

**LÍNEA BASE DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON APTITUD
FORRAJERA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA DEL VALLE DEL PATÍA**



EIVER JULIAN GALLEGO BURBANO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

**LÍNEA BASE DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON APTITUD
FORRAJERA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA DEL VALLE DEL PATÍA**

EIVER JULIAN GALLEGO BURBANO

**Trabajo de grado en la modalidad de práctica social para optar al título de Ingeniero
Agropecuario**

**Directores
M.Sc. SANDRA MORALES VELASCO
M. Sc. NELSON VIVAS QUILA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2011**

Nota de aceptación

Los Directores y Jurados han revisado este documento; han escuchado la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio

M.Sc. SANDRA MORALES V.
Directora

M.Sc. NELSON VIVAS QUILA
Director

M.Sc. ROMAN OSPINA
Presidente del Jurado

M.Sc. IVAN PAZ
Jurado

Popayán, 20 de Diciembre de 2011

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía, a mi madre Carmenza Burbano Urrea, por su constante apoyo, esfuerzo, consejos, comprensión y estímulo para lograr este objetivo. A mi padre Eusmildo Gallego Muñoz por sus enseñanzas y la confianza que siempre deposito en mí. A mi hermano Fernando Gallego por la paciencia y comprensión. A mis hermanas Bibiana Gallego y María del Carmen Gallego por ser mi fuerza y motivación. A toda mi familia quienes de alguna manera aportaron en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mis directores Sandra Morales, M.Sc. y Nelson José Vivas, M.Sc., por la orientación, ayuda y constante apoyo en la realización de este trabajo.

A la Universidad del Cauca y a los profesores del Programa de Ingeniería Agropecuaria, por los conocimientos, experiencia y ayuda brindada durante el transcurso de la carrera.

A mis compañeros y amigos que hicieron agradable el paso por este largo proceso de crecimiento y aprendizaje.

A mi compañera Vanesa Gómez Medina por su apoyo en el momento de la realización de este trabajo y por aquellos bellos momentos en el transcurso de mi carrera.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1 PANORAMA GENERAL DE LA GANADERÍA A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL	15
1.2 LA INVESTIGACIÓN EN ÁRBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS	17
1.3 POTENCIAL FORRAJERO DE PLANTAS ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES	19
1.4 LOS SISTEMAS AGROFORESTALES, UNA ESTRATEGIA PARA LA PRODUCCIÓN PECUARIA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	23
1.5 ANTECEDENTES	24
2. MÉTODOS	27
2.1 LOCALIZACIÓN	27
2.2 METODOLOGÍA	28
2.2.1 Ubicación e Identificación de las zonas de muestreo	28
2.2.2 Identificación y colecta de material vegetal	29
2.2.3 Sistematización de la información	30
2.2.4 Análisis de la información	30
2.2.5 Arreglos agroforestales	30
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1 ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL FORRAJERO IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO	31
3.1.1 Riqueza de especies por zonas	32
3.1.2 Frecuencia de especies	32

	pág.
3.1.3 Modalidad de uso	37
3.1.4 Control y manejo de malezas	39
3.2 ALTERNATIVAS DE USO PARA LAS ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS REGISTRADAS EN LA ZONA	39
3.2.1 Cercas vivas	40
3.2.2 Bancos de proteína	43
3.2.3 Sistemas de ramoneo	44
3.2.4 Arboles en potreros	45
3.3 BANCO DE GERMOPLASMA <i>in situ</i>	46
4. CONCLUSIONES	48
5. RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFIA	50
ANEXOS	55

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Inventario ganadero para la zona de estudio	17
Cuadro 2. Arbustos y árboles forrajeros con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles de zonas tropicales	20
Cuadro 3. Fuente de follajes no leguminosos	22
Cuadro 4. Especies arbóreas, arbustivas y de cobertura consumidas por los rumiantes	24
Cuadro 5. Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en el valle del Patía	31
Cuadro 6. Usos recomendados para las especies registradas en la zona	39

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de Localización del Valle del Patía	27
Figura 2. Riqueza de especies arbóreas y arbustivas por zonas	32
Figura 3. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en el valle geográfico del Patía	33
Figura 4. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 1	34
Figura 5. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 2	34
Figura 6. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 3	35
Figura 7. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 4	36
Figura 8. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 5	36
Figura 9. Frecuencia de especies por modalidad de uso en el Valle del Río Patía	37
Figura 10. Esquema vertical de un arreglo de cerca viva multiestrato compuesto por de <i>Eritrina poepigiana</i> , <i>Trichantera gigantea</i> y <i>Myrsia sp.</i>	41
Figura 11. Esquema vertical de un arreglo de doble estrato compuesto por <i>Trichantera gigantea</i> y <i>Gliricidia sepium</i>	42
Figura 12. Esquema en planta y perfil de un arreglo de barreras rompevientos distribuidas en potreros	42
Figura 13. Esquema en planta de un banco de proteína compuesto por <i>Trichantera gigantea</i> y <i>Leucaena leucocephala</i>	43
Figura 14. Esquema en planta de un arreglo de <i>Tithonia diversifolia</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> para ramoneo	45
Figura 15. Mapa del banco de germoplasma <i>in situ</i>	47

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de encuesta estructurada	55
Anexo B. Sistematización de la información para la zona de investigación	56
Anexo C. Fichas técnicas de la línea base de especies en el área de investigación	66
Anexo D. Mapas de las zonas estudiadas	82
Anexo E. Especies registradas en los bancos de germoplasma <i>in situ</i> por zonas	85

GLOSARIO

AGROFORESTERIA: Es una transdisciplina que estudia la integración de árboles, ganado y pastos o forraje, en una misma unidad productiva. Este sistema está orientado a mejorar la productividad de las tierras y al mismo tiempo ser ecológicamente sustentable. Entre los principales beneficios se pueden enumerar la protección física del suelo, los efectos sobre el microclima, el reciclaje de nutrientes y la diversificación de la producción.

ECOSISTEMA: es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. Los ecosistemas suelen formar una serie de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema.

ESPECIE: se denomina especie (del latín *species*) a cada uno de los grupos en que se dividen los géneros, es decir, la limitación de lo genérico en un ámbito morfológicamente concreto. En biología, una especie es la unidad básica de la clasificación biológica.

GANADERIA: es una actividad económica de origen muy antiguo que consiste en la crianza de animales para su aprovechamiento. Dependiendo de la especie ganadera, se obtienen diversos productos derivados, como la carne, la leche, los huevos, los cueros, la lana y la miel, entre otros.

GERMOPLASMA: El germoplasma es el conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras. El concepto de germoplasma se utiliza comúnmente para designar el genoma de las especies vegetales silvestres y no genéticamente modificadas de interés para la agricultura. Con el fin de conservar este material genético en cualquiera de sus fórmulas reproductivas (semillas, esquejes, tubérculos, etc.) se han establecido en el mundo los llamados "bancos de germoplasma": su misión consiste en ubicar, recolectar, conservar y caracterizar el plasma germinal de las plantas que, por sus atributos son consideradas de interés prioritario para beneficio de la humanidad, además de aportar conocimiento científico orientado a la optimización de la conservación y uso de los recursos fitogenéticos.

LÍNEA BASE: es la medida inicial o estado de la situación de un proyecto; con la línea base es posible medir su avance real conforme se van realizando cada una de sus tareas y a futuro.

RESUMEN

Dados los efectos ambientales producto de las diferentes actividades antrópicas con fines económicos, la actividad ganadera amerita en la actualidad un nuevo enfoque productivo en el cual se revaloricen los recursos arbóreos y arbustivos como elementos fundamentales para el diseño de sistemas productivos más eficientes y sostenibles.

Por tanto, en el siguiente documento se presentan los resultados logrados en una investigación realizada en sistemas de producción ganadera del Valle del Río Patía del Departamento del Cauca cuyo objetivo fue el establecimiento de una línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera potencialmente utilizables en sistemas de producción bovina.

El estudio se desarrolló a partir del reconocimiento y recolección de información primaria con ayuda de los productores de la zona, seguida de la sistematización y análisis para la identificación de aquellas especies con mayor aparición y uso. Del mismo modo, se estableció un banco de germoplasma *in situ*. Como resultado se registró un total de 29 especies que en la actualidad están siendo usadas a través de diferentes arreglos en los sistemas ganaderos.

A partir de la línea base establecida y con base en la información recolectada en campo, en la parte final del documento se proponen algunos diseños agroforestales que pueden ser implementados en los sistemas ganaderos de la zona, constituyendo de esta manera una fuente de información base para la formulación de futuras propuestas de investigación relacionadas con el campo de la agroforestería en ecosistemas regionales.

PALABRAS CLAVE: árboles y arbustos forrajeros, ganadería, agroforestería, Cauca.

ABSTRACT

Given the environmental effects product of the different anthropic activities with economic goals; the cattle activity at present deserves a new productive approach, in which the arboreal-bush resources are revalued as fundamental elements for the design of more efficient and sustainable production systems.

Therefore, the following document presents the results obtained from an investigation carried out on cattle production systems of the Patía river Valley in Department of Cauca; which aimed for the establishment of a base line of arboreal bush species with fodder aptitude potentially usable in cattle production systems.

The study was developed from recognition and primary data harvesting with the help of regional producers, followed by the systematization and analysis to identify those species with higher appearance and use. In the same way, a Germplasm bank was settled down in situ. As result, a total of 29 species was registered, which are being used at present through different adjustments on cattle systems.

From the base line established and base on field data collected, at the end of this document, some agro forestry designs are proposed. These ones can be implemented on cattle systems of the region; for constituting, in this way, a basic information source for future research proposals of investigation related to the field of agro-forestry in regional ecosystems.

KEY WORDS: fodder trees and shrubs, cattle, agro-forestry, Cauca.

INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe, la presión del hombre sobre la tierra utilizada en actividades agropecuarias ha venido aumentando progresivamente en los últimos años. El crecimiento de las poblaciones de la región, las dificultades económicas, el endeudamiento internacional y un decrecimiento en la productividad per cápita de los alimentos, han contribuido a una mayor demanda por las tierras agrícolas; cómo consecuencia han aumentado la deforestación, el uso de agroquímicos, la erosión de los suelos y el deterioro de las fuentes de agua. En todo esto, la actividad ganadera ha sido una de las asociadas a tal destrucción. Situación que se puede evidenciar en el valle geográfico del Patía-Cauca. Se argumenta que la mayoría de los estudios coinciden en que la principal causa de deforestación de América Latina es la creación de fincas ganaderas (Uribe, 1996). Del mismo modo la carente información sobre el uso y manejo de las especies arbóreas y arbustivas ha limitado practicas agropecuarias sostenibles, que se reflejan en ampliación de la frontera agrícola e implementación de sistemas de producción extensivos, generando impactos ambientales negativos, debido a las inadecuadas labores de manejo (Escobar *et al*, 1999), que ocasionan disminución del caudal de los ríos, nacimientos y reservorios, por la pérdida de biodiversidad en recursos vegetales y animales. Fenómeno que se esta presentando en la zona de estudio.

Así, las empresas ganaderas del país enfrentan hoy el reto de posicionar en el mercado productos lácteos y cárnicos con estándares de calidad y a costos que permitan competir exitosamente en el mercado nacional e internacional. Para afrontar este reto, es necesario plantear estrategias tecnológicas que contribuyan a disminuir significativamente el efecto de la estacionalidad en la distribución de las lluvias sobre la disponibilidad de forraje en las praderas y la degradación de características de los agroecosistemas, en particular la calidad y volumen de aguas y la productividad de los suelos. Estos dos factores representan los limitantes tecnológicos principales de la industria ganadera del país (Uribe, 1996).

Dada la situación anteriormente expuesta, se hace imperante la necesidad de identificar nuevos materiales y validar algunos existentes en aspectos de tolerancia a suelos pobres y periodos secos prolongados, así como también el diseño de alternativas de conservación de forrajes y establecimiento de sistemas forrajeros que brindan una mayor estabilidad en la producción animal, que seguramente se reflejará en una ganadería más productiva (Suttie, 2000). En este sentido, este trabajo pretendió contribuir al conocimiento sobre el potencial de especies arbóreas en la alimentación bovina a partir del establecimiento de una línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera, potencialmente utilizables en sistemas de producción ganadera en el valle del Patía-Cauca.

1. MARCO TEÓRICO

En Colombia la producción ganadera se basa en la utilización de forrajes de bajo pastoreo como la principal fuente de alimentación para los animales. Esta situación se presenta porque los pastos se constituyen en el alimento más económico para rumiantes y herbívoros en general. Así mismo, cuando estos se conservan como heno o ensilaje resultan también más baratos que la mayoría de los productos alimenticios utilizados en su lugar (Sierra, 2002).

Se reconoce que entre los aspectos más limitantes en la producción ganadera del país son la baja calidad de los pastos y las bruscas fluctuaciones en su producción a lo largo del año, originando escasez sobre todo en épocas de baja precipitación. Sin embargo, las condiciones reinantes en casi toda la geografía nacional y la oferta permanente de luz solar característica del trópico hacen posible la producción de pastos durante la mayor parte del año mediante la aplicación de tecnologías apropiadas para cada región (Sierra, 2002). Con base en lo anterior, en esta sección del documento se hará referencia al panorama general de la ganadería a nivel nacional y regional, como también a los avances en la investigación en árboles y arbustos forrajeros, el potencial forrajero de plantas arbóreas y arbustivas para la alimentación en rumiantes, los sistemas agroforestales como una estrategia para la producción pecuaria y conservación de la biodiversidad para finalmente culminar con los adelantos alcanzados a nivel nacional y regional en torno al reconocimiento, uso y valoración de los sistemas arbóreos en la alimentación animal.

1.1 PANORAMA GENERAL DE LA GANADERÍA A NIVEL NACIONAL Y REGIONAL

A nivel nacional la ganadería bovina es una actividad generalizada y desarrollada prácticamente en todo el país. El sector bovino caracterizado por la generación de empleo e impulso al desarrollo social y con una representativa contribución al Producto Interno Bruto nacional y agropecuario, 3.6% en el Producto Interno Bruto - PIB - nacional, 27% en el PIB agropecuario y 64% en el del sector pecuario (Fedegan, 2006), carece de políticas agrarias claras y precisas que busquen orientar el adecuado desempeño dentro del marco de la sustentabilidad económica y de la sostenibilidad ambiental (Mahecha, 2003).

Si bien en las últimas décadas la ganadería en Colombia ha tenido importantes avances relacionados con aspectos sanitarios, transferencia de tecnología y modernización de los procesos de sacrificios, el ritmo de transformación del sector no es suficiente frente al escenario actual de globalización, siendo necesario agilizar dicho proceso en la ganadería colombiana (Cuenca *et al.*, 2008). De igual manera, aunque se cuenta con factores favorables (tierras, animales, genética, fortaleza gremial y cultura ganadera) también existen grandes carencias como la falta de educación básica para fundamentar la transferencia tecnológica, insuficiencia de la infraestructura rural y bajo nivel de organización empresarial, formalidad, acceso al crédito y mecanismos de capitalización rural efectivos, entre otros (DNP, 2005 citado por Cuenca *et al.*, 2008).

En lo que compete a la importancia del sector en la producción nacional, de acuerdo a estadísticas del DANE, para el año 2004 el total de la superficie agropecuaria fue de 51.138.467 has, donde el sector pecuario ocupó el 75.64%. En este uso los pastos participaron con un equivalente al 78.73% de las cuales 70% se manejada bajo sistemas de producción extensivos con una capacidad de carga promedio de 0.9 animales por hectárea y una producción aproximada en los sistemas extensivos mejorados de 134.89 kg de carne/animal/año, equivalentes a 121.40 kg de carne/ha/año (Mahecha, 2003). En cuanto al inventario ganadero bovino, se cuenta con los registros administrativos producto de las campañas de vacunación contra la fiebre aftosa y brucelosis realizada en la última década, que sirven como referencia a la información generada por otras fuentes (Cuenca *et al.*, 2008).

Por otra parte, a pesar de que se ha mejorado notablemente en cuanto a razas, pastos forrajeros, nutrientes, entre otros, la estructura de producción ganadera en Colombia está lejos de ser homogénea (Cuenca *et al.*, 2008). En efecto, según Arango (2000) la producción se caracteriza por ser en un 6.2% de carácter extractivo, 61.4% en pastoreo extensivo tradicional, 28.4% en pastoreo extensivo mejorado, 3.5% en pastoreo intensivo mejorado y en confinamiento menos del 1%. Por lo tanto, esta estructura es determinante en las posibilidades de desarrollo y contribución de la ganadería a la actividad económica nacional, develando en cierta medida el amplio margen de atraso de la mayor parte del sector.

En lo que compete al departamento del Cauca, el 60% de la actividad ganadera está dedicada al doble propósito seguido de los sistemas de cría y ceba con el 19 % cada uno y sistemas especializados en leche con el 2% (Fedegan, 2007), caracterizados por la baja tasa de natalidad (59%) como consecuencia del bajo nivel de tecnificación que aun predomina en la mayoría de los hatos. Del total de predios, a nivel nacional el Cauca se ubica en el decimo lugar con una participación del 2.6% equivalente a 12.922 predios para el año 2007 (Arboleda y Tombe, 2010), generando aproximadamente 28.000 empleos (Agenda Interna Cauca, 2006). Sin embargo, a pesar de la importancia de este renglón dentro del sector productivo, aun hay grandes retos, siendo los departamentos de Antioquia y Córdoba los de mayor contribución a la producción bovina nacional con el 11.9% y 10.3% respectivamente que comparado al 1.1% (250.308 cabezas, año 2007) de la participación departamental, lo ubican en el lugar 21 a nivel nacional.

Si bien muy pocos de los suelos del departamento tienen vocación hacia la ganadería, la mayoría de municipios tienen terrenos dedicados a pasturas. Del total de tierras con intervención humana solo el 4,35% está siendo utilizado de acuerdo con sus aptitudes productivas (Gamarra, 2007). El mismo autor afirma que sólo el 2% de departamento tiene vocación hacia el pastoreo extensivo; sin embargo, a esta actividad son dedicadas 925.000 hectáreas, que representan un poco más del 30% del departamento.

Finalmente, en el Valle del Río Patía la actividad ganadera data de una larga tradición en la zona. Como lo afirma el antropólogo Ussa (1972) en el año de 1968 como no había delimitación de tierras, el ganado pastoreaba a lo largo y ancho del valle. Afirma el

antropólogo que además del alimento proveniente de los pastos, el ganado consumía la sal que en la región se producía: El ganado podía recorrer grandes extensiones para completar su dieta de pastos y cereales con agua salada existente en las partes altas de la región. En general, la actividad ganadera de la zona se basa principalmente en la producción extensiva de ganado bovino doble propósito, carne y leche con predominio de las razas Cebuinas y cruces con razas como holstein, pardo suizo y simental. Por el predominio de pasturas poco tecnificadas basadas en especies como *Cynodon nlemflunsis*, *Brachiaria decumbens*, *Hyparrehnia rufa*, *Dychanthium aristatum*, *Paspalum Sp.* y pastos de corte como King grass (*Sacharum sinense*), y maralfalfa (*Pennisetum sp*) principalmente, en la mayoría de las fincas la oferta de forrajes no alcanza a suplir los requerimientos nutricionales de los animales.

De acuerdo con el inventario ganadero realizado por Fedegan en el año 2007, el Valle del Patía tiene una participación del 11.74% del total de predios a nivel departamental y un 29.6 % del total de la producción bovina, donde el 18.4% está representado por terneros y terneras menores de un año, 52.9% por hembras y 28.7% por machos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Inventario ganadero para la zona de estudio

Proyecto / Municipio	Predios	Bovinos			
		Terneros (as) < de un año	Hembras	Machos	General
			Total	Total	Total
Balboa	221	723	4.191	2.462	7.376
Bolivar	429	1.681	4.932	2.565	9.178
Mercaderes	182	2.084	7.540	6.814	16.438
Patía	494	5.427	17.279	15.715	38.421
Sucre	196	437	2.448	1.076	3.961
Subtotal Valle Patía	1.522	10.352	36.390	28.632	75.374
Total Cauca	12.957	46.801	134.336	73.029	254.166

Fuente. Fedegan, Fondo Nacional del Ganado (2007)

1.2 LA INVESTIGACIÓN EN ÁRBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS

La ganadería en Latinoamérica afronta varios problemas entre los que se destacan la variabilidad de la calidad, cantidad y disponibilidad de forraje a lo largo del año, lo que repercute negativamente en los parámetros productivos y reproductivos del ganado (Enriques *et al.*, 1999 citado por Sosa *et al.*, 2004). Ante esta situación el follaje de especies arbóreas y arbustivas forrajeras se configura en una buena opción para suplir el déficit de forraje en épocas críticas. De igual manera, además de la alimentación animal la inclusión de especies arbóreas y arbustivas en los sistemas ganaderos tiene una multiplicidad de usos como cercas vivas, mejoramiento de las condiciones de belleza paisajística, sombrío, ornamentales, medicinales etc. (Pezo *et al.*, 1990 citado por Sosa *et al.*, 2004). Así mismo inciden en el mejoramiento de la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios dado el aumento del ciclaje de nutrientes, recuperación y mejoramiento de las condiciones de fertilidad de los suelos, protección del suelo frente a los procesos erosivos, protección y mejoramiento de las fuentes de agua; entre otras. Por lo tanto, los

árboles y arbustos forrajeros han sido reconocidos como un recurso estratégico para la ganadería, los cuales mediante su follaje y frutos pueden contribuir a resolver las restricciones de alimento en épocas críticas. De igual manera, este recurso contribuye a desarrollar sistemas ganaderos más fuertes, propiciando el uso de múltiples recursos ambientales (Murgueitio, 2005). En diversas regiones del mundo, los diferentes estudios han resaltado la alta diversidad de especies de árboles forrajeros en sistemas tradicionales ganaderos, y el profundo conocimiento local de los productores para manejar estos árboles de manera integrada en sus sistemas (Le houérou, 1980)

En tal sentido, para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente. Así, Benavides (2006) considera que como requisitos para tal calificación se debe tener en cuenta:

Que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios positivos en sus parámetros productivos.

El contenido de nutrientes debe ser atractivo y debe garantizar la mejora del rendimiento en la producción animal.

Las especies deben ser tolerantes a prácticas de manejo como podas y sus rebrotes deben ser vigorosos como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área.

Adicional a lo anterior, Gómez *et al.* (2000), y Murgueitio (1999) mencionan que entre los puntos más importantes a tener en cuenta para considerar una especie potencial para uso en alimentación animal se debe considerar lo siguiente:

Que las especies a utilizar sean consumidas por los animales silvestres y domésticos en ecosistemas naturales o agroecosistemas en forma estacional o continua en el tiempo.

Han sido utilizadas tradicionalmente por comunidades locales desde tiempos ancestrales para alimentar sus animales (especificando especies y consumo).

Han sido estudiadas en otros países o con afinidad genética (familia/género) con las especies estudiadas.

Que hayan sido evaluadas en dietas complejas en sistemas de producción con otros recursos tropicales para escala comercial o economías campesinas.

Conocimiento sobre su propagación, distancias de siembra, producción de biomasa, capacidad de rebrote, intervalos de corte, alturas de corte, sistemas de cosecha, asociación con otras especies (vegetales y animales), incidencia de plagas, enfermedades y su control, persistencia a través del tiempo, fertilización, adaptación y rusticidad, evaluación de diversidad genética, sistemas multiestrato, aportes al microclima, la oferta de agua superficial y captación de gases atmosféricos.

Que se hayan realizado pruebas biológicas sencillas que estudian la conducta de los animales a través del consumo voluntario de follajes arbóreos poco conocidos, permitiendo en poco tiempo identificar la presencia o no de factores del metabolismo secundario limitantes en la digestión o de otras funciones orgánicas del animal.

Características del material como el contenido de materia seca, composición química, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y pruebas de degradación de la materia seca y nitrógeno en el rumen de los animales fistulados.

Finalmente, un aspecto importante que se debe considerar en el uso de especies arbóreas en alimentación animal es la presencia de metabolitos secundarios como los fenoles y compuestos fenólicos entre los cuales se encuentran taninos; que dependiendo de su naturaleza y estructura química al ser consumidos pueden conducir a respuestas como toxicidad potencial, reducción en la palatabilidad y digestibilidad y efectos adversos sobre la respuesta animal entre otros (Carmona, 2007).

1.3 POTENCIAL FORRAJERO DE PLANTAS ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS PARA LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Una de las mayores expresiones del largo proceso de evolución de la vida, es la diversidad genética de las plantas tropicales, cuyo número y taxonomía todavía no acaba de completar la ciencia (Gómez *et al.*, 2002). En este sentido, los árboles forrajeros son un ejemplo importante de ese potencial natural que se destaca en las regiones tropicales del mundo y que paradójicamente ha sido pobremente investigado (Gómez *et al.*, 2002). Así, las especies arbóreas con potencial forrajero no forman un grupo específico en términos de su clasificación botánica. Incluyen un número elevado de especies leñosas perennes que tienen potencial, ya sea por su follaje o por sus frutos (Gómez *et al.*, citado por Ruso y Botero, 2008), existiendo considerables especies arbóreas nativas e introducidas adaptadas a un amplio rango de zonas agroecológicas que han resultado ser persistentes y productivas en diversos sistemas agropecuarios y con la posibilidad de ser incluidas como componente arbóreo en los Sistemas Silvo-Pastoriles (SSP) de las regiones tropicales.

Dentro de la diversidad genética de árboles y arbustos se reconocen cerca de 18,000 especies de leguminosas en el mundo (Brewbaker *et al.*, 1980, citados por Gómez *et al.*, 2002), la mayoría de las cuales se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del planeta. En el contexto evolutivo, la importancia de este grupo de plantas radica en la ventaja comparativa de haber desarrollado distintos mecanismos biológicos para la captación del nitrógeno atmosférico y de otros minerales como el fósforo que limitan el desarrollo de plantas en suelos tropicales (Gómez *et al.*, 2002). De igual manera en los ecosistemas tropicales donde la competencia por la energía solar es definitiva, las plantas con posibilidad de circular más rápido el nitrógeno por sus estructuras tienen mayores opciones de generar tejidos de crecimiento o captación fotosintética (Murgueitio, 1990 citado por Gómez *et al.*, 2002). Por esta razón familia leguminosa está tan ampliamente

diseminada y representada por miles especies en los ecosistemas tropicales (Brewbaker *et al*, 1980; citados por Gómez *et al.*, 2002).

De acuerdo con Gómez *et al* (2002), la familia leguminosa alberga un amplio número especies que poseen características importantes que las hacen deseables para ser sembradas en determinado tipo de sistemas dependiendo de objetivos como:

Fuente principal de proteína vegetal concentrada en semillas (alimentación humana y animal).

Fuente de forraje con producciones estables y altas, con alto valor proteico y bajo contenido de principios tóxicos para ganado.

Mejoradora de suelos. Mejoran las propiedades físicas aumentando la porosidad, la humedad, disminuye la erosión, activan el ciclaje de nutrientes mediante la deposición de hojarasca, su descomposición, la extracción de nutrientes de las capas profundas y fertilidad del suelo fijando nitrógeno a través de mecanismos simbióticos con bacterias del género *Rhizobium*. También sus hojas por el alto contenido en nitrógeno y otros nutrientes, son utilizadas como una fuente renovable y barata de fertilizante.

Sombra en cultivos permanentes, hacen los sistemas más estables, protegen contra la erosión, contra las pérdidas de agua, mantienen y mejoran la fertilidad del suelo.

Cultivos de cobertura protegen contra la erosión, adicionan nitrógeno y material vegetal, con este fin se utilizan géneros como *Desmodium*, *Arachis*, *Canavalia*, *Doliónos* y *Mucuna*.

Fuente de leña y carbón: existen numerosas especies de rápido crecimiento y alto poder calórico distribuidas en la mayoría de los ecosistemas neotropicales incluyendo las tierras altas, pero con mayor diversidad en las zonas cálidas.

Por otra parte, en algunos trabajos de Botero y Russo, (2005) se citan autores como Argel y Maass, Benavides; Botero, Gómez *et al*, Russo y Botero, los cuales han identificado cuarenta y tres especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en zonas tropicales siendo en su mayoría leguminosas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Arbustos y árboles forrajeros con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles de zonas tropicales

Arboles forrajeros	Nombre común	Familia
<i>Acacia farnesiana</i>	Aromo	Mimosaceae
<i>Aeschynomene</i> spp.	Clavellina	Mimosaceae
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso, jaúl	Betulaceae
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Moraceae
<i>Cajanus cajan</i>	Gandul	Papilionaceae
<i>Calliandra</i> sp	Caliandra	Mimosaceae
<i>Cassia moschata</i>	Cañofístolo	Caesalpinaceae

Cuadro 2. (Continuación)

Arboles forrajeros	Nombre común	Familia
<i>Cassia fruticosa</i>	Candelillo	Caesalpinaceae
<i>Cassia siamea</i>	Matarratón ext.	Caesalpinaceae
<i>Cassia spectabilis</i>	Vainillo	Caesalpinaceae
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Barbasco	Papilionaceae
<i>Codariocalyx gyroides</i>	Codariocalis	Papilionaceae
<i>Cratylia argéntea</i>	Cratilia	Papilionaceae
<i>Crescentia cujete</i>	Jícaro	Bignoniaceae
<i>Desmodium velutinum</i>	Desmodio	Papilionaceae
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Mimosaceae
<i>Erythrina berteroana</i>	Poró de cerca	Papilionaceae
<i>Erythrina cochleata</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Erythrina edulis</i>	Chachafruto	Papilionaceae
<i>Erythrina fusca</i>	Pizamo	Papilionaceae
<i>Erythrina lanceolata</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo	Papilionaceae
<i>Erythrina variegata</i>	Poró bragado	Papilionaceae
<i>Flemingia macrophylla</i>	Flemingia	Papilionaceae
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	Papilionaceae
<i>Gmelina arbórea</i>	Melina	Verbenaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Ulmaceae
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	Amapola	Malvaceae
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Mimosaceae
<i>Mimosiopsis quitensis</i>	Guarango	Mimosaceae
<i>Moringa oleifera</i>	Moringa	Moringaceae
<i>Morus alba</i>	Morera	Moraceae
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Mimosaceae
<i>Pithecellobium longifolium</i>	Sotacaballo	Mimosaceae
<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	Mimosaceae
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	Mimosaceae
<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba	Myrtaceae
<i>Sesbania sesban</i>	Sesbania	Papilionaceae
<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo	Anacardiaceae
<i>Spondias purpurea</i>	Jobo	Anacardiaceae
<i>Tithonia diversifolia</i>	Botón de oro	Asteraceae
<i>Trichantera gigantea</i>	Nacedero	Acanthaceae
<i>Urera bacifera</i>	Ortiga	Urticaceae

Fuente. Botero y Russo, 2005.

Si bien el número de especies dentro de la familia de las leguminosas es amplio, también existen otras especies de plantas no leguminosas con alto potencial para ser usadas como forraje, integradas a sistemas productivos. En éstas se han identificado más de 40 familias botánicas en África, Asia y América Latina (Cuadro 3).

Dentro de otros árboles y arbustos no leguminosos que pueden ser utilizados por la producción de frutos, CIPAV citado por Gómez *et al* (2002) reporta varias especies pertenecientes a las familias botánicas Myrtaceae, Bignoniaceae y palmae, entre las

cuales se destacan *Psidium guajaba*, *Crescendo cujete*, *Elaeis guínnensis*, *Cocas nucífera*, *Acrocomia antioquiensis*, *Astrocaryum sp*, *Attalea sp*, *Elaeis oleífera*, *Scheelea butírica*, *Jessenia bataua*, *Oenocarpus sp*, *Syagrus zancona*, *Maurítia flexsuosa* y *Bactris sp*.

Cuadro 3. Fuente de follajes no leguminosos

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Adaptación	Observación
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>	Nacedero, Quiebrabarrigo	Tropical, húmedo y seco. 0 - 2,000 msnm. 600 - 8,000 mm/año	Asociado a generación agua en microcuencas, medicinal
Urticáceas	<i>Urera Baccífera</i>	Pringamosa, Ortiga	Tropical, húmedo. 1,000- 1,800 msnm. 1.000-4,000 mm/año	Medicinal, consumo humano, microcuencas, necesita sombrío
Compositae	<i>Thitonia diversifolia</i>	Botón de oro, Margaritón, Mirasol	Tropical, húmedo y seco. 0 - 2,500 msnm. 600 - 6,000 mm/año	Uso en apicultura, resistente a sequía y suelos pedregosos
Malvaceae	<i>Hibiscus rosacinnensis</i>	San Joaquín, Pinocho	Tropical, húmedo. Clima medio.	Melífera, barreras control de erosión
Ulmaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásimo	Tropical seco. 0- 1,000 msnm. 500 - 2,000 mm/año	Piroresistente, propagación espontánea en potreros rápido crecimiento
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Tierras altas y húmedas. 2,000- 3,000 msnm. 1,000- 3,000 mm/año	Fija N y K, se asocia bien con Kikuyo
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Hobo, Jobo	Tropical seco. 0- 1,000 msnm. 500 - 2,500 msnm	Utilizada como cerca viva
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Morera	Tropical y subtropical húmedo. 1,000 - 1,800 msnm. 1,000- 3,000 mm/año	Alta digestibilidad de la M.S y proteína exigente en suelos

Fuente. CIPAV, citado por Gómez *et al*, 2002.

Sin embargo, a pesar del extenso número de especies, la investigación y utilización se ha focalizado en un número relativamente reducido de géneros tales como *Leucaena*, *Gliricidia*, *Erythrina*, *Sesbania* y *Acacia*, y más recientemente se ha extendido a otros géneros tales como *Trichanthera*, *Cratylia*, *Tithonia* e *Hibiscus* (Botero y Russo, 2005). De acuerdo con Rosales (1997) citado por Arboleda y Tombe (2010) los inventarios superan

las 200 especies solo en América Central, lo que demuestra una alta diversidad. Sin embargo, aunque la lista es extensa para la mayoría de ellas no se conoce una información cuantitativa de su contribución a la producción animal y el valor real como alimento se conoce sólo para un limitado grupo de especies (Arboleda y Tombe, 2010). Por lo tanto, el estudio en este campo amerita un mayor interés por parte de las diferentes instituciones, productores y ONGs para lograr mejores parámetros de producción y productividad en el mediano y largo plazo en los sistemas ganaderos locales.

1.4 LOS SISTEMAS AGROFORESTALES, UNA ESTRATEGIA PARA LA PRODUCCIÓN PECUARIA Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Durante las últimas décadas del siglo XX, los biomas forestales en América Latina fueron extensamente talados para promover el pastoreo de ganado (Kaimowitz, 1996; Serrao y Toledo 1990). La expansión de la ganadería ha tenido lugar a pesar de su baja productividad debida a la dominancia de pastos nativos de pobre calidad, los cuales permiten capacidades de carga inferiores a 0,7 cabezas de ganado por hectárea (Szott *et al.*, 2000); la cual ha disminuido aún más en razón de la degradación de más del 40 por ciento de las zonas de pastoreo debida a prácticas de manejo inadecuadas (Szott *et al.*, 2000).

Este proceso ha dado resultado a una baja eficiencia en la producción, pérdida de biodiversidad y en el incremento de la emisión de gases que contribuyen al calentamiento global (Veldkamp, 1993, Kaimowitz, 1996). Por lo general, en América Latina el pastoreo tiene lugar en zonas con escasa vocación pecuaria, lo cual es un factor que indudablemente contribuye al proceso de degradación de los diferentes ecosistemas donde esta actividad tiene lugar (Da Silva *et al.*, 1996).

Así, ante un panorama general donde predomina un sistema de producción ganadero extensivo con base en pasturas degradadas y el profundo impacto ambiental causado a los ecosistemas naturales, la importancia del componente arbóreo en el marco de la agroforestería está dado por el beneficio que estos desempeñan en la actividad ganadera como fuente de forraje; como modificadores del ambiente para los animales y la producción animal y como aporte de ingresos adicionales a la actividad ganadera; además de los efectos benéficos sobre el aumento de la biodiversidad al generar espacios de vida para otras especies de flora y fauna, conservación del suelo y recursos hídricos entre otros (Arboleda y Tombe, 2010).

Aunque el uso de árboles en sistemas ganaderos es parte de la tradición cultural en muchas regiones de América Latina bien como cercas vivas (Camero *et al.*, 2000), o como follajes usados en épocas difíciles (Murgueitio, 1999), en diversos países en los últimos años se han logrado avances significativos en la Agroforestería Pecuaria a través de la investigación, divulgación técnica y científica, la aplicación por parte de productores empresariales y campesinos y por la educación profesional. Estos avances se relacionan con el desarrollo y conocimiento de una gama diversa de opciones que relacionan a las

diferentes especies animales domésticas y silvestres con árboles y arbustos en agro ecosistemas secos / sub-húmedos, húmedos y montañas tropicales a través de sistemas silvopastoriles y de corte / recolección y acarreo (Murgueitio, Rosales y Gómez, 1999).

Por lo tanto, dada la gran diversidad de especies arbóreas con potenciales forrajeros en el trópico, existe una multiplicidad de posibilidades para el diseño de sistemas de producción ganadera que sean sostenibles y sustentables tanto ecológica como económica y socialmente (Arboleda y Tombe, 2010), lo cual amerita dar continuidad a la investigación acerca de las bondades y ventajas del uso de especies arbóreas y arbustivas en el diseño de sistemas de producción bovina.

1.5 ANTECEDENTES

En Colombia se han logrado avances referentes al estudio de especies arbóreas y arbustivas que pueden ser utilizadas en sistemas silvopastoriles, dentro de las cuales hay varias que caben dentro de la categoría de especies con potencial forrajero. Algunos estudios desarrollados por Roncallo (1998) en los departamentos del Cesar, Guajira y Magdalena han permitido identificar las especies consumidas por los rumiantes en condiciones de pastoreo, al igual que determinar su composición química, digestibilidad y estimar la producción de materia seca de algunos de ellos. A continuación se relacionan las especies arbóreas, arbustivas y de cobertura consumidas por los rumiantes (Cuadro 4) en la zona en mención.

Cuadro 4. Especies arbóreas, arbustivas y de cobertura consumidas por los rumiantes

No	Nombre Científico	Nombre Común
1	<i>Albizia sp.</i>	Corioto
2	<i>Batis marítima</i>	Shot.shot; Plantanito
3	<i>Bumelia abtusifolia</i>	Maliruwain
4	<i>Brasilettia mollis</i>	Wuatupay, yaguaró
12	<i>Coccoloba uvífera</i>	Koullit, Uvita playera
13	<i>Cordia dentata</i>	Koushot; Uvito
14	<i>Crescentia cujete</i>	Alita, Totumo, Calabazo
15	<i>Crotón sp.</i>	Kasapanai; Guayabishi; Guayabito
16	<i>Crysophyllum caimito</i>	Caimito
17	<i>Diphysa cartaginensis</i>	Shit
18	<i>Duranta mutisii</i>	Kachulu, Crúceto
19	<i>Genipa americana</i>	Guanapay
20	<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón
21	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo
22	<i>Haematoxylum brasileto</i>	Ataa, Palo de Brasil, Campeche
23	<i>Heterostachys ritterianu</i>	Yaichi
24	<i>Inga sp.</i>	Buchón
25	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Aaichua, Tua-tua
26	<i>Lantana fucata</i>	Kasusauta, Orégano
27	<i>Lemaireocereus griseus</i>	Cardón guajiro, Iguaraya
28	<i>Libidibia cortaria</i>	Ichi, Divi-divi
29	<i>Malpighia punicifolia</i>	Cereza

Cuadro 4. (Continuación)

No	Nombre Científico	Nombre Común
30	<i>Matisia cordata</i>	Chupa chupa
31	<i>Mimosa leiocarpa</i>	Apotot
32	<i>Morisonia americana</i>	Juruit, pancayeta, cacahuito
33	<i>Opuntia wentiana</i>	Kayusi, Tuna
34	<i>Paullinia densiflora</i>	Wararat
35	<i>Pereskia guamacho</i>	Mokochira, Guamacho
36	<i>Phithirusa adunca</i>	Kurewerilla
37	<i>Pithecellobium dulce</i>	Tolinche, Pecho de Paloma
38	<i>Pithecellobium saman</i>	Ala, Algarrobillo
39	<i>Pithecellobium ungis-cati</i>	Tolinchipay
40	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Corazón fino
41	<i>Platymiscium sactmarte</i>	Jeipii, Campanero
42	<i>Poponax tortuosa</i>	Murai, Cacho de cabra
43	<i>Prosopis juliflora</i>	Aipiya, Trupillo, anchipia guaira
44	<i>Randia gaumeri</i>	Kachuit
45	<i>Senna atomaria</i>	Innuta, Caranganito; Cuchillito
46	<i>Sida salviaejolia</i>	Pe-eraway
47	<i>Sterculia melochira</i>	Kashüshira
48	<i>Striphnocendrum sp.</i>	Apüchet
49	<i>Vitex cymosa</i>	Irüa, Aceituno
50	<i>Xylosma spiculeferum</i>	Urraichi, Puy
51	<i>Zizipus mauritana</i>	Yuoree, manzanita
52	<i>Randia aculeata</i>	Crúcete
53	<i>Spondias mombin</i>	Jobo
54	<i>Acacia fanesiana</i>	Aromo
55	<i>Pseudosoamanea guachapele</i>	Iguá
56	<i>Capparis flexuosa</i>	Arará
57	<i>Machaerium capote</i>	Siete cueros
58	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Orejero

Fuente. Roncallo, 1998.

Por otra parte Murgueitio (2001) reporta diferentes especies en sistemas silvopastoriles en ganadería extensiva como *Acrocomia aculeata*, *Attalea butyracea*, *Ceroxylon quindiuense* y *C. alpinum*, *Copernicia tectorum*, *Mauritia flexuosa*, *Roystonea regia*, *Sabal mauritiiformis*, *Syagrus zanzonana*, *Wettinia sp.*, *Bowdichia virgiliodes*, *Curatella americana* y *Byrsonima crassifolia* a lo largo de la frontera de la selva húmeda de la Amazonia y el Pacífico colombiano. En las sabanas anegadizas de la Orinoquía, el árbol llamado saladillo (*Caraipa llanorum*) forma rodales con espacios abiertos (Hernández y Sánchez, citados por Murgueitio, 2001). En los sistemas aluviales de las vegas de los ríos andinos, caribes, orinocenses y amazónicos, es frecuente la presencia de sistemas de gramíneas asociados con varias especies arbustivas y arbóreas donde se destacan *Erythrina fusca* y *Laetia americana* (Sánchez, 1996).

De igual manera Sánchez (1996) hace referencia a especies bajo plantaciones forestales con pastoreo de ganado, como *Tectonia grandis*, *Bombacopsis quinata*, *Tabebuia rosea*, *Gmelina arborea* y otros de la región Caribe, las cuales son utilizadas para la producción de maderas finas más que como fuentes forrajeras. De igual modo el uso de diferentes

especies como cercos vivos ha sido destacado por varios autores como Montagnini *et al.* (1992) y en particular para la ganadería. En Colombia las opciones de los cercos y barreras vivas van desde los setos de arbustos forrajeros como *Trichanthera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Malvaviscus penduliflorus* o *Gliricidia sepium* hasta los verdaderos corredores de bosque que atraviesan áreas de pastoreo (Sánchez, 1996).

En los nuevos sistemas para ganadería intensiva, especies como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Cratylia argétea*, *Thitonia diversifolia*, *Erythrina fusca*, *Alnus acuminata*, *Acacia decurrens* se constituyen en especies promisorias que pueden ayudar a mejorar los sistemas de producción ganadera. Igualmente, en los sistemas de corte y acarreo, se tienen reportes de especies utilizadas en bancos de proteína como *Gliricidia sepium*, *Trichanthera gigantea*, *Morus sp*, *Erythrinas (edulis, fusca y poeppigiana)*, *Boehmeria nivea* y *Thitonia diversifolia*. Es de anotar que en forma reciente se han iniciado estudios de otras especies como *Moringa oleifera*, *Hibiscus grandiflorus*, *Erythrina rubrinervia*, *Calliandra sp* y *Alnus acuminata*. (Gómez *et al*, Ríos, Argel y Lascano, Gálvez, Bonilla *et al*, citados por Murgueitio, 2001).

Por otro lado, a nivel regional en instituciones públicas como la Universidad del Cauca se han venido adelantando algunos proyectos y estudios que han permitido avanzar en el conocimiento de la diversidad de especies con potenciales forrajeros. Así, el grupo de investigación de Nutrición Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en el marco de las investigaciones desarrolladas, durante el año 2008 al 2011 se adelantó la identificación de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en el Peniplano de Popayán y zonas del trópico alto caucano, dando como resultado importantes aportes para el diseño de sistemas de de producción bovina.

En este sentido, Polanía y Rendón (2009) identificaron 28 especies que pueden ser utilizadas en arreglos agroforestales, de las cuales se destacan por su frecuencia *Trichanthera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Hibiscus sinensis*, *Malvaviscus arboreus*, *Boehmeria nivea* y *Erythrina edulis*; dada la adaptabilidad que muestran a las condiciones agroclimáticas de la región. De igual manera, Arboleda y Tombe (2010) identificaron 17 especies para zonas ganaderas del trópico alto entre las cuales se destacan *Alnus acuminata*, *Mimosa quitensis*, *Hesperomeles ferruginea*, *Escallonia paniculata*, *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon*, *Weinmannia pubescens*, entre otras.

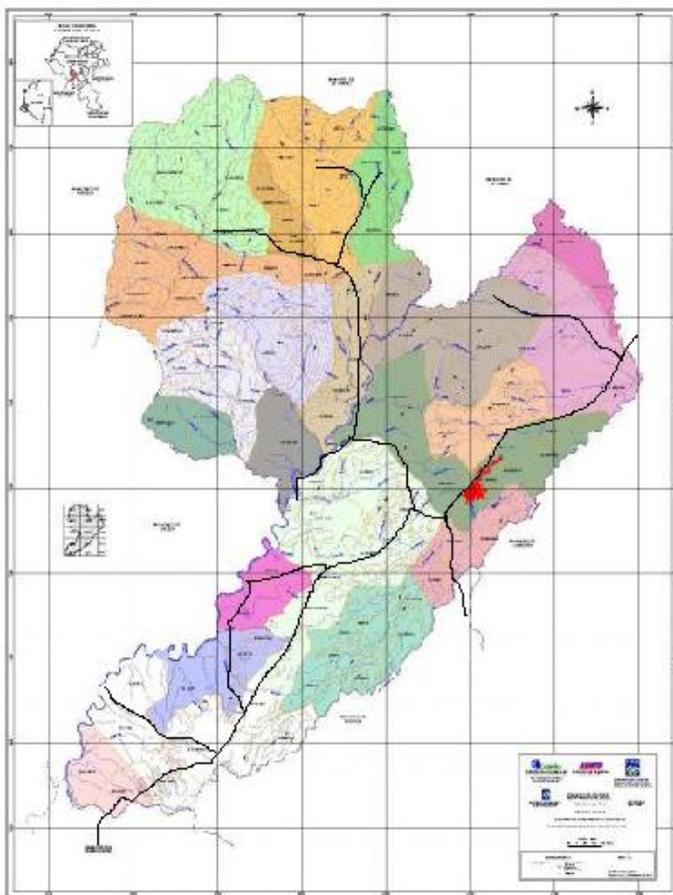
2. MÉTODOS

En esta sección se hará referencia a la descripción general de la zona de estudio y la metodología utilizada para la recolección de la información en campo y posterior análisis estadístico. Finalmente se hace referencia al establecimiento de un banco de germoplasma y recomendaciones agroforestales de posible implementación en la zona.

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se llevó a cabo en el Valle del Patía ubicado en el departamento del Cauca entre la Cordillera Central y la Cordillera Occidental (Figura 1). Es un valle ondulado, bañado por el Río Patía. Su cabecera es El Bordo está localizada a $02^{\circ} 06' 56''$ de latitud norte y $76^{\circ} 59' 21''$ de longitud oeste, su temperatura media es de 23°C , con una precipitación media anual 2.171mm, una altura de 910m.s.n.m y dista de Popayán a 82 km (ICA,-1994).

Figura 1. Mapa de Localización del Valle del Patía



Fuente: Adaptado de Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 1994.

En el mapa del Valle del Patía (figura 1) se muestran en color negro las vías, vía panamericana que lo atraviesa en su totalidad, y las vías alternas que permiten el ingreso a las cabeceras veredales, las zonas de estudio se encuentran a orillas de dichas vías.

El Valle del Patía es una región semiárida, de lluvias escasas, por lo cual solo se ha desarrollado una agricultura de subsistencia. Superficialmente abarca el 9.5% de la extensión territorial del Departamento del Cauca. En esta zona la población se dedica preferencialmente a la ganadería extensiva, con serios problemas de abastecimiento de agua, erosión por sobrecarga de ganadería y mal manejo de praderas.

2.2 METODOLOGÍA

El marco metodológico para la realización de la investigación comprendió las fases de ubicación e identificación de las zonas de muestreo, identificación y colecta de material vegetal, sistematización y análisis de la información, establecimiento y localización de bancos de germoplasma *in situ* y la propuesta de arreglos agroforestales. A continuación se describe cada uno de estos.

2.2.1 Ubicación e Identificación de las zonas de muestreo. Como base para la identificación de las fincas donde se hizo el muestreo aleatorio por zonas, se utilizó el mapa de vías de la zona, definiendo la vía Panamericana como eje principal 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 las fincas localizadas sobre cada una de ellas. Las unidades primarias fueron escogidas de manera aleatoria y unidades secundarias se eligieron por observación directa y por información obtenida a través de las fincas ganaderas participantes del proyecto Aumento de la productividad competitiva y sostenibilidad de pequeños y medianos ganaderos de la Meseta de Popayán y Valle del Patía, Fondo Ganadero del Cauca, ASOGAPA (asociación de ganaderos del valle del patía), ASOGAMIER, SIPAT(fundación patía) seleccionando los productores a los cuales se les realizaron entrevistas sobre conocimiento local de las especies. A continuación se describe cada una de las zonas de muestreo.

Zona 1: Al norte del valle geográfico del Río Patía. Está comprendida por los corregimientos de El Bordo, Piedra Sentada y los límites con los municipios de Sucre y la Vega. La mayor parte de esta región se presenta en terreno montañoso con pendientes superiores a 45%, aunque existen grandes extensiones planas ubicadas en los márgenes del río Guachicono limitando con el municipio de Sucre.

Zona 2: Al occidente del valle geográfico del Patía. Está integrada por los corregimientos de El Hoyo, La Fonda o Portugal, Las Tallas, Méndez, Pan de Azúcar, Angulo, Bello Horizonte, Brisas, Santa cruz, Don Alonso, El Estrecho, El Placer, El Puro, Galíndez, La Mesa, Piedra Sentada y Santa Rosa Baja. Esta zona en su mayoría presenta una topografía plana y hay pocas partes con pendientes superiores al 30%.

Zona 3: En el centro del valle geográfico del Río Patía, limitando con el municipio de Balboa, parte de los corregimientos de El estrecho, el Puro, Galíndez y Río Patía. La topografía de esta zona es plana en lo que pertenece al municipio del Patía y montañosa en los límites cercanos con el Municipio de Balboa; con pendientes menores al 15%.

Zona 4: Al oriente del valle geográfico del Río Patía, encontrándose en esta la parte baja del Municipio de Mercaderes, corregimiento Mojarras que presenta una topografía plana más explícitamente en las veredas del Pilón (confluencia de los ríos Patía y San Jorge), Puerto Rico y Pueblo Nuevo.

Zona 5: Al sur del valle geográfico del Río Patía donde forman parte los corregimientos de Arboleda, Esmeraldas, San Juanito, Mojarras, Mercaderes, Cajamarca, San Joaquín y Carbonero que presentan en sus cabeceras partes planas pero en los límites topografías con pendientes mayores al 60%.

Por otra parte, 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 la información previamente obtenida a través de las UMATAS, Fondo Ganadero Del Cauca, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero del Cauca, ICA y habitantes de la región, seleccionando a partir de estos los productores a los cuales se les realizaron entrevistas sobre conocimiento local de las especies (Anexo A).

2.2.2 Identificación y colecta de material vegetal. Para la colecta de las especies se tuvo en cuenta el protocolo seguido en el herbario de la Universidad del Cauca en el cual se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

Se colectaron muestras fértiles (hojas, flores, fruto) con una longitud de 30cm.

Para la conservación de las muestras se contó con materiales como papel periódico, alcohol al 70%, bolsas plásticas y tijeras de podar.

En campo, se dobló por la mitad la hoja de papel periódico y se ubicó sobre una mitad cada muestra colectada. Posteriormente se tapó con la otra mitad de la hoja y en uno de los extremos se enumeró con el nombre del colector.

Se hizo un paquete de muestras cubiertas con papel periódico las cuales se colocaron luego dentro de bolsas plásticas previa impregnación con alcohol al 70%.

Las muestras fueron llevadas hasta el herbario de la Universidad para su respectivo secado e identificación taxonómica.

El material colectado se identificó en el sitio gracias al conocimiento empírico de los productores, por conocimientos de los investigadores y apoyo del personal técnico y

profesional del profesor Bernardo Ramírez del herbario de la Universidad del Cauca, al igual que la comparación de las muestras con la base de datos existente en este sitio. De igual manera aquí 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 extrajo material vegetal (semillas o estacas) para posterior propagación de las especies en el banco de germoplasma. Como criterios para la selección de las especies con potencialidad como fuente de forraje se tuvo en cuenta el conocimiento de los productores, a partir de la observación directa en campo y fuentes de información secundaria.

2.2.3 Sistematización de la información. Los datos obtenidos fueron seleccionados y ordenados en el formato diseñado por Polanía y Rendón (2009), 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, estado fitosanitario, tipo de reproducción (sexual y/o asexual) y posibilidades de obtención de semilla (Anexo B).

2.2.4 Análisis de la información. Para tal efecto se calcularon la frecuencia relativa de especies (FRE), la riqueza específica (RE), la modalidad de uso (MU), la similaridad de las especies por zona y frecuencia en cada una.

FRE: Corresponde al número de registros que se obtuvieron por cada especie dividiéndolos por el número total de registros y se multiplican por 100. Con ello se obtiene el porcentaje o frecuencia de aparición.

RE: Se determinó teniendo en cuenta el número de especies diferentes que se registraron en cada zona y se representó gráficamente en una figura de columnas.

MU: Con la totalidad de registros hechos y el número total de registros encontrados en cada uno de los arreglos agroforestales (cercas vivas, banco de proteína y en potrero) y se halló la participación en porcentaje de estos de la siguiente manera.

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

2.2.5 Arreglos agroforestales. Las recomendaciones y diseños señalados para las diferentes especies en cuanto a su uso se basan en la observación, los conocimientos tradicionales de los ganaderos y las características de cada especie de acuerdo a la información recolectada en campo y fuentes secundarias a partir de trabajos abordados por investigadores en el Departamento del Cauca y otras localidades con similares condiciones medioambientales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la siguiente sección se presentan los resultados encontrados en la investigación, los cuales son derivados de las entrevistas realizadas a los ganaderos del Valle del Patía, mostrando inicialmente el listado de las diferentes especies registradas para luego seguir con las frecuencias de aparición, usos, manejo, reproducción y finalmente culminar con algunas alternativas de uso aplicables a la zona.

3.1 ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL FORRAJERO IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

En la fase de muestreo se obtuvieron 80 registros en los cuales se identificaron un total de 29 especies, de las cuales nueve son de hábito arbustivo y 20 de hábito arbóreo. De igual manera se identificaron algunas especies de frutales que a pesar de no tener un potencial forrajero como tal pueden ser utilizadas bajo diferentes arreglos en potreros.

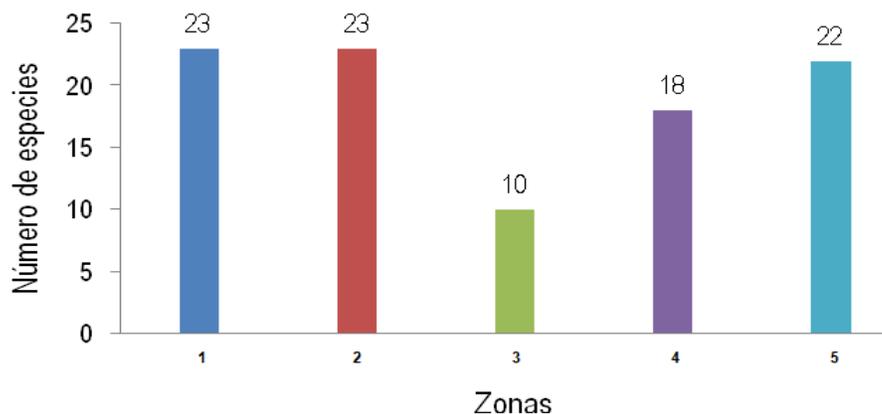
Cuadro 5. Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en el valle del Patía

Nº	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Hábito
1	Arrayan asta	<i>Myrsia sp1</i>	Arbórea
2	Arrayan guayaba	<i>Myrsia sp2</i>	Arbórea
3	Botón de oro	<i>Titonia diversifolia</i>	Arbustiva
4	Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Arbórea
5	Caña fistula	<i>Cassia fistula L</i>	Arbórea
6	Carbonero	<i>Calliandra sp</i>	Arbórea
7	Ciruelo	<i>Spondias mombin</i>	Arbórea
8	Chiminango	<i>Pithecellobium dulce</i>	Arbórea
9	Flor amarilla	<i>Cassia siamea Lam</i>	Arbórea
10	Gualanday	<i>Jacaranda coerulea</i>	Arbórea
11	Guamo	<i>Inga sp</i>	Arbórea
12	Guandul	<i>Cajanus Cajan</i>	Arbustiva
13	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbórea
14	Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	Arbórea
15	Juan blanco	<i>Dioctea sericea</i>	Arbustiva
16	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Arbórea
17	Mallorquín	<i>Cordia sp</i>	Arbórea
18	Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Arbórea
19	Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbórea
20	Mosquerillo	<i>Cronton ferrugineus</i>	Arbustiva
21	Nacedero	<i>Trichantea gigantea</i>	Arbórea
22	Payande	<i>Pithecellobium latifolium</i>	Arbórea
23	Pendo	<i>Citharexylum kunthianum</i>	Arbórea
24	Puro	<i>Crescentia cujete</i>	Arbórea
25	Resucitado	<i>Malvabiscus hibiscus</i>	Arbustiva
26	Romerillo	<i>Vachellia fornesiana</i>	Arbustiva
27	Samán	<i>Pithecellobium saman</i>	Arbórea
28	Uña de gato	<i>Zanthoxylum fagara</i>	Arbustiva
29	Zarza	<i>Mimosa pigra</i>	Arbustiva

Cada especie tiene un registro del conocimiento asociado al su uso y manejo, en el cual se tienen en cuenta aspectos como el nombre científico, nombres comunes, usos potenciales, descripción de la planta, adaptación, establecimiento y manejo; material que servirá de guía a los productores del sector pecuario para desarrollar sistemas de producción con arreglos agroforestales (Anexo D).

3.1.1 Riqueza de especies por zonas. De manera general, no es tan marcada la diferencia en cuanto al número de especies registradas entre las zonas uno, dos, cuatro y cinco a diferencia de la zona tres la cual muestra un menor numero de especies (Figura 2).

Figura 2. Riqueza de especies arbóreas y arbustivas por zonas



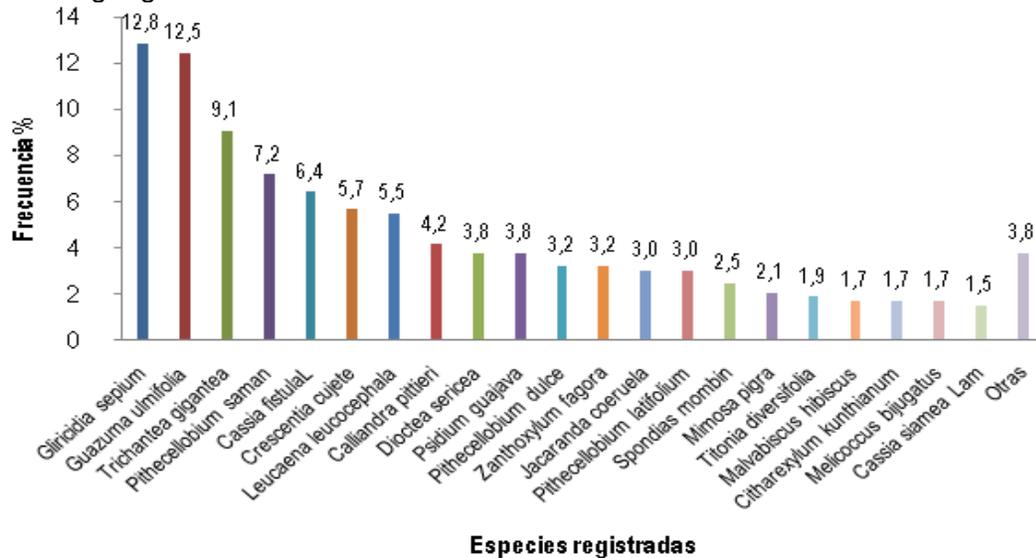
Con base en la figura anterior, la zona tres presenta una menor riqueza de especies dado el avanzado nivel de deforestación por falta de conciencia de algunos pobladores en cuanto a la importancia de los recursos arbóreos en la conservación del agua, suelo y biodiversidad. Unido a lo anterior, debe resaltarse la baja disponibilidad de agua en algunas áreas, lo cual limita la implementación de planes de reforestación. Si bien es una de las zonas con importantes fuentes hídricas, su uso se halla limitado por los costos para su bombeo hasta aquellas áreas que carecen de tal recurso, sumado al alto nivel de evapotranspiración de la zona que incrementa aun más los costos para la disponibilidad permanente de agua en los cultivos según los productores de la región.

3.1.2 Frecuencia de especies. De acuerdo al análisis de frecuencia, las especies más representativas de la zona fueron *Gliricida sepium* con una frecuencia de 12.8%, *Guazuma ulmifolia* con 12.5%, *Trichantera gigantea* con 9.1%, *Pithecellobium saman* con 7.2% y *Cassia fistula* con el 6.4%. Así, en estas cinco especies se concentra el 48% de los registros (Figura 3).

La descripción y registros están dados en gran medida por el conocimiento local de los ganaderos sobre los beneficios que brindan como fuente de forraje para los animales en

tiempos de sequía, adicional a la facilidad de reproducción a través de mecanismos asexuales.

Figura 3. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en el valle geográfico del Patía



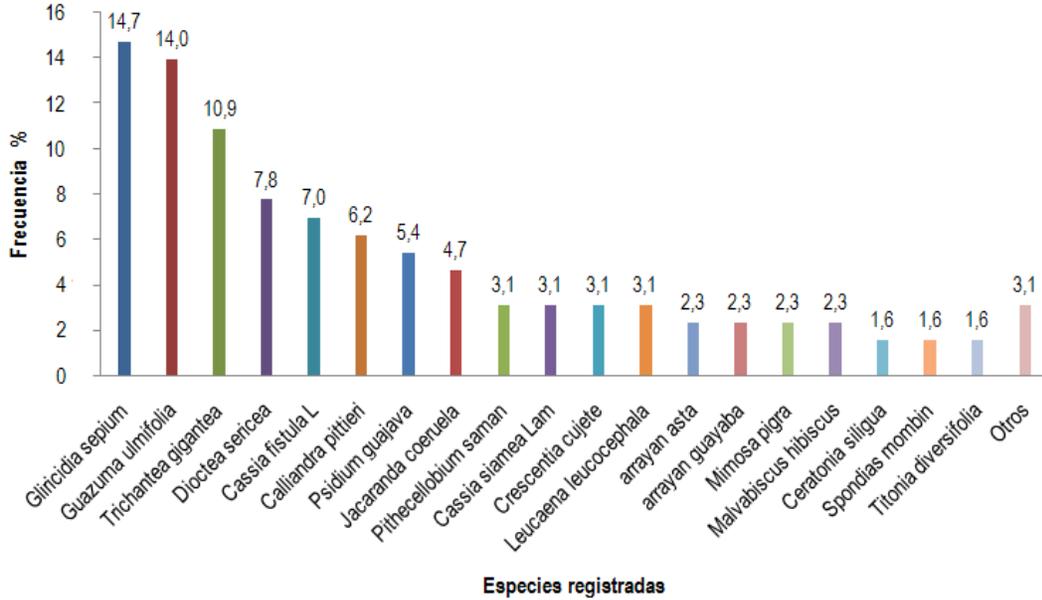
Es de anotar que se destacan especies como *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia*, las cuales se destacan por estar en cercos vivos, donde el animal va y lo ramonea, otras especies de importancia fueron *Cresscentia cujete* y *Leucaena leucocephala*, las cuales se encontraron en forma de banco de proteína en el corregimiento de el Estrecho, a diferencia de las demás que predominantemente se encuentran dispersas en potreros o como cercas vivas. Dentro del grupo de otras con el 3.8% se encuentran aquellas especies con una frecuencia de aparición menores al 1%, entre las cuales se destacan *Cronton ferrugineu*, *Myrsia sp*, *Inga sp*, *Vachellia fornesiana*, *Cordia lanceolata*, *Erytrina poepigiana* y *Cajanus Cajan*.

A continuación se presentarán las frecuencias de especies halladas para cada una de las zonas registradas.

Zona 1. Ubicada al norte, con topográficas en un 58.8% ondulado, 23.7% quebrado y 17.6% plano. En este lugar se registraron 24 especies, siendo las más representativas *Gliricidia sepium* con una frecuencia de 14.7%; *Guazuma ulmifolia* con 14%; *Trichantera gigantea* con 10.9%; *Dioctea sericea* con 7.8% y *Cassia fisutula* con 7%. De las anteriores especies *Dioctea sericea* es considerada como una maleza por parte de los productores, sin embargo en tiempo de sequía el ganado la consume sin problema.

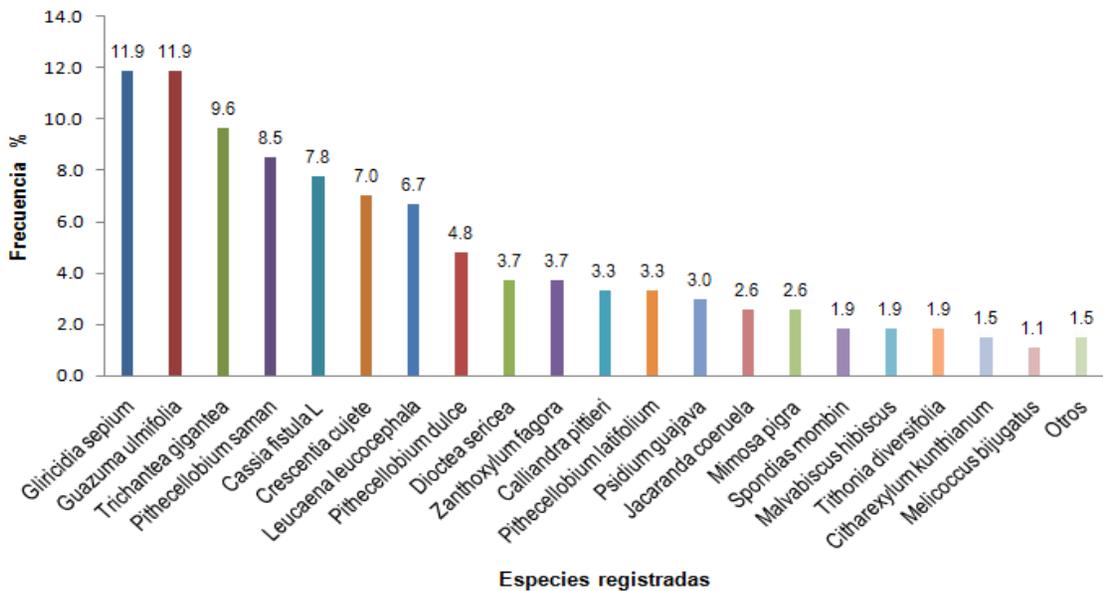
En la figura 4 se presenta la frecuencia de especies registradas en la zona.

Figura 4. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 1



Zona 2. Ubicada al occidente del Valle geográfico del Patia, se caracteriza por su presentar en su mayor parte una topografía plana con suelos de buenas condiciones de fertilidad, hecho que puede incidir en el mayor numero de registros realizados en el área comparado con las demás zonas. En la figura 5 se presenta la frecuencia de especies registrada.

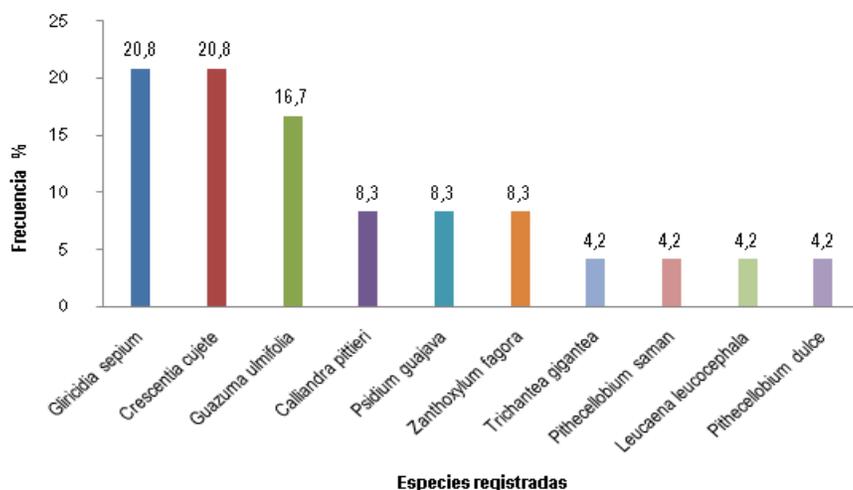
Figura 5. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 2



En esta zona se registraron 24 especies, destacándose *Gliricidia sepium* junto con *Guazuma ulmifolia* con una frecuencia del 11.9%; *Trichantera gigantea* con 9.6%; *Pithecellobium saman* con 8.5%; *Cassia fisutula* con 7.8% y *Cresscentia kujete* con 7%. A diferencia de la zona 1, aquí no se realizó ningún registro de especies como arrayan (*Myrcia sp2*), *Cordia lanceolata*, *Inga sp* y *Erythrina poeppigiana*.

Zona 3. De las zonas evaluadas fue la que menor número de especies como causa de la deforestación que se presenta a causa de la tala permanente de árboles como fuente energética para cocinar, además de la ausencia total de prácticas de reforestación, hecho que se pudo evidenciar a partir de la información y diálogos sostenidos con los productores de la zona durante la etapa de caracterización. En total se registraron 10 especies, de las cuales son 9 arbóreas y 1 arbustivas.

Figura 6. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 3



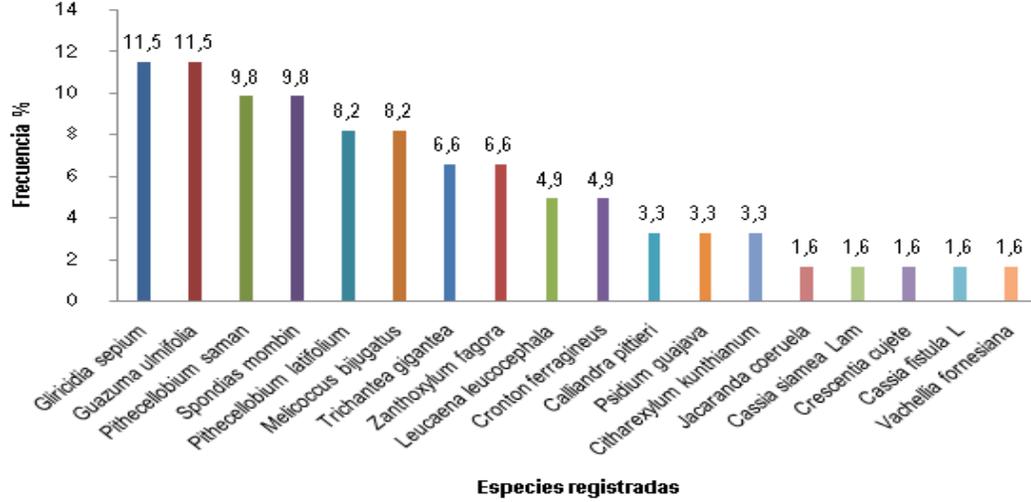
Como se aprecia en la figura 6, por su frecuencia de aparición se destacan *Gliricidia sepium* al igual que *Cresscentia kujete* con frecuencias del 20.8%; *Guazuma ulmifolia* con el 16.7% y *Calliandra sp* junto con *Psidium guajava* y *Zanthoxylum fagara* con frecuencias del 8.3%.

Zona 4. De los registros realizados se resaltan 18 especies, de las cuales 15 son arbóreas y 3 arbustivas, destacándose *Gliricidae sepium* y *Guazuma ulmifolia* con frecuencias del 11.5%; *Pithecellobium saman* y *Spondias mombin* con el 9.8% cada una y *Pithecellobium latifolium* junto con *Melicoccus bijugatus* con frecuencias del 8.2% (Figura 7).

En esta zona la deforestación que se presenta por la tala de bosque para la obtención de leña como fuente de energía y construcción, es la mayor causa de la pérdida de fuentes hídricas por lo que en periodos largos de verano las mermas por muertes de los animales

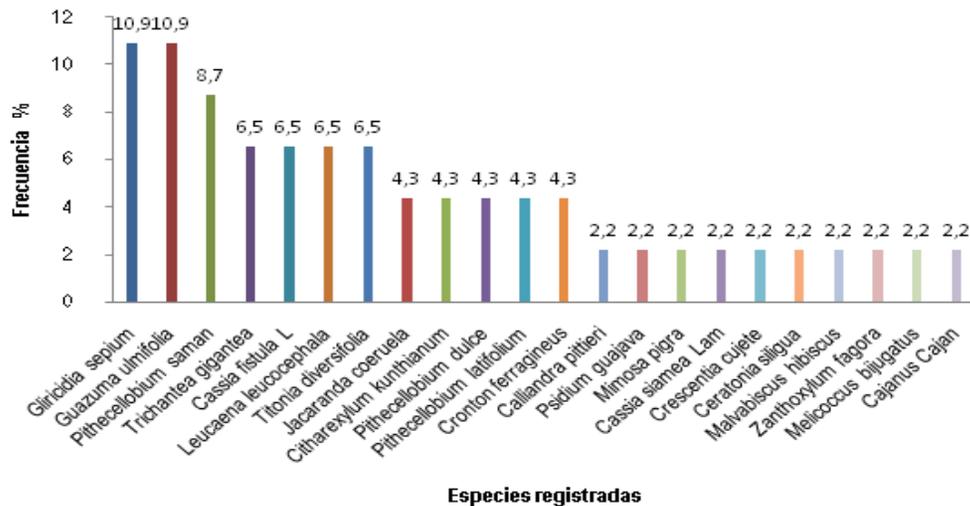
son altas. De igual forma el inadecuado uso y manejo de los suelos a través de prácticas agrícolas y pastoreo extensivo ha marcado algunas zonas con fuertes índices de desertización en sitios pertenecientes al municipio de Mercaderes.

Figura 7. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 4



Zona 5. De los registros realizados en esta zona se destacaron 22 especies, de las cuales son 17 arbóreas y 5 arbustivas, sobresaliendo *Gliricidae sepium* y *Guazuma ulmifolia* con frecuencias del 10.9%; *Pithecellobium saman* con el 8.7% y *Trichantera gigantea*, *Cassia fistula*, *Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia* con frecuencias del 6.5% cada una (Figura 8).

Figura 8. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero registradas en la zona 5



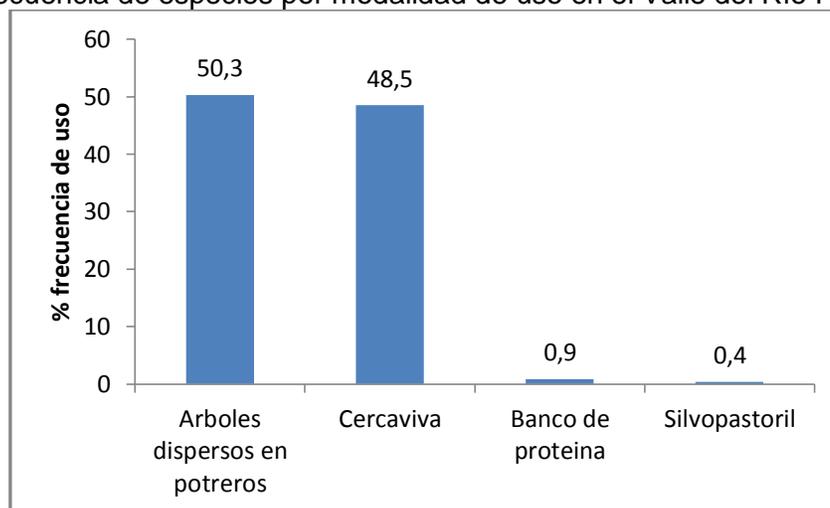
De las anteriores especies, *Trichantera gigantea*, *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* fueron encontradas como bancos de proteínas y *Gliricidia sepium* bajo la modalidad de cerca viva.

Es de destacar que las especies más representativas de la región por su frecuencia de aparición fueron *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Trichantera gigantea*, debido a la fácil propagación, sus múltiples usos y servicios como sombrío, alimentación animal, reforestación, cerca viva, mantenimiento de fuentes de agua entre otros; adaptación a las condiciones medioambientales y de suelos.

3.1.3 Modalidad de uso. Los sistemas silvopastoriles, cercas vivas, árboles dispersos en potreros y como banco de proteína son las cuatro modalidades de uso bajo las cuales se hallaron las especies identificadas, sobresaliendo por su mayor frecuencia el uso como árboles dispersos en potreros con el 50.3%, seguido de los sistemas bajo cercas vivas con el 48.5%. Los usos bajo las modalidades banco de proteína y sistemas silvopastoriles presentaron frecuencias menores al 1%, indicando el poco avance en torno al manejo de árboles con potenciales forrajeros bajo criterios técnicos y con destino al mejoramiento de la nutrición animal (Figura 9).

Los resultados encontrados difieren un poco con los resultados encontrados por Polania y Rendon (2008) los cuales reportan una primacía de sistemas bajo cercas vivas en la Meseta de Popayán, pero coinciden con los reportes de Arboleda y Tombe (2010) quienes encontraron un predominio del uso de árboles y arbustos en potreros con ningún tipo de manejo en zonas del trópico alto caucano. Lo anterior es un reflejo de la cultura y desconocimiento de los productores de la importancia de manejar los recursos arbóreos como verdaderos cultivos que contribuyen al mejoramiento de los parámetros productivos de los sistemas ganaderos, además de la diversidad de funciones ecológicas que cumplen (Arboleda y Tombe, 2010).

Figura 9. Frecuencia de especies por modalidad de uso en el Valle del Río Patía



Es importante anotar una característica predominante de área de estudio con una condición de topografía plana en un 48.5% de la zona, seguida de un 45.6 bajo condiciones onduladas y un 6.3% con particularmente quebrada. Al realizar una comparación por sectores frente al número de registros totales en toda la zona estudiada, se encontró una predominancia del uso como sombrío en potreros en las zonas uno y dos con frecuencias de 14.4% y 24.6% respectivamente, siendo menor el uso bajo esta modalidad en la zona tres con una frecuencia del 1.4%. Las anteriores frecuencias coinciden de alguna manera con la predominancia de terrenos planos en las zonas en mención, hecho que puede atribuir mejores condiciones de fertilidad de los suelos por presentarse estos en zonas bajas, incidiendo ello en el mayor número de especies en comparación con las demás.

Dentro de las especies más utilizadas como arboles dispersos en potreros figuran en su orden de aparición: *Guazuma ulmifolia*, *Dioctea serícea*, *Cassia fistula*, *Gliricidia sepium*, *Psidium guajava*, *Pithecellobium saman*, *Jacaranda caucana*, *Mimosa pigra* y *Leucaena leucocephala*. De la misma manera en las zonas mencionadas anteriormente se presentan las mayores frecuencias de arreglos bajo el sistema de cercas vivas con frecuencias de 13.9% para la zona 1 y 22.8% en la zona 2. Aquí las especies de mayor uso son *Gliricidia sepium*, *Trichantea gigantea*, *Crescentia cujete*, *Leucaena leucocephala*, *Calliandra sp*, *Jacaranda caucana*, *Malvabiscus hibiscus*, *Tithonia diversifolia*, *Pithecellobium dulce*, *Guazuma ulmifolia* y *Cassia siamea*.

Por otra parte, es importante resaltar el reporte por parte de los productores del consumo ya sea de forraje o frutos por rumiantes de varias de las especies encontradas, resaltando entre las más frecuentes en orden de importancia a *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Trichantea gigantea*, *Pithecellobium saman*, *Cassia fistula*, *Leucaena leucocephala*, *Crescentia cujete*, *Pithecellobium dulce*, *Zanthoxylum fagara*, *Dioctea serícea*, *Pithecellobium latifolium*, *Psidium guajava*, *Mimosa pigra*, *Jacaranda caucana*, *Citharexylum kunthianum*, *Melicoccus bijugatus*, *Inga sp* y *Spondias mombin*.

Del mismo modo, el consumo reportado en pseudorrumiantes si bien es menor en cuanto a la variedad de especies, se resalta el consumo de algunas como *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Trichantea gigantea*, *Dioctea serícea*, *Pithecellobium dulce*, *Cassia fistula*, *Psidium guajava* y *Leucaena leucocephala*. Así, el 69.8% de los reportes de consumo por los productores figura en especies rumiantes, mientras que el 30.2% restante es consumido por pseudorrumiantes.

Finalmente, a pesar de que bajo las distintas modalidades figura un número representativo de especies, es evidente el gran reto que deben asumir los productores de la zona para una mayor acogida e implementación de sistemas agroforestales en los cuales el avance aun es incipiente, siendo *Leucaena leucocephala* y *Cajanus cajan* las únicas especies encontradas bajo sistemas silvopastoriles en las zonas dos y cinco. Del mismo modo especies como *Leucaena leucocephala*, *Crescentia cujete*, *Malvabiscus hibiscus*, *Cajanus Cajan* fueron las únicas encontradas como cultivo (banco de proteína), reafirmando aún más lo dicho anteriormente.

3.1.4 Control y manejo de malezas. Como resultado de la investigación se encontró que la técnica de manejo para control de malezas mas empleada es la quema con un total de 63 entrevistas en la zona 1, 153 entrevistas en la zona 2, 11 entrevistas en la zona 3, 37 entrevistas en la zona 4 y 24 entrevistas en la zona 5, se destacaron especies como *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Dioctea serícea*, *Pithecellobium saman*, *Cassia fistula*, *Zanthoxylum fagara*, que mostraron resistencia y buena capacidad de rebrote ya que se aumenta su producción de follaje después de la quema. Según los entrevistados prefieren este método por que los costos son menores; en menor número se encontró el desmalezamiento y es de resaltar que ningún ganadero reporto el uso y aplicación de herbicidas como control de malezas.

3.2 ALTERNATIVAS DE USO PARA LAS ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS REGISTRADAS EN LA ZONA

En el diseño de sistemas silvopastoriles se deben considerar las interacciones positivas y negativas entre los diferentes componentes (suelo, pastura, árbol, animal). Por ejemplo, las principales interacciones negativas que se pueden presentar entre las leñosas y las pasturas son la competencia por luz solar, nutrientes y agua, lo que determinará la producción de biomasa de la pastura. Por otro lado, en arreglos de árboles en línea, se debe tener presente la dirección del sol para realizar la siembra con el propósito de no afectar de manera significativa el crecimiento de las pasturas (Navas, 2007).

Entre los aspectos más notables a la hora de usar árboles y arbustos con potencial agroforestal se tienen el área de sombra en potreros que permiten generar microclimas más estables, conservación y mejoramiento de las condiciones de fertilidad del suelo, embellecimiento del paisaje, fuente de alimento para el ganado, conservación de fuentes hídricas, obtención de madera y en algunos casos para la venta y el aumento de la biodiversidad (Arboleda y Tombe, 2010). Con base en lo anterior y teniendo en consideración las observaciones realizadas en campo al igual que algunos estudios en torno a la evaluación y validación de sistemas silvopastoriles para zonas cálidas, se determinaron diez usos posibles para la integración de las especies identificadas en los sistemas ganaderos de la zona. En el Cuadro 6 se presenta un resumen de los usos para cada una de las especies.

Cuadro 6. Usos recomendados para las especies registradas en la zona

Especie	Usos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cajanus Cajan</i>				X	X	X	X	X		
<i>Calliandra sp</i>	X	X	X	X				X		X
<i>Cassia fistula L</i>			X	X		X				
<i>Cassia siamea Lam</i>	X	X	X	X		X		X	X	
<i>Inga sp</i>	X	X	X	X		X				
<i>Citharexylum kunthianum</i>				X						
<i>Cordia sp</i>				X						
<i>Crescentia cujete</i>	X	X		X		X				

Cuadro 6. (Continuación)

Especie	Usos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cronton ferragineus</i>				X						
<i>Dioctea serícea</i>		X		X						
<i>Erytrina poepigiana</i>	X	X	X	X		X		X		
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X		X	X	X		X	X	X
<i>Guazuma ulmifolia</i>	X	X		X		X		X		
<i>Jacaranda caucana</i>	X	X		X						X
<i>Leucaena leucocephala</i>	X	X		X		X		X		
<i>Malvabiscus hibiscus</i>	X	X		X	X	X	X			X
<i>Melicoccus bijugatus</i>	X	X	X	X						X
<i>Mimosa pigra</i>				X		X				
<i>Myrsia sp</i>	X	X	X	X						X
<i>Myrsia sp</i>	X	X	X	X						X
<i>Pithecellobium dulce</i>	X	X		X		X		X	X	X
<i>Pithecellobium latifolium</i>				X						
<i>Pithecellobium saman</i>	X	X		X		X				
<i>Psidium guajava</i>	X			X						
<i>Spondias mombin</i>	X	X	X	X		X				
<i>Titonia diversifolia</i>		X	X	X	X	X	X			X
<i>Trichanthea gigantea</i>	X	X	X	X	X	X		X	X	
<i>Vachellia fornesiana</i>		X		X		X				
<i>Zanthoxylum fagara</i>				X						

1. Cerca Viva; 2. Linderos; 3. Barreras rompe vientos; 4. Sistemas silvopastoriles; 5. Bancos de proteína; 6. Forraje para alimentación bovina; 7. Setos; 8. Restauración de áreas degradadas; 9. Protección de microcuencas; 10. Ornamental.

Existen diferentes alternativas para la incorporación de árboles en los sistemas ganaderos, entre los cuales se pueden nombrar las cercas vivas, árboles dispersos en potrero, bancos de proteína, pastoreo en plantaciones forestales o frutales, pasturas en callejones y cortinas rompevientos. Además, estos arreglos pueden incluir sistemas de dos, tres o más estratos, formados con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, seleccionadas según un objetivo específico (producción de forraje, madera, sombra, etc.) que determinará el manejo y la densidad de siembra (Navas, 2007). Bajo este marco de ideas, en la siguiente sección se presentan algunas alternativas bajo arreglos agroforestales para las especies encontradas en la zona estudiada, haciendo énfasis en los sistemas bajo cercas vivas, bancos de proteína, sistemas de ramoneo y árboles dispersos en potreros.

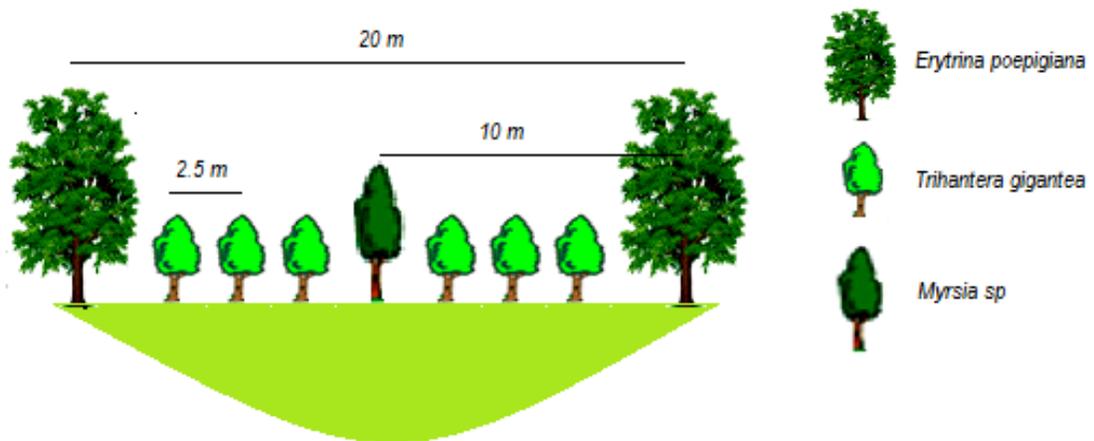
3.2.1 Cercas vivas. Antes de su implementación se debe instalar una cerca de postes y alambre de púas. Posteriormente se realiza el ahoyado en forma lineal cada 2.5 metros de distancia y a 1m de la cerca. Finalmente se debe realizar la plantación de las especies seleccionadas de acuerdo con el arreglo florístico priorizado. Con base en las modalidades de uso mostradas anteriormente en el cuadro 6, las menores distancias de siembra (2.5 m) se recomienda para especies de menor porte como *Trichanthea gigantea*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Myrsia sp*. Una de las prácticas de manejo que pueden hacerse es el control de la altura a través de podas, utilizando así el forraje cosechado para la alimentación animal. Para especies de mayor porte como *Erytrina*

poepigiana, *Pithecellobium dulce*, *Pithecellobium saman*, *Cassia siamea* y *Spondias mombim* deben utilizarse mayores distancias de siembra (15 – 20 m). Otras especies como *Guazuma ulmifolia*, *Inga sp* y *Jacaranda caucana* pueden establecerse a distancias de 10 a 12.5 m.

La multiplicidad de arreglos a utilizar depende de los fines productivos y estéticos que se persigan. Sin embargo debido a la alta capacidad de regeneración, a sus adaptaciones morfológicas que les permiten cumplir su papel de cerco y a que en algunos casos son especies fijadoras de nitrógeno, se propone la mezcla de especies de porte alto y medio para el diseño de cercas de doble estrato. Para ello pueden usarse combinaciones de especies como *Trihantera gigantea*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* con *Erythrina poeppigiana*, *Pithecellobium dulce*, *Pithecellobium saman*, *Cassia siamea* y *Spondias mombim* o *Myrsia sp*, *Inga sp* y *Jacaranda caucana*.

De igual manera, si el fin es exclusivamente la producción de forraje, pueden establecerse cercas de una sola especie como *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium* o *Leucaena Leucocephala*; pudiendo establecer combinaciones de las tres especies para una oferta de forraje más variada en términos nutricionales. La figura 10 muestra un esquema de un arreglo multiestrato de *Erythrina poeppigiana*, *Trichantera gigantea* y *Myrsia sp*.

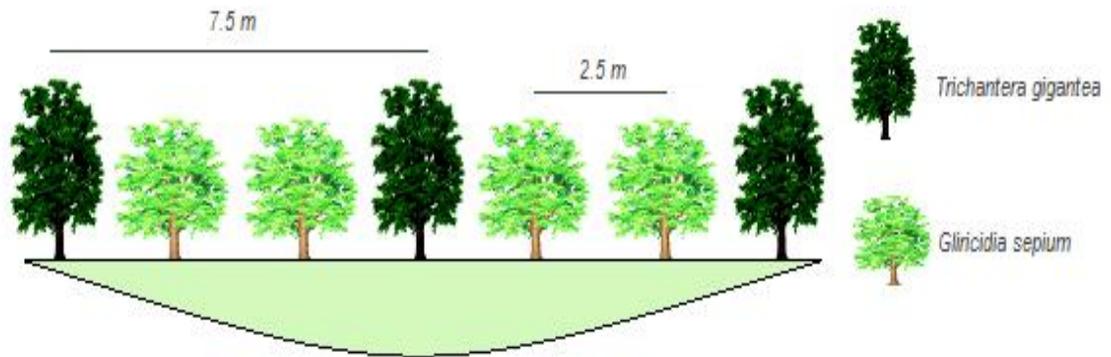
Figura 10. Esquema vertical de un arreglo de cerca viva multiestrato compuesto por *Erythrina poeppigiana*, *Trichantera gigantea* y *Myrsia sp*.



En la figura 11 se muestra otro arreglo de *Trichantera gigantea* y *Gliricidia sepium*, el cual tiene la ventaja de ofertar forraje para los animales a lo largo de toda la cerca a través de prácticas culturales como podas. Este tipo de arreglo tiene la ventaja de poder combinar especies de menor altura con especies de mayor altura, ofreciendo así la función de reguladores de la fuerza eólica como también la oferta de forraje a través de ramoneo cuando son establecidas al interior de los potreros. Además de cumplir tal función pueden servir como cortinas rompevientos en la medida en que se establezcan teniendo en cuenta la dirección del viento y además que dentro del diseño florístico se usen de forma

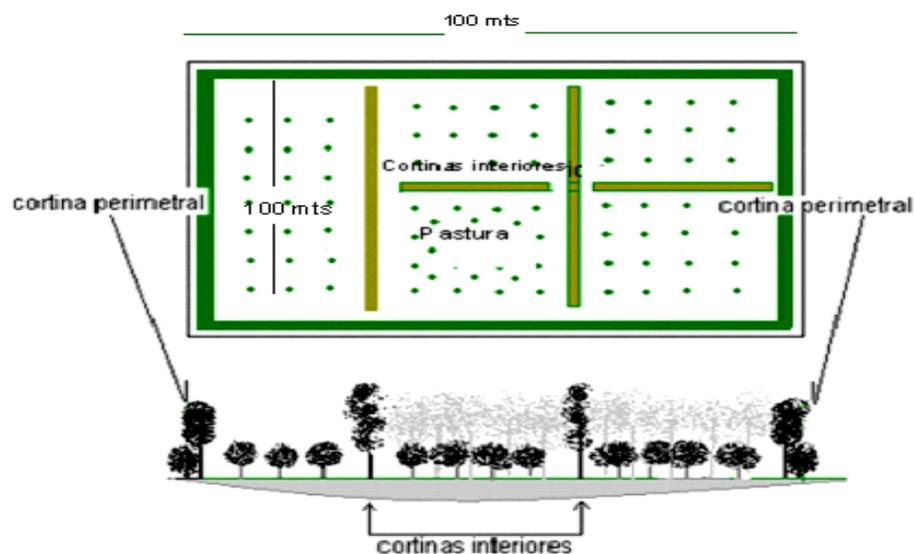
intercalada árboles de mayor altura y arbustos u ortos árboles de porte medio (Jarro, 2005).

Figura 11. Esquema vertical de un arreglo de doble estrato compuesto por *Trichantera gigantea* y *Gliricidia sepium*



En la figura 12 se muestra un esquema en planta y perfil de un arreglo bajo la modalidad de barreras rompevientos que a su vez cumple la función de cerca viva, en el cual se deben manejar como cortinas perimetrales especies de porte bajo asociadas con especies de porte alto de tal forma que regulen de una manera más efectiva la velocidad del viento y como cortinas interiores especies de menor porte asociadas con especies de mayor altura a una mayor distancia de siembra.

Figura 12. Esquema en planta y perfil de un arreglo de barreras rompevientos distribuidas en potreros



Fuente: Modificado de Arboleda y Tombe, 2010.

De las especies registradas, *Gliricidia sepium* es probablemente la especie más utilizada como cerca viva en América Tropical (Budowsky y Russo, 1993; citado por Álvarez, 2002). Su forraje picado es bien consumido por los rumiantes; contiene 20 a 30% de proteína cruda, 53% de FDN y la DIVMS ha sido reportada entre 54 a 70% (Álvarez, 2002). De allí la importancia de la difusión de esta especie bajo este arreglo para la zona.

3.2.2 Bancos de proteína. Son áreas dedicadas al cultivo (banco de proteína) de especies con alto contenido proteico en sus forrajes como suplemento para los animales correspondiendo por lo general al 5 – 10% del área total dedicada al cultivo de pastos y forrajes (Álvarez, 2002). Este tipo de arreglos es más frecuente en sistemas de producción ganadera dedicados a la producción de leche por facilitar su manejo, sin embargo esto no exceptúa su uso en sistemas de ceba y doble propósito.

Generalmente en el manejo de este arreglo los animales entran a dichos bancos por periodos cortos (1-3 horas diarias) después de que salgan del ordeño. Como ventaja de este sistema se han encontrado aumentos entre el 15 y 20% de la producción con respecto a los potreros sin suplementación del banco (Álvarez, 2002). Con base en lo anterior, se recomienda el uso de especies como *Trichantera gigantea*, *Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan* y *Malvabiscus hibiscus* solas o en asocio. Preferiblemente establecer bancos donde se cultiven al menos dos especies para así ofrecer una mayor posibilidad de selección por parte del animal. Para la siembra pueden utilizarse distancias de siembra de un metro entre plantas por un metro entre surcos.

En la figura 13 se muestra un diseño en planta para un banco de proteína compuesto por la asociación de *Trichantera gigantea* y *Leucaena leucocephala*. Es importante anotar que para facilitar el manejo de los animales al igual que del banco, este se debe ubicar cerca a los potreros.

Figura 13. Esquema en planta de un banco de proteína compuesto por *Trichantera gigantea* y *Leucaena leucocephala*



Es importante anotar que según la forma planificada de uso de los bancos de proteína, se debe hacer el establecimiento; si se desea usar como corte para suministro fresco, en forma de heno o ensilaje, se debe ubicar el cultivo (banco de proteína) cerca de los sitios de consumo (salas de ordeño, establo), con el fin de disminuir costos, pero si el manejo va a ser de pastoreo, el banco debe estar adyacente a cada potrero para facilitar el ingreso y retiro de los animales. En este último caso, el banco de proteína puede ser usado bajo sistemas de ramoneo controlado.

Igualmente, las distancias de siembra varían según el uso, para corte se deben sembrar en altas densidades a distancias entre 0.5 y 1m para especies como *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena Leucocephala*, mientras que para ramoneo se requiere dejar callejones de aproximadamente 2 metros de ancho con el fin de permitir el ingreso de los animales. Es importante aclarar que bajo esta última forma de uso deben escogerse especies que resistan el ramoneo como *Leucaena Leucocephala*.

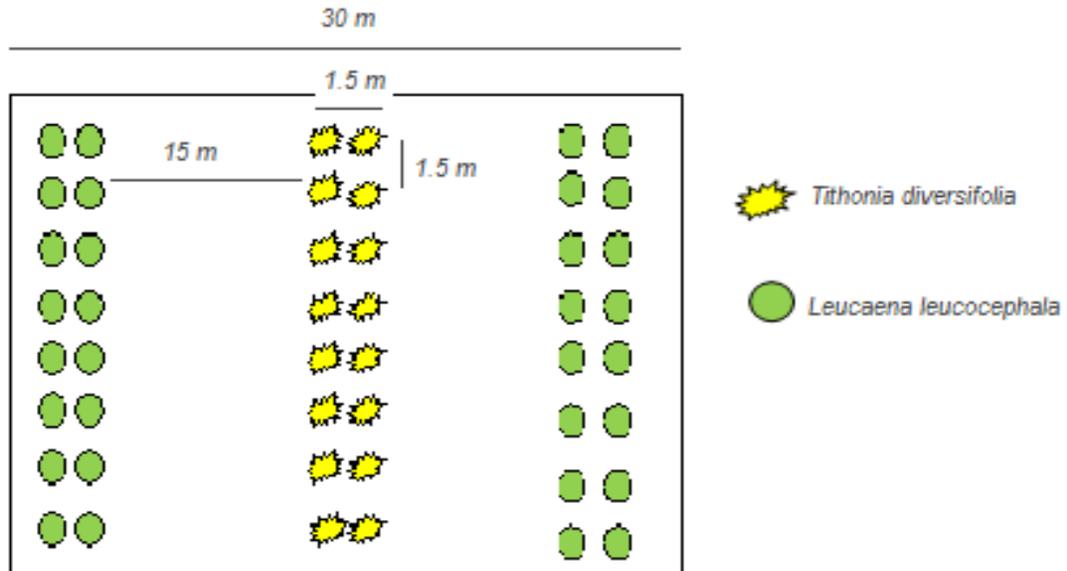
Por otra parte debe tenerse en cuenta que por estar las leñosas perennes en un cultivo a altas densidades de siembra la extracción de nutrientes del suelo va a ser mayor, lo que hace que se requiera fertilización, la cual dependerá del tipo de suelo y de la especie establecida. Por lo tanto, en lo posible deben realizarse análisis de suelos para establecer planes de fertilización que permitan un manejo racional de la fertilidad del suelo (Navas, 2007).

3.2.3 Sistemas de ramoneo. Consisten en el cultivo de especies arbustivas distribuidas en los potreros de tal forma que los animales puedan consumir de manera voluntaria su forraje. Para ello deben seleccionarse especies que soporten este tipo de manejo y que tengan una fácil recuperación. En este sentido, se han realizado trabajos donde especies como *Leucaena leucocephala*, *Tithonia diversifolia* y *Erythrina berteroana*, bajo diferentes densidades y arreglos, soportan ramoneo y se recuperan al tiempo con la pastura asociada.

Especies como *Gliricidia. sepium*, *Trichantera gigantea* y *Erythrina poeppigiana* no soportan ramoneo y deben ser manejadas bajo sistemas de corte y acarreo (bancos forrajeros, cercas vivas), lo cual puede favorecer el uso del suelo en zonas con pendientes, a las cuales los animales no deberían tener acceso para evitar procesos de erosión o el rodamiento de los animales (Navas, 2007). Así, bajo este arreglo se sugiere la siembra en doble surco de *Leucaena leucocephala* y *Tithonia diversifolia* distribuidas en las pasturas con distancias de un metro entre plantas y 10 a 15 metros entre surcos (Figura 14).

Debe resaltarse el hecho de que al utilizar el follaje de las leñosas en alimentación animal mediante el ramoneo se genera una mayor extracción de nutrientes del sistema, por ello, no se debe descartar un plan de fertilización acorde a la extracción de nutrientes hecha. Del mismo modo, es recomendable hacer podas de uniformidad una o dos veces al año a una altura de 1.5 a 2 metros para evitar crecimientos que dificulten el ramoneo.

Figura 14. Esquema en planta de un arreglo de *Tithonia diversifolia* y *Leucaena leucocephala* para ramoneo



3.2.4 Árboles en potreros. Ofrecen ventajas como la generación de microclimas más estables y cómodos para los animales, además inciden positivamente en el ciclaje de nutrientes y mejora de las condiciones físicas y químicas del suelo. Es importante dentro de estos arreglos combinar árboles de diferentes alturas para establecer sistemas multiestratos. En este sentido, pueden utilizarse combinaciones de especies como *Erythrina poeppigiana*, *Psidium guajava* y *Leucaena leucocephala*. Tal combinación permite conformar un sistema de doble estrato donde *Erythrina poeppigiana* y *Leucaena leucocephala* actúan como especies fijadoras de nitrógeno y aporte de forraje, mientras que *Psidium guajava* actúa como especie que aporta frutas comestibles para consumo humano y animal.

Otras combinaciones que pueden establecerse son *Cassia siamea*, *Myrsia sp*, *Guazuma ulmifolia* y *Crescentia cujete* o *Melicoccus bijugatus* en combinación con *Pithecellobium dulce* y *Vachellia fornesiana*.

Es importante resaltar trabajos realizados con especies como *Psidium guajava* en arreglos bajo cercas vivas y árboles dispersos en suelos de pasturas degradadas, los cuales presentaban baja fertilidad. Esta especie rústica, poco exigente e invasiva, se ha establecido y contribuido a la recuperación de las pasturas, además de aportar altas cantidades de fruta para la alimentación del ganado y la producción de leña (Somarriba, 1995, citado por Navas, 2007).

En otros trabajos realizados para medir el ciclaje de nutrientes en pasturas de *Cynodon nlenfluensis* en monocultivo, y asociadas con especies de árboles leguminosos (*Erithrina*

poeppigiana) y no leguminosos (*Cordia alliodora*), mostraron que en los sistemas de pasturas en monocultivo no se presentó reciclaje de los nutrientes, mientras que en las pasturas asociadas con árboles hubo aportes de nitrógeno, fósforo y potasio al suelo mediante podas, siendo mayores en todos los nutrientes los aportes de la especie leguminosa, además de los incrementos en la producción de pasto que se presentaron en los sistemas asociados a árboles (1.3 y 3.5 veces más con árboles no leguminosos y leguminosos, respectivamente) versus los de pasturas en monocultivo (Bronstein, 1984, citado por Navas, 2007). De allí radica la importancia que representa la implementación de este tipo de prácticas en los sistemas ganaderos.

Son múltiples los arreglos y combinaciones que pueden establecerse; estos dependen de los propósitos que busque cada productor, de la disponibilidad de material de propagación, de la rapidez de crecimiento de las especies entre otros. Del mismo modo, las leñosas perennes deben ser protegidas en su estado juvenil para evitar el daño que puedan causarles los animales; luego, se debe planificar la construcción de cercos individuales que impidan el acceso de los animales a las ramas, cogollo y tronco de los arbustos; otras alternativas de protección incluyen la no utilización de la pradera mientras dure su establecimiento, utilización de boñiga (heces) con agua dispersa en ramas y tronco, selección de especies con espinas, etc.

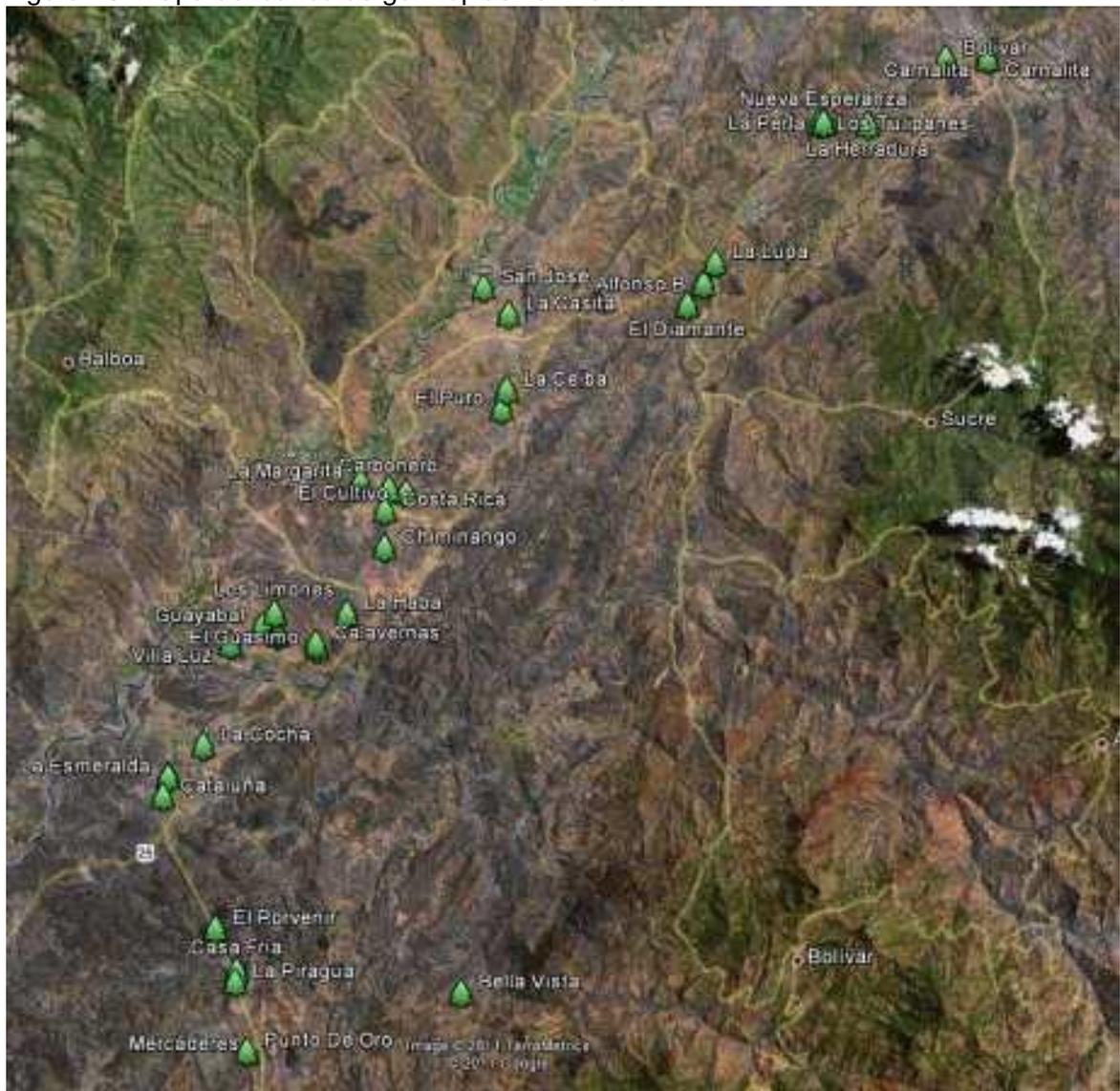
3.3 BANCO DE GERMOPLASMA *in situ*

La investigación desarrollada en el Valle del Patía permitió la identificación y caracterización de nueve (9) especies arbustivas y 20 arbóreas, definiendo así 32 bancos de germoplasma *in situ* ubicados en cada una de las fincas seleccionadas por su alto número de especies, de las cuales se pueden resaltar especies con único registro de aparición en fincas como Cataluña, donde se encontró romerillo (*Vachellia fornesiana*), guandul (*Cajanus cajan*) en la finca Punta de Oro, ciruelo (*Spondias mombin*) en La Ceiba y flor amarilla (*Cassia siamea Lam*) en La Cocha y La Ceiba. Las especies registradas se muestran en el Anexo D.

Dichos bancos de germoplasma se establecieron con el fin de evitar la pérdida de la diversidad genética necesaria en el proceso de selección artificial realizado por los ganaderos de la región, teniendo en cuenta su uso potencial en la ganadería y posterior multiplicación. Los bancos referidos fueron georeferenciados y se muestran en la figura 15.

Es de resaltar que los posibles bancos de semillas se hallan bastante dispersos, confirmando lo anotado a lo largo del documento, situación que pone en evidencia los procesos de deforestación y fragmentación de los sistemas naturales, debido muy probablemente a las prácticas productivas inadecuadas que han conllevado a la pérdida de la productividad de los ecosistemas agropecuarios del Departamento del Cauca (Anexo D).

Figura 15. Mapa del banco de germoplasma *in situ*



4. CONCLUSIONES

El estudio realizado contribuye al conocimiento de los recursos arbóreos locales siendo un elemento importante para la conservación de la biodiversidad a partir del diseño e implementación de modelos agroforestales que hagan de la ganadería una actividad económica más eficiente y rentable.

La investigación permitió identificar una línea base de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para la zona del Valle del Río Patía compuesta por 29 especies (20 arbóreas y 9 arbustivas) entre las cuales sobresalen por su frecuencia de aparición *Gliricida sepium* con el 12.8%, *Guazuma ulmifolia* con 12.5%, *Trichantera gigantea* con 9.1%, *Pithecellobium saman* con 7.2% y *Cassia fistula* con el 6.4%.

De los arreglos agroforestales encontrados, en la zona predomina el uso de árboles y arbustos bajo la modalidad de árboles dispersos en potreros en un 50.3%, seguido de árboles en cercas vivas con una frecuencia del 48.5%. Sin embargo aun hay un amplio camino por recorrer en torno a la implementación de sistemas bajo cultivo, situación que ha tenido mayor avance en la Meseta de Popayán.

De las especies encontradas en la zona solo se encontraron bajo la modalidad de banco de proteína especies como *Leucaena leucocephala* en la zona 2, *Crescentia cujete* en la zona 3 y *Malvabiscus hibiscus* junto con *Cajanus cajan* en la zona 5. Si bien existe información e indicios de que muchas de las especies restantes tienen cierto grado de aceptación en cuanto al consumo bovino, estas solo se utilizan como fuentes de sombrero en potreros o en cercas, evidenciando un sub-aprovechamiento de sus potenciales forrajeros en épocas críticas.

En la línea base de especies en el área de investigación se encontró que el 44.8% son leguminosas, muy importantes en la alimentación animal por su aporte de proteína en la dieta de los bovinos, además de contribuir en la fijación de nitrógeno en el potrero. De las especies encontradas el 42.3% se reproduce en forma sexual, el 19.2% asexual y el 38.5% tienen reproducción sexual y asexual; es de anotar que la reproducción asexual facilita la propagación de las especies y la recuperación de las mismas.

5. RECOMENDACIONES

Especies como *Gliricidia sepium*, *Trichantera gigantea* y *Eriythina poeppigiana* deben usarse únicamente bajo sistemas de corte y acarreo en los sistemas ganaderos dada su respuesta negativa bajo sistemas de ramoneo.

Es necesario realizar estudios de comportamiento de las pasturas y respuesta animal bajo diferentes arreglos silvopastoriles con especies adaptadas a la zona, con el fin de seleccionar aquellos arreglos de mejor respuesta productiva.

Se deben adelantar campañas de educación ambiental que propendan por la generación de conciencia en el colectivo de productores acerca del manejo adecuado de los recursos arbóreos, a la vez que permitan la formulación de propuestas dirigidas a incentivar la reforestación con especies nativas de la zona.

Se deben realizar estudios del comportamiento fenológico y productivo de las diferentes especies registradas con el fin de seleccionar aquellas con la mejor respuesta en cuanto a producción, y respuesta bajo condiciones de cultivo.

Es necesario establecer bancos para la producción de semillas a través de sistemas *ex situ* con el propósito de fomentar el uso de árboles adaptados a la zona en los sistemas ganaderos. Del mismo modo deben realizarse pruebas de germinación de las diferentes semillas con el fin de establecer los mecanismos más efectivos para acelerar tal proceso.

BIBLIOGRAFIA

ARANGO, G. 2000. Estructura Económica Colombiana, 9 Edición, Bogotá: McGrawHill.

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

ARBOLEDA, D., TOMBE, A. 2010. Línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de producción ganadera de clima frío del Departamento del Cauca. Tesis de grado (Ingeniería Agropecuaria). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 112 p.

AJAO, A.O; SHONUKAN, O.; FEMI-ONADEKO, B. 1985. Antibacterial effect of aqueous and alcohol extracts of *Spondias mombin* and *Alchornea cordifolia*—two local antimicrobial remedies. *International Journal of Crude Drug Research*. 23(2), Pág 67-72.

ARRIAGA M., V., CERVANTES V., VARGAS A. 1994. *Pithecellobium dulce*. *London Journal of Botany* 3: 199. Pág. 174-176.

BAPTISTE M. P., FRANCO A. M. 2007. *Leucaena leucocephala* (Lam.). [En línea] Bogotá, Colombia [Citado en diciembre 12 de 2010]. Disponible en De Wit. <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=474&method=displayAAT>

BENAVIDES Jorge. 2006. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. 24 pág. [En línea] [Citado en diciembre 26 de 2010]. Turrialba, Costa Rica. Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrofor1/bnvdes23.htm>

CALDAS-B. L. 1979. La Flora Ornamental Tropical y El Espacio Urbano Cali, Colombia. 459 pág.

CAMERO, A.; CAMARGO, J.C.; IBRAHIM M. Y SCHLÖNVOIGT A. 2000. Agroforestería y Sistemas de Producción Animal en América Central. En C. Pomareda y H. Steinfeld, eds., Intensificación de la Ganadería en Centroamérica – Beneficios Económicos y Ambientales. CATIE/ FAO/ SIDE. San José, Costa Rica. Pág 177-198.

CAREW. B. R.; MOSI, A.K.; MBA, A.U.; EGBUNIKE, G.N. 1980. The potential of browse plants in the nutrition of small ruminants in the humid forest and derived savanna zones of

Nigeria. En: Houerou, H.N., ed. Browse in África. Ibadán, Nigeria: International Livestock Center, Pág 307-311.

CARMONA A.J 2007. Revista Lasallista de investigación Vol. 4 No 1. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. Antioquia, Pág. 40-50.

CUÉLLAR, Piedad; RODRÍGUEZ, Lylian y PRESTON Thomas. 1992. 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. Cali, Colombia.

DA SILVA, J.M.; UHI, C. y MURRAY, G. 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned amazonian pastures. Conservation Biology 10(2): 491-503.

ESCOBAR, I. *et al.* 1999. Conceptos de agroforestería y principales sistemas silvopastoriles para la producción bovina. Conferencia en el primer curso Internacional de producción bovina bajo sistemas sostenibles. Santafé de Bogotá, UDCA.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, FORESTRY DEPARTMENT. 1986. Food and fruit-bearing forest species: 3. Examples from Latin America. Forestry Paper 44/3. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 308 p.

GIRALDO A., 1996. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Rev. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Medellín

GÓMEZ, M E., RODRÍGUEZ, L., MURGUEITIO, E., RÍOS, C. I., ROSALES, M., MOLINA, C., MOLINA, E., MOLINA, J.P. 2002. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Segunda edición. Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria CIPAV. Cali, Colombia. 171 pág.

GLOBAL INVASIVE SPECIES. 2005 Database *Leucaena leucocephala*, <http://www.issg.org/database>.

GUPTA, E. 1995. Plantas Medicinales Iberoamericanas Bogotá, Colombia, 617 pag.

HERRERA, Z. G. 1997. Afiche en Revista Forestal Centroamericana No. 18, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. 1998. El Bosque Seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Programa de inventario de la Biodiversidad, Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA. 24 pág.

JARRO F., Carolina. 2005. Guía Técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por la expansión agropecuaria en el Distrito Capital, Subdirección Científica. Grupo de Ecología de la Restauración. Alcaldía Mayor de Bogotá.

KAIMOWITZ, D. 1996. Livestock and deforestation. Central America in the 1980s and 1990s: A Policy Perspective. CIFOR, Jakarta, Indonesia, 88 pág.

LE HOUÉROU, HN. 1980. Chemical composition and nutritive value of browse in West Africa. In: Le Houérou HN, editor. Browse in Africa. Addis Ababa (Etiopía): Pág 90-261.

LOSTER, P. 2005. New forest project, Programa mundial de semillas. Washington, Disponible en www.newforestsproject.com. 4p.

MAHECHA, G., OVALLE, A., CAMELO, D., ROZO, A., BARRERO, D. 2004. Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá, Colombia, 871 pág.

MITCHELL, J. D. 1995. Anacardiaceae En: Steyermark J. A., Berry P. E., Holst B. K. (ed) Flora of the Venezuelan Guayana, pág. 399-412.

MORALES A., SARMIENTO D. 2008. Árboles del Bosque Seco Tropical en el área del Parque Recreativo y Zoológico Piscilago- Nilo Cundinamarca. Primera Edición. Universidad Autónoma de Colombia. Bogotá, 115 Pág.

MURGUEITIO, E. 1999. Reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia. World Animal Review 93(2).FAO, Roma, Pág 2-15.

----- . 2005. Silvopastoral systems in the Neotropics. In: Mosquera MR, McAdam J, Rigueiro-Rodriguez A, editors. International Silvopastoral and Sustainable Land Management, Lugo (Spain): CAB Int, 24-29.

MURGUEITIO, E, ROSALES, M. y GÓMEZ, M.E. 1999. Agroforestería para la producción animal sostenible. Fundación CIPAV. Cali, Colombia, 67 pág.

NAVAS PANADERO A. 2003. Sistemas Silvopastoriles para el diseño de Fincas Ganaderas Sostenibles. Rev. ASCOVES, 16. CATIE; 3 pág.

NAVARRO CERRILLO, R. *et al.* 2009. Manual de especies para la forestación de tierras agrarias en Andalucía, Sevilla: Secretaría General Técnica de la Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía, ISBN 978-84-8474-259-3.

OSPINA, Alfredo. 2003. Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal, Asociación del Colectivo de Agroforestería del Suroccidente colombiano, Primera Ed. Cali, Colombia.

PETERS, Michel *et al.* 2003. 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), 113pág.

POLANIA, Luis y RENDÓN, Elkin. 2008. Línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de producción ganadera, en el Peniplano de Popayán. Tesis de grado Ingeniería Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. Popayán.

RED NACIONAL DE JARDINES BOTÁNICOS. 2008. *Myrcia popayanensis* Hieron. [En línea] [Citado en diciembre 12 de 2010]. Bogotá, Colombia. Disponible en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1031&method=displayAAT>

----- 2008. *Calliandra sp* Stand L. [En línea] [Citado en diciembre 12 de 2010]. Bogotá, Colombia Disponible en internet en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=929&method=displayAAT>

----- 2008. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. [En línea] [Citado en diciembre 12 de 2010]. Bogotá, Colombia Disponible en internet en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=929&method=displayAAT>

----- 2008. *Cassia siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby. [En línea] [Citado en diciembre 12 de 2010]. Bogotá, Colombia. Disponible en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=929&method=displayAAT>

----- 2008. *Crescentia cujete* L. [En línea] [Citado en diciembre 12 de 2010]. Bogotá, Colombia Disponible en internet en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=929&method=displayAAT>

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

SERRÃO, E.A.S. y TOLEDO, J.M. 1990. The search for sustainability in Amazonian pastures. Anderson A.B (ed.). New York, Columbia University Press, Pág 195 –214.

SOSA E., PÉREZ D., ORTEGA L., ZAPATA G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de bovinos. En Revista Técnicas Pecuarias Vol. 42. México, Pág. 129-144.

SZOTT, L.; IBRAHIM, M. y BEER, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in central America, CATIE, Costa Rica.

TOKURA, J., RONDÓN, M.A., VILLANUEVA, G., BOTERO, L.F. KUN. 1996. Especies forestales del Valle del Cauca. 349 pág.

URIBE, A. 1996. Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería Colombiana. Compilación de memorias de seminarios Internacionales sobre sistemas Silvopastoriles. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Fondo Nacional del Ganado (FEDEGAN), Colciencias y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Santa Fé de Bogotá. 294 p.

VELDKAMP, E. 1993. Soil organic carbon dynamics in pastures established after deforestation in the humid tropics of Costa Rica. Ph.D. Thesis University of Wageningen, NL.

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. Banco de proteína sombrio Potrero Silvopastoreo Cerca		
	DRENAJE		
	RIEGO		
	MECANIZACION		
	PRODUCCION. 1 mes 1.5 meses 2 meses 6 meses Ocasional		
	CANTIDAD		
	AREA APROXIMADA		
	FERTILIZACIÓN. Mat. orgánica Químico		
	QUEMAS		
	DEMALEZAMIENTO		
	PESTICIDAS		
USO	SUMINISTRO. Mono gástricos Seudo rumiantes Rumiantes		
	FRECUENCIA DE SUMINISTRO		
	OBSERVACIONES		

Fuente. Polania y Rendón, 2009.

Especies	Tipo		Relieve				Suelo			Reprod.		Arreglo					Manejo			Suministro		
	Z1 - Ar	Z1 - Ab	Z1 - P	Z1 - O	Z1 - Q	Z1 - M	Z1 - R	Z1 - M.O	Z1 - F.es	Z1 - S	Z1 - AS	Z1 - Cu	Z1 - Som	Z1 - Pot.	Z1 - SP	Z1 - CV	Z1 - Qe	Z1 - De	Z1 - Pest	Z1 - Mon.	Z1 - Pseud o	Z1 - Ru
<i>Spondias mombin</i>	2			2				2		2				2		2					1	2
<i>Cassia fistula</i>	9		1	6	2			9		9			9			5					9	9
<i>Malvabiscus hibiscus</i>		3	1	2				3		3					3						3	3
<i>Leucaena leucocephala</i>	4		1	1	2			4		4	4			3		4					4	4
<i>Tithonia diversifolia</i>		2	1	1				2		2				1		2						2
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1				1			1		1				1								1
<i>Pithecellobium dulce</i>	1			1				1		1	1		1			1						1
<i>Zanthoxylum fagara</i>																						
<i>Vachellia fornesiana</i>																						
<i>Pithecellobium latifolium</i>																						
<i>Melicoccus bijugatus</i>																						
<i>Cajanus Cajan</i>																						
<i>Croton ferragineus</i>																						
TOTAL	110	19	23	77	31		15	119	4	10 3	86		27	55		79	63	2			78	129

Especies	Tipo		Relieve				Suelo			Reprod.		Arreglo					Manejo			Suministro		
	Z2 - Ar	Z2 - Ab	Z2 - P	Z2 - O	Z2 - Q	Z2 - M	Z2 - R	Z2 - M.O	Z2 - F.es	Z2 - S	Z2 - AS	Z2 - Cu	Z2 - Som	Z2 - Pot.	Z2 - SP	Z2 - CV	Z2 - Qe	Z2 - De	Z2 - Pest	Z2 - Mon.	Z2 - Pseud o	Z2 - Ru
<i>Spondias mombin</i>	5		2	3				5		5			1		4							5
<i>Cassia fistula</i>	21		13	1				21		21		21				15						21
<i>Malvabiscus hibiscus</i>		5	3	2				5		5					5							5
<i>Leucaena leucocephala</i>	18		12	6				18		18	10	2		1	15	2						18
<i>Tithonia diversifolia</i>		5	4	1				5		5					5							5
<i>Erythrina poeppigiana</i>																						
<i>Pithecellobium dulce</i>	13		7	6				13		13	13		6	2		5	9				13	13
<i>Zanthoxylum fagara</i>		10	5	5				10		10				10			10					10
<i>Vachellia fornesiana</i>		1	1					1		1				1								1
<i>Pithecellobium latifolium</i>	9		4	5				9		9		7	2									9
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3		3					3		3					3							3
<i>Cajanus Cajan</i>																						
<i>Croton ferragineus</i>																						
TOTAL	232	38	165	95	2			269		219	158	2	85	55	1	130	153				111	269

Especies	Tipo		Relieve				Suelo			Reprod.		Arreglo					Manejo			Suministro			
	Z3 - Ar	Z3 - Ab	Z3 - P	Z3 - O	Z3 - Q	Z3 - M	Z3 - R	Z3 - M.O	Z3 - F.es	Z3 - S	Z3 - AS	Z3 - Cu	Z3 - Som	Z3 - Pot.	Z3 - SP	Z3 - CV	Z3 - Qe	Z3 - De	Z3 - Pest	Z3 - Mon.	Z3 - Pseud o	Z3 - Ru	
<i>Tithonia diversifolia</i>																							
<i>Spondias mombin</i>																							
<i>Cassia fistula</i>																							
<i>Malvabiscus hibiscus</i>																							
<i>Leucaena leucocephala</i>	1		1					1		1	1					1							1
<i>Erythrina poeppigiana</i>																							
<i>Pithecellobium dulce</i>	1		1					1		1	1			1			1						1
<i>Zanthoxylum fagara</i>		2	2					2		2						2							2
<i>Vachellia fornesiana</i>																							
<i>Pithecellobium latifolium</i>																							
<i>Melicoccus bijugatus</i>																							
<i>Cajanus Cajan</i>																							
<i>Cronton ferragineus)</i>																							
TOTAL	22	2	21	3				24		17	19	1	4	4		16	11					24	

Especies	Tipo		Relieve				Suelo				Reprod.		Arreglo					Manejo			Suministro		
	Z4 - Ar	Z4 - Ab	Z4 - P	Z4 - O	Z4 - Q	Z4 - M	Z4 - R	Z4 - M.O	Z4 - F.es	Z4 - S	Z4 - AS	Z4 - Cu	Z4 - Som	Z4 - Pot.	Z4 - SP	Z4 - CV	Z4 - Qe	Z4 - De	Z4 - Pest	Z4 - Mon.	Z4 - Pseud o	Z4 - Ru	
<i>Tithonia diversifolia</i>																							
<i>Spondias mombin</i>	6			6				6		6					6						6	6	
<i>Cassia fistula</i>	1			1				1	1			1				1						1	
<i>Malvabiscus hibiscus</i>																							
<i>Leucaena leucocephala</i>	3			3			3		3	3					3							3	
<i>Erythrina poeppigiana</i>																							
<i>Pithecellobium dulce</i>																							
<i>Zanthoxylum fagara</i>		4		4				4	4				4			4						4	
<i>Vachellia fornesiana</i>		1		1				1	1				1			1						1	
<i>Pithecellobium latifolium</i>	5			5				5		5			5									5	
<i>Melicoccus bijugatus</i>	5			5				5	5				5			5					5	5	
<i>Cajanus Cajan</i>																							
<i>Croton ferragineus</i>		3		3				3	3				3			3					3	3	
TOTAL	53	8		61			10	51		45	36		13	22		25	37				27	61	

Especies	Tipo		Relieve				Suelo			Reprod.		Arreglo					Manejo			Suministro			
	Z5 - Ar	Z5 - Ab	Z5 - P	Z5 - O	Z5 - Q	Z5 - M	Z5 - R	Z5 - M.O	Z5 - F.es	Z5 - S	Z5 - AS	Z5 - Bp	Z5 - Som	Z5 - Pot.	Z5 - SP	Z5 - CV	Z5 - Qe	Z5 - De	Z5 - Pest	Z5 - Mon.	Z5 - Pseudo	Z5 - Ru	
<i>Tithonia diversifolia</i>		3	3				3			3						3						3	
<i>Spondias mombin</i>																							
<i>Cassia fistula</i>	3		3				3		3			3	3			3						3	
<i>Malvabiscus hibiscus</i>		1	1				1			1	1							1				1	
<i>Leucaena leucocephala</i>	3		3				3		3	3					3							3	
<i>Erythrina poeppigiana</i>																							
<i>Pithecellobium dulce</i>	2		2				2		2			2					2					2	
<i>Zanthoxylum fagara</i>	1		1				1		1					1			1					1	
<i>Vachellia fornesiana</i>																							
<i>Pithecellobium latifolium</i>	2		2				2			2						2						2	
<i>Melicoccus bijugatus</i>	1		1				1		1					1								1	
<i>Cajanus cajan</i>		1		1			1		1		1			1							1	1	
<i>Croton ferrugineus</i>		2	2				2		2					2								2	2
TOTAL	38	8	45	1			46			36	25	2	5	16	1	26	24	1			13	46	

Z1: Zona 1, Z2: Zona 2, Z3: Zona 3, Z4: Zona 4, Z5: Zona 5, Ar: Arbóreo, Ab: arbustivo, Q: Quebrado, P:Plano, O: Ondulado, M: Montañoso, R: rocoso, M.O: Materia Organica, F.Esp : Foramción Especial, S: Sexual, As: Asexual, Bp: Banco de proteina, Somb. Sombrío, Pot: Potrero, SP: Silvopastoril, CV: Cerca Viva, Qe: Quemadas, De: Desmalezado, Pest: Pesticida, Mon: Monogástrico, Pseu: Pseudoruminantes, Ru: Ruminantes.

ANEXO C. FICHAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA BASE DE ESPECIES EN EL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

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 *et al*, 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 *et al*, 1990).

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, 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 *et al*, 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 *et al*, 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 sí, en líneas separadas 10 cm. El trasplante se efectúa cuando la plántula alcanza 20 cm. Exige buenos suelos y soporta encharcamientos (Agnes *et al*, 1990).

Trichantera gigantea (H. y B.) Nees

Nombre común: Nacedero, Quiebrabarrigo, Cajeto, Fune, Yatago, Suiban, Madre agua, Cenicero (Agnes *et al*, 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 *et al*, 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 *et al*, 1990)

Adaptación: Se desarrolla adecuadamente en alturas que van desde los 0 hasta 2.000 m.s.n.m. (Agnes *et al*, 1990). Con temperaturas entre 19 y 26 °C, y precipitaciones de 1.000 a 2.800 mm anuales (Rodríguez, 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 *et al*, 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 *et al*, 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 *et al*, 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 *et al*, 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 *et al*, 1995). El contenido en materia seca es del 20% y de 18% de proteína cruda, con una digestibilidad del 60% (Gómez *et al*, 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 *et al*, 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 *et al*, 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 *et al*, 1995).

***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).

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 acostumbramiento; 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).

***Cajanus cajan* (L) Mill sp.**

Nombre común: Guandul, Frijol chíncharo, 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).

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 fósforo (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)

***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).

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).

Inga sp.

Nombre común: Guamo, algarrobo.

Usos potenciales: Alimentación animal. La harina extraída de la pulpa es astringente, antidiarreica. El fruto verde se ha utilizado popularmente como antifúngico. La goma, por su riqueza en galactomananas tiene un efecto secuestrante (forma un gel viscoso que retrasa la absorción de lípidos y glúcidos), un efecto voluminizante (aumenta la repleción del estómago y prolonga la sensación de saciedad) y un efecto laxante emoliente, por el mucílago. Harina: diarreas, gastritis, ulcus gastroduodenal, vómitos infantiles (Navarro, 2009).

Descripción: Pertenece a la familia de las Cesalpiniaceas, es un árbol perennifolio, robusto, de copa ancha y tupida que puede llegar hasta los 12 m de altura. Tronco

ramificado a poca altura, corteza gris pardusca bastante lisa. Ramas gruesas, abiertas, extendidas, más o menos largas. Sistema radicular somero y extendido. Hojas compuestas, persistentes, alternas, paripinnadas, con 6 a 8 foliolos ovales. Borde ondulado y nervadura principal saliente (Navarro, 2009).

En cuanto a las flores se trata de una especie trioica es decir presenta individuos con flores masculinas, individuos con flores femeninas e individuos con flores hermafroditas. Están agrupadas en inflorescencias de hasta 50 flores dispuestas en espiral a lo largo de un eje central. El fruto es una vaina indehiscente, de gran espesor, de 10 a 15 cm de longitud, con semillas separadas por tabiques pulposos azucarados, que tradicionalmente se ha destinado a alimentación animal (Navarro, 2009).

Establecimiento: El algarrobo es una especie de gran rusticidad y resistencia a la sequía, pero es de un desarrollo lento y solo comienza a fructificar después de unos siete a diez años desde la plantación, obteniendo su plena productividad a los quince o veinte años (Navarro, 2009).

Producción de semilla y propagación: La multiplicación del algarrobo se ha realizado tradicionalmente por semilla. Las semillas están recubiertas por un tegumento duro que impide la imbibición de agua, este motivo hace que su germinación sea muy lenta. Cuando el tegumento externo se rompe, la semilla absorbe agua con bastante rapidez, facilitándose así la germinación. El tegumento externo favorece la longevidad de las semillas, se tiene constancia que con cuatro años de edad aun mantienen una viabilidad germinativa semejante a las semillas obtenidas el mismo año. Por consiguiente, los restos de frutos en la tierra de años anteriores representan una estrategia de reproducción propia de este árbol. Los procesos digestivos no afectan a la viabilidad germinativa de las semillas, lo cual favorece la dispersión a larga distancia por medio de los consumidores del fruto. Se ha constatado también cierto grado de resistencia de las semillas de algarrobo al fuego, conservando su poder germinativo (Navarro, 2009).

***Guazuma ulmifolia* Lam. (1789)**

Nombre común: Guácima, Guázumo, Guázuma.

Usos potenciales: Especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva y en zonas secas y áridas. En sistemas agroforestales se puede usar como árbol disperso en potreros, plantaciones en linderos, barbechos mejorados o árboles intercalados para cultivos secuenciales (estilo "taungya").

Es una especie con gran capacidad forrajera. Para engorda de ganado bovino, porcino, venados, burros, zarigüeyas, caballos. El fruto sirve de alimento a polluelos y las hojas al gusano de seda. Los frutos molidos constituyen un forraje de alto valor nutritivo. Por su

altura, el forraje está disponible sólo cuando el árbol tira la hoja. Si el ganado come los frutos en exceso pueden causarle obstrucción intestinal.

Descripción: Originario de América tropical, árbol mediano de 2 a 15m (hasta 25 m) de altura. Copa abierta, redondeada y extendida. Hojas alternas, simples; láminas de 3 a 13 cm de largo por 1.5 a 6.5 cm de ancho, ovadas o lanceoladas, con el margen aserrado; verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés. Tronco más o menos recto, con corteza externa ligeramente fisurada. Flor(es) en panículas de 2 a 5 cm de largo, actinomorfas pequeñas, blancas y amarillas con tintes castaños, con olor dulce, de 5 mm de diámetro; cáliz veloso de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema. Los frutos son cápsulas de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, 5-valvada, abriéndose tardíamente, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, moreno oscura a negra cuando está madura, olor y sabor dulce. Permanecen largo tiempo en el árbol. Las semillas son numerosas (entre 40 a 80) de menos de 1 mm, duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros.

Adaptación: Es un árbol característico de sitios abiertos, laderas de montañas bajas y cañadas, pastizales, terrenos planos con lomeríos suaves, márgenes de ríos y arroyos. Es común en áreas secas y húmedas. Se desarrolla en temperaturas de 20 a 30 °C, con períodos secos de 4 a 7 meses y con precipitaciones anuales de 700 a 1,500 (2,000) mm. Se adapta tanto a condiciones secas como húmedas y a un amplio rango de suelos, con pH mayor a 5.5.

Establecimiento: La producción de plántulas en vivero es fácil, se siembran 2 a 4 semillas por bolsa. El tiempo para que éstas alcancen 25 a 30 cm de altura en bolsa es de 14 a 16 semanas; al alcanzar esta altura se recomienda trasplantarlas al inicio de las lluvias. La especie es muy susceptible al esparcimiento en la plantación.

La distancia adoptada comúnmente es de 2 x 2 m, obteniendo mayor crecimiento en diámetro y altura. Se recomienda deshierbar 2 ó 3 veces durante el primer año.

Productividad, calidad del suelo y animal: En los sistemas silvopastoriles la producción total de biomasa es usualmente mayor que la de los monocultivos. Un monocultivo de gramíneas forrajeras se calcula que produce entre 10-12 ton/ha/año de materia seca (Gosz *et al*, 1978; Pezo, 1982 citado por Giraldo, 1997). Sin embargo, la producción total de biomasa comestible en los sistemas silvopastoriles es mayor que la encontrada en pastos solos, debido a un mejor aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo, que supone una mayor captación de nutrientes y energía (Benavides, 1983, citado por Giraldo, 1997).

Evaluaciones realizadas en sistemas silvopastoriles naturales, bajo utilización por animales bovinos en Pinto (Magdalena), a 1100 msnm, 28EC en zona de bs-T, en

pasturas de *P. maximum*, muestran aportes importantes de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio (citado por Giraldo, 1997).

Producción de semilla y propagación: Por medio asexual se utilizan estacas. Estas requieren de 5 a 8 meses para que alcanc a como árbol ornamental. En Colombia es utilizado para el tratamiento en un diámetro de 1.5 a 2.5 cm en el cuello. Por medios sexuales puede utilizarse semilla para siembra directa.

Jacaranda caucana L.

Nombre común: Nombre de cruz, gualanday.

Usos potenciales: En muchas partes del mundo se utiliza para el tratamiento de afecciones cutáneas, neuralgias, dolores óseos y diferentes afecciones relacionadas con el hígado.

Descripción: Originario de América tropical, principalmente de Suramérica. Es árbol de un poco más de 20 metros de altura, tronco de 50 cm de diámetros de color gris amarillento blanquecino, bien ramificado, erguido y de copa alargada. Hojas opuestas de unos 26 cm de largo, pinnadas con numerosos folíolos, pelúcidos en el haz y vellosos en el envés, flores de unos 4 cm de largo y 1.5 cm de ancho de color azul y algo violadas en panículos terminales de unos 15 mm de largo, corola campanulada con tubo ensanchado en la base, estambres didínamos, fruto capsular ovoide deprimido, semillas aladas rugosas de color oscuro.

Producción de semilla y propagación: Generalmente por medio de semillas, sin embargo se pueden utilizar métodos de propagación asexual por medio de estacas. Científicamente ha se ha comprobado su poder antiséptico contra *Stafilococcus aureos* y *Neisseri gonorrhoeae* (Piñeros, 1988).

Cassia siamea Lam

Nombre común: Flor amarilla

Usos potenciales: Dado lo atractivo de su madera se la utiliza frecuentemente en ebanistería para la construcción de muebles.. Esta especie no fija nitrógeno.

Según el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín es una especie cuyo forraje puede usarse para la alimentación de rumiantes. También se utiliza en la protección de cuencas y de terrenos erosión, y como cortinas rompevientos o cercas vivas.

Descripción: Esta planta alcanza los 20 m de altura y su tronco 40 cm de diámetro; la corteza es lisa y grisácea. Las hojas son de color verde ligeramente lustrosas en el haz, paripinnadas, tienen de 10 a 15 cm de largo, con 6 a 12 pares de hojuelas, de base y ápice redondeados. Las flores son de color amarillo, están dispuestas en racimos terminales grandes. El fruto es de color castaño oscuro, largo, planos y dehiscentes (Tokura *et al.* 1996).

Adaptación: Se encuentra entre 500 y 1800 msnm (Tokura *et al.* 1996). No tolera climas fríos y requiere de bastante luz para crecer rápidamente. Generalmente es utilizada a bajas altitudes y prefiere temperaturas más bien elevadas. Sus requisitos de temperatura son en promedio de 20 a 31°C y los de precipitación de 500 a 1000mm, aunque bajo condiciones de escasa precipitación necesita poder acceder a la humedad más profunda del suelo para poder crecer (Loster, 2005).

Spondias mombin L.

Nombre común: ciruelo, jobo

Usos potenciales: Frutos comestibles, con una semilla fibrosa externamente. Los brotes y los frutos han sido utilizados como fuente de vitamina C. Medicinalmente se ha empleado como relajante, antiséptico, astringente, refrescante, expectorante, laxante, licor y vermífugo. Utilizado para tratar el asma, congestiones, tos, diarrea, erisipelas, fiebre, gonorrea, inflamaciones, lepra, nefritis, escaldaduras, espasmos, tumores, verrugas, e inflamaciones de la uretra (Morales y Sarmiento, 2008).

Cuando joven puede ser una planta importante para el forrajeo. Al ser colocadas en un pastizal de sabana en Nigeria conteniendo seis especies de forraje y una especie de gramínea, las ovejas y las cabras tomaron el 27 y el 30 por ciento de su forraje del jobo, respectivamente (Carew *et al.*, 1980). El análisis del forraje seco del jobo resultó en un 6% de ceniza, 7% de grasa, 14% de proteína, 17% de fibra y 56% de carbohidratos. Los extractos acuosos y etanólicos de las hojas del jobo inhiben el crecimiento de algunas bacterias gram-positivas y gramnegativas. (Ajao *et al.*, 1985).

Descripción: Árbol que alcanza hasta 30 metros de altura. Presenta hojas compuestas, alternas. Aromáticas al estrujarlas. Flores blancas en panículas terminales. Fruto drupas, amarillos o anaranjados, carnosos de sabor agridulce y agradable olor. Corteza externa de color grisáceo con machas blancas y textura lisa. Madera de color rosado con secreción blanca, pegajosa (Morales y Sarmiento, 2008).

Adaptación: Desde el nivel del mar hasta los 1500 m de altitud (Mitchell 1995). Crece tanto en sitios elevados como bajos, y en una gran variedad de suelos. Las órdenes de suelo en los que crece aparentemente más importantes son los Oxisoles, Ultisoles e

Inceptisoles. El pH del suelo puede variar desde tan bajo como 5.0 hasta arriba de 7.0. La especie también tolera suelos que tienen una concentración moderadamente baja de nutrientes y que son hasta cierto punto compactos. Se puede encontrar por lo general creciendo en áreas con una precipitación anual de 1500 mm o más.

Producción de semilla y propagación: El árbol frecuentemente se propaga mediante el colocar estacas de las ramas en suelo húmedo (*Food and Agriculture Organization, 1986*). Para ello se usan estacas de 50 a 100 cm de largo y de 5 a 10 cm de diámetro insertadas verticalmente hasta la mitad.

Crescentia cujete L.

Nombre común: Puro, Totumo

Usos potenciales: Sus frutos se han utilizado ampliamente en la elaboración de recipientes para agua, artesanías y otras formas típicas por parte de la población local e indígena. La decocción de la pulpa del fruto es febrífuga, purgante y emoliente. Esta planta tiene varios usos medicinales (Expectorante, broncodilatadora, antiasmática, antigripal, anestésica, cicatrizante, antidisenterica, antiinflamatoria y hemostática) frutos tóxicos. Especie maderable (Morales y Sarmiento, 2008).

Descripción: Árbol de hasta diez metros de altura. Presenta hojas simples, sesiles, organizadas en grupos dispuestos en espiral a lo largo de la rama, generalmente curvados. Flores grandes, gruesas amarillentas, que nacen directamente de los tallos y son polinizadas por murciélagos. Pétalos fusionados formando un tubo. Frutos tipo baya, redondeados y de gran tamaño, con aspecto de calabaza. Semillas pequeñas, delgadas, aladas (Morales y Sarmiento, 2008).

Adaptación: Se cultiva por debajo de los 500 msnm (Gupta, 1995).

Myrcia sp.

Nombre común: arrayan

Usos potenciales: Planta de gran interés, utilizada por sus frutos comestibles, para la obtención de especias, aceites, maderas, etc. Muchas especies de estos géneros son apreciadas como ornamentales (Morales y Sarmiento, 2008).

Descripción: Hojas persistentes, simples, enteras, generalmente opuestas, provistas de glándulas aromáticas con consistencia coriácea muchas veces. Flores regulares,

bisexuales en inflorescencia tipo cima, sombrilla o racimo. Raras veces solitarias con estambres muy numerosos. Frutos generalmente en baya o en cápsula con 1 o 2 semillas (Morales y Sarmiento, 2008).

Adaptación: Se encuentra entre 1000 y 2200 msnm . Crece bien en suelos francos y franco arenosos (Tokura *et al.*, 1996).

Producción de semilla y propagación: Se propaga por semillas (Tokura *et al.*, 1996).

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

Nombre común: Leucaena

Usos potenciales: Planta rústica de rápido crecimiento que vegeta bien en multitud de situaciones, ideal para repoblar zonas marginales, ya que se va multiplicando ella sola con rapidez, llegando incluso a convertirse en una mala hierba. Se multiplica con facilidad por semillas. Es planta forrajera para ganado ovino. Produce vainas comestibles conocidas con el mismo nombre y sus semillas se usan en diversos platos (Morales y Sarmiento, 2008).

Descripción: Arbusto o árbol pequeño que alcanza entre 5 -10m de altura y su tronco principal puede tener un diámetro de 5-50cm. Familiar de las “dormideras”, tiene las hojas divididas en dos a lo que se le denomina bipinnadas. Las flores están organizadas en grupos en el ápice de las ramas y son de color crema –blanco. Sus frutos están en vainas en grupos entre 5 y 20; cada vaina puede tener entre 8 -18 semillas de forma aplanada y miden de 11-19 mm de largo y de 15-21mm de ancho (*Global Invasive Species Database*, Isgg 2007).

Adaptación: Se encuentra en los pisos bioclimáticos andino y subandino (Baptiste y Franco, 2007)

***Melicoccus bijugatus* Jacq.**

Nombre común: Mamoncillo

Usos potenciales: Es muy buen árbol melífero y polinífero. El fruto es comestible de sabor dulce y ácido y es usado para preparar cierta variedad de bebidas o para consumo directo. La raíz es tóxica y no se recomienda para uso medicinal. Es una especie maderable y ornamental. La semilla es fuente de aceite y es consumida en forma

cocinada en el Orinoco por indígenas como sustituto de la yuca (Morales y Sarmiento, 2008).

Descripción: Árbol frutal que crece hasta 30 metros de altura. Presenta hojas alternas y compuestas dispuestas en espiral. Flores unisexuales o polígamas en racimos, pequeñas, verduzcas. Frutos drupa globosa con mesocarpio blanco, amarillento o rosado con cáscara verde de sabor agradable. Semillas: 1-2 semillas. Corteza lisa de color rojo parda o gris (Morales y Sarmiento, 2008).

Adaptación: Crece en elevaciones bajas a medianas hasta los 1000 msnm, con climas secos o húmedos con precipitaciones de 750 a 2500 mm y requiere una estación seca marcada para florecer y producir de manera satisfactoria. Puede tolerar heladas. Crece en una amplia variedad de suelos, pero prefiere suelos profundos, fértiles, de origen calcáreo. Prospera incluso en suelos empobrecidos, tanto que se ha utilizado en Colombia para recuperación de suelos degradados (Morales y Sarmiento, 2008).

***Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. 1844**

Nombre común: Chiminango

Usos potenciales: Especie multipropósito para zonas áridas y semiáridas. Usos: árboles en linderos, árboles de sombra en cafetales o dispersos en pastizales (Filipinas). Se le cultiva en el huerto familiar (Puebla) y en el monte alto. Ornamental, barreras rompevientos y para recuperación de terrenos. Las vainas, ramillas y hojas se usan como forraje en época de secas para el ganado bovino, caballar, ovino y caprino. El residuo de la semilla (una vez extraído el aceite) es rico en proteínas (30 %) y lo consume el ganado. Tiene una gran cantidad de espinas. de igual manera es una especie altamente melífera (Arriaga *et al.*, 1994).

Descripción: Es una especie nativa de Colombia según el Jardín Botánico Eloy Valenzuela de Floridablanca. La planta alcanza los 20 m de alto. El tronco mide 75 cm de diámetro, es torcido, espinoso y su corteza es un poco escamosa. Las hojas miden entre los 3 y los 7 cm de largo, son compuestas, dispuestas en forma alterna en su estado juvenil y, al madurar, en fascículos, tienen espinas en su base, sus peciolos son largos, bipinnadas y cada pinna está conformada por dos folíolos, su base es desigual, su borde es entero y sus extremos tienen forma redonda. Presentan un par de espinas de origen estipular y nectarios donde se unen sus folíolos (Mahecha *et al.*, 2004).

Las flores son de color blanco, miden 1 cm de largo, tienen vellos, son fragantes, poseen varios estambres y están dispuestas en inflorescencias en forma de racimos terminales. El fruto es una legumbre alargada, mide entre los 10 y los 20 cm de largo por 1 cm de ancho, se retuerce al madurar y se abre por sí solo, tiene tonalidades entre rosadas y

marrones, y contiene entre 5 a 12 semillas. Las semillas son de color negro, lustrosas y un poco aplanadas, miden 8 mm de largo por 3 mm de ancho, están cubiertas por una capa de color blanco, de consistencia más o menos seca, arenosa y sutilmente dulce, se unen al fruto por un cordón (Mahecha *et al.*, 2004).

Adaptación: Crece entre los 0 y los 1500 msnm (Mahecha *et al.* 2004). Prospera en terrenos planos u ondulados. Es frecuente a la orilla de cauces de arroyos temporales, de carreteras y avenidas y en las viviendas. Crece en una amplia variedad de condiciones climáticas. Clima entre tropical y subtropical, con precipitaciones de 450 a 1,650 mm. Suelos: somero, pobre, pedregosos (basalto), negro-rocoso, aluvial, arenoso, calizo-rocoso, amarillo-arenoso profundo, café-grisáceo, litosol, arcilla negra, eriales de todo tipo (Arriaga *et al.*, 1994).

Establecimiento: El tiempo en que alcanza la talla óptima para su trasplante es de 4 meses. Tolera bien el corte o poda (Arriaga *et al.*, 1994).

Producción de semilla y propagación: Se puede usar siembra directa o plantas a raíz desnuda, pero en áreas secas dan mejor resultado las plantitas cultivadas en bolsas. Se suelen plantar como árboles solitarios como ornamentales o en carreteras y para establecimiento de setos se planta a espaciamientos cerrados. A nivel experimental se ha plantado en Guatemala y Honduras, a densidades de 2500 árboles/ha. (Arriaga *et al.*, 1994).

***Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth.**

Nombre común: samán, campano, carito, genizaro, guango, cenicero entre otros.

Usos potenciales: Las vainas son un importante suplemento como forraje para el ganado durante la estación seca. El uso de vainas como suplemento de forraje ha mostrado incrementar la producción de leche y ganancia en peso en vacas de doble propósito. Las vainas molidas o enteras, como suplemento de hasta un 30% de la dieta, proporcionan un aumento significativo en la producción de leche de vacas, típicamente 0.5-1.0 litros/día (Herrera, 1997).

La madera es de alta calidad para muchos propósitos, y también proporciona leña y carbón de calidad. Las hojas son relativamente no palatables por lo que no se usan como forraje a pesar de su elevado valor nutritivo y digestibilidad. Las flores también atraen abejas y son una buena fuente de néctar para la producción de miel.

Descripción: Árbol que alcanza una altura hasta de 40 metros y 1.5 metros de diámetro. Tronco cilíndrico, corto, recto y grueso. Se ramifica a poca altura para formar una copa

amplia y extendida. Corteza externa de color pardo e interna de color rosado a castaño claro que exuda una resina amarga. Hojas alternas, compuestas, bipinadas, con glándulas en el raquis y entre los foliolos. Hojas de color blanco rosado con estambres numerosos y largos dispuestas en umbelas axilares o terminales. El fruto es una legumbre que contiene semillas dulces comestibles (Herrera, 1997).

Adaptación: Crece en la formación vegetal bosque seco tropical en suelos donde el nivel freático es muy alto y generalmente asociado con especies como *Ceiba pentandra*, *Cassia grandis* y *Pouteria* sp. Es una especie pionera, que coloniza claros y campos abandonados. Crece mejor con precipitaciones por encima de 1000 mm y altitudes por debajo de 500 msnm. Aunque tolera arcillas pesadas (vertisoles) y suelos infértiles, crece mejor en suelos aluviales, fértiles y neutros a moderadamente ácidos. Igualmente prefiere buen drenaje pero tolera suelos estacionalmente inundados (Herrera, 1997).

Establecimiento: Los árboles se plantan normalmente a espaciamientos amplios en pasturas, 20 o 30 m aparte, dando densidades de tan solo 10-20 árboles/ ha. Esto promueve un rápido crecimiento en diámetro y el desarrollo de una copa extensa para maximizar la sombra y la producción de vainas (Herrera, 1997).

Producción de semilla y propagación: Las vainas pueden recolectarse del árbol cuando se vuelven marrón oscuras, o del suelo (si se ha excluido el ganado). Se deben secar a la sombra sobre mallas o lonas por un día. No se abren de modo natural por lo que hay que aplastarlas y cribarlas para separar las semillas de la cáscara de las vainas. La pulpa pegajosa que está adherida a las semillas puede eliminarse bajo agua corriente, y después se deben secar las semillas de nuevo al sol por 3-4 horas. Las semillas son ortodoxas y pueden mantenerse por varios años bajo condiciones menores al 10% humedad, 4°C y en contenedores herméticos (Herrera, 1997).

Las plántulas crecen mejor en bolsas grandes (10x20 cm), y deben mantenerse bajo sombra parcial por 2-4 semanas después de la germinación. Normalmente necesitan 3-5 semanas para producir plántulas de 20-30 cm de alto. No requieren inoculación con *Rhizobium* para fijación de nitrógeno, y muestran una nodulación efectiva (Herrera, 1997).

***Vachellia farnesiana* L.**

Nombre común: Romerillo, Espino

Usos potenciales: Las hojas, vainas, flores y vástagos se emplean como forraje para ganado vacuno y caprino, especialmente durante el invierno. El follaje y la corteza tienen un olor desagradable y se dice que pasa un mal sabor a la leche. Debido a su altura es necesario hacer cortes de rama (podas) para su máximo aprovechamiento. De igual manera es una especie melífera (Arriaga *et al.*, 1994).

Descripción: Árbol o arbusto, perennifolio, de 1 a 2 m de altura la forma arbustiva y de 3 a 10 m la forma arbórea, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 40 cm. Hojas plumosas, alternas, frecuentemente aglomeradas en las axilas de cada par de espinas, bipinnadas, de 2 a 8 cm de largo incluyendo el pecíolo, con 2 a 7 pares de folíolos primarios opuestos y 10 a 25 pares de folíolos secundarios. Tronco corto y delgado, bien definido o ramificado desde la base con numerosos tallos. Corteza externa lisa cuando joven y fisurada cuando vieja, gris plumiza a gris parda oscura, con lenticelas dispuestas en líneas transversales. Flores en cabezuelas de color amarillo, originadas en las axilas de las espinas, solitarias o en grupos de 2 a 3, perfumadas, de 5 mm de largo; cáliz verde, campanulado, papiráceo de 1.8 mm de largo; corola amarillenta o verdosa, de 2.3 mm de largo. Produce vainas moreno rojizas, semiduras, subcilíndricas, solitarias o agrupadas en las axilas de las espinas, de 2 a 10 cm de largo, terminadas en una punta aguda, valvas coriáceas, fuertes y lisas, tardíamente dehiscentes. Permanecen en el árbol después de madurar. Semillas reniformes, de 6 a 8 mm de largo, pardo-amarillentas. La testa de la semilla impermeable al agua (Arriaga *et al.*, 1994).

Adaptación: Por lo general se desarrolla a orilla de caminos, arroyos, parcelas abandonadas, terrenos con disturbio. Se le encuentra donde predominan climas cálidos y semicálidos, en regiones que tienen hasta 900 mm de precipitación anual y temperaturas máximas de 30 °C. Prospera en una gran variedad de suelos desde muy arcillosos hasta muy arenosos (Arriaga *et al.*, 1994).

Producción de semilla y propagación: Por medio de estacas es el método más frecuente para su cultivo y empleo en cercas vivas. Puede hacerse también por mecanismos sexuales a través de la siembra de semillas (Arriaga *et al.*, 1994).

Calliandra sp.

Nombre común: Carbonero, quiebrabajacho

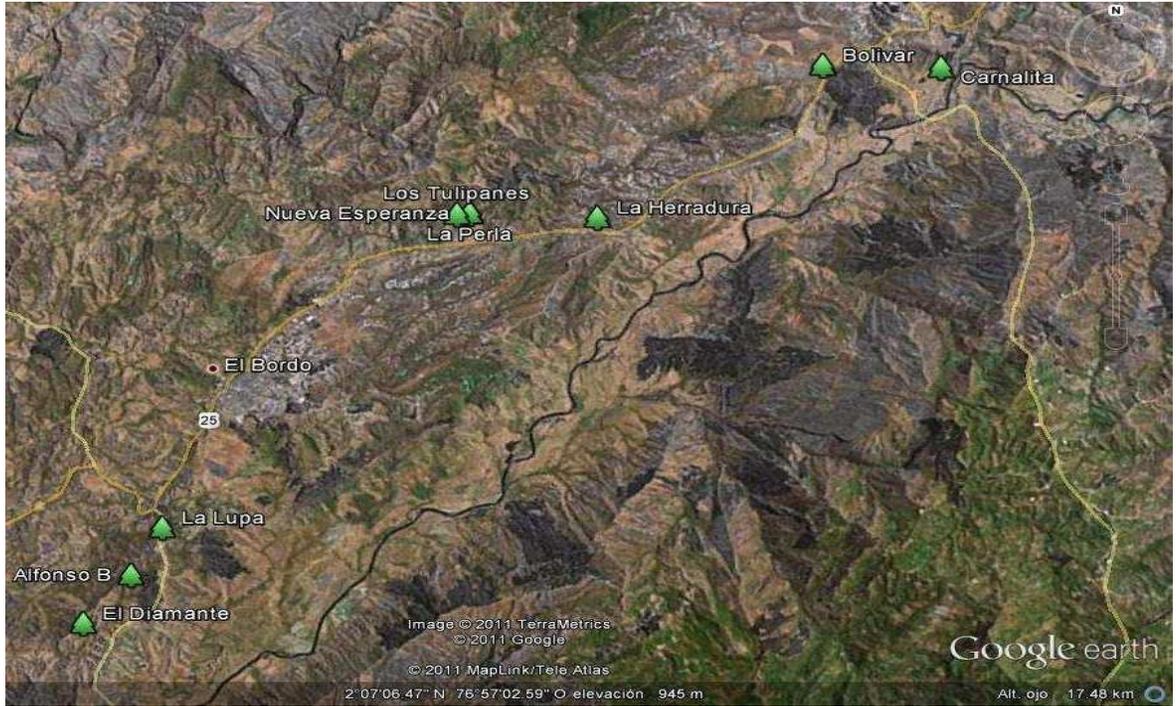
Usos potenciales: Es una planta con uso ornamental, su madera se utiliza en la fabricación de postes para cercas, mangos de herramientas. También es una planta bioindicadora de terrenos sueltos o removidos; se usa como cerca viva, para sombrío y protección de corrientes de agua en márgenes de ríos y quebradas según el Jardín Botánico Universidad de Caldas (Manizales), el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín y el Jardín Botánico Universidad Tecnológica de Pereira.

Descripción: Es una especie nativa de Colombia según el Jardín Botánico Universidad de Caldas (Manizales).

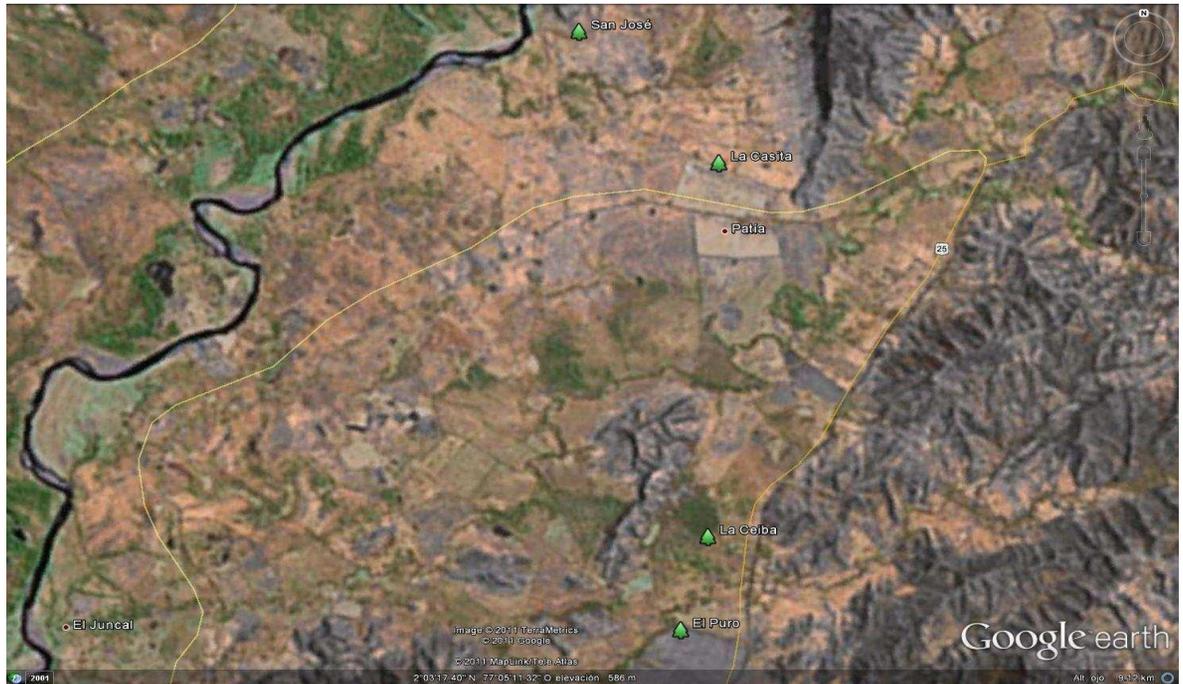
Adaptación: Se distribuye en los Trópicos (Caldas 1979), encontrándose desde el nivel del mar hasta los 1800 m de altitud (Mahecha *et al.* 2004, Tokura *et al.* 1996). Crece bien en suelos livianos a extremadamente ácidos, bien drenados (Tokura *et al.* 1996).

ANEXO D. MAPAS DE LAS ZONAS ESTUDIADAS

ZONA 1



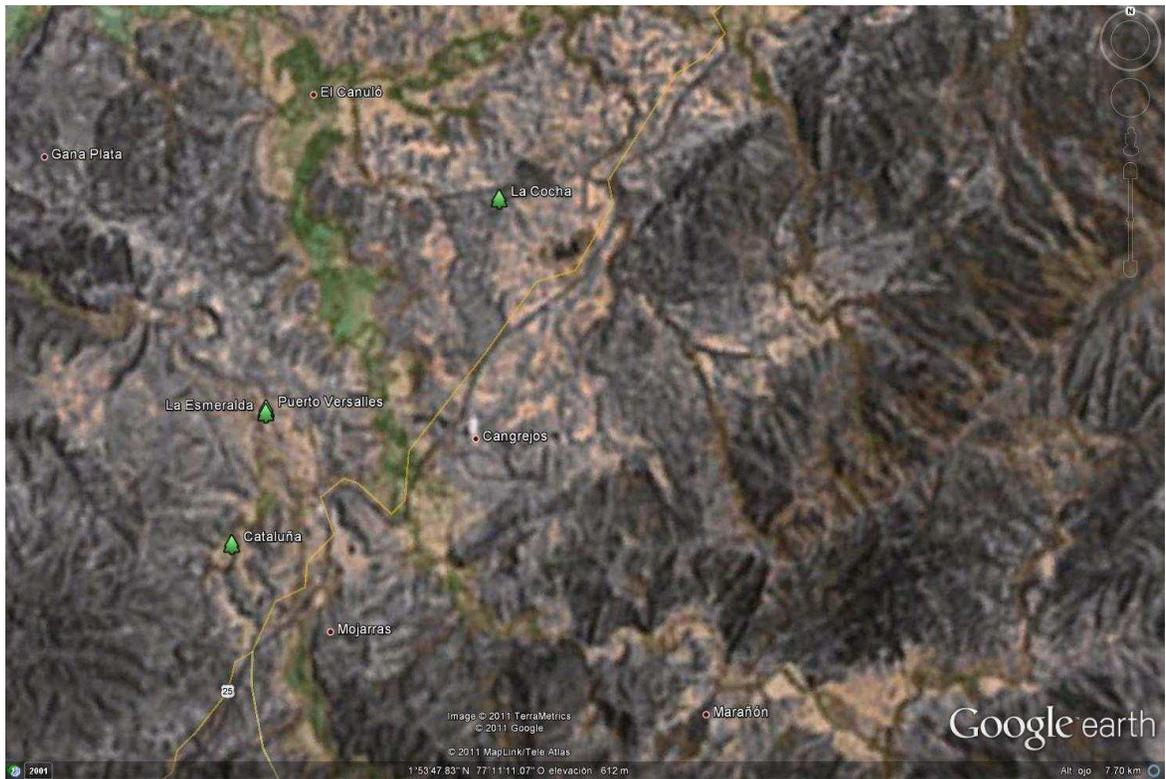
ZONA 2



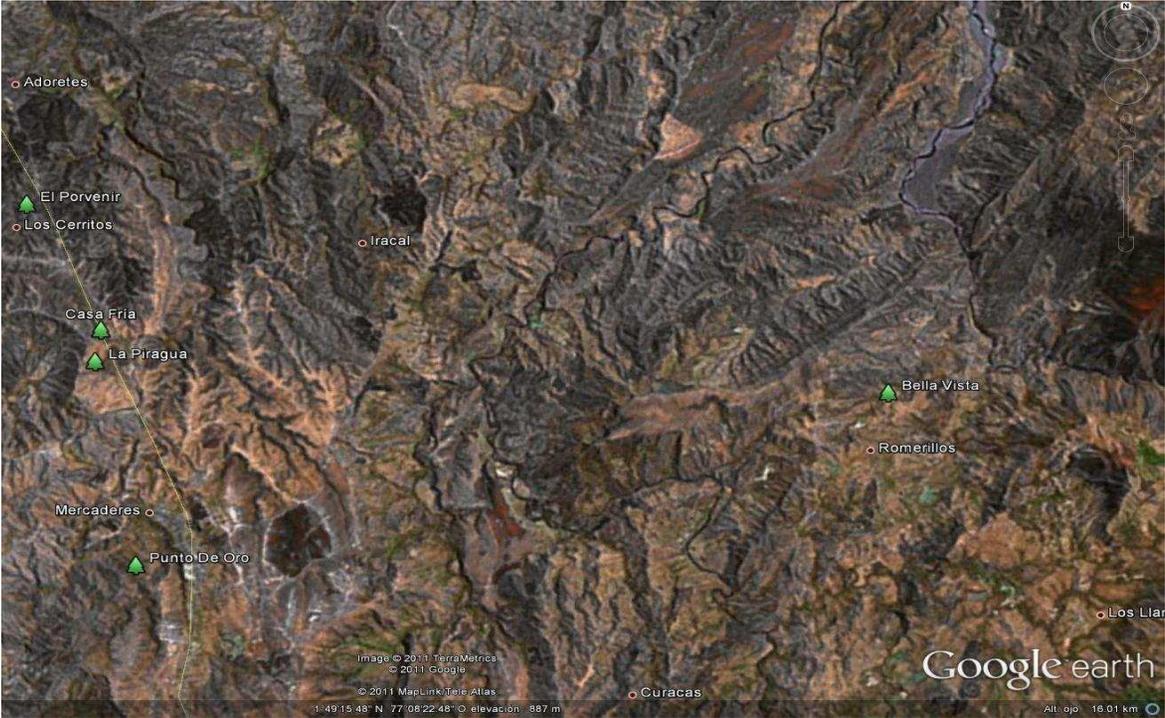
ZONA 3



ZONA 4



ZONA 5



**ANEXO E. ESPECIES REGISTRADAS EN LOS BANCOS DE GERMOPLASMA *in situ*
POR ZONAS**

Especies	Zona 1						
	Carnalita	Bolivar	Nueva Esperanza	La Perla	Los Tulipanes	La Herradura	La Lupa
Mataraton	X	X	X	X	X	X	X
Leucaena	X			X			
Guacimo	X	X		X	X	X	X
Cañafistula	X			X	X		X
Mortiño	X						
Nacedero	X	X	X	X	X	X	
Resucitado	X						
Boton de oro	X			X			
Guamo			X				
Guayabo		X	X		X		
Carbonero		X	X		X	X	
Ciruelo			X				
Gualanday		X	X				
Juan blanco		X	X		X		X
Mango		X		X	X		X

Especies	Zona 2				
	El Diamante	San Jose	Alfonso B	La Casita	La Ceiba
Mataraton	X		X	X	X
Leucaena					X
Guacimo	X	X	X	X	X
Cañafistula		X	X	X	X
Mortiño					
Nacedero	X			X	X
Resucitado					X
Botón de oro			X		
Guamo					
Guayabo		X			X
Carbonero	X				X
Ciruelo					
Gualanday	X				X
Juan Blanco					X
Mango	X	X		X	X
Chiminango	X	X		X	
Puro		X		X	X
Saman		X	X		X
Payande		X		X	
Uña de gato			X		
Chucho					X
Flor amarilla					X

	Zona 3									
Especies	El Puro	La Margarita	Carbonero	El Cultivo	Costarica	Chiminango	La Haiba	Los Limones	Calavenas	Guayabal
Mataraton	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Leucaena	X								X	
Guacimo	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Cañafistula		X	X		X	X	X	X		X
Mortiño										
Nacedero	X				X	X	X	X		X
Resucitado			X							
Boton de oro										
Guamo										
Guayabo	X		X			X				
Carbonero	X	X	X							
Ciruelo										
Gualanday		X								
Juan blanco										
Mango	X				X	X	X			
Chiminango	X	X			X	X	X	X		X
Puro	X	X	X	X	X	X	X	X		
Saman		X	X		X	X				
Payande		X					X	X		
Uña de gato	X	X	X			X				
Chucho										
Flor amarilla										
Mamoncillo			X							

	Zona 4				
Especies	El Guasimo	Villa Luz	La Cocha	La Esmeralda	Cataluña
Mataraton	X	X	X	X	X
Leucaena				X	X
Guacimo	X	X	X	X	X
Cañafistula		X	X		
Mortiño					
Nacedero		X	X	X	X
Resucitado					
Boton de oro					
Guamo					
Guayabo		X	X		
Carbonero				X	X
Ciruelo					
Gualanday					
Juan blanco		X			
Mango			X	X	X
Chiminango					
Puro	X		X		

Zona 4					
Especies	El Guasimo	Villa Luz	La Cocha	La Esmeralda	Cataluña
Saman		X	X	X	X
Payande			X	X	
Uña de gato					
Chucho					
Flor amarilla			X		
Mamonsillo			X	X	
Ovo			X	X	X
Mosquerillo				X	X
Naranja					X
Pendo					X
Romerillo					X

Zona 5					
Especies	El Porvenir	Casa Fría	La Piragua	Bella Vista	Punto de Oro
Mataraton	X	X	X	X	X
Leucaena		X	X	X	X
Guacimo	X	X	X	X	X
Cañafistula	X		X	X	
Mortiño					
Nacadero	X	X		X	X
Resucitado			X		
Boton de oro	X			X	X
Guamo	X				
Guayabo		X			
Carbonero	X				
Ciruelo					
Gualanday		X			X
Juan blanco					
Mango		X			
Chiminango	X				X
Puro				X	
Saman	X	X		X	X
Payande	X			X	
Uña de gato		X			
Chucho					
Flor amarilla					
Mamoncillo	X				
Ovo					
Mosquerillo		X		X	
Naranja					
Pendo	X	X			
Romerillo					
Guandul					X