huecos de 20 x 20 x 20 cm y la densidad de siembra recomendada para arreglos silvopastoriles es de 5 árboles/ha; para cercas vivas cada 20 m.

Manejo: el deshierbe continuo de los pasillos y al interior de las bolsas que contienen las plantas evitará problemas de competencia por luz, agua y nutrientes; además favorecerá condiciones de sanidad. Es importante tener cuidado con el número de plántulas o estacas que se encuentran en las bolsas, lo más recomendable es mantener solamente una planta o estaca por envase, la más vigorosa, eliminando las restantes (Sire, 2001)

Problemas: la plaga de mayor incidencia es la hormiga roja que puede llegar a defoliar la planta completa; los excesos de humedad pueden ocasionar la aparición de damping-off u otras afecciones de pudrición en la raíz (Sire, 2001).

Producción de semilla y producción: la propagación puede ser sexual o asexual (estacas, acodo aéreo, semilla). Es una especie de rápida velocidad de germinación. Se inicia a los 7 días y se completa a los 27 días, obteniéndose un 75 % de germinación a los 12 días. El número de semillas por kilogramo es de 35,000 a 50,000 (Sire, 2004).

12. *Acacia decurrens*

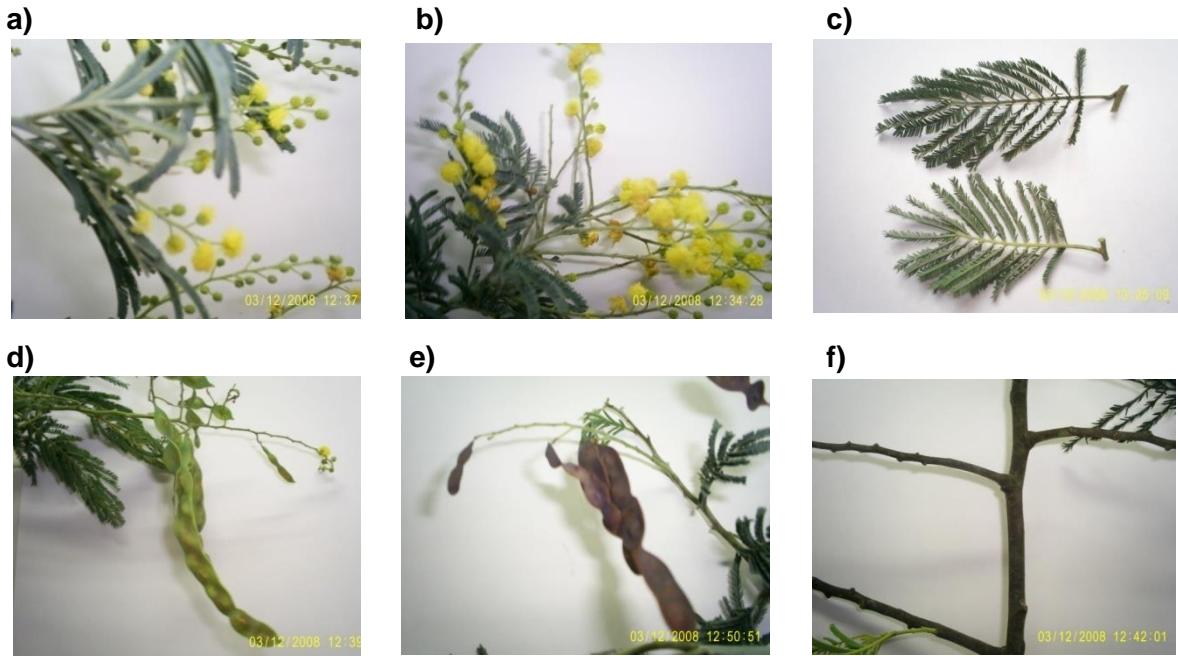
Nombre común: Acacia negra

Usos potenciales: es una especie fijadora de nitrógeno, apta para la recuperación del suelo y control de erosión. También sirve como forraje en tiempos de escasez, cercas vivas (Quiceno y Medina, 2006),

Descripción: árbol de 10 a 13 m de altura, el follaje es verde mate, posee hojas recompuestas de 6cm, alternas con glándulas en el espinazo central; las ramificaciones comienzan a un metro de altura del fuste, con una forma angulosa (pinas 8-15 pares, folíolos 30 - 40 pares muy pequeños y las vainas con puntos de estrechamiento, provenientes de espigas de glomérulos). Las flores son amarillas, redondeadas y agrupadas, de 8mm de diámetro. Los frutos están en una vaina pardo-rojiza de 5 cm, con varias semillas. La copa es redondeada (Bartholamaus *etal*, 1998, citado por Quiceno y Medina, 2006) (figura 12).

Es una especie dominante, crece en suelos áridos y sitios secos, se adapta a suelos arenosos y erosionados, participa activamente en el reciclaje de nutrientes, pudiendo incrementar la disponibilidad de P, Ca, K y Mg (Montagnini, 1992 citado por Quiceno y Medina, 2006),

Figura 12. Acacia negra: a y b) inflorescencia c)Hoja, d y e) Legumbre f) Tallo



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: se adapta a altitudes entre 2.000 y 3.000msnm y temperaturas entre 5 y 20°C (Giraldo *etal*, 2000, citado por Quiceno y Medina, 2006), fija nitrógeno tanto con bacterias de género *Rhizobium* como *Bradyrhizobium* (Alarcón *etal*, 1997, citado por Quiceno y Medina, 2006).

Establecimiento: las distancias entre surcos de 11m y entre plantas de 0.55 m; para una densidad de 1664 plantas/ha ó de 8 x 1.5 para 832 plantas/ha; estableciendo surcos paralelos a través de la pendiente para un arreglo silvopastoril multipropósito (Quiceno y Medina, 2006).

Manejo: las semillas se dejan en agua 48 horas y posteriormente se siembran en el sitio definitivo o en semillero a 1 cm de profundidad, a 2 cm entre si, en líneas separadas 10 cm el trasplante se efectúa cuando la plántula alcanza los 20 cm (Quiceno y Medina, 2006).

Problemas: el follaje de la acacia tiene un alto contenido de fenoles (21%) (Millán y Moreno, 2005 citado por Cárdenas, 2008).

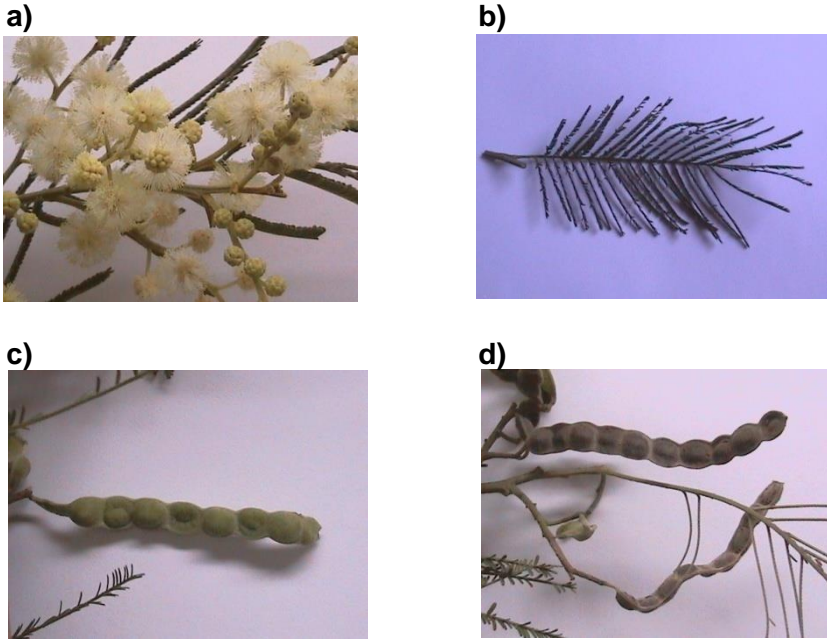
Productividad, calidad del suelo y animal: la producción de biomasa a los 9 meses de edad es de 1.180 g MS/planta, el contenido de proteína cruda es del 18% y digestibilidad de 43% (Millán y Moreno, 2005 citado por Cárdenas, 2008).

La suplementación a razón de 50 % concentrado, 50 % acacia y 85 % acacia, 15 % concentrado disminuyen la producción de leche en 4.27 % y 11.29 % respectivamente, comparados con la suplementación con 100 % concentrado (Fernández *etal*, 2008).

Producción de semilla: los frutos se secan al sol durante 12 horas y luego se extraen las semillas (Quiceno y Medina, 2006).

13. **Nombre común:** acacia blanca

Figura 13. Acacia blanca: a) inflorescencia b) Hoja, c y d) Legumbre



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

14. ***Delostoma Integrifolium***

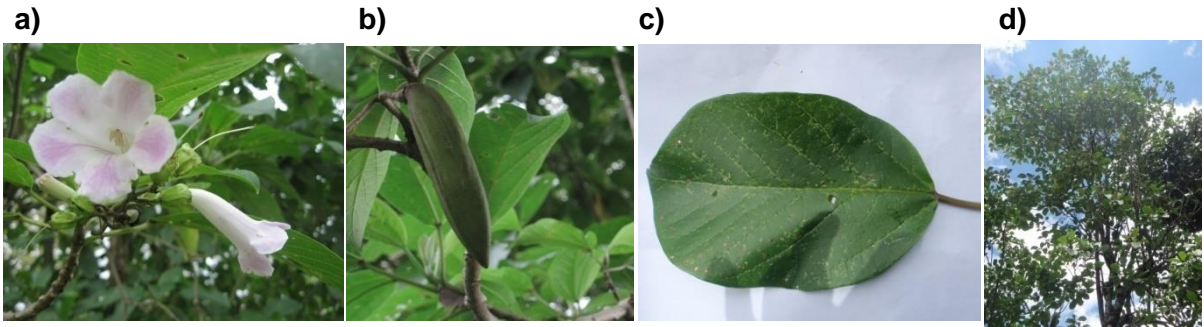
Nombre común: curapín, molde, nacedero, navajuelo y teterete (Vega *etal*, 2004).

Uso potencial: su madera es utilizada como leña, para cercas vivas, ornamental (Vega *etal*, 2004).

Descripción: árbol de 15 m de altura y 40 cm de diámetro en su tronco, que tiene corteza lisa, su color es gris y su textura es gruesa; su copa es irregular; su ramificación empieza a baja altura; sus ramas son rectas; sus ramitas son gruesas, simpodiales y tienen forma subcuadrangular. Las hojas miden 12 cm de largo por 8 cm de ancho, son simples, opuestas, están dispuestas en forma de cruz y a su vez, en ramilletes; su borde es liso, por su envés poseen vellos a lo largo de sus nervios, su peciolo mide 5 cm de largo y su ápice es agudo, no presenta estipula. Las flores miden 5 cm de largo, su cáliz es de color verde, su corola está compuesta por pequeños tubos que son de color blanco y rosado, terminan en cinco pétalos o lóbulos que son de color violeta con rayas moradas, dispuestas en inflorescencias terminales en forma de racimos cortos. Los frutos por 2.5 cm de ancho, son similares a una navaja, un poco aplanados, su ápice es agudo, su color

es verde, al madurar se torna de color café y cada uno contiene numerosas semillas. La semilla mide 4 cm de largo por 1.5 cm de ancho, son de color café, tienen alas, son delgadas y su germen y su ala son de color blanco (Vega *etal*, 2004) (figura 14).

Figura 14. Nacedero clima frio: a) Flor, b) Legumbre, c) Hoja, d) Árbol



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: entre 1800 y 2600 msnm (Vega *etal*, 2004).

Producción de semilla: por semilla o por estacas. Los frutos se colocan al sol cuando se tornan de color amarillento, las semillas son expulsadas al abrirse el fruto, por esta razón se deben introducir en bolsas para evitar su dispersión; se siembran en semilleros preparados con una mezcla de tierra negra, musgos y hojas en descomposición, se distribuyen sobre surcos a 2 cm de profundidad, la posición de la semilla debe ser horizontal. Cuando las plántulas alcanzan los 3 y los 5 cm de alto se trasplantan abolsas de polietileno, después, al medir los 20 cm de altura, se siembran en el lugar definitivo. Por estacones se cortan entre los 1.5 y los 1.7 cm de altura y entre los 15 y los 20 cm de diámetro, se entierran con su base más amplia en el suelo. Es una especie de crecimiento rápido y requiere algo de sombra en su estado juvenil y abundante luz al madurar. (Vega *etal*, 2004).

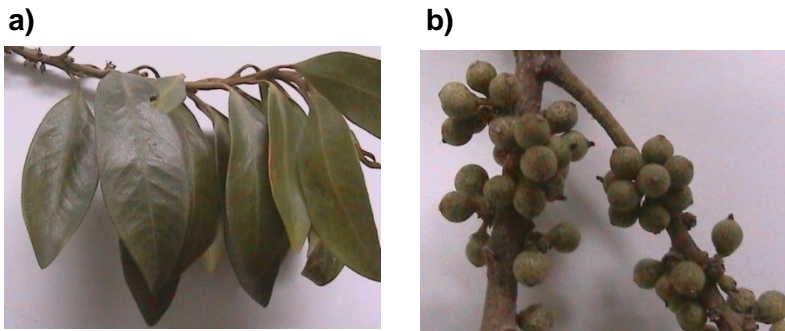
15. Nombre científico: *Myrsine coriacea* (Sw.)

Nombre común: garrocho, cucharo blanco, cucharo rosado, espadero y manteco (Vega *etal*, 2004).

Usos potenciales: su madera es utilizada en la construcción de bigas y ocasionalmente, para obtener postes para cercas, medicinal (Vega *etal*, 2004).

Descripción: árbol alcanza 20 m de altura y los 30 cm de diámetro en su tronco, que es algo torcido (tortuoso), su corteza es de color grisáceo, su corteza viva es de color verde y posee bolsitas resinosas olorosas; su copa tiene forma de globo y es rala; las ramas son largas, flexibles y están dispuestas de manera horizontal; sus ramitas son vidriosas, largas y su color es verde ferrugíneo. Las hojas miden entre los 7 y 20 cm de largo y entre los 3 y los 8 cm de ancho, son simples, alternas, están dispuestas en forma de hélices, por el envés son de color verde claro, sus nervios son poco visibles, a contraluz se observan punticos y rayitas translúcidos. Las flores están dispuestas en inflorescencias en forma de glómérulos axilares distribuidos a lo largo de las ramas y están sostenidas por varias brácteas pequeñas. Los frutos miden entre 2 y 3 mm de diámetro, son drupáceos, están distribuidos en fascículos directamente sobre sus ramitas y son de color casi negro, al madurar. Las semillas miden entre 1 y 1.5 mm de diámetro, tienen forma redonda, son de color crema, su consistencia es dura en su superficie se observa unas rayas pequeñas (Vega *etal*, 2004) (figura 15).

Figura 15. Garrocho: a) Fruto, b) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: 1800 y 3000 msnm (Vega *etal*, 2004).

Problemas: es una especie de crecimiento rápido que requiere de abundante luz solar durante su existencia (Vega *etal*, 2004).

Producción de semilla: por semilla, cuando los frutos se tornan de color casi negro, se despulpan y se extraen sus semillas y se dejan en agua durante 48 horas, luego se siembran en germinadores a 2 mm de profundidad, 5 cm entre una y otra y en hileras separadas entre sí por 10 cm; cuando las plántulas alcanzan entre los 5 y los 7 cm de altura se trasplantan a bolsas de polietileno y al medir entre los 15 y los 20 cm de altura se siembran en el lugar definitivo (Vega *etal*, 2004).

16. *Cajanus cajan* (L) Millsp.

Nombre común: gandul, frijol chícharo, frijol de palo (Peters, 2003)

Usos potenciales: alimentación humana, cobertura, barrera viva, rompevientos, banco de proteína, alimentación para aves y cerdos, concentrado, leña, corte y acarreo, heno, ensilaje, abono verde, medicinal, melífero (Peters, 2003).

Descripción: leguminosa arbustiva semi-perenne erecta de 2 – 4 m de altura y leñosa con raíces pivotantes, tallos vellosos, hojas trifoliadas con folíolos oblongo – elípticos pubescentes de 4 – 9 cm de largo; flores amarillas de 2 cm de largo, vainas comprimidas de color oscuro, con 4 – 6 semillas globosas y algo aplastadas de 6 mm de diámetro y de color café, negro, rojo, crema, a veces con manchas oscuras (Peters, 2003) (figura 16).

Figura 16. Gandul: a) Flor, b) Legumbre, c) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: crece hasta 2000 msnm., con precipitación mayor a 700 mm. Se adapta a un rango amplio de suelos de pH 5.4 – 8.4 y temperaturas de 18 – 30°C, no tolera heladas ni soporta inundaciones pero si la sequia y sombra. Crece en suelos pobres con poco contenido de fosforo (Peters, 2003).

Establecimiento: cuando se utiliza para forraje se siembra con 16 – 22 kg de semilla/ha, al voleo o en surcos con distancia de un metro entre ellos y 20 – 30 cm entre plantas con 2 – 3 semillas por sitio, se debe hacer un raleo a los 30 días dejando una planta por sitio. Para abonos verdes o cobertura se siembra usando 26 – 50 kg/ha, con una distancia de 50 cm entre surcos y 25 cm entre plantas. Como barrera viva se siembra de 5 a 15 cm entre plantas y una profundidad de 2 – 4 cm. En zonas de ladera se debe sembrar en curvas de nivel (Peters, 2003).

Manejo: para tener una alta calidad de forraje y asegurar la persistencia, puede dejarse crecer hasta 150 cm de altura y cortarse de 30 – 80 cm de la superficie del suelo. Nunca

se debe cortar a ras de suelo por que las plantas no se recuperan; cortes a una altura menor de 30 cm reducen la sobrevivencia de la planta (Peters, 2003).

Problemas: persistencia, susceptible a mal manejo, las semillas pierden su viabilidad rápidamente (Peters, 2003).

Productividad, calidad del suelo y animal: bajo corte produce de 2 – 12 ton de materia seca/ha/año, la proteína cruda presente en el follaje es de 15 – 22% y la digestibilidad de 59%. En la semilla la PC es de 20 – 23% y la digestibilidad de 80%. El valor nutritivo de la vaina verde (legumbre) es más alto que el de la semilla y tiene alto contenido de vitaminas. Aumenta la fertilidad del suelo (Peters, 2003).

Producción de semilla y producción: cuando se establece un semillero este se siembra con 10 – 25 kg/ha, una distancia entre surcos de 70 – 150 cm y 50 cm entre plantas a una profundidad de 2 – 4 cm. Produce altas cantidades de semilla durante todo el año y para aumentar los rendimientos es necesario mejorar el nivel de fertilidad del suelo (Peters, 2003)

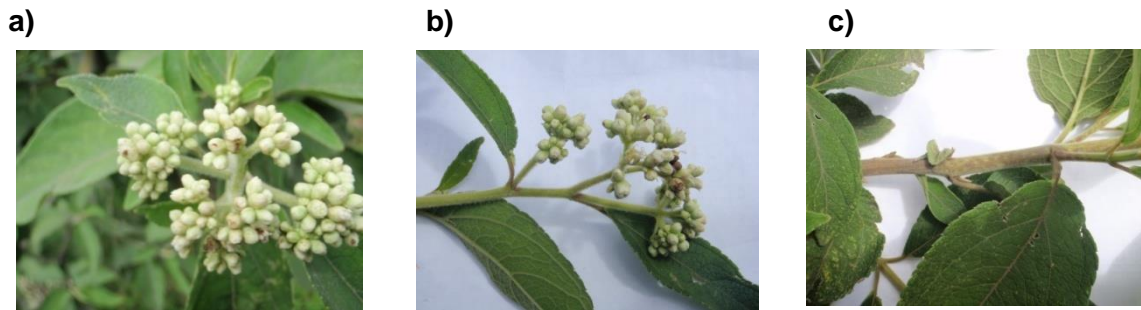
17. *Clibadium surinamense* L.

Nombre común: conami, lavaplatos, manrubio, pintadilla, salvia, salvia amarga juque, matagusano, barbasco, reventador blanco, lavaplatos (Rodríguez, 2005).

Usos potenciales: alimentación animal (Burbano y Zapata, 2007), se utiliza para curar la sarna en animales, apícola, y como cebo para la captura de peces (Rodríguez, 2005).

Descripción: arbusto entre 1 y 3 m de altura, tallos y hojas hispídos, hojas con pecíolos entre 0,2 y 3 cm. de largo; lámina entre 2 y 19 cm. de largo y entre 0,4 y 9 cm. de ancho, lanceoladas a ovadas, fuertemente ásperas en el haz. Inflorescencias en panículas racimosas, con 10 a 180 cabezuelas solitarias sobre el ráquiz, Cabezuelas inconspicuamente radiadas, con pedicelos entre 0,5 y 1 mm de largo (Rodríguez, 2005) (figura 17).

Figura 17. Reventador blanco: a) Flor, b) Flor y hoja, c) Tallo



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: en zonas con altitudes entre 1 y 1700 msnm (Rodríguez, 2005).

Establecimiento: la siembra de los esquejes se realiza directamente en campo a una distancia entre plantas de 0.5 m y 0.7 m entre surcos.

Problemas: los fitoesteroles presentes en *Clibadium surinamense* L. podrían afectar la absorción del colesterol endógeno y exógeno a nivel intestinal lo que daría lugar a una modificación en la síntesis de hormonas de origen esteroidal, así como sales biliares (Burbano y Zapata, 2007).

Productividad: la proteína cruda es de 17.56 % y digestibilidad de 56.7%. En conejos nueva Zelanda en la etapa de ceba, se obtuvieron incrementos de peso de 32.04 g/día, cuando se incluyó en la dieta el 24.2% con *clibadium* (Burbano y Zapata, 2007).

Producción de semilla y producción: se propaga de forma asexual (esquejes) de 20 a 30 cm. de longitud.

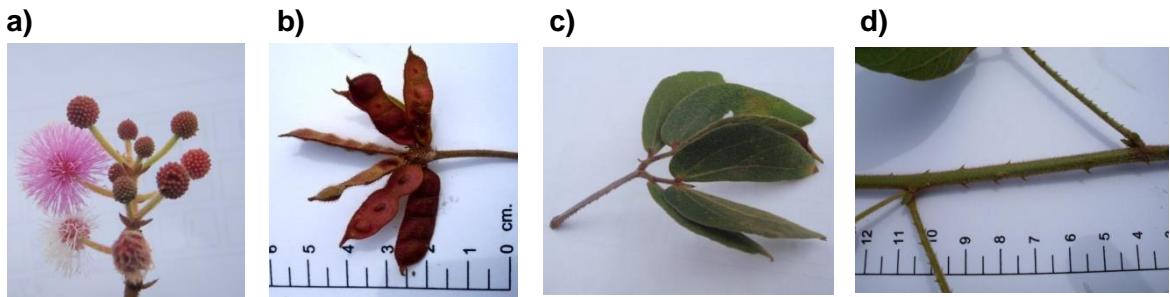
18. *Mimosa albida* H. y B.

Nombre común: zarza, vergonzosa.

Usos potenciales: uso medicinal (Hipernatural, 2008).

Descripción: arbusto de hasta 2 m de altura, con el tronco muy ramificado y cubierto de espinas curvadas, y sus ramas jóvenes presentan pelillos. Sus flores globosas originan vainas donde están contenidos los frutos (Hipernatural, 2008) (figura 18).

Figura 18. Zarza: a) Flor, b) Legumbre, c) Hoja, d) Tallo



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: habita en climas cálido, semicálido y templado. Crece asociada a la selva tropical caducifolia, perennifolia, matorral xerófilo, bosques mesófilo de montaña, de encino y mixto de pino (Hipernatural, 2008).

Manejo: se debe podar con frecuencia para evitar la superpoblación.

Problemas: su facilidad de propagarse, por la cantidad de semilla y la viabilidad de la misma hacen que sea vista como una maleza.

Producción de semilla y producción: la semilla es la forma natural como se propaga la planta y llega a colonizar fácilmente grandes áreas.

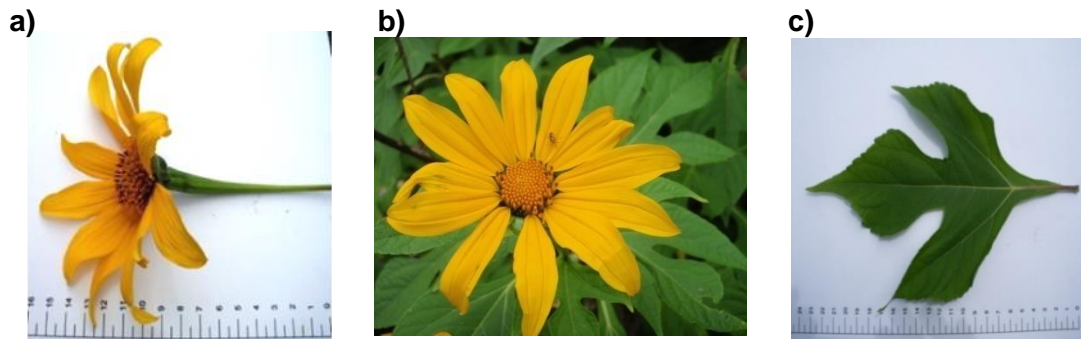
19. *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray

Nombre común: botón de oro, mirasol, margarita, guil amargo (Peters, 2003).

Usos potenciales: corte y acarreo, barreras vivas, barbecho mejorado, fuente de néctar para las abejas; medicina (árnica) (Peters, 2003).

Descripción: planta herbácea de 1,5 a 4 m de altura, a menudo glabra, hojas alternadas de 7 a 20 cm. de largo de bordes aserrados, inflorescencia en capítulos con pétalos amarillos (Peters, 2003) (figura 19).

Figura 19. Botón de oro: a) Flor, b) Flor, c) Hoja



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: crece en diferentes condiciones de suelo y clima desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm.; precipitaciones desde 800 a 5000 mm y en un amplio rango de suelos desde ácidos hasta neutros y de suelos pobres hasta fértiles (Peters, 2003).

Establecimiento: su establecimiento se hace con semilla o por estaca, tomando tallos de 50 cm. de largo y 2 a 3.5 cm. de diámetro y que posean 3 a 4 yemas se siembra en forma horizontal o inclinados sin tapar totalmente (Peters, 2003).

Manejo: no se conoce requerimientos de esta especie pero se ha notado disminución de la producción cuando se realizan cortes sucesivos, cuando es utilizada para consumo animal se fertiliza con materia orgánica y riego después de cada corte. La altura de corte se puede realizar de 10 a 50 cm. cada 7 semanas (Peters, 2003).

Problemas: contiene una camarina, posiblemente colinina, pero en niveles bajos y no ha presentado problemas en bovinos y conejos cuando se ha suministrado varios días en su dieta (Peters, 2003).

Productividad, calidad del suelo y animal: con el manejo anterior se alcanzan rendimientos entre 27 y 37 ton de biomasa fresca/ha/ corte cada 7 semanas. Su contenido de proteína bruta varía de 28.5% a los 30 días de rebrote hasta 14.8% a los 89 días. En pruebas de degradabilidad del follaje en el suelo se encontró 16% de proteína, 72% de degradabilidad de materia seca y 79% de degradabilidad de la proteína. Se utiliza en ganado bovino y en especies menores como suplemento (Peters, 2003).

Producción de semilla y propagación: produce semilla pero ha presentado problemas de viabilidad, su propagación se hace por estacas siendo fácil y efectivo (Peters, 2003).

20. *Morus sp.*

Nombre común: morera,

Usos potenciales: Arbusto que tradicionalmente se utiliza para la producción de seda (Benavides, 2008), alimentación de ganado bovino.

Adaptación: los rangos climáticos para su cultivo son: temperatura de 18 a 38 °C, se adapta alturas de 1.000 a 2.400 msnm y precipitaciones de 1.000 a 3.000 msnm (Cifuentes, 1998). Fotoperiodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80% (Ting-Zing *etal*, 1988 citado por Benavides, 2008) (figura 20).

Figura 20. Morera: a) fruto, b) Hoja

a)



b)



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Productividad, calidad del suelo y animal: produce entre 40 y 70 ton/ha/año (Sarría, 2008), Datos de América Central indican contenidos de PC entre 15 y 25% y de DIVMS entre 75 y 90% lo que implica una calidad igual o superior a la de los concentrados comerciales. El tallo no lignificado (tallo tierno) también tiene una buena calidad bromatológica, con valores entre 7 y 14% de PC y entre 56 y 70% de DIVMS (Cifuentes, 1998).

Al comparar el follaje de Morera con el concentrado, como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo un nivel de producción de leche similar (13,2 y 13,6 kg/an/día, respectivamente) para cada suplemento a iguales niveles de consumo de MS (1,0% del PV) y muy superior al obtenido con sólo pastoreo (11,3 kg/an/día) (Oviedo, 1995, citado por Benavides, 2008).

Producción de semilla y propagación: se reproduce por semilla, estaca, acodo e injerto (Benavides, 2008).

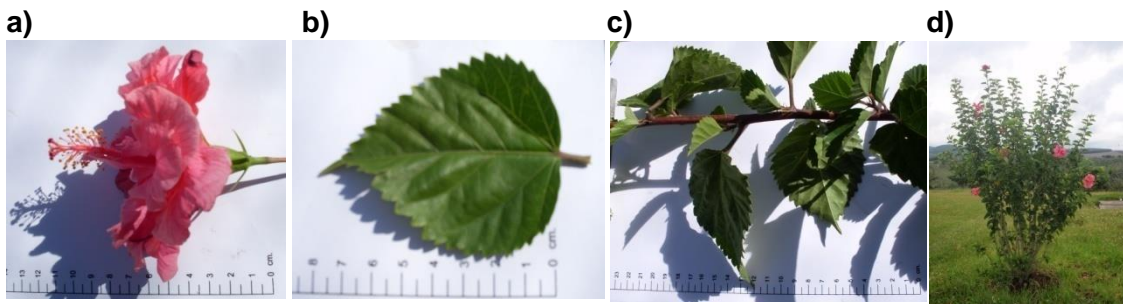
21. *Hibiscus rosa – sinensis*

Nombre común: hibiscus, rosa de china.

Usos potenciales: alimentación animal, setos, ornamental

Descripción: es un arbusto perennifolio de la familia de las Malvácea, nativa de Asia oriental. Crece como planta ornamental en trópicos y subtrópicos. Las flores son grandes, rojas, firmes e inodoras. Numerosos cultivares, variedades, e híbridos han sido creados, con variadísimos colores desde el blanco puro, amarillo, naranja, escarlata y tintes de rosado, con grupos simples o dobles de pétalos (Wikipedia, 2008) (figura 21).

Figura 21. Hibiscus: a) flor, b) hoja, c) rama, d) Arbusto



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Manejo: la densidad de siembra baja quedó constituida por plantas sembradas a una distancia de 1.0 m entre hileras y 0.20 m entre plantas, equivalente a 50,000 plantas ha⁻¹ y la densidad de siembra alta con una distancia de 1.0 m entre doble hilera y 0.20 m entre plantas, dispuestas en sistema tresbolillo, equivalente a 120,000 plantas ha⁻¹. Las podas se realizan cada 10 semanas (Bolio *etal*, 2006).

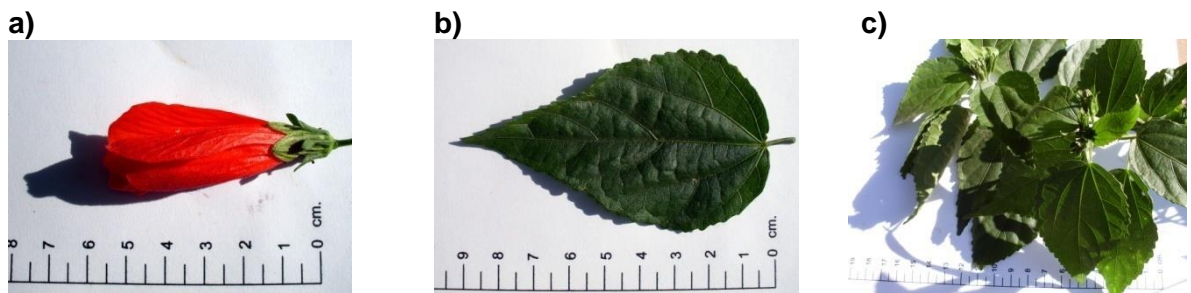
Productividad, calidad del suelo y animal: el contenido de proteína cruda varía de 19.1 a 21.6 % el tulipán, tiene un uso primordial como ornamental, pero poco se conoce de sus características agronómicas o las ventajas que tiene con relación a su calidad nutritiva y su rendimiento de biomasa (Bolio *etal*, 2006).

22. *Malvaviscus arboreus*

Nombre común: malvaviscus, falso hibisco,

Descripción: es un arbusto de gran tamaño (llega a tener hasta 5 m. de altura), presente en forma silvestre en tierras bajas y bosques de niebla, cuyo hábito tiende a ser escándete en regiones húmedas como el Chocó. Se distingue de los demás miembros de la familia malvácea, porque la flor posee una corola infundibiliforme, con pétalos rojos. Su fruto es una pseudobaya sincárpica, con el epicarpo delgado, el meso y endocarpo carnosos, jugosos y poco diferenciados, todos de color blanco. Tiene una forma redondeada y se observan claramente 5 divisiones correspondientes a los lóculos, a las cuales se asocia una dura semilla por cada celdilla (Gentry, 1994 citado por Gutiérrez y Rojas, 2008) (figura 22).

Figura 22. Malvaviscus: a) flor, b) Hoja, c) Rama



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: de 0 a 2000 msnm. y precipitaciones de 1000 a 3000 mm/año (Gómez, 2007).

Manejo: se siembran a una distancia entre plantas de 0.5m y 0.7 m de calle, se realizan podas cada 70 días.

Producción de semilla y producción: se realiza de forma asexual con esquejes de 30 a 40 cm., mínimo con 3 yemas y se entierran 10 a 15 cm. (Gómez, 1995).

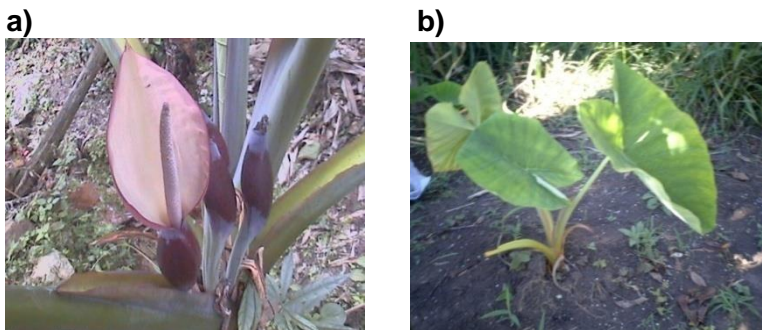
23. *Alocasia macrorrhiza* (L) Scott

Nombre común: bore, guaje, taro gigante, oreja de elefante (Gómez, 2002).

Usos potenciales: para alimentación humana, ganado bovino y porcino, peces, aves (Gómez, 2002).

Descripción: planta herbácea y perenne, que puede alcanzar 3 m de altura; inicialmente presenta una macolla o roseta de hojas saliendo del piso. Pero después del primer año de vida desarrolla un tallo (pseudotallo) que progresivamente se va cubriendo de los restos secos de bases foliares caídas, presenta hojas de gran tamaño de color verde claro (Gómez, 2008), la inflorescencia es de tipo espádice con una bráctea envolvente denominada espata, que tiene forma de canoa con una cavidad alargada, de color púrpura. Las flores se encuentran en el eje central y son diminutas (Bolaños, 2008) (figura 23).

Figura 23. Bore: a) Inflorescencia, b) Planta



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Adaptación: crece bien entre 500 y 2000 msnm. Con temperatura de 16 a 25 °C. Se ha observado que en regiones poco lluviosas se logra buen crecimiento de las plantas cuando están bajo sombra densa de árboles asociados (Gómez, 2002).

Establecimiento: los trozos de disco, cogollo, hijuelos o yemas se siembran a una distancia 1m X 1 m, en huecos de 25 x 25 x 25 cm., para que asegure un buen desarrollo inicial de raíces (Bolaños, 2008).

Manejo: se debe realizar con mayor frecuencia el control de arvenses en las primeras etapas del cultivo (Bolaños, 2008).

Problemas: la presencia de oxalatos de calcio, los cuales son irritantes y la presencia de taninos, los cuales pueden ser eliminados mediante la cocción (Gómez, 2002).

Productividad, calidad del suelo y animal: la plantas se puede empezar a cosecharse desde los 5 meses después de establecido el cultivo, inicialmente las hojas son pequeñas y su peso varía entre 100 y 200g. Hojas medianas enteras alcanzan un peso de 662g (sin pecíolo 330g) hasta un kilogramo de peso en un cultivo maduro. Los siguientes se pueden hacer cada dos meses dejando siempre una hoja formada en la planta (Gómez, 2002).

En banco mixto de producción se ha estimado una producción de forraje verde (hoja-pecíolo) de 85,3 ton/ha/año, con cortes cada 43 días (8 cortes/año) con una población de 6.666 plantas/ha. En cada corte se cosechan dos hojas completamente formadas. El contenido de proteína en la hoja es de 22.4% y el pecíolo de 5.6% (Gómez, 2008).

El tallo puede cosecharse una vez la planta este madura, a partir de los dos años y este haya alcanzado una altura de 2 m (donde se dificulta la cosecha de las hojas y puede pesar entre 12 y 25 kg (Gómez, 2008).

Producción de semilla y producción: la propagación se puede hacer de varias maneras: Un trozo de disco del tallo aéreo; con presencia de yemas que darán origen a una nueva planta, por hijuelos que crecen alrededor de la planta principal y/o por cogollos, esta resulta ser la más rápida con respecto a su crecimiento (Bolaños, 2008).

24. *Senna obtusifolia* (L.) Irwin y Barneby

Nombre común: flor amarillo

Figura 24. Flor amarillo: a) Flor, b) Legumbre, c) hoja

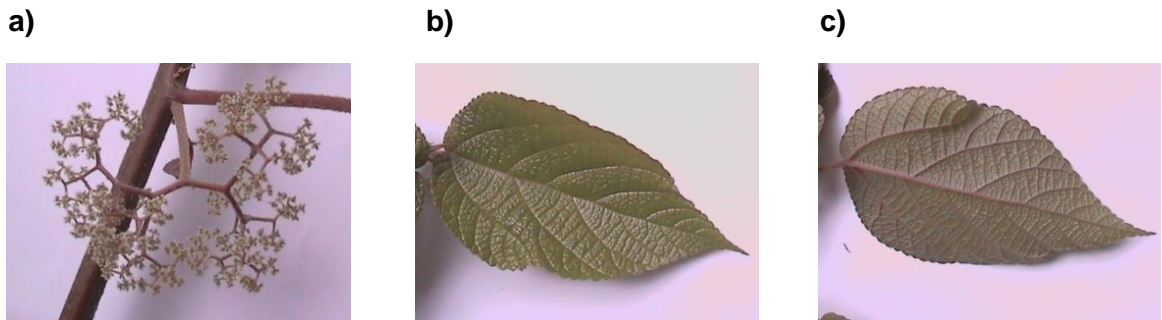


Fuente: Polania y Rendón, 2009.

25. *Urera caracasana*

Nombre común: ortiga

Figura 25. Ortiga: a) Flor, b) Hoja (haz), c) Hoja (envés)



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Usos potenciales: alimentación bovina (Sarria, 2008).

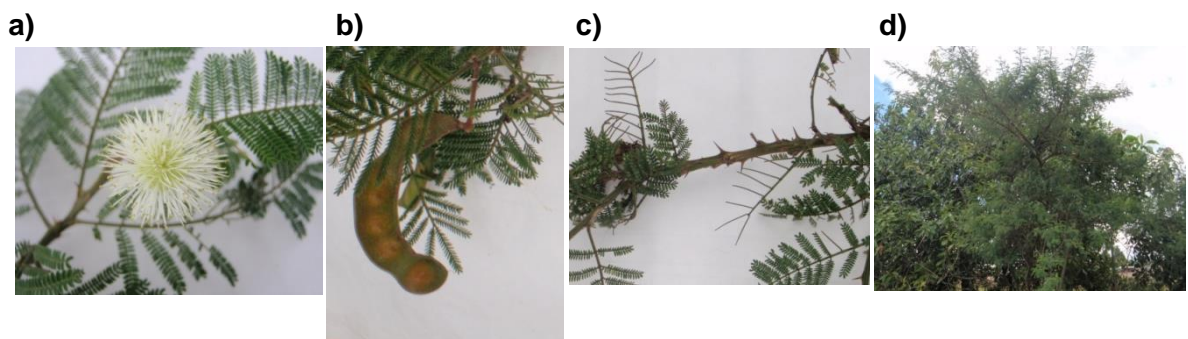
Adaptación: desde el nivel del mar hasta 1800 msnm, con precipitaciones de 1000-4000 mm/año (Sarria, 2008).

Productividad, calidad del suelo y animal: produce 1.2 kg/planta/año y el contenido de proteína cruda es de 28% (Sarria, 2008).

26. *Mimosa quitensis* Kunth

Nombre común: guarango

Figura 26. Guarango: a) Flor, b) Legumbre, c) Tallo, d) Árbol



Fuente: Polania y Rendón, 2009.

27. *Tephrosia vogelii*

Nombre común: pispura

Usos potenciales: abono verde para mejorar las tierras. Los beneficios secundarios de las hojas incluyen el veneno para pescar, medicina tradicional, protección de la cosecha contra los áfidos y el tratamiento de diarrea en pollos. Los tallos leñosos proporcionan una parte importante de energía para la cocción, sombra en cultivos, alimento para cabras (Cherry, 2000).

Problemas: cuando se siembra cerca de los cercados; es susceptible a los gorgojos (Cherry, 2000).

28. *Boehmeria nivea* (L) GAUD

Nombre común: ramio

Usos potenciales: producción de fibra natural, como fuente de proteína en la alimentación de ganado bovino, ovino, caprinos, cerdos y pollos (Boschini y Rodríguez, 2002).

Descripción: tiene la cara inferior de las hojas cubierta con un indumento blanco. Es una planta herbácea que puede alcanzar de 1,5 a 3,0 metros de altura, provista de tallos subterráneos rizomas de donde brotan los tallos aéreos fibrosos. Las hojas son grandes, opuestas en forma alterna (Elizondo y Boschini, 2002).

Adaptación: se produce en climas tropicales y subtropicales, con suelos permeables. Requiere de lluvias constantes y uniformes a lo largo del ciclo vegetativo para su crecimiento. La precipitación favorable es de 2500 a 3000 mm anuales (Elizondo y Boschini, 2002).

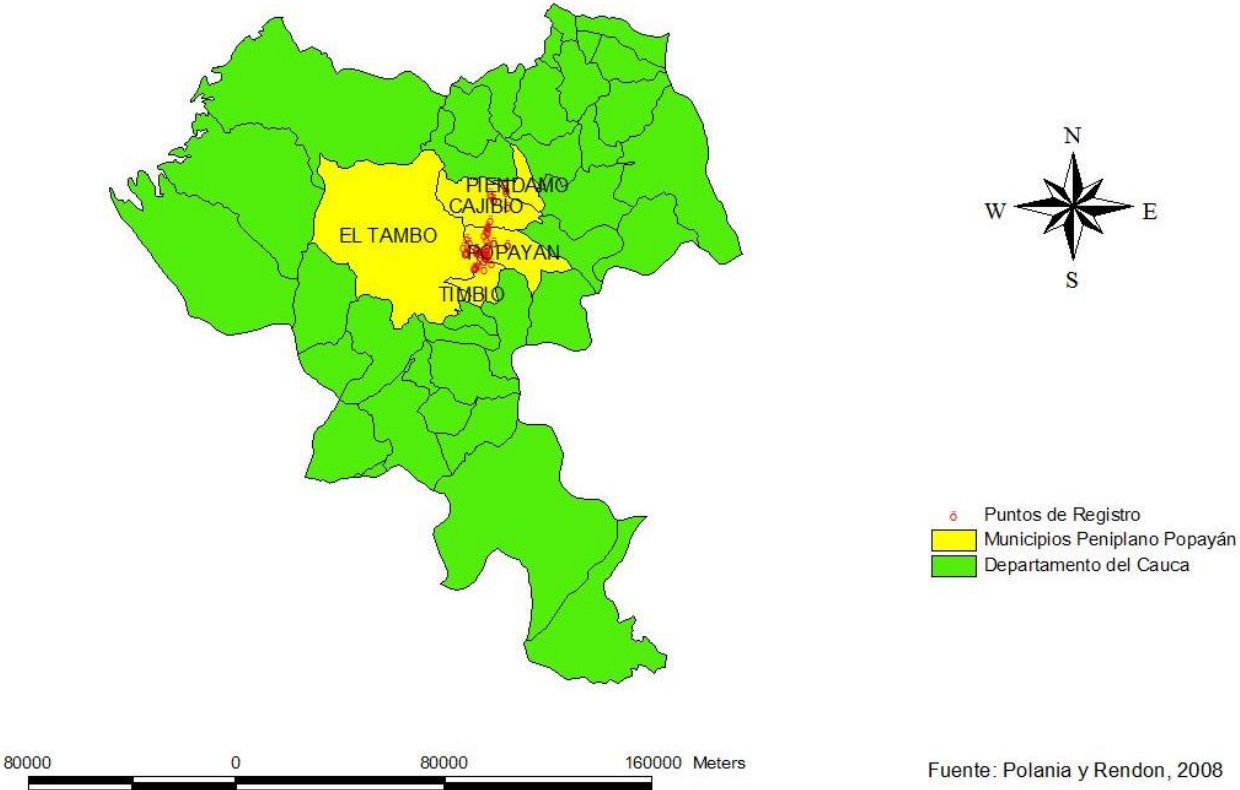
Establecimiento: esta planta se establece mediante esquejes rizomatosos con al menos 3 nudos, estacas y/o semillas. Se recomienda la propagación asexual ya que se tiene mejor viabilidad y acorta el tiempo de crecimiento. Los rizomas a emplear deben cortarse en trozos de 10 a 15 cm. de longitud, colocarse en surcos a 10-12 cm. de profundidad y taparse adecuadamente. La distancia de siembra oscila entre 0,60 y 1,20 m entre hileras y 0,30 a 0,60 m entre plantas. Es conveniente realizar fertilización y riego, con la siembra (Boschini y Rodríguez, 2002).

Manejo: es una planta de crecimiento rápido que responde a la poda periódica con rebrotes vigorosos, la primera poda se realiza a los 7 meses de plantadas y la siguientes podas se realizan cada 56 días. (Boschini y Rodríguez, 2002).

Productividad, calidad del suelo y animal: Boschini y Rodríguez (2002) obtuvieron rendimientos de materia seca en hojas de 1210, 1837, 1925 y 1834 kg/ha/corte a los 42, 56, 70 y 84 días, respectivamente. El ramio, cuando está tierno, contiene de 18 a 21% de proteína cruda

Producción de semilla y producción: se propaga fácilmente por semilla vegetativa, utilizando esquejes de raíces con yemas o porciones de rizoma (Boschini y Rodríguez, 2002).

Anexo D. Mapa del banco de germoplasma *in situ* georeferenciado



Anexo E. Banco de germoplasma *ex situ*

