

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

ALBERT ARLEY TOMBÉ SOLARTE
DENIS ANTONIO ARBOLEDA SUAREZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2010

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

ALBERT ARLEY TOMBÉ SOLARTE
DENIS ANTONIO ARBOLEDA SUAREZ

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

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

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2010

Nota de aceptación:

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

Directora trabajo de grado
SANDRA MORALES M. Sc.

Director trabajo de grado
NELSON VIVAS QUILA M. Sc.

Firma del jurado
FREDY JAVIER LÓPEZ

Firma del jurado
ROMAN OSPINA M.

Popayán, 6 de septiembre de 2010.

AGRADECIMIENTOS

Sinceros agradecimientos a nuestros padres por su apoyo constante e incondicional en nuestras vidas.

A Jorge y Genaro Solarte, a Juan Camilo en memoria.

A Lenny Navia por su motivación permanente durante la realización de este trabajo

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

A los profesores Román Ospina y Fredy Javier López por aceptar ser los jurados de este trabajo.

Al profesor Bernardo Ramírez por su colaboración en el proceso de clasificación taxonómica de los materiales colectados en la zona de estudio.

A todos y cada uno que de alguna manera contribuyeron con el suministro de información necesaria para el desarrollo y culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. MARCO TEÓRICO	13
1.1 LA GANADERÍA EN EL TRÓPICO ALTO	13
1.2 FORRAJES, CALIDAD NUTRICIONAL Y PRODUCCIÓN BOVINA	14
1.3 LOS SISTEMAS AGROFORESTALES, UNA ESTRATEGIA PARA LA PRODUCCIÓN GANADERA	17
1.3.1 Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero utilizables en sistemas agroforestales	18
1.4 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS TROPICALES PARA LA ALIMENTACIÓN BOVINA	19
1.5 ESPECIES FORRAJERAS ARBOREAS NO CONVENCIONALES	22
1.6 ANTECEDENTES	24
2. MÉTODOS	28
2.1 LOCALIZACIÓN	29
2.2 METODOLOGÍA	29
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32

3.1 ESPECIES ARBOREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL FORRAJERO IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO	32
3.1.1 Frecuencia de Familias	33
3.1.2 Frecuencia de especies	34
3.1.3 Similitud entre especies registradas	39
3.1.4 Riqueza de especies por municipios	40
3.1.5 Aspectos reproductivos de las especies registradas	42
3.1.6 Frecuencia de uso	43
3.2 ALTERNATIVAS PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS ESPECIES ARBOREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL FORRAJERO EN LA REGIÓN	47
3.2.1 Arreglos silvopastoriles propuestos	49
3.3 CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA RECOLECTADO	59
3.3.1 Conservación in situ	59
3.3.2 Conservación ex situ	60
4. CONCLUSIONES.	62
5. RECOMENDACIONES.	64
BIBLIOGRAFÍA.	65
ANEXOS	73

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Arbustos y árboles forrajeros con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles en zonas tropicales	18
Cuadro 2. Árboles forrajeros no leguminosos como fuente de follaje	23
Cuadro 3. Especies utilizadas en los sistemas silvopastoriles de ganaderías extensivas	25
Cuadro 4. Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en el trópico alto del departamento del cauca	32
Cuadro 5. Especies arbóreas y arbustivas no forrajeras con potencial para uso en Sistemas Silvopastoriles en el trópico alto del Departamento del Cauca	35
Cuadro 6. Usos recomendados para las especies registradas en la zona	48
Cuadro 7. Usos recomendados para las especies sin potencial forrajero registradas en la zona	49
Cuadro 8. Especies recomendadas para cercas vivas en la zona de estudio	50
Cuadro 9. Especies recomendadas para uso en potreros	55

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio.	28
Figura 2. Frecuencia de familias arbóreas y arbustivas registradas en la zona de estudio	34
Figura 3. Frecuencia de especies arbóreas y arbustivas registradas en la zona de estudio	35
Figura 4. Frecuencia de especies registradas en el municipio de Silvia	36
Figura 5. Frecuencia de especies registradas en el municipio de Totoró	37
Figura 6. Frecuencia de especies registradas en el municipio de Puracé	38
Figura 7. Frecuencia de especies registradas en el municipio de Sotará.	38
Figura 8. Dendograma de similitud entre especies	39
Figura 9. Riqueza de especies registradas por municipios	40
Figura 10. Dendograma de similitud entre localidades	41
Figura 11. Dendograma de similitud de especies por altura de registros	42
Figura 12. Porcentaje de especies con reproducción sexual y asexual por localidades	43
Figura 13. Frecuencia de uso	44
Figura 14. Ejemplos de cercas vivas encontradas en el área de estudio	45
Figura 15. Dendograma de similitud de usos por municipios	46
Figura 16. Esquema horizontal para la implementación de un cerco vivo	51
Figura 17. Esquema vertical de un arreglo Urapan - Aliso - Lechero	51

Figura 18. Esquema vertical de un arreglo Sauce - Galvis	52
Figura 19. Esquema en planta y perfil de una pastura bajo un sistema de cortinas rompevientos	53
Figura 20. Asociación de Cajeto (<i>Delostoma integrifolium</i>) y Guarango (<i>Mimosa quitensis</i>) en pasturas de kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	54
Figura 21. Modelo para el establecimiento de setos de Mojuyo (<i>Verbesina sp</i>) y Morera (<i>Morus alba</i>) en zonas de 2000 a 2500 m.s.n.m.	55
Figura 22. Esquema de un arreglo Galvis - Guarango con curvas a nivel	57
Figura 23. Esquema de un arreglo Acacia - Aliso con curvas a nivel	57
Figura 24. Esquema de un arreglo Sauce - Aliso con curvas a nivel	58
Figura 25. Esquema de un arreglo Manzano - Majua	59
Figura 26. Georreferenciación- Banco de germoplasma <i>in situ</i>	60
Figura 27. Diseño espacial del banco de germoplasma <i>ex situ</i>	61

ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de encuesta estructurada	74
Anexo B 1. Sistematización de la información para el Municipio de Silvia	75
Anexo B 2. Sistematización de la información para el Municipio de Totoró	78
Anexo B 3. Sistematización de la información para el Municipio de Puracé	80
Anexo B 4. Sistematización de la información para el Municipio de Sotará	82
Anexo C1. Matriz de similaridad entre especies	84
Anexo C2. Matriz de similaridad entre sitios	85
Anexo C3. Matriz de similaridad de especies por altura de registro	86
Anexo C4. Matriz de similaridad de usos por municipios	87
Anexo D. Fichas técnicas de la línea base de especies arbóreas y arbustivas en el área de investigación	88
Anexo E. Ejemplos de algunos arreglos silvopastoriles encontrados en el área de estudio	112

RESUMEN

Dada la baja producción de forrajes de alta calidad y la problemática ambiental relacionada con la actividad ganadera a nivel regional, en el presente trabajo se presentan los resultados de una investigación realizada en sistemas de producción ganadera del trópico alto del Departamento del Cauca, entre los Municipios de Silvia, Totoró, Puracé y Sotaró. El trabajo tuvo como objetivo el establecimiento de una línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera potencialmente utilizables en sistemas de producción Bovina para zonas de clima frío, arrojando como resultado un total de 17 familias que en la actualidad están siendo usadas a través de diferentes arreglos. Además se identificaron 6 especies que a pesar de no tener potenciales para la alimentación bovina, actualmente son utilizadas a través de cercas o en potreros. La investigación se desarrollo a partir del reconocimiento y recolección de información primaria con ayuda de los productores de la zona, seguida de la sistematización y análisis para la identificación de aquellas especies con mayor aparición y uso. Del mismo modo, se estableció un banco de germoplasma *in situ* a partir de la georreferenciación de las especies encontradas y un banco *ex situ* en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca. A partir de la línea base establecida y con base en la información recolectada en campo a través de la observación directa y dialogo con los productores, al igual que información secundaria sobre el uso de algunas especies encontradas, se proponen una serie de diseños para su inclusión en los sistemas ganaderos a partir de modelos agroforestales. Así, los resultados encontrados se constituyen en una fuente de información para el diseño de sistemas de producción ganadera más eficientes en zonas de clima frío, a la vez que en la base para la formulación de futuras propuestas de investigación relacionadas con el campo de la agroforesteria en ecosistemas regionales.

PALABRAS CLAVES: árboles y arbustos forrajeros, trópico alto, ganadería, Cauca.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Agroforestales ofrecen una alternativa sostenible para aumentar la biodiversidad animal y vegetal aumentando los niveles de producción animal con reducida dependencia de los insumos externos. Con ellos se trata de aprovechar las ventajas de varios estratos de la vegetación y mejorar la dieta animal proporcionando una diversidad de alimentos que le permitan variar su dieta y aumentar su nivel de producción. Así, dentro de los recursos existentes pero poco estudiados en zonas de ladera del Departamento del Cauca, se encuentra todo el potencial arbóreo y arbustivo de especies nativas e introducidas, las cuales incorporadas como coberturas mediante prácticas agroforestales en los sistemas agrícolas y pecuarios regionales pueden ayudar a formular alternativas que modifiquen el paradigma actual de producción y por consiguiente evolucionar hacia modelos más sostenibles. En Colombia como lo expresa Uribe (1996) apenas se está generando el proceso de desarrollo, conocimiento y valoración científica de especies promisorias para sistemas de producción pecuaria tanto en función de productividad de biomasa como en su valor nutritivo.

Bajo este orden de ideas, dada la baja producción de forrajes de alta calidad y la problemática ambiental relacionada con los sistemas productivos regionales, en el presente trabajo de investigación se realizó la identificación de una línea base de especies forrajeras arbóreas y arbustivas con potencialidad desde el punto de vista nutricional, agronómico y su impacto ambiental en zonas de ladera de clima frío en el Departamento del Cauca, teniendo en cuenta aspectos no solamente biofísicos sino también aspectos económicos, sociales y culturales que permitan proyectar modelos de producción ganadera en el marco de la sostenibilidad. Para ello se identificaron y clasificaron taxonómicamente las especies arbóreas y arbustivas representativas con uso potencial en alimentación animal en la zona; se establecieron criterios para la selección y utilización de las especies vegetales representativas encontradas y se identificó un banco de germoplasma *In situ* y estableció uno *ex situ* con el fin de propagar las especies vegetales encontradas.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 LA GANADERÍA EN EL TRÓPICO ALTO

En Colombia el trópico alto comprende las zonas que están entre los 2000 a 3000 msnm, presentan características edafológicas que están dadas por un relieve que varía desde plano a ligeramente plano (pendiente de 0-3%), hasta escarpado a muy escarpado (pendiente mayor a 50%), lo cual supone grandes limitaciones en cuanto a productividad en los sistemas tradicionales de producción ganadera. El material parental es muy variable e incluye rocas de origen ígneo (diabasas, basaltos, granitos y andesitas), sedimentarias (areniscas) y metamórficas (esquistos y pizarras). Los suelos son principalmente Andepts, Tropepts y Orthents, con grados variables de evolución, profundidad efectiva, drenaje, erosión y fertilidad. Con pocas excepciones los suelos son ácidos, bajos en fósforo disponible y con alta capacidad para fijar este elemento, altos contenidos de materia orgánica y saturación de aluminio, bajos a medios en los contenidos de potasio, calcio, magnesio y en varias zonas con problemas de deficiencia de azufre, boro, zinc y molibdeno. En general la fertilidad varía de moderada a muy baja (Loteró, 1993).

De acuerdo con Cárdenas (2006), en esta zona predominan pastizales de *Pennisetum clandestinum* y también especies como falsa poa (*Holcus lanatus*), Oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), y en menor proporción especies de los géneros *Axonopus*, *Agrostis*, *Bromus*, *Paspalum*, *Calamagrostis* y *Trifolium*. Sin embargo, en años recientes se ha dado como alternativa la introducción de ryegrass (*Lolium spp*), como reemplazo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Si bien el mayor componente forrajero de los pastizales alto andinos en Colombia es el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), este presenta ciertas limitantes como su alta exigencia en agua y nitrógeno al igual que su alta susceptibilidad a heladas y recientemente un incremento en la incidencia del chinche de los pastos *Collaria scenica* (Barreto, 1999).

De igual manera, en esta ecorregión predomina la producción de ganado lechero, así Fedegan (1999) ha caracterizado diversos núcleos productores de leche en el país delimitando en la región alto andina (1800–3200 msnm) el Altiplano Norte de Antioquia, el Cordón de Ubaté- Chiquinquirá, la Sabana de Bogotá y las zonas altas de Nariño como las franjas lecheras más importantes del país, aportando el 34% de la producción nacional (Cárdenas, 2006). Estos sistemas de producción han basado la alimentación de sus animales en pasturas nativas, de baja producción y calidad nutricional, constituyéndose en un factor limitante para alcanzar aceptables niveles de producción (Cárdenas, 2006).

A nivel departamental la situación es similar con bajos rendimientos por unidad de área, demostrando en forma clara e indiscutible que la inmensa mayoría de los productores minifundistas en su mayoría aún no está adoptando innovaciones elementales de bajo costo a pesar de estar disponibles desde hace muchas décadas; lo anterior dada la escasez de recursos económicos que caracterizan las mayoría de las zonas rurales, sin embargo también juega un importante papel la falta de conocimientos, iniciativa y mentalidad que los extensionistas podrían y deberían proporcionarles. Es exactamente la no adopción de innovaciones como la agroforestería lo que está impidiendo que la gran mayoría de los productores incrementen los rendimientos de la producción ganadera (FAO, 1995).

1.2 FORRAJES, CALIDAD NUTRICIONAL Y PRODUCCIÓN BOVINA

En el trópico los sistemas de ganadería extensiva se caracterizan por una baja eficiencia en el uso de los suelos, adicional al deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, quemas, erosión, pérdida de biodiversidad, contaminación de fuentes hídricas y la inequidad en la distribución de los medios de producción que en países como Colombia alcanza un índice Gini¹ de 0.875 en torno a la distribución de la tierra (Robledo, 2009), aspectos que han hecho que la ganadería bovina sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica de los ecosistemas.

En el ámbito latinoamericano la producción ganadera vacuna tradicionalmente ha sido una de las principales actividades productivas del sector agropecuario, lo cual obedece en gran parte a la abundante dotación de sabanas y bosques con que cuenta la región, pero a su vez cuestionada por los profundos impactos que genera en los ecosistemas naturales. Desde el punto de vista socioeconómico es pertinente resaltar que en los sistemas ganaderos mixtos predominan los pequeños y medianos productores con recursos físicos, técnicos y financieros muy limitados y frecuentemente ubicados en áreas de producción marginales; bien sea por su ubicación geográfica o por la baja calidad de sus recursos productivos (Rivas y Holmann, 2002). Similarmente, 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

1 El Coeficiente de Gini es una medida de la desigualdad ideada por el estadístico italiano Corrado Gini. Normalmente se utiliza para medir la desigualdad de los ingresos, pero puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual.

del marco de la sustentabilidad económica y de la sostenibilidad ambiental (Mahecha, 2003). Según estadísticas del DANE, para el año 2004 el total de la superficie agropecuaria estimada fue de 51.138.467 has, donde el sector pecuario ocupó 38.682.587 has que corresponden al 75.64%. En este uso los pastos participaron con 30.452.969 has equivalentes al 78.73% de las cuales 70% es 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). Del total del hato nacional (22.364.679, año 2007), el 60% está dedicado a la producción de carne con el característico bajo rendimiento por unidad de área, 38% dedicado al doble propósito y 2% a la producción de leche (Fedegan, 2006).

Por otra parte, a nivel departamental 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% (12.922 predios, año 2007), 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 veintiuno del ranking nacional. Según el censo de predios y población bovina (Fedegan, 2007), para el área de estudio el hato bovino está constituido por 41.968 cabezas, de las cuales el 25% corresponde a crías, 22.1% a hembras y machos menores de 12 meses, 16.2 % a hembras y machos de 12 a 23 meses y 36.7 % a hembras y machos mayores de 36 meses, siendo los municipios de Argelia, Balboa, Buenos Aires, El Tambo, Mercaderes, Páez, Patía, Popayán, Puracé, Sotaró, Silvia, Timbío y Totoró (Agenda Interna del Cauca, 2006) los de importancia.

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 basado en información del IGAC 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 y en las cuales se albergan 245.000 reses. Producto de lo anterior, en los últimos años se ha incrementado la degradación de los ecosistemas naturales en zonas frágiles,

en especial los ubicados en zonas de páramos para luego establecer sistemas de ganadería extensiva

Al igual que en el resto de Latinoamérica, la oferta local de forrajes para la alimentación bovina se ha basado en unas pocas especies introducidas principalmente desde continentes como África, subvalorando los recursos genéticos que pueden ser empleados para mejorar y diversificar la oferta alimenticia de los animales. Vivas (1997), asegura que las praderas con dedicación a la producción de forrajes en zonas de clima medio son ocupadas principalmente por especies foráneas que en algunos casos son de baja adaptabilidad y/o de gran exigencia en nutrientes. Para el caso de zonas ubicadas en el trópico alto, la alimentación bovina se ha basado principalmente en pasturas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) solo o en asociación con trébol rojo (*Trifolium pratense*) y blanco (*T. repens*), Falsa poa (*Holcus lanatus*), Oloroso (*Anthoxanthum odoratum*), y en menor proporción especies de los géneros *Axonopus*, *Agrostis*, *Bromus*, *Paspalum*, *Calamagrostis* y *Trifolium*. Sin embargo, en años recientes se ha dado como alternativa la introducción de ryegrass (*Lolium spp*), como reemplazo del pasto kikuyo (Giraldo y Bolívar, 1999).

Tradicionalmente, los tipos de utilización de la tierra establecidos en Colombia y en muchos países de América Latina han menospreciado el recurso arbóreo y arbustivo aislándolos dentro de las funciones productivas y generadoras de servicios en los sistemas productivos agropecuarios (Planía y Rendón, 2009), siendo la investigación desarrollada en este campo en el ámbito ganadero muy escaso en las regiones de clima frío nacional y departamental, lo anterior dado el poco interés de instituciones e investigadores por la búsqueda de alternativas de producción más eficientes que involucren los componentes arbóreos. Por lo tanto, la ganadería bovina en Colombia amerita una mayor atención para encontrar verdaderos niveles de productividad y competitividad (Mahecha, 2003), además de vislumbrar alternativas que permitan mitigar y dar solución a los efectos medioambientales relacionados con el actual sistema de producción. En este sentido, el silvopastoreo es una alternativa dentro del marco de la agroforestería² que debería tener más acogida para hacer un uso racional y eficiente del agua, suelo y biodiversidad.

² Es una interdisciplina, también una tradición e innovación productiva y de conservación de la naturaleza, desarrollada principalmente por culturas agroforestales en tierras tropicales, donde existen formas de aprovechamiento y manejo de sistemas agroforestales en fincas y territorios comunitarios para obtener una producción biodiversa, libre de agroquímicos y duradera con predominio y desarrollo de saberes tradicionales y novedosos, fortalecimiento de la identidad cultural, interacciones ecológicas totales de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, aprovechamiento adecuado de recursos naturales, privilegio del trabajo humano, uso de tecnologías de bajo impacto ambiental y relaciones económicas y sociales de bienestar, equidad y justicia. (Ospina, 2003)

1.3 LOS SISTEMAS AGROFORESTALES, UNA ESTRATEGIA PARA LA PRODUCCIÓN GANADERA

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.

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. Según Botero y Russo citados por Álvarez (2002), la agroforestería desarrollada con árboles fijadores de nitrógeno (AFN) crea interacciones biológicas, ecológicas y económicas, las cuales pueden contribuir a lograr una producción sostenible. De igual manera los Sistemas Agroforestales se constituyen en sumideros y fijadores importantes de carbono (C); sin embargo, no han sido considerados en el pago de servicios ambientales debido entre otras razones a la ausencia de información cuantificada sobre su potencial de almacenamiento y fijación de este elemento. Por otro lado, existe gran potencial para manejar y recuperar áreas degradadas por sobrepastoreo mediante sistemas silvopastoriles. En ambos casos, el pago de servicios ambientales por fijación y almacenamiento de Carbono representa una alternativa para dar valor agregado a la producción, que podría tener un gran potencial e importancia para los productores (Galloway y Beer, citados por Avila *et al*, 2001).

Aunque el uso de sistemas agroforestales, en especial los relacionados con los sistemas ganaderos es una práctica de larga tradición en muchos países de América Latina (Camero *et al*, 2000), el interés académico por ellos es relativamente reciente y su estudio constituye una nueva disciplina que en los últimos años ha logrado avances significativos. Estos se relacionan con el desarrollo y conocimiento de una diversidad de opciones que involucran diferentes especie animales domésticas y silvestres con árboles en agroecosistemas secos/sub húmedos, húmedos y montañas tropicales, a través de sistemas Silvopastoriles y de corte/recolección y acarreo (Murgueitio *et al*, 1999); sin embargo, es necesario continuar con la investigación acerca de las bondades y ventajas del uso en el diseño de sistemas de producción bovina.

1.3.1 Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero utilizables en sistemas agroforestales. Las especies arbóreas con potencial forrajero no forman un grupo específico en términos de su clasificación botánica. Incluyen un número elevado de especies leñosas perennes que tienen potencial forrajero, ya sea por su follaje o por sus frutos (Gómez *et al*, citado por Ruso y Botero, 2005), 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. Algunas especies identificadas por Vivas (2003) dan cuenta del importante potencial en cuanto a diversidad de especies arbóreas y arbustivas con potencialidad para utilización en los sistemas ganaderos de clima medio del Departamento del Cauca a través de diversos usos como cercas vivas, bancos forrajeros, en callejones, en potreros, como maderables o frutales, barreras vivas o cortinas rompevientos. En otros trabajos de Botero y Ruso, (2005) se citan algunos autores como Argel y Maass, Benavides; Botero, Gómez *et al*, Ruso 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, lo cual no indica que necesariamente todas las leguminosas fijen nitrógeno. También se incluyen especies que sin ser leguminosas fijan nitrógeno atmosférico tal como *Alnus acuminata*, especie que se adapta muy bien en zonas ubicadas en el trópico alto (Cuadro 1).

Cuadro 1. 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 calothyrsus</i>	Caliandra	Mimosaceae
<i>Cassia moschata</i>	Cañofístolo	Caesalpinaceae
<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 argentea</i>	Cratilia	Papilionaceae
<i>Crescentia cujete</i>	Jícaro	Bignoniaceae
<i>Desmodium velutinum</i>	Desmodio	Papilionaceae
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Mimosaceae
<i>Erythrina berteriana</i>	Poró de cerca	Papilionaceae

Cuadro 1. (Continuación)

Arboles forrajeros	Nombre común	Familia
<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 arborea</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 basifera</i>	Ortiga	Urticaceae

Fuente: Botero y Russo, 2005.

Para el caso del Departamento del Cauca la CRC en el marco del Plan de Ordenación y Manejo de la Subcuenca Hidrográfica del Río Pisojé reporta algunas especies con potencial para utilización en sistemas ganaderos de clima frío como aliso (*Alnus acuminata*), chilco (*Baccharis latifolia*), nacedero (*Delostoma integrifolium*), encenillo (*Weinmannia pubescens*), angucho (*Bejaria mathewsii*), guarango (*Mimosa quitensis*), lechero (*Euphorbia laurifolia*) y galvis (*Senna pistacifolia*). 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 *Trichantera*, *Cratylia*, *Tithonia* e *Hibiscus* (Botero y Russo, 2005). De acuerdo con Rosales (1997) los inventarios superan las 200 especies solo en América Central, lo que demuestra una alta diversidad; no obstante, es poca la información que se referencia en torno al estudio y evaluación de especies arbóreas en clima frío. Si bien, 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. Esto refleja la falta de conocimiento e investigación sobre valor nutricional de la mayoría de árboles y arbustos forrajeros y destaca la necesidad de continuar con la investigación permanente que permita evaluar el verdadero potencial de estos materiales.

1.4 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORRAJERO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS TROPICALES PARA LA ALIMENTACIÓN BOVINA.

La caracterización del potencial forrajero de especies arbóreas es una línea de investigación altamente desarrollada y en permanente evolución. Son cada vez mayores los conocimientos disponibles para identificar hasta qué punto un follaje arbóreo satisface los requerimientos nutricionales de una especie animal, pero aun queda un largo camino por recorrer en este campo. Quizá valga la pena anotar que el potencial forrajero es un concepto que va más allá del valor nutritivo y que incluye al menos dos características adicionales: el consumo voluntario, como indicador preliminar de la respuesta animal, y la disponibilidad del material en forma suficiente y permanente (Polaina y Rendón, 2009).

Para que un árbol pueda ser considerado como forrajero es importante tener en cuenta que el contenido nutricional sea adecuado, que su consumo promueva cambios positivos en los parámetros productivos, que los niveles de metabolitos secundarios no afecten su consumo ni las actividades fisiológicas normales del animal, que sea tolerante a prácticas de manejo como poda y mantener una producción adecuada de biomasa (Sosa *et al*, 2004). De acuerdo con Gómez *et al* (2000), entre los puntos más importantes a tener en cuenta para considerar una especie potencial para uso en alimentación animal se debe tener en cuenta:

- Que 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.

- 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 (Murgueitio, 1999).
- 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 hayan sido evaluadas en dietas complejas en sistemas de producción con otros recursos tropicales para escala comercial o economías campesinas.
- 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.

Un aspecto importante a considerar en el uso de especies arbóreas en alimentación animal es la presencia de metabolitos secundarios como los fenoles y compuestos fenólicos como los taninos, los cuales al ser consumidos se relacionan con respuestas como toxicidad potencial, reducción en la palatabilidad y digestibilidad y efectos adversos sobre la respuesta animal entre otros (Carmona,2007).

1.5 ESPECIES FORRAJERAS ARBÓREAS NO CONVENCIONALES

Dentro de las familias de árboles con potenciales se encuentran las leguminosas que forman un grupo primitivo de más de 18.000 especies . En esta familia se encuentran tres subfamilias: *Mimosáceas*, *Cesalpináceas* y *Papilionáceas*, con diferencias específicas entre ellas. De acuerdo con Gómez *et al* (2002), en las tres se encuentran 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 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.
- Activan el ciclaje de nutrientes mediante la deposición de hojarasca, su descomposición, y la extracción de nutrientes de las capas profundas.
Del mismo modo existen otras especies de plantas no leguminosas con alto potencial para ser usadas como forraje, integradas a sistemas productivos. En estas se han identificado más de 40 familias botánicas en África, Asia y América Latina (Cuadro 2)

Cuadro 2. Fuente de follajes no leguminosos.

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Adaptación	Observaciones
Acanthaceae	Trichanthera gigantea	Nacedero, Quebrabarrigo	Tropical, húmedo y seco. 0 - 2,000 msnm. 600 - 8,000 mm/año	Asociado a generación agua en microcuencas, medicinal
Urticáceas	Urera Bassífera	Pringamosa, Ortiga	Tropical, húmedo. 1,000-1,800 msnm. 1.000-4,000 mm/año	Medicinal, consumo humano, microcuencas, necesita sombrío
Compositae	Thitonia diversifolia	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	Hibiscus rosacinnensis	San Joaquín, Pinocho	Tropical, húmedo. Clima medio.	Melífera, barreras control de erosión
Ulmaceae	Guazuma ulmifolia	Guásimo	Tropical seco. 0- 1,000 msnm. 500 - 2,000 mm/año	Piroresistente, propagación espontánea en potreros rápido crecimiento
Betulaceae	Alnus acuminata	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	Spondias mombin	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.

Dentro de otros árboles y arbustos no leguminosos que pueden ser utilizados por la producción de frutos CIPAV citado por Gómez *et al* (2002) ha reportado 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 hataua*, *Oenocarpus sp*, *Syagrus zancona*, *Maurítia flexsuosa* y *Bactris sp*.

1.6 ANTECEDENTES

En la actualidad aún es incipiente el aporte de las instituciones educativas y de investigación, profesionales, técnicos, ONGS, y organizaciones de base de la región del Suroccidente colombiano en la construcción de la base conceptual y metodológica de la agroforestería como disciplina y modalidad de uso del suelo (Ospina, 2003). No obstante, 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. Murgueitio (2001) plantea que para nuestro país se pueden diferenciar cinco grupos de sistemas agroforestales para la producción pecuaria que se resumen en:

- Sistemas silvopastoriles en ganadería extensiva.
- Plantaciones forestales con pastoreo de ganado.
- Cercos vivos, barreras contra el viento, linderos arborizados, corredores biológicos y espacios para el sombrío de animales.
- Sistemas silvopastoriles con uso de la sucesión vegetal dirigida.
- Nuevos sistemas para ganadería intensiva y otras especies animales: sistemas silvopastoriles de alta densidad arbórea, sistemas de corte y acarreo.

La primera categoría se ubica principalmente en algunas regiones de la frontera de la selva húmeda de la Amazonia y el Pacífico colombiano, encontrando especies 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*. 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).

Respecto a las plantaciones forestales con pastoreo de ganado, Sánchez (1996) ha identificado algunas especies 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 en la tercera categoría la importancia de cercos vivos ha sido destacada por varios autores de la región para los diferentes sistemas agroforestales (Montagnini *et al*, 1992) y en particular para la ganadería (Simón, 1996). 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).

Los sistemas silvopastoriles con uso de la sucesión vegetal dirigida que hace referencia a la abolición de formas indiscriminadas de eliminar las plantas que aparecen invadiendo (recuperando) las praderas como quemas, deshieras mecánicas y aplicación generalizada de herbicidas. Algunos trabajos realizados en el país reportan la identificación de varias especies dentro de esta clase.

Cuadro 3. Especies utilizadas en los sistemas silvopastoriles de ganaderías extensivas.

Especie	Usos	Autores
<i>Prosopis juliflora</i>	Frutos para rumiantes equinos, madera para cercos, miel de abejas	Mahecha L 1998, Ramírez 1997, Santos <i>et al</i> 1996.
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Frutos y follaje para animales, madera para leña.	Giraldo L 1998, Roncallo <i>et al</i> 1996.
<i>Albizzia (Pithecellobium) saman</i>	Frutos y follaje, sombrío.	Roncallo <i>et al</i> 1996.
<i>Pithecellobium dulce</i>	Frutos y follajes para animales, madera para leña.	Galindo W 1999.
<i>Attalea butyracea, Acrocomia aculeata</i>	Frutos para ganado cerdos y conejos, hojas para techos, tronco para cercos y corrales	Roncallo <i>et al</i> 1996, Ocampo A y Cardozo A 1997.
<i>Enterolobium cyclocarpum, Crescentia cujete, Senna atomaria, Chrysophyllum caimito, Libidibia coriaria, Poponax tortuosa, Platymiscium pinnatum</i>	Frutos para bovinos, ovinos y caprinos, apriscos, corrales, leña.	Roncallo <i>et al</i> 1996.

Cuadro 3. (Continuación)

Especie	Usos	Autores
<i>Abatia parviflora</i> , <i>Lippia hirsuta</i> , <i>Buddleja bullata</i> , <i>Escallonia paniculata</i> , <i>Juglans neotropica</i>	Madera (varas) para construcción y cercos, madera para muebles, leña.	Loterio J 1999.
<i>Alnus acuminata</i> , <i>Juglans neotropica</i> , <i>Freziera sp</i> , <i>Meriania sp</i> , <i>Weinmannia sp</i> , <i>Buddleja sp</i> , <i>Ardisia sp</i> , <i>Tibouchina sp</i> .	Madera para postes, construcción y muebles.	David A. 1994.
<i>Montanoa quadrangularis</i>	Madera para casas, corrales y cercos.	Calle Z 1999.

Fuente: Agroforestería Pecuaria en América Latina, Fundación CIPAV, Cali, Colombia, 1999.

Finalmente, en los nuevos sistemas para ganadería intensiva, especies como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Cratylia argétea*, *Thitonia diversifolia*, *Erythrina fusca*. *Alnus acuminata*, *Acacia decurrens*, estas dos últimas para zonas de alta montaña (>2.000 msnm) 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*, *Erythrina (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 calothyrsus* 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 viene desarrollando el proyecto titulado Aumento de la Productividad, Competitividad y Sostenibilidad de Sistemas de Pequeños y Medianos Productores de Carne en la Cuenca del Patía y Meseta de Popayán. En el marco de las investigaciones desarrolladas producto del proyecto en mención, durante el año 2008 se adelantó la identificación de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en el Peniplano de Popayán dando como resultado importantes aportes para el diseño de sistemas de de producción bovina.

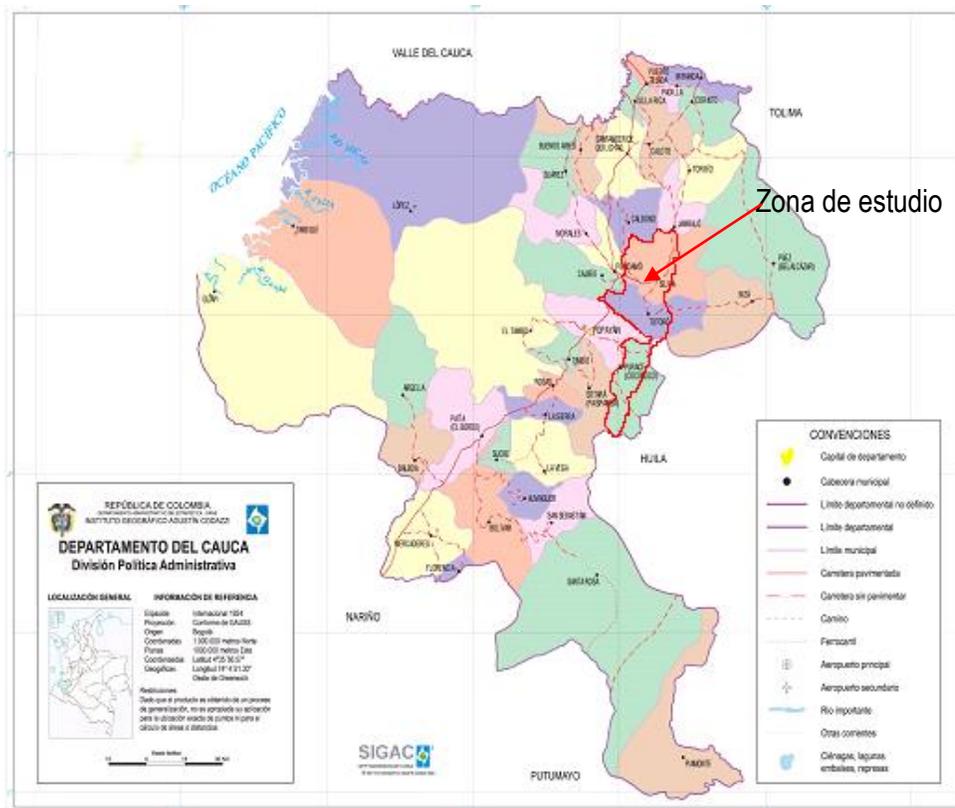
En este sentido, Polanía y Rendón (2009) identificaron 28 especies que pueden ser utilizadas en arreglos agroforestales, de las cuales se destacan por su frecuencia *Trichantera gigantea*, *Tithonia diversifolia*, *Hibiscus sinensis*, *Malvaviscus arboreus*, *Boehmeria nivea* y *Erythrina edulis*; dada la adaptabilidad que muestran a las condiciones agroclimáticas de la región.

2. MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

La zona de estudio está localizada en la Vertiente Occidental de la Cordillera Central, entre los Municipios de Silvia, Totoró, Puracé y Sotará; Departamento del Cauca caracterizados por su ubicación en el piso térmico frío (figura 1).

Figura 1. Mapa de Localización de la zona de estudio.



Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario, 2005

El Municipio, de Silvia se ubica sobre los 2500 msnm, Totoró sobre los 2600 msnm, Puracé sobre los 2400 msnm y Sotará sobre los 2450 msnm respectivamente, con una concentración del 5% de la población total del Departamento y un índice superior al 50% de necesidades básicas insatisfechas de acuerdo al censo del año 2005 (ICA 2005).

Algunos estudios realizados por la Secretaria de Planeación Departamental de la Gobernación del Cauca reportan que en la zona oriental del departamento a la cual pertenece el área de investigación el 0.21% de los propietarios concentran el 33.11% del suelo, lo cual deja ver el conflicto en cuanto tenencia de la tierra, implicando un uso inadecuado y sobreexplotación de las áreas dedicadas a la ganadería por parte de los pequeños propietarios por el hecho de contar con pequeñas extensiones ubicadas en zonas de ladera, lo cual no exceptúa que en aquellos lugares donde hay concentración de la propiedad territorial se tenga un uso inadecuado del suelo.

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

- Deben ser muestras fértiles (hojas, flores, fruto) con una longitud de 30cm.
- Contar con materiales como papel periódico, alcohol al 70%, bolsas plásticas y tijeras de podar.

- En campo, se dobla por la mitad la hoja de papel periódico y se ubica sobre una mitad cada muestra colectada. Posteriormente se tapa con la otra mitad de la hoja y en uno de los extremos se enumera con el nombre del colector.
- Hacer un paquete de muestras, cubrirlas con papel periódico para colocarlas dentro de las bolsas plásticas. Cuando las muestras demoran en ser secadas, deben impregnarse con alcohol al 70% y luego colocadas en la bolsa plástica extrayendo el aire contenido al interior de las mismas.
- Llevar las muestras hasta el herbario de la universidad para que se realice su secado y posterior clasificación.
- En campo se deben tomar datos adicionales como color, aroma, altura de la planta, localidad. En general todas las características que pueda perderse a la hora del secado.

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), modificado para la presente investigación, el cual permitió consignar los datos por municipio y referencia de la información obtenida en campo en la que se resumen las características geográficas, agronómicas, usos, tipo de reproducción y posibilidades de obtención de semilla (Anexo B).

2.2.4 Análisis de información. Se cálculo la frecuencia³ de especies, riqueza específica⁴ y modalidad de uso⁵. De igual manera con el apoyo del programa “Biodiversity pro for Windows” y “Past” se realizo un análisis de similaridad tomando como base las especies por municipio y la frecuencia de especies en cada uno de estos.

2.2.5 Establecimiento y localización de bancos de germoplasma *in situ* y *ex situ*. Para obtener el banco de germoplasma *in situ* se tomaron los datos del posicionamiento global de cada una de las muestras para llevarlos a un mapa georeferenciado de la zona de estudio permitiendo ver la localización de las fincas en las cuales se realizo la colecta del material vegetal. Por otra parte para el banco de germoplasma *ex situ* se realizó un diseño espacial en predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca para establecer parcelas con un área de 6 m² (2 m X 3 m) para cada una de las especies encontradas en el trabajo de investigación.

2.2.6 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 Se llama frecuencia a la cantidad de veces que se repite un determinado valor de una variable determinada.

Para su cálculo se tuvo en cuenta el cociente entre el número de registros que obtuvo cada especie y el número total de registros.

⁴ Hace referencia al número de especies observadas o esperadas. Para su cálculo se tuvo en cuenta el número de especies diferentes que se registraron en cada municipio y se represento gráficamente en una figura de columnas.

⁵ Se tuvo en cuenta la totalidad de registros hechos y el número total de registros encontrados en cada uno de los arreglos agroforestales (cerkas vivas, cultivo y en potrero) y se hallo la participación en porcentaje de estos:

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

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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

En el proceso de colecta e identificación de material vegetal con potencial forrajero en el área de estudio, se obtuvieron 168 registros correspondientes a 13 familias con 17 especies, de la cuales 7 son de habito arbustivo y 10 de habito arbóreo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en el trópico alto del Departamento del Cauca.

No	Nombre Común	Familia	Nombre Científico	Habito
1	Acacia Blanca	Mimosaceae	<i>Acacia decurrens</i> Willd	Arbórea
2	Acacia Japonesa	Mimosaceae	<i>Acacia melanoxylon</i>	Arbórea
3	Aliso	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.	Arbórea
4	Bodoquero	Caprifoliaceae	<i>Viburnum sp.</i>	Arbustiva
5	Cajeto	Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Arbustiva
6	Chilco	Escalloniaceae	<i>Escallonia paniculata</i>	Arbustiva
7	Encenillo	Cunnoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	Arbórea
8	Encenillo	Cunnoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i> Kunth	Arbórea
9	Encenillo	Cunnoniaceae	<i>Weinmannia tolimensis</i>	Arbórea
10	Galvis	Caesalpiniaceae	<i>Senna pistaciifolia</i>	Arbórea
11	Guarango	Mimosaceae	<i>Mimosa quitensis</i> Kunth	Arbustiva
12	Garrocho	Myrcinaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	Arbustiva
13	Majua	Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	Arbórea
14	Manzano	Rosaceae	<i>Hesperomeles ferruginea</i> (Pers) Benth.	Arbórea
15	Morera	Moraceae	<i>Morus sp</i>	Arbustiva
16	Mojuyo	Asteraceae	<i>Verbesina sp</i>	Arbustiva
17	Sauce	Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Arbórea

Fuente. Los autores, 2010.

Es de anotar que se identificaron algunas especies que a pesar de no tener un uso forrajero son potenciales para la utilización en sistemas silvopastoriles a través de diversos arreglos como cercas vivas, sombríos, conservación de suelos, fuente de madera, entre otros (Cuadro 5). Entre estas últimas, el lechero (*Euphorbia laurifolia*) es la especie más usada como cerca viva en la región.

Cuadro 5. Especies arbóreas y arbustivas no forrajeras con potencial para uso en Sistemas Silvopastoriles en el trópico alto del Departamento del Cauca

No	Nombre Común	Familia	Nombre Científico	Habito
1	Guantón	Solanácea	<i>Brugmansia sanguinea</i>	Arbustiva
2	Eucalipto	Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulos</i>	Arbórea
3	Chilco pequeño	Grossulariaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L .	Arbórea
4	Lechero	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Arbórea
5	Nogal	Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	Arbórea
6	Urapan	Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>	Arbórea

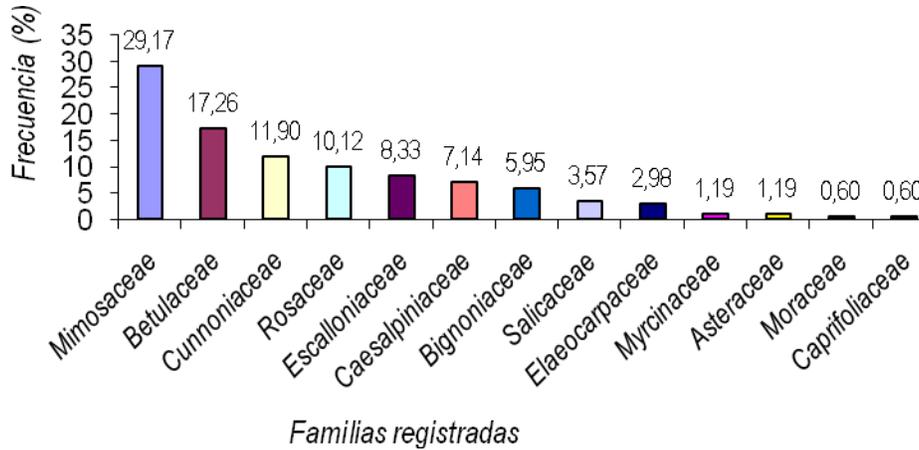
Fuente. Los autores, 2010.

De las anteriores especies mencionadas, a nivel nacional *Juglans neotropica* a sido declarada en peligro debido a que el 52% de sus poblaciones han enfrentado un proceso intensivo de explotación para el aprovechamiento de su madera (Cárdenas y Salinas, 2006)

3.1.1 Frecuencia de familias. Del total de familias registradas, las Mimosáceas con un 29.17% presenta una mayor frecuencia en la zona (Figura 2), agrupando en esta categoría a las especies de *Acacia melanoxylon*, *Acacia decurrens* y *Mimosa quitensis*. Puesto que una de las características que identifican a las anteriores especies es su reproducción a partir de frutos con dehiscencia longitudinal, es decir que los frutos se abren espontáneamente y expulsan las semillas por los lugares donde se soldaron los carpelos⁶ (Font, 1982), además del pequeño tamaño de sus semillas, quizás es uno de los factores que incide directamente en su reproducción y dispersión natural a través del viento y el agua, constituyéndose en uno de los elementos que determinan su mayor frecuencia.

⁶ Órgano con apariencia de hoja en las angiospermas que produce uno o más óvulos; constituyente del gineceo

Figura 2. Frecuencia de familias arbóreas y arbustivas registradas en la zona de estudio.

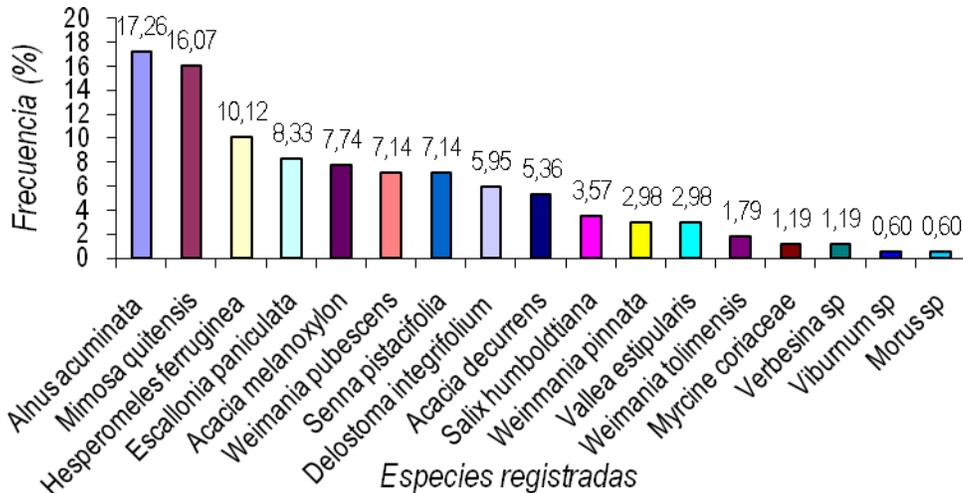


Fuente. Los autores, 2010.

En el segundo lugar figura la familia Betuláceae con una frecuencia de 17.26%; encontrando aquí el Aliso (*Alnus acuminata*) como única especie representativa de este grupo. Algunos autores reportan que este árbol puede llegar a producir entre 6000 y 10000 frutos anuales, cada uno con una proporción de 80 a 100 semillas fácilmente transportadas por el aire y por el agua (Ospina *et al*, 2005) dado que estas presentan una forma elíptica a obovada, con el margen alado (Jaúl, 1996). Lo anterior, sumado a la promoción que ha tenido dentro de la región para la conservación de suelos y fuentes hídricas hace que sea la especie con mayor número de registros dentro del área de estudio (Figura 2). Por otra parte, la familia Cunnoniaceae con el 11.9% figura en el tercer lugar agrupando a las especies *Weinmannia pinnata*, *Weinmannia pubescens* y *Weinmannia tolimensis*, seguida de la familia Rosáceae con el 10.12% y Grosulariáceae con el 8.33%. Así, en estas cinco familias se concentra el 76.78% de registros.

3.1.2 Frecuencia de especies. Dada la promoción que ha tenido el aliso (*Alnus acuminata*) por instituciones como la Corporación Regional del Cauca CRC para la conservación de suelos y cuencas es la especie con la mayor frecuencia (17.26%) en la zona. En segundo lugar figura el guarango (*Mimosa quitensis*) con el 16.07% y manzano (*Hesperomeles ferruginea*) con el 10.12% (Figura 3).

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



Fuente. Los autores, 2010.

Este último a pesar de presentar una importante número de registros es una especie de lento crecimiento que en la zona se encuentra en alturas mayores a los 3000 metros principalmente como sistemas de sombrío en potreros. Algunos estudios realizados a lo largo de la Cordillera de los Andes (Valencia y Jorgensen; Madsen y Ollgaard citados por Neil, 1998), reportan a *Hesperomeles ferruginea* como un árbol característico de los bosques nublados o bosque húmedo montano alto, el cual crece desde los 2500 hasta los 3600 metros de altura. Su presencia ha sido registrada en alturas intermedias que van desde los 3200 a 3700 msnm, coincidiendo con lo encontrado en la zona de estudio. Esta especie fue encontrada con mayor frecuencia en el corregimiento de Malvazá zona de piso bioclimático que corresponde al páramo bajo perteneciente a la asociación Gabriel López, con suelos profundos a muy profundos de textura franco-arcillosos, fuertemente ácidos, material parental derivado de cenizas volcánicas y con una alta saturación de aluminio. (EOT Totoró, 2002). En esta ecorregión los árboles se caracterizan por presentar alturas entre los 8 y 12 metros con troncos torcidos y nudosos.

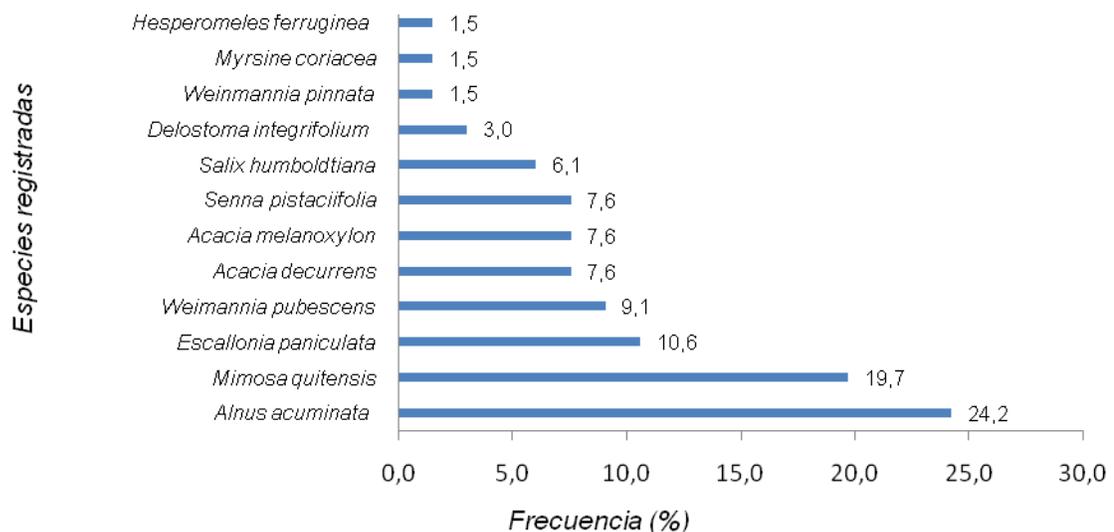
De igual manera, es importante resaltar que las únicas especies encontradas con algún tipo de manejo como cultivo fueron *Alnus acuminata* en sistemas agro y silvopastoriles sembrado a distancias de 7m * 7m y 4m * 4m en los municipios de Silvia y Totoró y algunas fincas donde hay presencia de guarango con algunas labores de manejo como raleos en sistemas silvopastoriles en los municipios de Silvia y Sotará. Realizando una comparación entre la frecuencia presentada por el Aliso en las cuatro localidades, se evidencia una mayor periodicidad de aparición

en los Municipios de Silvia y Totoró como resultado de su difusión para la conservación de suelos y protección de fuentes hídricas, aspecto que no ha tenido el mismo grado de adopción en las localidades de Puracé y Sotaró. Lo anterior en cierto grado puede llegar a ser una respuesta cultural o falta de capacitación de la población asentada en esta zona en torno a la importancia del manejo de potreros bajo sistemas arbóreos, ya que a diferencia de los dos primeros municipios, el avance en torno a los sistemas agroforestales es menor.

3.1.2.1 Frecuencia de especies registradas por municipios.

Municipio de Silvia. En este lugar se obtuvieron 66 registros donde el aliso (*Alnus acuminata*) presenta una frecuencia de aparición del 24.2% seguido del guarango (*Mimosa quitensis*) con el 19.7% y Chilco (*Escallonia paniculata*) con 10.6% (Figura 4).

Figura 4. Frecuencia de especies registradas en el Municipio de Silvia.

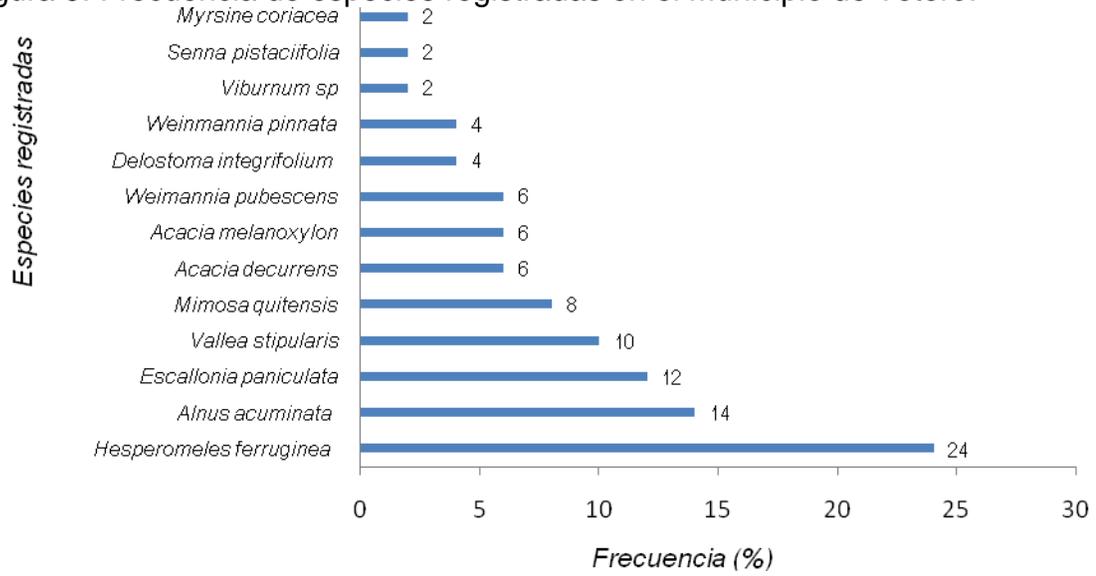


Fuente. Los autores, 2010.

Como se anotó con anterioridad, la mayor frecuencia presentada por el aliso puede obedecer a la importante promoción que ha tenido desde instituciones como la CRC, además del óptimo grado de adaptación y desarrollo en la región con importantes avances en el uso bajo arreglos silvopastoriles en fincas como Bellavista en la Cabecera Municipal y Buena Vista en la vereda La Estrella. Para el caso del guarango, es una especie que por su fácil propagación natural se encuentra distribuida con una importante frecuencia, también con algunos avances en la utilización bajo sistemas silvopastoriles en la segunda finca en mención.

Municipio de Totoró. En esta zona se obtuvieron en total 50 registros, siendo la especie con mayor frecuencia de aparición el Manzano (*Hesperomeles ferruginea*) con el 24%, seguida de aliso (*Alnus acuminata*) con el 14% y chilco (*Escallonia paniculata*) con 12% (Figura 5).

Figura 5. Frecuencia de especies registradas en el Municipio de Totoró.

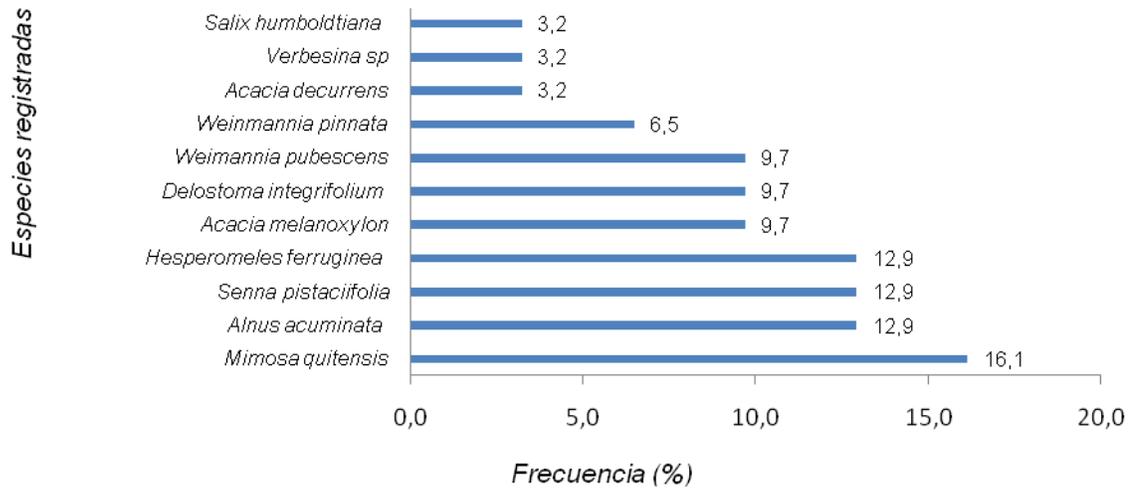


Fuente. Los autores, 2010.

La mayor frecuencia de aparición del manzano puede deberse a las condiciones ambientales muy características de las áreas de mayor número de registros como Valle de Malvazá, Gabriel López, y El Cofre, zona caracterizada por estar ubicada en la transición entre el clima frío y páramo, ofreciendo condiciones ambientales óptimas para su desarrollo.

Municipio de Puracé. De un total de 31 registros obtenidos en la zona, la especie con mayor frecuencia de aparición fue el guarango (*Mimosa quitensis*) con el 16.1%, seguido de aliso (*Alnus acuminata*), galvis (*Senna pistaciifolia*) y manzano (*Hesperomeles ferruginea*) con el 12.9% cada uno (Figura 6).

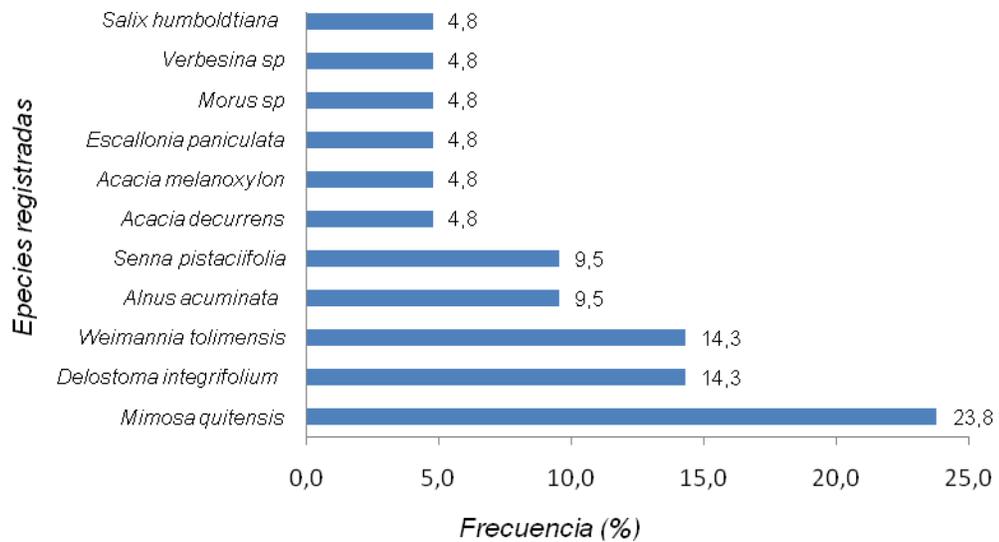
Figura 6. Frecuencia de especies registradas en el Municipio de Puracé.



Fuente. Los autores, 2010.

Municipio de Sotará. En este municipio se obtuvieron en total 21 registros, siendo el guarango (*Mimosa quitensis*) la especie con mayor frecuencia de aparición con el 23.81%, seguido de cajeto (*Delostoma integrifolium*) y encenillo (*Weinmannia tolimensis*) con el 14.29% cada uno (Figura 7).

Figura 7. Frecuencia de especies registradas en el Municipio de Sotará.

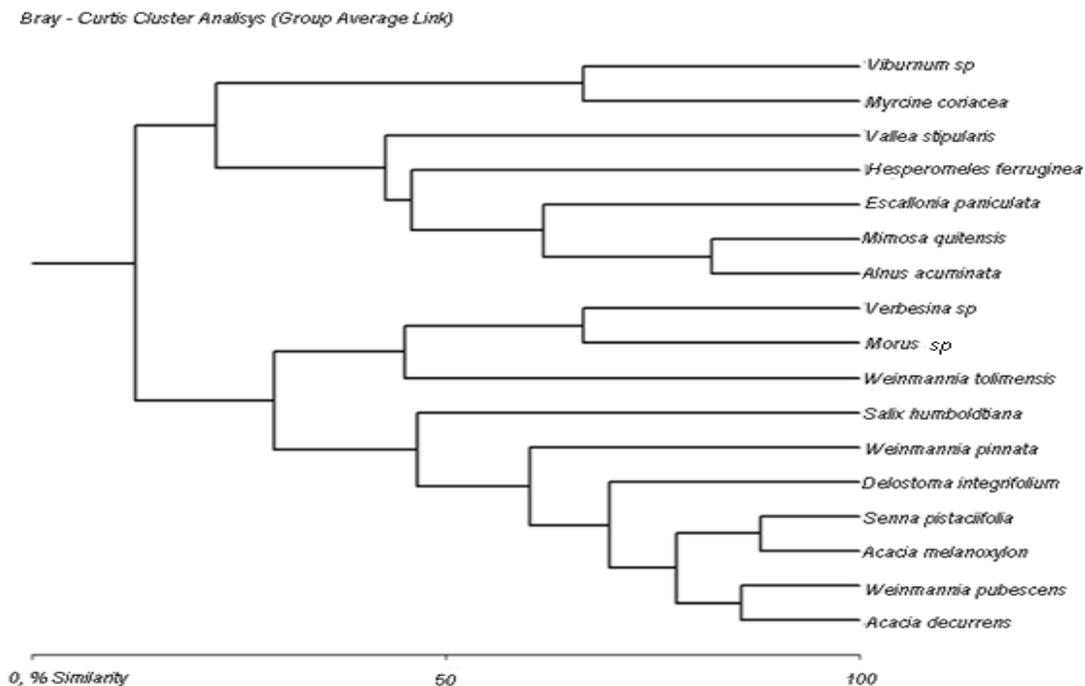


Fuente. Los autores, 2010.

A pesar de ser un municipio donde la ganadería ocupa un importante renglón dentro del sector agropecuario, se evidencian pocos avances en torno al diseño e implementación de modelos silvopastoriles como estrategia para mejorar las condiciones de productividad y conservación de los recursos naturales de la zona.

3.1.3 Similitud entre especies registradas. Con el fin de determinar la tendencia en la frecuencia de especies, se realizó un Análisis de Clúster⁷ por el método de Bray-Curtis, el cual arrojó un Dendograma de similitud en cuatro grandes grupos (Figura 8).

Figura 8. Dendograma de similitud entre especies.



Fuente. Los autores, 2010.

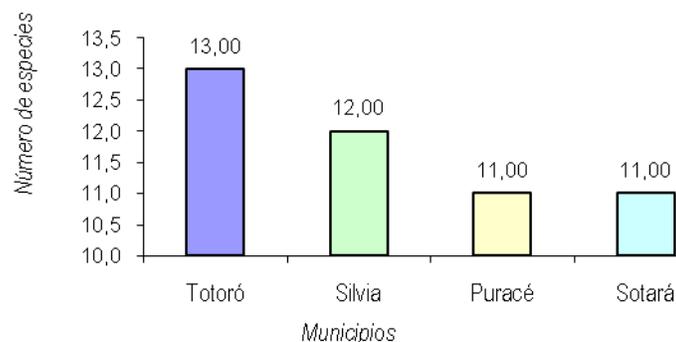
⁷ Análisis exploratorio de datos para resolver problemas de clasificación. Su objeto consiste en ordenar objetos (personas, cosas, animales, plantas, variables, etc.) en grupos (conglomerados o clúster) de forma que el grado de asociación/similitud entre miembros del mismo clúster sea más fuerte que el grado de asociación/similitud entre miembros de diferentes clúster. Cada clúster se describe como la clase a la que sus miembros pertenecen. El análisis de clúster es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación, etc. (Villardón, 2002).

En el primer grupo se encuentran *Viburnum sp* y *Myrsine coriacea* con una similaridad del 66.7%, siendo estas unas de las especies con menor frecuencia de aparición en la zona, registradas únicamente en los municipios de Silvia y Totoró. En el segundo grupo aparecen *Vallea estipularis*, *Hesperomeles ferruginea*, *Escallonia paniculata* *Mimosa quitensis* y *Alnus acuminata*; estas dos últimas con una similaridad del 82.1 %; lo anterior asociado a la mayor frecuencia de aparición en los cuatro municipios evaluados. En el tercer grupo figuran *Verbesina sp*, *Morus sp* y *Weinmannia tolimensis*; las dos primeras con una similaridad del 66.7% y 50% entre *Morus sp* y *Weinmannia tolimensis*. Estas especies están caracterizadas por el escaso número de registros y por su presencia únicamente en los municipios de Puracé y Sotaró, suponiendo una adaptación a condiciones edafológicas y climáticas particulares que afectan su crecimiento en los otros municipios. Otras especies como *Myrsine coriacea*, *Vallea estipularis* y *Viburnum sp* fueron registradas por encima de los 3000 msnm únicamente en el municipio de Totoró.

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

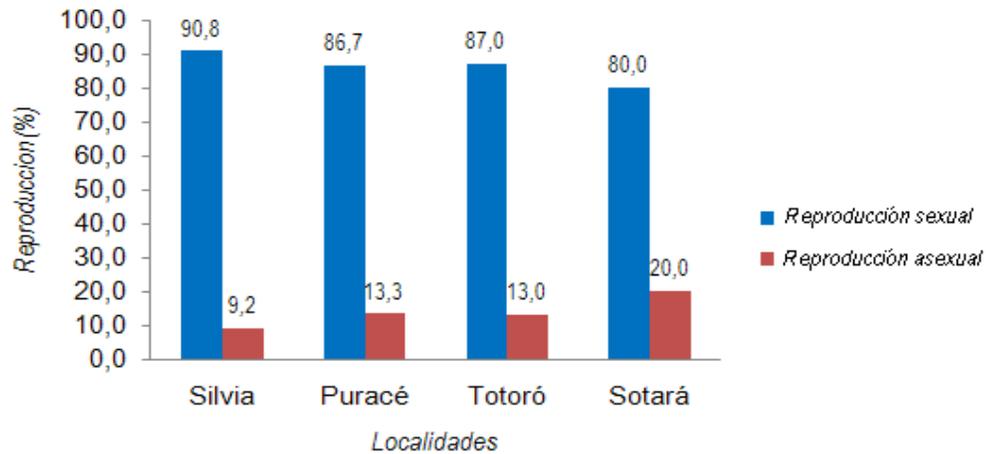
3.1.4 Riqueza de especies por municipios. Al realizar una comparación entre localidades se evidencia poca diferencia en cuanto al número de especies registradas (Figura 9).

Figura 9. Riqueza de especies registradas por municipios



Fuente. Los autores, 2010.

Figura 12. Porcentaje de especies con reproducción sexual y asexual por localidades.



Fuente. Los autores, 2010.

Lo anterior supone una mayor facilidad de dispersión de aquellas especies como *Alnus acuminata* que por tener semillas elípticas, muy pequeñas y aladas facilita su dispersión a través del viento (Jaúl, 1996). De manera similar, las semillas de especies como *Delostoma integrifolium* se caracterizan por presentar frutos alados, lo cual facilita su dispersión anemocoria⁸. Otras especies como *Mimosa quitensis*, *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxilum* que por presentar frutos dehiscentes con semillas pequeñas, pueden estar asociados a mecanismos de dispersión como hidrocoria⁹ y endozoocoria¹⁰.

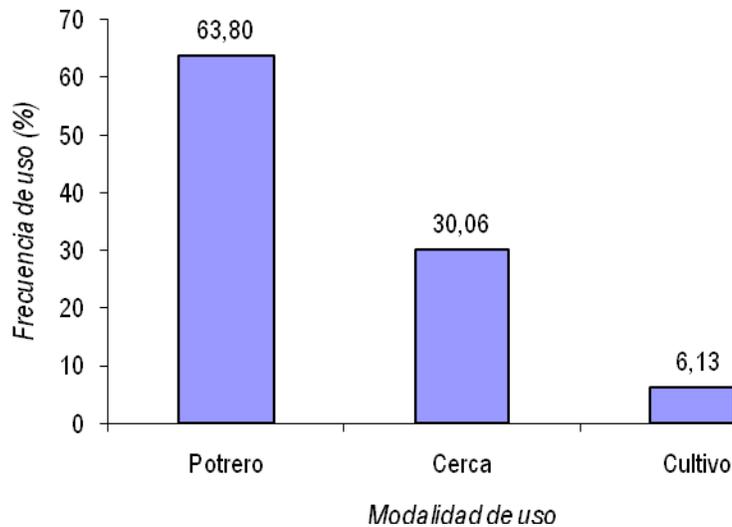
8 En botánica se llama anemocoria a la forma de dispersión de los propágulos en la que es el viento el que produce el transporte (Gola *et al*, 1965).

9 La hidrocoria es el mecanismo de dispersión de los propágulos a través del agua; las semillas están adaptadas a este efecto, a través de membranas que garantizan la impermeabilidad, y cámaras de aire o aceite que permitan la flotación (Gola *et al*, 1965).

10 Las semillas son tragadas por determinados animales, atraídos a ello por una testa (cubierta de la semilla), un fruto de consistencia carnosa o algún otro cebo. Los frutos y semillas preparados para ello son portadores de recompensas o señuelos con los que a la vez atraen a sus agentes dispersantes (Gola *et al*, 1965).

3.1.6 Frecuencia de uso. Entre las tres modalidades encontradas de uso más frecuentes, el 63.8% de las especies registradas se encuentran distribuidas en potreros como sistemas de sombrío o protección de fuentes hídricas, siendo la más utilizada para este último fin el *Alnus acuminata* principalmente en los Municipios de Silvia y Totoró (figura 13).

Figura 13. Frecuencia de uso



Fuente. Los autores, 2010.

Por otro lado en la modalidad de uso como cercas figura el 30.6% del total de registros, siendo nuevamente el Aliso la especie más frecuente bajo este arreglo. Sin embargo, también es importante resaltar que en los cuatro municipios se encontró el lechero (*Euphorbia laurifolia*) como cerca viva, constituyéndose en un importante recurso para el diseño de sistemas ganaderos bajo modelos agroforestales. De igual manera, se encontraron arreglos de Guantón (*Brugmansia sanguínea*), Acacia blanca (*Acacia decurrens*), Sauce (*Salix humbolbtiana*) entre otros bajo este uso (Figura 14).

Figura14. Ejemplos de cercas vivas encontradas en el área de estudio.



a) Lechero (*Euphorbia launifolia*)



b) Acacia (*Acacia decurrens*)



c) Guanton (*Brugmansia sanguinea*)



d) Sauce (*Salix humboldtiana*)

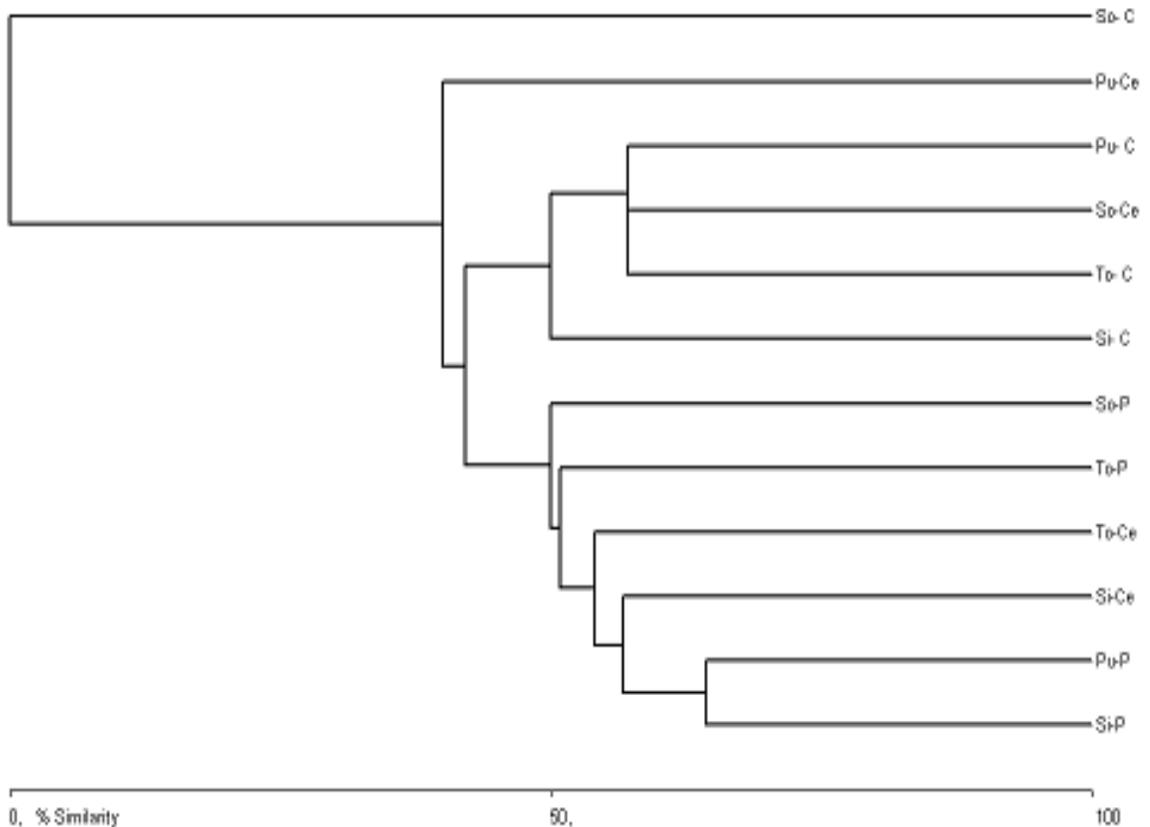
Fuente: Los Autores, 2010.

Finalmente, solo el 6.3 % de los registros se encontraron bajo la modalidad de cultivo, mostrando algunos avances en cuanto a prácticas de manejo como podas y raleos en el caso de *Mimosa quitensis* en los Municipios de Silvia y Sotará. En este uso la especie con mayor difusión en la zona bajo arreglos silvopastoriles es *Alnus acuminata*.

En el análisis de similitud de usos por localidades se encontró una semejanza del 64.4% entre los Municipios de Silvia y Puracé como consecuencia de un mayor uso en potreros principalmente como sombríos (Figura 15).

Figura 15. Dendrograma de similitud de usos por Municipio.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



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

Fuente. Los autores, 2010.

Del mismo modo, entre los Municipios de Puracé y Sotaró se encontró una similitud del 57.1% con un registro significativo de especies utilizadas como cercas y en cultivo, al igual que una similitud del 54% entre las localidades de Puracé y Totoró dado el uso en cercas y potreros.

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

Partiendo de una realidad donde los sistemas agroforestales de subsistencia en los núcleos minifundistas de la zona de estudio se orientan a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación, el manejo insostenible del suelo en el cual el bosque se corta y se quema para cultivar la tierra por un periodo de 2 a 5 años se constituye en una de las problemáticas limitantes para garantizar la disponibilidad de alimento en los sistemas ganaderos a lo largo del año (Jiménez y Muschler, 2001). Sin embargo, las condiciones climáticas ofrecen diversas opciones para el establecimiento de sistemas agroforestales con variados arreglos y formas según las especies a utilizar. Del mismo modo, la topografía fuertemente quebrada con pendientes pronunciadas en la mayoría del área obliga a diseñar sistemas que se adapten a las condiciones reinantes como son los procesos de erosión natural, sumado a los efectos generados por la pisada de la pezuña de los bovinos, que además de generar alta compactación del suelo produce zonas despobladas de pasturas más propensas a procesos erosivos cuando no se hace un manejo adecuado de los tiempos pastoreo. Por lo tanto, la implementación de prácticas como la agroforestería en los sistemas ganaderos pueden permitir el aprovechamiento de los recursos zonales de una forma más eficiente, teniendo en cuenta elementos como la correcta orientación evitando competencia por luz, sumado a la versatilidad del diseño agroforestal para garantizar la correcta funcionalidad del sistema.

Entre los aspectos más notables a la hora de usar árboles y arbustos con potencial agroforestal en la zona estudiada 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, leña y en algunos casos para la venta y generación de nichos ecológicos para el aumento de la biodiversidad. De acuerdo a lo anterior, y con base en información suministrada por los productores además de las observaciones realizadas en campo, se determinaron trece usos posibles para las especies identificadas en 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	11	12	13
<i>Acacia decurrens</i>	x	x	x			x	x	x		x			
<i>Acacia melanoxylon</i>	x	x	x			x	x	x		x			
<i>Alnus acuminata</i>	x	x				x	x	x		x	x	x	
<i>Viburnum sp.</i>						x	x			x		x	
<i>Delostoma integrifolium</i>	x					x	x	x		x			
<i>Escallonia paniculata</i>						x				x			
<i>Weinmannia pinnata</i>		x	x							x			
<i>Weinmannia pubescens</i>		x	x							x			
<i>Weinmannia tolimensis</i>		x	x							x			
<i>Senna pistaciifolia</i>	x	x	x			x	x	x		x			x
<i>Mimosa quitensis</i>	x			x	x	x			x	x			
<i>Myrsine coriacea</i>	x				x	x				x	x		x
<i>Vallea stipularis</i>	x	x				x				x			x
<i>Hesperomeles ferruginea</i>		x	x	x		x				x	x	x	x
<i>Morus sp</i>					x		x	x	x	x			
<i>Verbesina sp</i>					x		x	x	x	x	x	x	
<i>Salix humboldtiana</i>	x	x	x			x			x	x			x

1. Cerca Viva; 2. Linderos; 3. Barreras rompe vientos; 4. Terrazas, 5. Tiras de vegetación en contorno; 6. Pasturas, 7. Árboles en cultivos transitorios; 8. Árboles en cultivos permanentes; 9. Bancos de proteína, 10. Forraje para alimentación bovina, 11. Restauración de áreas degradadas, 12. Protección de microcuencas, 13. Ornamental.

Fuente. Los autores, 2010.

Para las especies que no tienen potenciales forrajeros pero que han sido registradas en la zona bajo otras formas de uso también se recomienda su utilización a través de los siguientes arreglos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Usos recomendados para las especies sin potencial forrajero registradas en la zona.

ESPECIE	USOS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Brugmansia sanguinea</i>	x											x	
<i>Eucalyptus globulos</i>	x	x	x					x					
<i>Escallonia myrtilloides</i>		x	x			x							
<i>Euphorbia laurifolia</i>	x	x		x									
<i>Juglans neotropica</i>		x			x			x					
<i>Fraxinus chinensis</i>	x	x	x					x				x	x

1. Cerca Viva; 2. Linderos; 3. Barreras rompe vientos; 4. Terrazas, 5. Tiras de vegetación en contorno; 6. Pasturas, 7. Árboles en cultivos transitorios; 8. Árboles en cultivos permanentes; 9. Bancos de proteína, 10. Forraje para alimentación bovina, 11. Restauración de áreas degradadas, 12. Protección de microcuencas, 13. Ornamental.

Fuente. Los autores, 2010.

3.2.1 Arreglos silvopastoriles propuestos. El uso de sistemas silvopastoriles se convierte en una estrategia para incrementar la producción de las fincas ganaderas permitiendo mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos. En algunos estudios realizados en Centroamérica se ha comprobado que la conversión de pasturas a sistemas silvopastoriles puede reducir las pérdidas de carbono en el suelo. Por ejemplo una plantación de cinco años de *Acacia mangium* sobre un suelo ácido conservo altos contenidos de materia orgánica en este comparado con una pastura sin árboles (Camero *et al* citado por Jarro, 2005). De allí radica la importancia que representa la implementación de este tipo de prácticas en los sistemas ganaderos. Dado a lo anterior y con base en los resultados obtenidos, a continuación se presentan diversas alternativas de uso para las especies registradas teniendo en cuenta las observaciones hechas por los ganaderos e investigadores con respecto a la arquitectura de las plantas, su uso y asociación.

– **Cerca viva.** En base en los usos encontrados y en referencias bibliográficas, en el cuadro 8 se muestran las especies con potencial para el uso bajo este arreglo.

Cuadro 8. Especies recomendadas para cercas vivas en la zona de estudio

Nombre común	Nombre científico	Hábito
Acacia Blanca	<i>Acacia decurrens</i> Willd	Arbórea
Acacia Japónica	<i>Acacia melanoxinum</i> R. Br	Arbórea
Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Arbórea
Galvis	<i>Senna pistaciifolia</i> (Kunth) H. S. Irwin	Arbórea
Garrocho	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw) R. BR.ex Roem	Arbustiva
Guarango	<i>Mimosa quitensis</i> Benth	Arbustiva
Nacedero de clima frio	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Arbórea
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i> Willd	Arbórea
Lechero	<i>Euphorbia laurifolia</i> Benth	Arbórea
Guantón	<i>Brugmansia sanguínea</i> Ruiz & Pav.	Arbustiva
Majua	<i>Vallea stipularis</i> L.F.	Arbórea
Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb	Arbórea

Fuente: Los Autores, 2010.

Para las especies de porte alto como *Fraxinus chinensis*, *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon*, *Euphorbia laurifolia* y *Salix humboldtiana* se pueden utilizar distancias de siembra de 15 a 20 metros; especies como *Alnus acuminata* y *Senna pistaciifolia* a distancias de 5 a 10 metros y la especies arbustivas, *Brugmansia sanguínea* y *Myrsine coriacea* a una distancia de 2.5 metros. Sin embargo, para el caso de *Euphorbia lauriformis* es una especie que se puede sembrar a distancias de 50 cm.

Establecimiento del cerco vivo: antes de su implementación se debe tener instalada la cerca de postes y alambre de púas. Posteriormente se realiza el ahoyado en forma lineal cada 2.5 metros de distancia y a 50 cm de la cerca. Finalmente se debe realizar la plantación de las especies seleccionadas de acuerdo con el arreglo florístico priorizado.

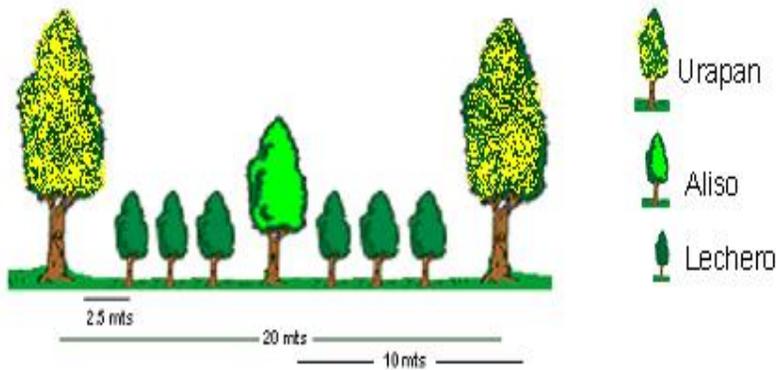
Figura 16. Esquema horizontal para la Implementación de un cerco vivo.



Fuente: Jarro M. C, 2005, modificado por los autores, 2010.

Formulas florísticas a utilizar en la implementación de cercos vivos: 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 como las acacias, aliso y el galvis, se recomienda el establecimiento de combinaciones arbóreas como *Fraxinus chinensis* asociado con *Euphorbia laurifolia* y *Alnus acuminata* (Figura 17); Acacias asociadas con *Alnus acuminata*, *Salix humboldtiana* y *Senna pistaciifolia*; *Delostoma integrifolium* asociado a *Euphorbia laurifolia* y *Alnus acuminata*; y para zonas con alturas mayores a 3000 metros *Acacia decurrens*, *Myrsine coriacea* y *Brugmansia sanguínea*.

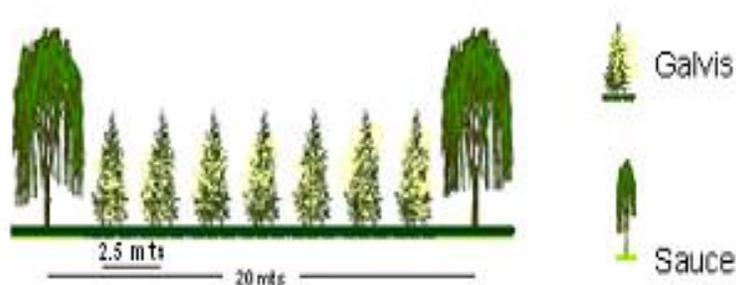
Figura 17. Esquema vertical de un arreglo Urapan, Aliso, Lechero.



Fuente: Los Autores, 2010.

En la figura 18 se muestra otro arreglo para cercas vivas de *Salix humboldtiana* y *Senna pistaciifolia* principalmente para zonas con alturas entre 2000 y 2600 msnm. Lo anterior dado a que fue el rango de altura en el cual se encontraron estas especies en la zona, que además de servir como reguladoras de la velocidad del viento, se constituyen en elementos de belleza paisajística, constituyéndose esto en un importante valor agregado que se puede lograr en los predios bajo dichos arreglos.

Figura 18. Esquema vertical de un arreglo Sauce, Galvis.

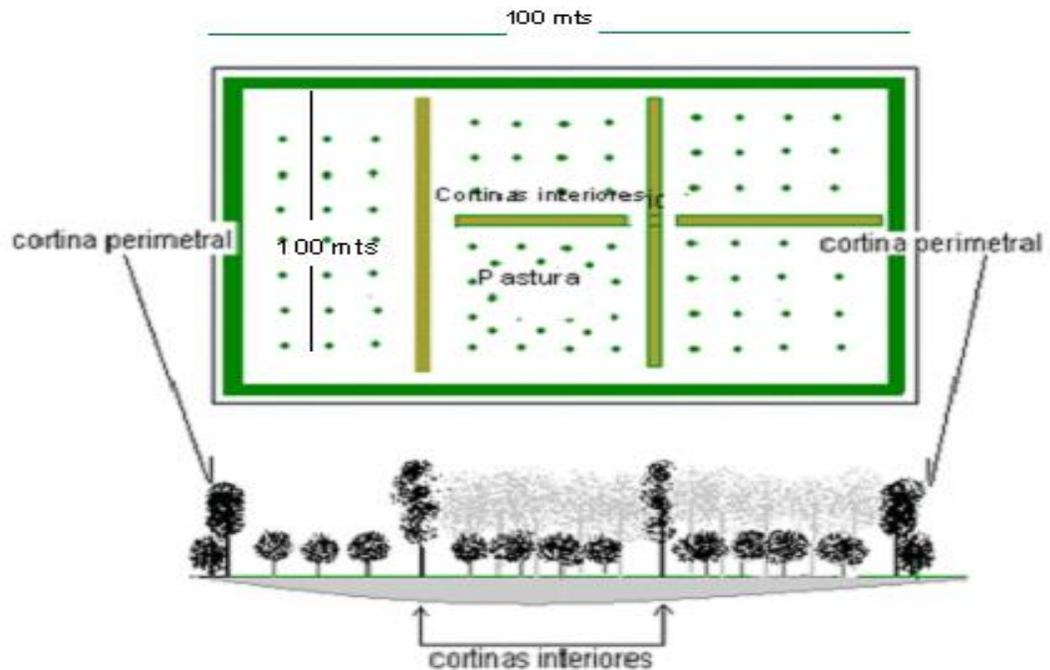


Fuente: Los Autores, 2010.

– **Barreras rompe vientos.** Las cortinas rompevientos tienen como función romper la fuerza eólica protegiendo el suelo contra los efectos erosivos. Tienen la misma función que un cerco vivo solo que para su implementación se debe tener 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).

Para la zona se recomiendan especies como *Acacia decurrens*, *Acacia melanoxylon*, *Weinmannia sp*, *Fraxinus chinensis*, *Juglans neotropica* y *Senna pistaciifolia*. Para zonas mayores a 3000 metros se pueden usar *Hesperomeles ferruginea*, *Escallonia myrtilloides* y *Vallea stipularis*. En la figura 19 se muestra un esquema en planta y perfil de una pastura de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo un sistema de barreras rompevientos compuesto por *Acacia sp* como cortina perimetral sembrada a una distancia de 3 metros, y las cortinas internas compuestas por *Juglans neotropica* y *Senna pistaciifolia* a una distancia similar a las *Acacias*.

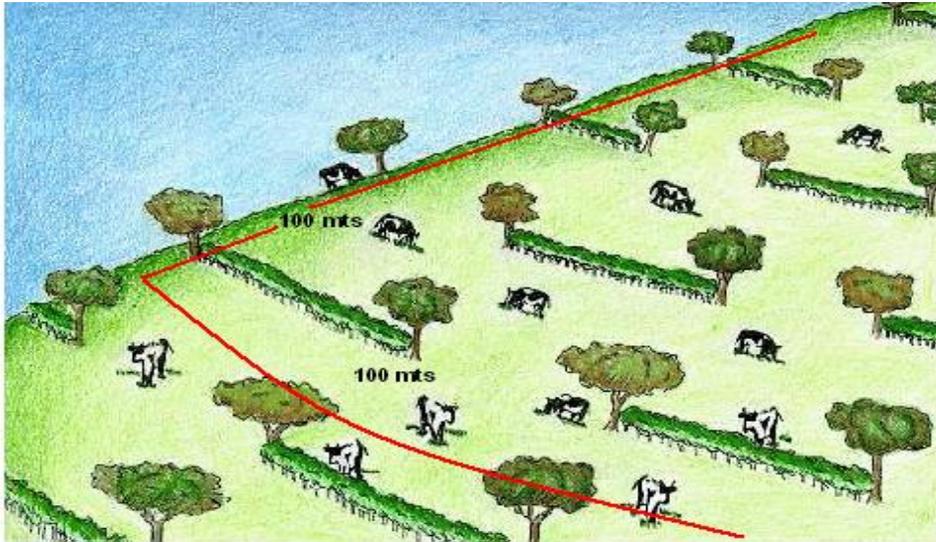
Figura 19. Esquema en planta y perfil de una pastura bajo un sistema de cortinas rompevientos.



Fuente: Los Autores, 2010.

– **Setos.** Bajo este uso se recomiendan el guarango (*Mimosa quitensis*) sembrado en surcos a una distancia de 1 metro entre árboles, asociado con *Delostoma integrifolium*, *Alnus acuminata*, *Acacia melanoxylon* o *Acacia decurrens*. En la figura 20 se presenta un ejemplo de un arreglo bajo setos de guarango (*Mimosa quitensis*) y cajeto (*Delostoma integrifolium*) en una pastura de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) siguiendo las curvas de nivel del terreno. Lo anterior además de ser una herramienta que permite regular la fuerza cinética del agua a causa de las precipitaciones, permite mejorar las condiciones de fertilidad del suelo por la capacidad que tiene el aliso y las acacias para la fijación de nitrógeno atmosférico. De igual forma, genera espacios físicos con un mejor aspecto visual dentro del entorno paisajístico de la zona.

Figura 20. Asociación de Cajeto (*Delostoma integrifolium*) y guarango (*Mimosa quitensis*) en pasturas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

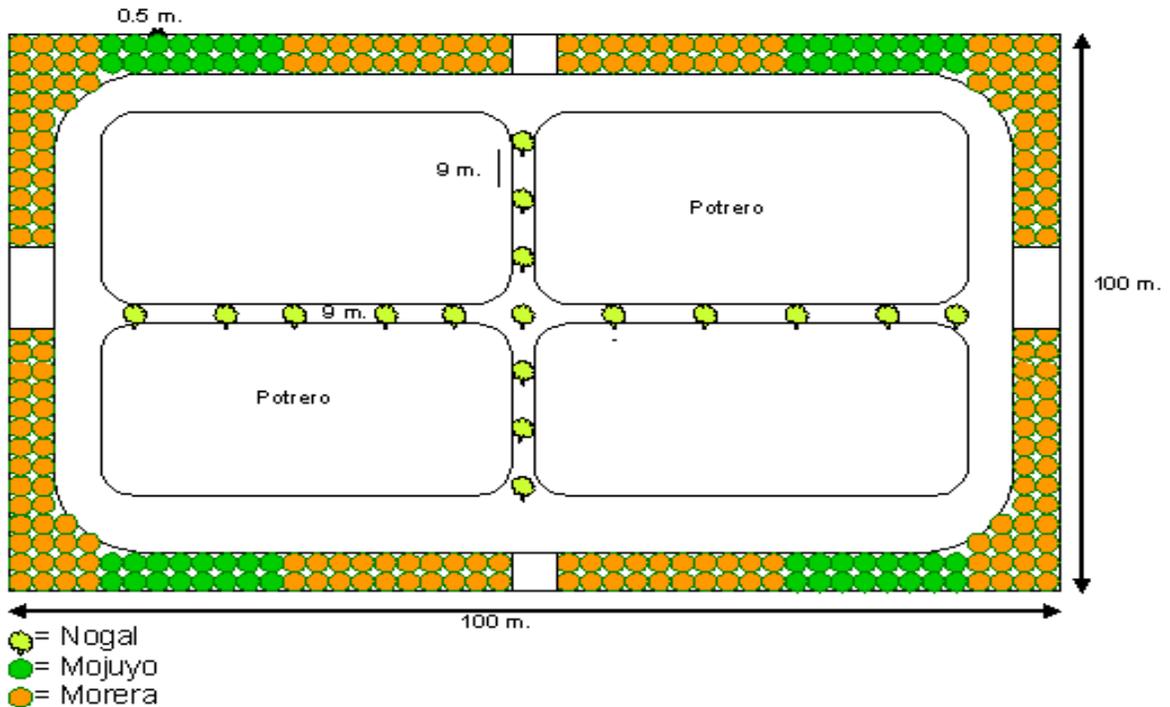


Fuente: Los Autores, 2010.

Se sugiere la elaboración de viveros para la producción de los árboles, permitiendo así el establecimiento en campo de los surcos que actuaran como barreras. Para tal fin, se deben cosechar las semillas y realizar un proceso de escarificación mecánica antes de llevarlas hasta el germinador y posterior almacigo. Considerando algunas experiencias desarrolladas en fincas como Buena Vista en el Municipio de Silvia, una vez establecidos los árboles se recomienda hacer un control de la altura a través de podas para garantizar el ramoneo por de los animales.

Del mismo modo, teniendo en cuenta que las condiciones medioambientales para zonas comprendidas entre los 2000 a 2500 metros de altura permiten la fácil adaptación de especies como *Verbesina sp* y *Morus sp*, se recomienda el establecimiento de dichas especies como setos alrededor de potreros, asociado a especies arbóreas como *Junghans neotropica* como cercas vivas; teniendo así una mayor disponibilidad de alimento cercana a las áreas de pastoreo de los animales (Figura 21).

Figura 21. Modelo para el establecimiento de setos de Mojuyo (*Verbesina sp*) y Morera (*Morus sp*) en zonas de 2000 a 2500 m.s.n.m.



Fuente: Los Autores, 2010.

– **Árboles en potreros.** Especies de porte alto como las acacias, aliso, cajeto, manzano, majua, sauce y urapan pueden sembrarse a distancias de 5 a 10 metros entre plantas por 5 a 10 metros entre líneas. Para especies de porte un poco más bajo como bodoquero, galvis, garrocho, guarango y chilco pequeño pueden sembrarse a menores distancias (5 a 8 metros) o bajo arreglos de doble estrato en combinación con las especies de mayor altura. Las especies recomendadas para este sistema se mencionan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Especies recomendadas para uso en potreros.

Nombre común	Nombre científico	Hábito
Acacia Blanca	<i>Acacia decurrens</i>	Arbórea
Acacia Japónica	<i>Acacia melanoxinum</i>	Arbórea
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Arbórea
Bodoquero	<i>Viburnum sp</i>	Arbustiva
Cajeto	<i>Delostoma integrifolium</i>	Arbórea
Chilco	<i>Escallonia paniculata</i>	Arbórea
Galvis	<i>Senna pistaciifolia</i>	Arbórea

Cuadro 9. (Continuación)

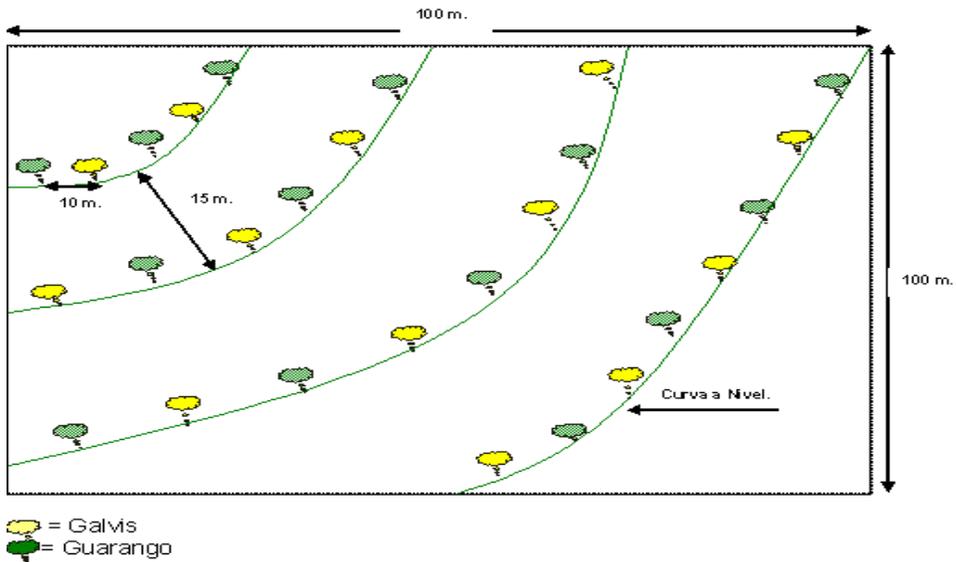
Nombre común	Nombre científico	Hábito
Guarango	<i>Mimosa quitensis</i>	Arbustiva
Garrocho	<i>Myrsine coriacea</i>	Arbustiva
Majua	<i>Vallea stipularis</i>	Arbórea
Manzano	<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Arbórea
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	Arbórea
Chilco pequeño	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Arbórea
Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	Arbórea

Fuente: Los Autores, 2010.

A continuación se presentan algunos modelos para el uso de arboles en potreros que pueden ser implementados en el área de investigación. Dichas propuestas han sido divididas en arreglos para zonas con altas pendientes y zonas con pendientes menos pronunciadas y alturas superiores a los 2500 metros sobre el nivel del mar.

– **Arreglos recomendados para topografías con pendientes pronunciadas.** El siguiente modelo (Figura 22) está diseñado de acuerdo a la topografía predominantemente quebrada de la zona, lo cual implica el manejo de técnicas para la conservación de suelos. Por lo tanto se propone en este arreglo trazar curvas a nivel para trabajar fajas cultivadas con arboles a través de la pendiente. Se recomienda las siembra de especies intercaladas como Galvis (*Senna pistaciifolia*) y Guarango (*Mimosa quitensis*) a una distancia entre surcos de 15 metros y 10 metros entre árboles, para una densidad de 67 árboles por hectárea. Las pasturas recomendadas para este sistema son el Kikuyo (*Penisetum clandestinum*) y/o los Reygrasses (*Lolium spp.*).

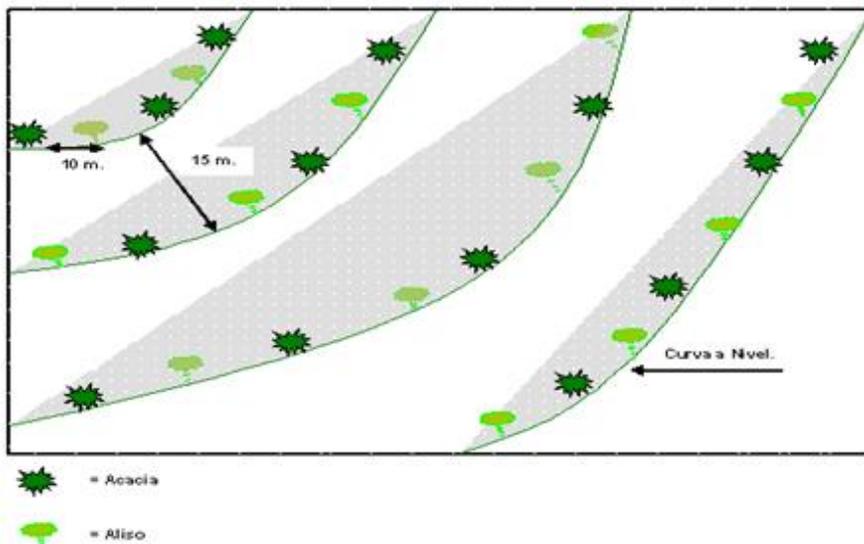
Figura 22. Esquema de un arreglo Galvis - Guarango con curvas a nivel.



Fuente: los Autores, 2010.

Del mismo modo se propone el establecimiento de arreglos bajo el mismo esquema anterior asociado a bancos de proteína con especies como la Alfalfa (*Medicago sativa L.*). Cada faja contiene árboles alternados de Acacia (*Acacia melanoxylon*) y Aliso (*Alnus acuminata*) con una distancia entre surcos de 15 metros y 10 metros entre árboles para una densidad de 67 árboles/ ha (Figura 23).

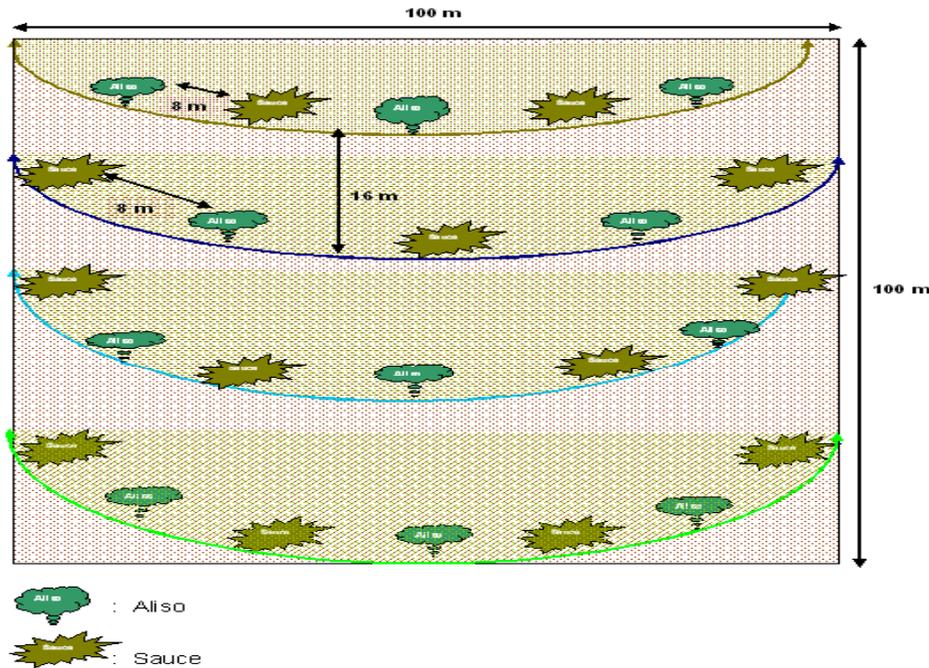
Figura 23. Esquema de un arreglo Acacia- Aliso con curvas a nivel.



Fuente: los Autores, 2010.

Otra sistema propuesto es la construcción de terrazas a través de curvas a nivel en zonas con pendientes muy pronunciadas con especies como Sauce (*Salix humboldtiana*) y Aliso (*Alnus acuminata*) con distancias entre surcos de 16 metros y 8 metros entre árboles, asociados a bancos de proteína como Alfalfa (*Medicago sativa* L.) u otros cultivos (Figura 24).

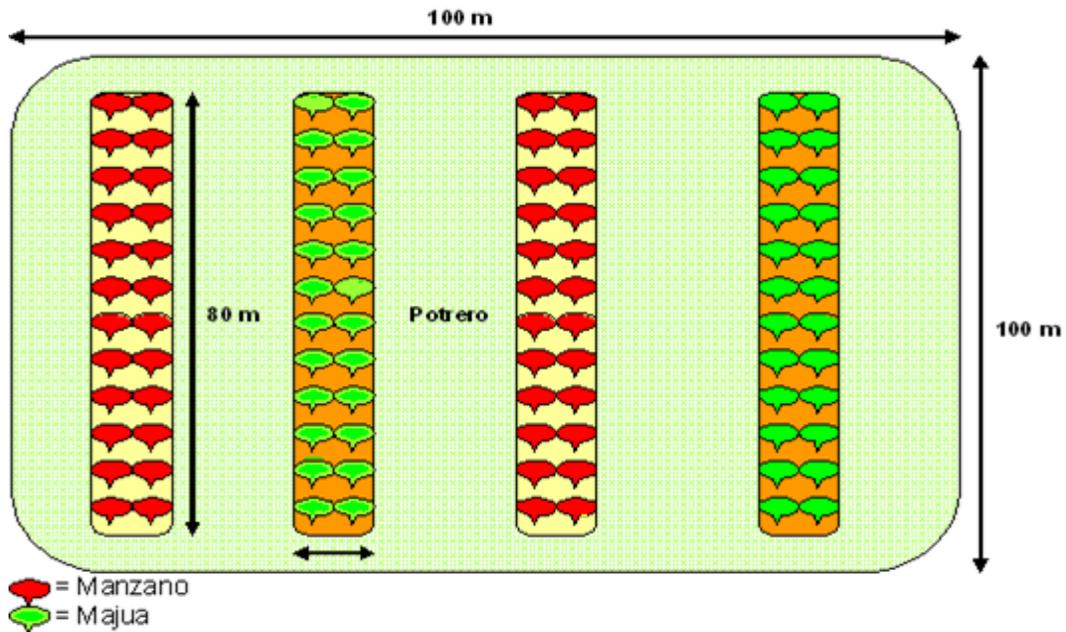
Figura 24. Esquema de un arreglo Sauce- Aliso con curvas a nivel.



Fuente: los Autores, 2010.

– **Arreglos recomendados para zonas con terrenos de menor pendiente y alturas mayores a los 2500 m.s.n.m.** Para esta zona se proponen arreglos en pasturas de falsa poa (*Holcus lannatus*) y/o pastos mejorados como los reygrases (*Lolium spp.*), asociados a especies arbóreas como Manzano (*Hesperomeles ferrugínea*) alternando con fajas de Majua (*Vallea stipularis*). Cada faja tiene una longitud de 80 metros con dos líneas de árboles. Entre cada faja hay una distancia de 20 metros con una distancia entre árboles de 5 metros y de 5 metros entre surcos (Figura 25).

Figura 25. Esquema de un arreglo Manzano- Majua.

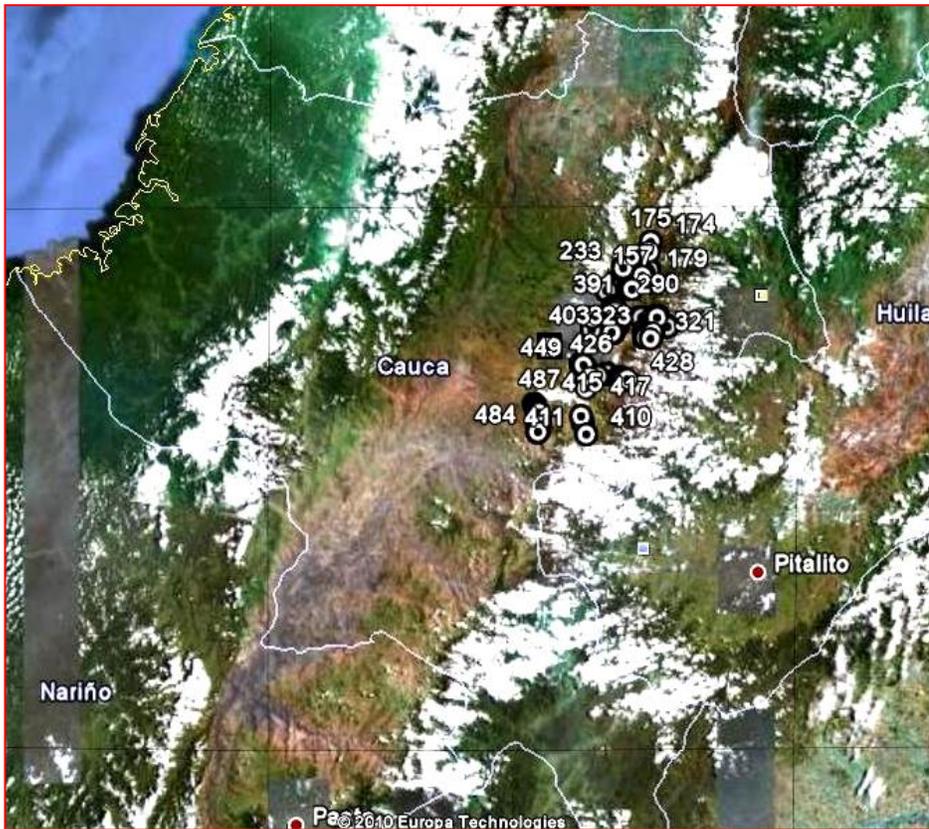


Fuente: los Autores, 2010.

3.3 CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA RECOLECTADO

3.3.1 Conservación *in situ*. Las 17 Especies recolectadas se mantuvieron en su lugar de origen manteniendo las condiciones naturales y bajo la observación de los propietarios. El banco de germoplasma *in situ* se encuentra señalado con un mapa georeferenciado de la zona de estudio que permite ver las fincas en las cuales se realizó la colecta del material vegetal (Figura 26).

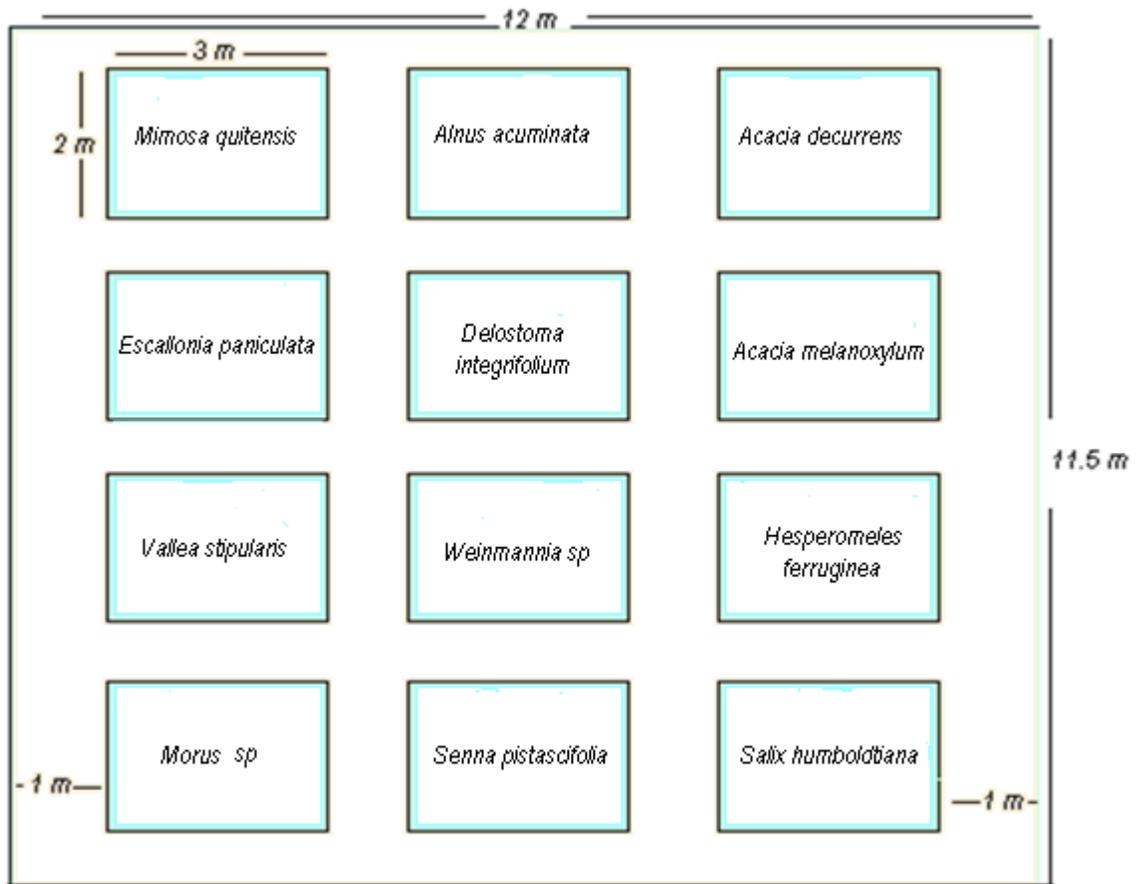
Figura 26. Georreferenciación - Banco de germoplasma *in situ*



Fuente: Imagen satelital Google Heart modificada por los Autores, 2010.

3.3.2 Conservación *ex situ*. Por otra parte se establecieron parcelas de las especies encontradas en predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se hicieron parcelas de 6 m² (2 m x 3 m), teniendo en cuenta para densidad de siembra las distancias recomendadas por productores, referencias bibliográficas y observación en campo para cada especie. A continuación se presenta el diseño en planta y la distribución de las especies por parcelas.

Figura 27. Diseño espacial del banco de germoplasma *ex situ*



Fuente: los Autores, 2010.

4. CONCLUSIONES

La investigación permitió identificar una línea base de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para zonas de clima frío del Departamento del Cauca compuesta por 13 familias y 17 especies entre las cuales sobresalen por su frecuencia de aparición *Alnus acuminata*, *Mimosa quitensis* y *Hesperomeles ferruginea*. De igual manera se destacan seis especies que a pesar de no ser potenciales como fuente de forraje, tienen diversos usos como cercas vivas, sombra, fuente de madera, entre otras.

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

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

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

De las especies encontradas en la zona solo el guarango (*Mimosa quitensis*) ha tenido algunos avances referentes a su utilización para la alimentación animal a través del sistemas de ramoneo en potreros. Dichos avances se ubican en el municipio de Silvia y en menor proporción en la localidad de Sotaró. Si bien existe información e indicios de que las especies restantes tienen cierto grado de

aceptación en cuanto al consumo bovino, estas especies se utilizan como fuentes de sombrero en potreros o en cercas, evidenciando un sub-aprovechamiento de sus potenciales forrajeros en épocas críticas.

El estudio realizado contribuye al conocimiento de los recursos arbóreos locales siendo un elemento importante para la conservación de la biodiversidad a partir del diseño e implementación de modelos agroforestales que rompan con el paradigma ganadero predominante en la zona, "Potreros sin árboles".

5. RECOMENDACIONES

Se deben adelantar estudios agronómicos en especies como *Hesperomeles ferruginea*, *Viburnum sp*, *Vervesina sp*, *Weinmania sp* y *Vallea stipularis*, para determinar elementos esenciales a la hora de su uso en modelos agroforestales como velocidad de crecimiento, capacidad de rebrote, facilidad de reproducción y propagación etc.

Es necesario realizar estudios bromatológicos de las especies encontradas para identificar los contenidos de nutrientes al igual que sustancias anti nutricionales, ya que la mayoría de especies registradas son nuevas y la información al respecto es nula.

Deben adelantarse estudios a nivel molecular para establecer índices de variabilidad entre especies a nivel genético.

Es necesario adelantar estudios que permitan verificar la aceptación por parte de los animales en términos de consumo de las diferentes especies encontradas.

BIBLIOGRAFÍA

ADECOQUIN, ASOCIACIÓN DE DESARROLLO COMUNITARIO DEL QUINDÍO. Manual de Caracterización de Áreas Silvestres, Armenia, Diciembre de 1999.

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

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

ALTIERI, M.A, Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. La Habana: CLADES-ACAO. 1997.

ALVAREZ J. E. Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano. Primera Ed., Universidad de Caldas, Manizales, 2002. ISBN 958-8041-76-7. Pag, 435-463.

AVILA Gabriela, JIMÉNEZ Francisco, BEER John, GOMEZ Manuel, IBRAHIM Muhammad. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica, 2001, 4 Pág.

BENACHÍ Hernán. Plan de desarrollo Municipio de Totoró 2008-2011 "Diagnostico"
Alcaldía de Totoró, 2007.

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

CABILDO INDIGENA DE KISGO, Etnoflora. Arboles que Viven en el Territorio de Kisgó, Silvia Cauca 2003.

CÁRDENAS Edgar. Alternativas forrajeras para clima frío en Colombia. [En línea]. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2006, [citado en diciembre 12 de 2009]. Disponible en Internet: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FIL E_EVENTOSENTI10332.pdf

-----Evaluación de una alternativa para disminuir el impacto ambiental que causan los fertilizantes nitrogenados en las pasturas de clima frío en Colombia. Tesis de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, 2003.

CARDENAS Dairon y SALINAS Nelson. Libro rojo de plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas I Parte. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogota, 2006.

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

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

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

E.O.T. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Sotaró. Sotaró 2001. Cap. 1-2.

-----Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Totoró. Totoró 1998.

FAJARDO Edna M. Guía técnica para la Restauración Ecológica de áreas afectadas por la expansión agropecuaria en el Distrito Capital. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Centro de Investigación y desarrollo Científico. ISBN 958-96823-9-1. Bogotá, 2004.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para el fomento de la Agricultura. Buscando soluciones para la crisis del agro: ¿En la ventanilla del banco, o en el pupitre de la escuela? Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe Santiago, Chile 1995

FEDEGAN. Fondo nacional del ganado. Boletín No 84, Actualidad ganadera. Bogotá enero de 2008. Disponible en www.fedegan.org.co.

-----Fondo nacional del ganado. Oficina de Sanidad Animal.2007. Disponible en www.fedegan.org.co.

-----Fondo nacional del ganado. Plan estratégico de la Ganadería Colombiana 2019. Bogotá Nov., 2006. (pág. 23-34).

-----Fondo Nacional del Ganado. 1999. La ganadería bovina en Colombia 1998 – 1999. Santafé de Bogotá, Colombia. 261 pág.

FERNANDEZ, J. *et al.* Uso de la *Acacia decurrens* como Suplemento Alimenticio para Vacas Lecheras, en Clima Frío de Colombia. [En línea]. Medellín, Colombia, 1999. [Citado en diciembre 10 de 2009] Disponible en Internet: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/FernanJD.htm>

Ficha Botánica Brugmasia sangunea. Disponible en <http://fichas.infojardin.com/arbustos/brugmansia-sanguinea-trompetero-rojo.htm>.

FONT QUER, P. (1982). Diccionario de Botánica. 8ª reimpresión. Editorial Labor S. A. Barcelona 1982.

GAMARRA José. R. Documentos de trabajo No 95 sobre Economía Regional, La Economía del Departamento del Cauca Concentración de Tierra y Pobreza. Banco de la República, centro de Estudios económicos regionales. Octubre de 2007.

GARRETON SOTOMAYOR A. Modelos agroforestales y desarrollo rural sustentable. Instituto Forestal. Chile, 2001.

GIRALDO L. V., BOLÍVAR D. M. Evaluación de un Sistema Silvopastoril de Acacia decurrens Asociada con Pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en Clima Frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de producción animal. CONISILVO (Consortio para la investigación y desarrollo de sistemas silvopastoriles). Medellín 1999.

GIRALDO L .A, VELÁSQUEZ R, OCAMPO M. Avances en la evaluación de un sistema silvopastoril de *Acacia decurrens* asociada con pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* en clima frío de Antioquia. En: Memorias del III Taller Internacional Silvopastoril Los Árboles y arbustos en la ganadería. Estación Experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey – FAO, 1998. Pág. 216-219.

GOLA G. *et al.* Tratado de Botánica. 2da. edición. Editorial Labor S.A., Barcelona, 1110 pág. 1965.

GÓMEZ M Elena *et al.* 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., 2002.

HOLMANN F. *et al.* Evolución de los Sistemas de Producción de Leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los mercados: Un Análisis del Caso Colombiano. Mayo del 2003-55pag.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Revisión). [En línea]. Colombia (Colombia): [citado en octubre 28 de 2009]. Disponible en internet: http://www.humboldt.org.co/humboldt/homeFiles/inventarios/GEMA_CAP_04_2ED.pdf

-----INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLT, ANDREA M. OLAYA ÁLVAREZ (Consultora). *Acacia melanoxylon* R. Br, Bogotá D.C., Bogotá D.C, 2005. (Disponible en <http://www.siac.net.co>)

JARRO F. Carolina. 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, 2005.

JAIL. Especies de árboles de uso múltiple en América Latina (*Alnus acuminata*). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica No 324, 1996.

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

LOTERO, J. Producción y utilización de los pastizales de las zonas alto andinas de Colombia. Red de pastizales Andinos. REPAAN. Quito, Ecuador. 1993. Pág. 155.

MAHECHA Liliana. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 16: 1, Importancia de los sistemas silvopstoriles y sus principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Facultad de Ciencias Agrarias, universidad de Antioquia. Medellín, 2003.

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

-----, GALLEGO L, PELÁEZ F. J. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias Vol. 15: 2, Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Facultad de Ciencias Agrarias, universidad de Antioquia. Medellín, 2002.

MONTAGNINI F., *et al.* Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos. OET, Costa Rica, 1992. Pág. 622 p.

MONZOTE F, Eficiencia energética de los sistemas agrícolas integrados ganadería/agricultura, Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes, Cuba, 2003. Pág. 1-2.

MURILLO E, ROSALES M, GOMEZ M, Agroforestería para la producción Animal sostenible, CIPAV Cali Valle Colombia julio de 2003. pág. 28 29 – 26 27

MURGUEITIO Enrique. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Fundación CIPAV, Cali Colombia, 2001.

OSPINA PENAGOS Carlos, *et al.* Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana, “El Aliso o Cerezo *Alnus acuminata*”. Medellín 2005.

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

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

PETIT A., J. Una revisión sobre el concepto de agroforestería. [En línea 1 de junio de 2008] Cali Colombia [Citado en noviembre 15 de 2009]. Disponible desde Internet: www.agroforesteriaecologica.com.

POLANIA Luís, RENDON Elkin. 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 2008.

P. O. T. Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Puracé. Puracé, 2000.

----- Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Silvia. Silvia, 2000. Tomo I.

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

RED NACIONAL DE JARDINES BOTÁNICOS. 2008. *Weinmannia pubescens* Kunth. Disponible en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=912&method=displayAAT>.

RESTREPO U., G.; BELLEFLEUR, P. L'aulne des Andes de Colombie: ecologie et identification. Bois et Forêts des Tropiques.247:53-68. 1996.

RIVAS L, HOLMANN L. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América Latina Tropical, Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. Veracruz, México - Noviembre, 21, 2002

ROBLEDO J., E. La verdad sobre Agro Ingreso Seguro. Oficina de prensa Senador Jorge Enrique Robledo, Bogotá, enero 19 de 2010

ROSALES, M. Uso de la diversidad forrajera de árboles y arbustos. Memorias del V Seminario-Taller Internacional "Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria" y I Seminario Internacional sobre "Palmas en Sistemas de Producción Agropecuaria para el Trópico" Cali, Colombia. 31 de julio al 3 de agosto de 1997. s.p.

RUSO Ricardo, BOTERO Raúl. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. Escuela de agricultura tropical húmeda EART, San José de Costa Rica: LEAD. 2008. Disponible en www.produccion-animal.com.ar

SÁNCHEZ M, Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, Roma 1996.

SARRIA, Patricia. Forrajes arbóreos en la alimentación de Monogástricos. [En línea]. Medellín, Colombia [citado en noviembre 23 de 2009] Disponible en internet:http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127103814_Forrajes%20arboreos%20alimentacion%20monogastricos.pdf

SIERRA O. Establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros para la producción de leche. Facultad de ciencias agrarias, universidad de Antioquia – Medellín, 2002, 259 p.

SEGURA m., CASTILLO A., ALVARADO A., BLANCO F. Agronomía Costarricense, Variación del contenido foliar de nutrimentos de *Alnus acuminata*. Vol30 (1): 53-63. ISSN: 0377-9424 / 2006. Disponible en www.mag.go.cr/revagr/inicio.htm www.cia.ucr.ac.cr

SIMON Leonel. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y en pastoreo. En: Sistemas Silvopastoriles: alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Memorias II Seminario Internacional. Ministerio de Agricultura - CONIF. Santafé de Bogotá, Colombia, 1996. pág. 31-42.

SOSA Edgar, PEREZ Demetrio, ORTEGA Luis, ZAPATA Gonzalo. Evaluación del Potencial Forrajero de árboles y arbustos tropicales para alimentación de ovinos. Revista Técnicas Pecuarias, México 2004. Pág. 129,144.

URIBE C. Plan de Modernización de la Ganadería Bovina Colombiana, Silvopartoreo: Alternativa para mejorar la Sostenibilidad y la Competitividad de la Ganadería Colombiana. Compilación de las Memoria de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. Corpoica, Corporación colombiana de Investigación Agropecuaria, 1995-1996. Pág. 13, 30.

VARGAS G. William. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales. Primera ed. Universidad de Caldas. Manizales, 2002.

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

VERGARA G. S. La Economía del Departamento del Cauca: Concentración de Tierras y Pobreza; Banco de la República, Centro, de Estudios Regionales CEER, Cartagena de Indias, octubre de 2007, Vol. 95.

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

-----Producción de forrajes bajo sistemas silvopastoriles, memorias seminario “La finca, sistema integrado de producción” Popayán, 1997.
VILLARDON J.L. Introducción al Análisis de Clúster. Universidad de Salamanca, Departamento de Estadística, 2002.

ZAPATA Yuly, SOLARTE Antonio., CALLE Zoraida, MURGUEITIO Enrique. El sauce, una especie autóctona con múltiples aplicaciones en los sistemas silvopastoriles. Centro para la investigación de sistemas sostenibles de producción agropecuaria CIPAV, 2009.

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				
MANEJO	RECOLECCION DE SEMILLA				
	ARREGLO. Cultivo sombrio Potrero Silvopastoreo Cerca				
	DRENAJE				
	RIEGO				
	MECANIZACION				
	PRODUCCION. 1 mes 1.5 meses 2 meses 6 meses Ocasional				
	CANTIDAD				
	AREA APROXIMADA				
	FERTILIZACION. Mat. orgánica Químico				
	QUEMAS				
	DEMALEZAMIENTO				
USO	PESTICIDAS				
	SUMINISTRO. Mono gástricos Seudo rumiantes Rumiantes				
	FRECUENCIA DE SUMINISTRO				
	OBSERVACIONES				

Fuente: Polania y Rendón, 2009.

Anexo B1. Sistematización de la información para el municipio de Silvia.

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F		D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A	m²	M	Q	R				
Silvia	Cab. Municipal	Ambachico	05/09/2009	N2 36.204 W76 23.103	Aliso	2470 m	1				1			1	1								1	1	
Silvia	Cab. Municipal	Ambachico	05/09/2009	N2 36.275 W76 23.097	Guarango	2474 m	1			1				1	1								1	1	
Silvia	Cab. Municipal	Bellavista	10/09/2009	N2 36.167 W76 22.336	Acacia Jap.	2666 m	1				1			1	1								1		
Silvia	Cab. Municipal	Bellavista	11/09/2009	N2 36.181 W76 22.737	Aliso	2589 m		1			1			1	1			1	1	10000	1		1	1	Arreglo silvopastoril 7 m * 7m
Silvia	Cab. Municipal	Bellavista	11/09/2009	N2 36.179 W76 22.665	Chilco	2601 m	1				1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	Bellavista	05/09/2009	N2 36.173 W76 22.629	Encenillo Pub.	2613 m	1				1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	Bellavista	05/09/2009	N2 36.185 W76 22.712	Galvis	2587 m	1				1			1	1									1	
Silvia	Cab. Municipal	Bellavista	10/09/2009	N2 36.187 W76 22.721	Guarango	2586 m				1	1			1	1			1							
Silvia	Cab. Municipal	Bellavista	11/09/2009	N2 36.132 W76 22.689	Sauce	2579 m				1	1			1			1								
Silvia	Cab. Municipal	Chivos	26/09/2009	N2 36.298 W76 23.025	Aliso	2488 m	1				1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	La Marquesa	04/09/2009	N2 36.522 W76 22.350	Aliso	2573 m	1				1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	La Marquesa	04/09/2009	N2 36.530 W76 22.379	Chilco	2563 m	1				1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	La Marquesa	05/09/2009	N2 36.521 W76 22.351	Encenillo Pub.	2572 m	1				1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	La Marquesa	05/09/2009	N2 36.701 W76 22.566	Galvis	2513 m				1	1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	La Marquesa	05/09/2009	N2 36.530 W76 22.362	Guarango	2573 m	1				1			1	1										
Silvia	Cab. Municipal	La Marquesa	05/09/2009	N2 36.570 W76 22.330	Sauce	2546 m				1	1			1			1								
Silvia	Cacique Alto		10/09/2009	N2 37.359 W76 23.370	Acacia Jap.	2763 m				1	1			1	1										Sobre vía terciaria
Silvia	Cacique Alto		10/09/2009	N2 39.206 W76 19.663	Aliso	2824 m		1			1			1	1				5000				1		Arreglo silvopastoril 4m * 4m
Silvia	Cacique Alto		10/09/2009	N2 37.058 W76 23.137	Aliso	2622 m				1	1			1	1										Sobre la vía
Silvia	Cacique Alto		10/09/2009	N2 37.236 W76 23.201	Guarango	2705 m				1	1			1	1										Sobre la vía
Silvia	Cacique Alto		10/09/2009	N2 39.171 W76 19.727	Acacia Blanca	2874 m				1	1			1	1										
Silvia	Cacique Alto		10/09/2009	N2 39.212 W76 19.705	Chilco	2906 m	1				1			1	1										

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1		R2	Ri	A	F		D1	Suministro	OBSERVACION	
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A	m²	M	Q	R						
Silvia	Camojó		10/09/2009	N2 36.591 W76 25.178	Chilco	2564 m			1	1			1		1	1										Sobre la vía	
Silvia	Camojó		10/09/2009	N2 36.246 W76 25.063	Galvis	2453 m			1	1			1		1	1										Sobre vía Silvia-Piendamó	
Silvia	Camojó		10/09/2009	N2 36.717 W76 25.015	Guarango	2571 m	1			1			1		1	1								1		Sistema silvopastoril	
Silvia	Camojó		10/09/2009	N2 36.499 W76 24.991	Guarango	2528 m	1			1			1		1	1											
Silvia	Camojó	San Antonio	10/09/2009	N2 37.011 W76 25.145	Aliso	2519 m	1				1		1		1	1											
Silvia	Camojó	San Antonio	10/09/2009	N2 36.651 W76 24.979	Chilco	2573 m			1	1			1		1	1											
Silvia	Camojó	San Antonio	10/09/2009	N2 37.002 W76 25.141	Encenillo Pinn.	2519 m	1				1		1		1	1											
Silvia	Camojó	San Antonio	10/09/2009	N2 36.975 W76 25.121	Guarango	2530 m			1	1			1		1	1											
Silvia	Chuluambo	Villa Merced	10/09/2009	N2 39.453 W76 23.823	Acacia Jap.	2654 m	1				1		1		1	1											
Silvia	Chuluambo	Villa Merced	10/09/2009	N2 39.473 W76 23.859	Aliso	2657 m		1			1		1		1	1											
Silvia	Chuluambo	Villa Merced	10/09/2009	N2 39.531 W76 23.910	Garrocho	2634 m	1			1			1		1	1											
Silvia	Chuluambo	Villa Merced	10/09/2009	N2 39.453 W76 23.822	Guarango	2651 m	1			1			1		1	1											
Silvia	Guambia		05/09/2009	N2 38.519 W76 20.539	Aliso	2906 m			1	1			1		1	1											Sobre la vía
Silvia	Guambia		05/09/2009	N2 38.519 W76 20.535	Chilco	2898 m			1	1			1		1	1											Sobre la vía
Silvia	Guambia		05/09/2009	N2 38.209 W76 20.790	Guarango	2776 m	1			1			1		1	1											Sobre la vía
Silvia	Juanambu	Los Arrayanes	05/09/2009	N2 37.040 W76 22.544	Acacia Blanca	2523 m			1	1			1		1	1											Sobre la vía Silvia-Pitayo
Silvia	Juanambu	Los Arrayanes	05/09/2009	N2 40.726 W76 20.712	Aliso	2976 m	1				1		1		1	1											
Silvia	Juanambu		05/09/2009	N2 42.445 W76 19.711	Acacia Jap.	2948 m			1	1			1		1	1											Sobre la vía Silvia/ Pitayo
Silvia	Juanambu		05/09/2009	N2 42.444 W76 19.707	Encenillo Pub.	2941 m			1	1			1		1	1											Sobre la vía Silvia/ Pitayo
Silvia	Juanambu		05/09/2009	N2 43.511 W76 19.407	Guarango	2731 m	1			1			1		1	1											Sobre la vía Silvia/ Pitayo
Silvia	Juanambu		05/09/2009	N2 36.953 W76 22.577	Sauce	2536 m			1	1			1		1	1											Sobre la vía Silvia-Pitayo
Silvia	La Estrella	Buena Vista	10/09/2009	N2 36.018 W76 26.495	Aliso	2528 m		1			1		1		1	1					10000		1	1	1		Arreglo agrosilvopastoril en asocio con maíz
Silvia	La Estrella	Buena Vista	10/09/2009	N2 35.948 W76 26.529	Chilco	2523 m	1			1			1		1	1											

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habitó		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F			D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A	m ²	M	Q	R					
Silvia	La Estrella	Buena Vista	10/09/2009	N2 35.959 W76 26.539	Encenillo Pub.	2538 m	1			1		1		1	1											
Silvia	La Estrella	Buena Vista	10/09/2009	N2 36.032 W76 26.504	Guarango	2547 m		1		1			1		1				5000		1	1		1		Arreglo silvopastoril 4m * 4m
Silvia	Miraflores	Miraflores	05/09/2009	N2 33.157 W76 25.235	Acacia Blanca	2413 m			1		1		1		1			1				1				Sobre la vía
Silvia	Miraflores	Miraflores	05/09/2009	N2 33.090 W76 25.291	Aliso	2404 m			1		1		1		1			1				1				Asociado con lechero y urapan como cerca
Silvia	Miraflores	Miraflores	05/09/2009	N2 33.124 W76 25.294	Cajeto	2401 m	1				1		1		1			1				1		1		
Silvia	Miraflores	Miraflores	05/09/2009	N2 33.067 W76 25.308	Encenillo Pub.	2396 m	1				1		1		1			1				1				
Silvia	Miraflores	Miraflores	05/09/2009	N2 33.095 W76 25.260	Galvis	2402 m	1				1		1		1			1				1				
Silvia	Miraflores	Miraflores	05/09/2009	N2 33.097 W76 25.252	Guarango	2404 m	1			1			1		1			1				1		1		Sistema silvopastoril
Silvia	Miraflores		05/09/2009	N2 33.271 W76 25.471	Galvis	2388 m			1		1		1		1											
Silvia	Miraflores		05/09/2009	N2 33.263 W76 25.462	Sauce	2396 m			1		1		1		1		1									
Silvia	Miraflores	Yalconia	05/09/2009	N2 33.527 W76 25.504	Guarango	2374 m	1			1			1		1									1		
Silvia	Resg. Guambía	Las Delicias	11/09/2009	N2 37.711 W76 20.560	Acacia Blanca	2680 m	1				1		1		1											
Silvia	Resg. Guambía	Las Delicias	11/09/2009	N2 37.669 W76 20.533	Aliso	2684 m	1				1		1		1											
Silvia	Resg. Quisgó	Los Remedios	10/09/2009	N2 36.213 W76 24.299	Acacia Blanca	2478 m	1				1		1		1											
Silvia	Resg. Quisgó	Los Remedios	10/09/2009	N2 36.275 W76 24.300	Aliso	2486 m			1		1		1		1											
Silvia	Resg. Quisgó	Los Remedios	10/09/2009	N2 36.294 W76 24.254	Cajeto	2486 m	1				1		1		1		1									
Silvia	San Pedro		26/09/2009	N2 31.379 W76 19.610	Aliso	3235 m	1				1		1		1											Sobre la vía Totoró - G. López
Silvia	Sta. Lucía	La Esmeralda	26/09/2009	N2 31.880 W76 18.471	Acacia Jap.	3257 m			1		1	1		1	1											
Silvia	Sta. Lucía	La Esmeralda	26/09/2009	N2 32.019 W76 18.395	Aliso	3265 m			1		1	1		1	1								1			Sembrado a 3m de distancia
Silvia	Sta. Lucía	La Esmeralda	26/09/2009	N2 32.040 W76 18.351	Encenillo Pub.	3263 m	1				1	1		1	1											
Silvia	Sta. Lucía	La Esmeralda	26/09/2009	N2 31.851 W76 18.491	Manzano	3240 m	1				1	1		1	1								1			

Fuente. Los autores, 2010.

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

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F		D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A	m²	M	Q	R				
Totoró	Cab. Municipal		04/09/2009	N2 30.721 W76 24.663	Aliso	2545 m		1			1		1		1	1				6400					Arreglo silvopastoril 5m * 5m
Totoró	Cab. Municipal		04/09/2009	N2 32.612 W76 25.165	Galvis	2424 m	1		1		1		1	1											Sobre la vía
Totoró	Cab. Municipal		04/09/2009	N2 30.715 W76 24.674	Guarango	2546 m	1			1		1		1	1								1		
Totoró	Cab. Totoró	Chia	21/09/2009	N2 30.246 W76 19.774	Majua	3196 m	1				1		1	1	1										
Totoró	Cab. Totoró	Chia	21/09/2009	N2 30.214 W76 19.784	Manzano	3190 m	1				1		1	1											
Totoró	Cab. Totoró	Eskandia	21/09/2009	N2 30.166 W76 19.909	Chilco	3197 m	1			1		1		1	1										
Totoró	Cab. Totoró	Eskandia	21/09/2009	N2 30.201 W76 19.832	Majua	3186 m	1				1		1	1	1										
Totoró	Cab. Totoró	Eskandia	21/09/2009	N2 29.770 W76 19.980	Manzano	3221 m	1				1		1	1											
Totoró	El Cofre	El Cofre	26/09/2009	N2 31.820 W76 21.058	Aliso	2968 m	1				1		1	1											
Totoró	El Cofre	El Cofre	26/09/2009	N2 31.777 W76 21.026	Chilco	3003 m	1			1		1		1	1										
Totoró	El Cofre	El Cofre	26/09/2009	N2 31.773 W76 20.972	Encenillo Plnn.	3005 m	1				1		1	1											
Totoró	Gabriel López		26/09/2009	N2 30.907 W76 18.589	Acacia Jap.	3143 m			1		1		1	1											Sobre la vía Totoró-Gabriel López
Totoró	Gabriel López		26/09/2009	N2 30.374 W76 16.936	Acacia Blanca	3023 m	1				1		1	1											
Totoró	Gabriel López		26/09/2009	N2 30.336 W76 16.865	Aliso	3020 m	1				1		1	1											
Totoró	Gabriel López		26/09/2009	N2 30.328 W76 16.866	Manzano	3012 m	1				1		1	1											
Totoró	Malvazá	Cab. Totoro	20/09/2009	N2 28.666 W76 19.554	Manzano	3003 m	1				1		1	1											
Totoró	Malvazá	El Manzanal	22/09/2009	N2 30.570 W76 19.609	Aliso	3171 m		1			1		1	1											Protección de micro cuenca
Totoró	Malvazá	El Manzanal	21/09/2009	N2 30.532 W76 19.531	Boroquero	3161 m	1			1		1		1		1									
Totoró	Malvazá	El Manzanal	22/09/2009	N2 30.539 W76 19.620	Encenillo Pub.	3185 m	1				1		1	1											
Totoró	Malvazá	El Manzanal	22/09/2009	N2 30.500 W76 19.528	Garrocho	3160 m				1		1		1	1										En reserva natural

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1		R2	Ri	A	F			D1	Suministro	OBSERVACION	
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A		m ²	M	Q		R					
Totoró	Malvazá	El Manzanal	22/09/2009	N2 30.538 W76 19.536	Majua	3169 m	1				1		1		1	1	1											
Totoró	Malvazá	El Manzanal	22/09/2009	N2 30.160 W76 19.651	Manzano	3189 m	1				1		1		1	1												Sobre vía
Totoró	Malvazá	El Mil	21/09/2009	N2 28.684 W76 20.533	Manzano	3115 m	1				1		1		1	1												
Totoró	Malvazá	Galeanos	21/09/2009	N2 29.148 W76 19.987	Chilco	3107 m	1				1		1		1	1												
Totoró	Malvazá	Galeanos	21/09/2009	N2 28.946 W76 20.061	Manzano	3075 m	1				1		1		1	1												
Totoró	Malvazá		21/09/2009	N2 29.881 W76 20.193	Aliso	3190 m				1		1		1		1	1											Vía Totoro-Malvaza
Totoró	Malvazá		21/09/2009	N2 29.882 W76 20.187	Chilco	3191 m				1	1			1		1	1											Vía Totoro-Malvaza
Totoró	Malvazá		21/09/2009	N2 29.779 W76 20.236	Encenillo Pub.	3204 m				1			1		1	1												Vía Totoro-Malvaza
Totoró	Malvazá		20/09/2009	N2 29.557 W76 19.619	Manzano	3149 m	1				1		1		1	1												Utilizado como sombrío
Totoró	Malvazá		20/09/2009	N2 28.574 W76 19.476	Manzano	3009 m	1				1		1		1	1												
Totoró	Malvazá		20/09/2009	N2 29.716 W76 18.954	Manzano	3073 m				1		1		1		1	1											Sobre vía que conduce a Gabriel López
Totoró	Malvazá		21/09/2009	N2 29.748 W76 20.311	Manzano	3197 m				1		1		1		1	1											Vía Totoro-Malvaza
Totoró	Malvazá	Portachuelo	21/09/2009	N2 28.848 W76 20.552	Manzano	3171 m	1				1		1		1	1												
Totoró	Malvazá		20/09/2009	N2 29.700 W76 18.997	Acacia Blanca	3071 m				1		1		1		1	1											Al lado de plantación de pino
Totoró	Malvazá		20/09/2009	N2 29.458 W76 19.592	Majua	3122 m	1				1		1		1	1	1											
Totoró	Malvazá	El Recuerdo	20/09/2009	N2 29.656 W76 19.237	Majua	3076 m	1				1		1		1	1	1											
Totoró	Paniquita	El Recuerdo	22/09/2009	N2 31.783 W76 28.473	Acacia Blanca	2176 m	1				1		1		1	1												
Totoró	Paniquita	El Recuerdo	22/09/2009	N2 31.801 W76 28.433	Cajeto	2178 m				1		1		1		1									1			
Totoró	Paniquita	El Recuerdo	22/09/2009	N2 31.801 W76 28.433	Guarango	2177 m	1				1		1		1	1												
Totoró	Paniquita	San Antonio	22/09/2009	N2 29.916 W76 28.897	Acacia Jap.	2256 m				1		1		1		1	1											Sobre vía Popayán - Totoro
Totoró	Paniquita	San Antonio	22/09/2009	N2 29.904 W76 28.894	Aliso	2248 m				1		1		1		1	1											Sobre vía Popayán - Totoro

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F			D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A	m²	M	Q	R					
Totoró	Paniquita	San Antonio	22/09/2009	N2 29.918 W76 28.899	Chilco	2258 m			1	1			1		1	1										Sobre vía Popayán - Totoro
Totoró	Paniquita	San Antonio	22/09/2009	N2 30.613 W76 25.777	Encenillo Pub.	2574 m			1		1			1	1											Sobre vía Popayán - Totoro
Totoró	Paniquita		22/09/2009	N2 29.439 W76 25.699	Acacia Jap.	2613 m			1		1			1	1											Sobre vía a Paniquita
Totoró	Paniquita		22/09/2009	N2 29.993 W76 25.193	Aliso	2675 m					1			1	1											Sobre vía a Paniquita
Totoró	Paniquita		22/09/2009	N2 30.198 W76 25.531	Chilco	2692 m					1			1	1											Sobre vía a Paniquita
Totoró	Paniquita		22/09/2009	N2 31.723 W76 28.743	Guarango	2115 m	1				1			1	1		1									Sobre vía Popayan-Paniquita
Totoró	Polindara	El Vergel	22/09/2009	N2 29.371 W76 25.479	Cajeto	2538 m	1				1			1			1									
Totoró	Polindara	El Vergel	22/09/2009	N2 29.363 W76 25.483	Encenillo Plnn.	2534 m	1				1			1	1											
Totoró	Polindara	El Vergel	22/09/2009	N2 29.369 W76 25.481	Guarango	2544 m	1				1			1	1											

Fuente: Los autores, 2010.

Anexo B3. Sistematización de la información para el municipio de Puracé.

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F			D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A	m²	M	Q	R					
Puracé	Cab. Municipal	H. Mosquera	24/10/2009	N2 21.396 W76 29.767	Aliso	2372 m	1				1			1	1											
Purace	Cab. Municipal	H. Mosquera	16/10/2009	N2 21.404 W76 29.751	Cajeto	2364 m	1				1			1			1									
Purace	Cab. Municipal	H. Mosquera	16/10/2009	N2 21.373 W76 29.755	Encenillo Plnn.	2441 m			1		1			1	1											
Purace	Cab. Municipal	San Cristóbal	24/10/2009	N2 22.498 W76 29.233	Galvis	2489 m	1				1			1	1											
Purace	Cab. Municipal	San Cristóbal	16/10/2009	N2 22.482 W76 29.234	Guarango	2472 m	1				1			1	1											
Purace	El Marquez	El Jigal	16/10/2009	N2 16.518 W76 30.618	Encenillo Plnn.	2915 m	1				1			1	1											Sobre vía Coconuco - El Marquez

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo			R1	R2	Ri	A	F	D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A			m ²	M	Q	R		
Purace	El Marquez	El Jigual	24/10/2009	N2 16.514 W76 30.620	Guarango	2912 m	1			1			1		1	1								Sobre vía Coconuco - El Marquez	
Purace	El Marquez		24/10/2009	N2 13.712 W76 29.787	Acacia Jap.	3032 m		1			1				1	1								Arreglo silvopstoril	
Purace	El Marquez		16/10/2009	N2 20.816 W76 29.820	Acacia Jap.	2403 m	1				1				1	1								Sobre vía Coconuco - El Marquez	
Purace	El Marquez		24/10/2009	N2 15.619 W76 30.271	Aliso	3052 m		1			1				1	1								Arreglo silvopstoril 4m * 4m	
Purace	El Marquez		24/10/2009	N2 13.715 W76 29.783	Manzano	3034 m	1				1				1	1									
Purace	El Tablón		16/10/2009	N2 22.702 W76 28.005	Cajeto	2536 m			1		1				1	1								Sobre vía Purace - Coconuco	
Purace	El Tablón		16/10/2009	N2 23.994 W76 29.744	Galvis	2286 m					1				1	1								Sobre vía Purace - Coconuco	
Purace	El Tablón		24/10/2009	N2 23.095 W76 26.417	Guarango	2838 m	1			1					1	1									
Purace	El Tablón		24/10/2009	N2 24.004 W76 30.094	Sauce	2149 m			1		1				1	1								Sobre vía Purace - Coconuco	
Purace	El Tablón		24/10/2009	N2 22.965 W76 26.499	Aliso	2839 m			1		1				1	1								Sobre vía Purace - Coconuco	
Purace	Hato viejo		16/10/2009	N2 22.303 W76 24.074	Encenillo Pub.	3310 m	1				1				1	1									
Purace	Hato viejo		24/10/2009	N2 22.504 W76 24.527	Encenillo Pub.	3239 m	1				1			1	1	1									
Purace	Hato viejo		24/10/2009	N2 22.287 W76 24.050	Acacia Blanca	3334 m	1				1				1	1								Sobre vía Popayán - Purace	
Purace	Hato viejo		24/10/2009	N2 22.335 W76 24.030	Acacia Jap.	3288 m	1				1				1	1								Sobre vía Popayán - Purace	
Purace	Hato viejo		16/10/2009	N2 22.303 W76 24.074	Encenillo Pub.	3297 m	1				1				1	1								Sobre vía Popayán - Purace	
Purace	Hato viejo		16/10/2009	N2 22.207 W76 23.228	Manzano	3308 m			1		1				1	1								Sobre vía Popayán - Purace	
Purace	Hato viejo		24/10/2009	N2 22.313 W76 24.085	Manzano	3306 m	1				1				1	1									
Purace	Hato viejo		24/10/2009	N2 22.513 W76 24.572	Manzano	3227 m	1				1			1	1	1									
Purace	La Cabrera	La Cabrera	24/10/2009	N2 24.556 W76 30.599	Aliso	2209 m	1				1				1	1								Protección de micro cuenca	
Purace	La Cabrera	La Cabrera	16/10/2009	N2 24.580 W76 30.623	Cajeto	2218 m	1				1				1	1									
Purace	La Cabrera	La Cabrera	24/10/2009	N2 24.615 W76 30.627	Galvis	2221 m	1				1				1	1									
Purace	La Cabrera	La Cabrera	24/10/2009	N2 24.584 W76 30.619	Guarango	2219 m	1			1					1	1					1			Arreglo silvopastoril	
Purace	La Cabrera	La Cabrera	24/10/2009	N2 24.638 W76 30.598	Mujujo	2207 m	1				1				1	1									

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F	D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A			m²	M	Q	R	
Purace	La Cabrera		24/10/2009	N2 24.419 W76 30.223	Galvis	2161 m	1				1			1	1	1		1						Arreglo silvopastoril
Purace	La Cabrera		24/10/2009	N2 24.418 W76 30.218	Guarango	2171 m	1			1				1	1	1								

Fuente. Los autores, 2010.

Anexo B4. Sistematización de la información para el municipio de Sotará.

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F	D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A			m²	M	Q	R	
Sotará	Chiribio	Versalles	31/10/2009	N2 17.097 W76 37.275	Encenillo Tol.	2330 m	1				1			1	1									
Sotará	Chiribio	Versalles	31/10/2009	N2 17.048 W76 37.321	Guarango	2480 m	1			1				1	1									
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 18.367 W76 38.062	Galvis	2142 m	1				1			1	1									
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 17.489 W76 37.709	Galvis	2297 m	1				1			1	1									
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 18.266 W76 38.002	Aliso	2129 m			1		1			1	1									Sobre vía
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 17.952 W76 37.937	Cajeto	2161 m			1		1			1		1								Sobre vía
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 17.491 W76 37.715	Cajeto	2289 m	1				1			1		1								
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 18.368 W76 38.051	Chilco	2143 m	1			1				1	1									
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 18.369 W76 38.077	Guarango	2147 m	1			1				1	1									
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 17.511 W76 37.728	Guarango	2289 m	1			1				1	1									
Sotará	El Peinado		31/10/2009	N2 18.365 W76 38.059	Mujuyo	2148 m	1			1				1	1									Sobre vía
Sotará	Hato frío	La Castellana	31/10/2009	N2 15.813 W76 37.082	Encenillo Tol.	2445 m	1				1			1	1									
Sotará	Hato frío	La Castellana	31/10/2009	N2 15.819 W76 37.088	Guarango	2441 m	1			1				1	1									
Sotará	Pueblo Viejo		31/10/2009	N2 14.360 W76 37.143	Acacia Jap.	2536 m			1		1			1	1									Sobre vía vereda Camino Viejo
Sotará	Pueblo Viejo		31/10/2009	N2 14.104 W76 37.464	Aliso	2539 m			1		1			1	1									

Mpio.	Vereda	Finca	Fecha	Coordenadas	Nombre Común	Altura	Estado			Habito		Relieve			Suelo		R1	R2	Ri	A	F	D1	Suministro	OBSERVACION
							P	C	Ce	A1	A2	P	O	Q	Mo	S	A			m2	M	Q	R	
Sotará	Pueblo Viejo		31/10/2009	N2 14.094 W76 37.517	Sauce	2536 m				1		1		1		1							En huerto	
Sotará	Pueblo Viejo	Sta. Quitaria	31/10/2009	N2 14.098 W76 37.538	Cajeto	2541 m			1	1				1		1								
Sotará	Pueblo Viejo	Sta. Quitaria	31/10/2009	N2 14.231 W76 37.643	Encenillo Tol.	2528 m	1			1	1			1	1									
Sotará	Pueblo Viejo	Sta. Quitaria	31/10/2009	N2 14.185 W76 37.609	Guarango	2527 m	1			1		1		1	1									
Sotará	Pueblo Viejo		31/10/2009	N2 14.088 W76 37.505	Acacia Jap.	2537 m				1		1		1	1								En huerto	
Sotará	Pueblo Viejo		31/10/2009	N2 14.091 W76 37.514	Morera	2535 m			1	1			1		1								En huerto	

Fuente. Los autores, 2010.

83

P: Potrero; C: cultivo; Ce: Cerca; A1: Arbustivo; A2: Arboreo; P: Pendiente; O: Ondulado; Q: Qurbrado; Mo: Materia organica; R1: Reproducción; S: Sexual; A: Asexual; R2: Recolección de semilla; RÓ: Riego, A: Área; F: Fertilización; M: Orgánica; Q: Química; D1: Desmalezamiento; R: Regular.

Anexo C 1. Matriz de Similaridad entre especies

Similarity Matrix																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1		81,8	47,4	52,6	69,6	38,5	50,0	36,4	66,7	42,9	20	85,7	57,1	0	0	66,7	18,2
2			61,9	78,3	66,7	46,7	65,0	26,7	88,0	33,3	14,3	88,0	55,6	25	14,3	63,2	26,7
3				46,2	65,1	52,2	82,1	12,9	58,5	29,4	6,7	58,5	29,4	12,5	6,7	34,3	12,9
4					41,7	44,4	54,1	33,3	72,7	26,7	18,2	63,6	66,7	46,2	18,2	50,0	33,3
5						45,2	58,5	25,0	53,8	52,6	13,3	69,2	31,6	11,8	13,3	50,0	12,5
6							40,9	21,1	41,4	45,5	11,1	48,3	45,5	0	0	17,4	10,5
7								13,8	61,5	25,0	7,1	61,5	31,3	20	7,1	36,4	13,8
8									28,6	28,6	66,7	28,6	57,1	0	0	25,0	0,0
9										11,8	15,4	75,0	47,1	26,7	15,4	66,7	28,6
10											33,3	35,3	40,0	0	0	0,0	0,0
11												15,4	33,3	0	0	0,0	0,0
12													58,8	0	0	55,6	14,3
13														0	0	36,4	28,6
14															50	22,2	40,0
15																28,6	66,7
16																	50,0
17																	

Fuente. Los autores, 2010.

- 1 *Acacia decurrens*
- 2 *Acacia melanoxylon*
- 3 *Alnus acuminata*
- 4 *Delostoma integrifolium*
- 5 *Escallonia paniculata*
- 6 *Hesperomeles ferruginea*

- 7 *Mimosa quitensis*
- 8 *Myrcine coriaceae*
- 9 *Senna pistaciifolia*
- 10 *Vallea stipularis*
- 11 *Viburnum sp*
- 12 *Weimannia pubescens*

- 13 *Weinmannia pinnata*
- 14 *Weimannia tolimensis*
- 15.. *Morus alba*
- 16 *Salix babylonica*
- 17 *Verbesina sp*

Anexo C 2. Matriz de Similaridad entre sitios

Similarity Matrix				
	TOTORO	SOTARA	SILVIA	PURACE
TOTORO		33,8	55,2	59,3
SOTARA			34,5	61,5
SILVIA				51,5
PURACE				

Fuente. Los autores, 2010.

Anexo C3. Matriz de Similaridad entre especies por altura de registro.

Similarity Matrix																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1		82,6	83,1	79,8	65,3	93,9	80,4	73,9	79,4	46,6	46,5	97,7	95,5	0,0	0,0	58,7	33,8
2			95,1	93,5	78,6	79,0	94,5	61,5	93,3	39,3	39,3	81,3	83,4	37,8	39,1	79,5	58,9
3				96,0	83,9	81,3	96,3	67,1	94,6	41,5	41,5	83,7	85,7	36,1	35,9	79,1	58,7
4					83,2	79,8	94,3	69,6	95,1	46,8	46,9	80,9	83,0	36,6	36,3	79,1	59,4
5						64,4	80,6	82,1	82,2	53,5	53,5	66,7	67,5	42,2	41,8	62,5	35,5
6							76,7	74,8	75,7	49,0	48,9	96,2	90,8	0,0	0,0	55,6	31,7
7								63,0	97,0	36,2	36,2	79,1	83,1	38,8	38,5	82,7	61,5
8									64,4	70,4	70,6	76,1	76,9	0,0	0,0	38,7	0,0
9										38,6	38,6	78,1	82,7	37,5	37,2	82,4	63,3
10											99,8	49,2	49,8	0,0	0,0	0,0	0,0
11												49,2	49,8	0,0	0,0	0,0	0,0
12													94,0	0,0	0,0	57,6	33,1
13														0,0	0,0	61,5	35,8
14															98,0	50,5	63,3
15																52,1	62,4
16																	74,4
17																	

Fuente. Los autores, 2010.

- 1 *Acacia decurrens*
- 2 *Acacia melanoxylon*
- 3 *Alnus acuminata*
- 4 *Delostoma integrifolium*
- 5 *Escallonia paniculata*

- 6 *Hesperomeles ferruginea*
- 7 *Mimosa quitensis*
- 8 *Myrcine coriacea*
- 9 *Senna pistaciifolia*
- 10 *Vallea stipularis*
- 11 *Viburnum sp*

- 12 *Weimannia pubescens*
- 13 *Weinmannia pinnata*
- 14 *Weimannia tolimensis*
- 15...*Morus alba*
- 16 *Salix babylonica*
- 17 *Verbesina sp*

Anexo C4. Matriz de Similaridad de usos por municipios

Similarity Matrix												
	Si-P	Si-Ce	Si- C	To-P	To-Ce	To- C	Pu-P	Pu-Ce	Pu- C	So-P	So-Ce	So- C
Si-P		56,7	28,6	47,1	48,0	10,5	64,4	19,5	10,5	36,7	24,4	0,0
Si-Ce			33,3	42,9	52,6	15,4	51,1	13,8	15,4	32,4	20,7	0,0
Si- C				15,8	20,0	50,0	20,7	18,2	25,0	10,5	36,4	0,0
To-P					43,5	11,8	50,9	21,6	5,9	31,1	16,2	0,0
To-Ce						25,0	54,1	31,6	25,0	22,2	42,1	0,0
To- C							16,0	28,6	50,0	0,0	57,1	0,0
Pu-P								28,6	16,0	50,0	35,7	0,0
Pu-Ce									28,6	11,1	40,0	0,0
Pu- C										0,0	57,1	0,0
So-P											11,1	0,0
So-Ce												0,0
So- C												

Fuente. Los autores, 2010.

Si-P: Silvia - Potrero
 Si-Ce: Silvia - Cerco
 Si- C: Silvia - Cultivo
 To-P: Totoró - Potrero

To-Ce: Totoró - Cerco
 To- C: Totoró - Cultivo
 Pu-P: Puracé - Potrero
 Pu-Ce: Puracé - Cerco
 Pu- C: Puracé - Cultivo

So-P: Sotaró - Potrero
 So-Ce: Sotaró - Cerco
 So- C: Sotaró - Cultivo

Anexo D. Fichas técnicas de la línea base de especies arbóreas y arbustivas en el área de investigación.



1. Nombre común: Acacia Blanca

Nombre científico: *Acacia decurrens Willd.*

Familia: Mimosaceae

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

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

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

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

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

Problemas: el follaje de la acacia tiene un alto contenido de fenoles (21%) (Millán y Moreno, 2005 citado por Cárdenas, 2006).

Productividad, calidad del suelo y animal: la producción de biomasa a los 9 meses de edad es de 1.180 g MS/planta, el contenido de proteína cruda es del 18% y digestibilidad de 43% (Millán y Moreno, 2005 citado por Cárdenas, 2006).

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

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

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



2. Nombre común: Acacia Japonesa.

Nombre científico: *Acacia melanoxylon* R. Br.

Familia: Mimosaceae

Distribución: Es una especie originaria de los bosques húmedos del sureste de Australia y Tasmania. Se ha introducido como especie ornamental en parques, jardines y propiedades, como especie forestal por su buena madera.

Está clasificada como una de las 100 especies con mayor potencial invasor del mundo. Smith (1985) listó la especie como una de las 33 especies exóticas que deberían ser monitoreadas debido a sus amenazas potenciales sobre los ecosistemas nativos. La magnitud de la amenaza de la especie sobre los ecosistemas nativos está limitada si su expansión es exclusivamente vegetativa. Si la reproducción por semillas llega a ser común, el potencial de invasión es considerablemente alto. Produce grandes cantidades de semilla de alta viabilidad en el suelo, por encima de 50 años. Las numerosas plantas generadas tienden a dominar el ambiente invadido desplazando a las especies nativas. Las semillas pueden ser diseminadas por aves, expandiéndose a las áreas invadidas, por viento, agua, roedores y en general pequeños mamíferos. (Quentin & Fuller, 2001 citados por Olaya A.M, 2005).

Morfología: Árbol de entre 8 y 15 m de altura, sin espinas, de corteza agrietada y color bastante oscura. Las ramas son angulosas y pubescentes. Las hojas, que carecen de estipulas, son en las plantas jóvenes bipinnadas, mientras que en las adultas están reducidas, desapareciendo completamente el limbo y ensanchándose el pecíolo, formando una estructura llamada filodio. Las flores, se reúnen en inflorescencias a modo de glomérulos, de forma globosa, de 10 a 12 mm de diámetro y portando cada uno entre 30 y 50 flores. El fruto es la legumbre elipsoidal de entre 4 y 12 cm, recurvada y comprimida entre las semillas. Las semillas son negruzcas, elipsoidales, con un funículo largo plegado que da varias vueltas a la semilla.

Cultivo: Se multiplica por semillas. Soporta bien toda clase de suelos, aunque prefiere los ligeramente ácidos. Le perjudican las sequías veraniegas.

Usos: Es una especie forestal para utilizada para la obtención de madera y también como ornamental, cerca viva, recuperación de suelos, y fuente de forraje para bovinos (Olaya A.M, 2005).



3. Nombre común: Aliso

Nombre científico: *Alnus acuminata* H.B.K. ssp. *Acuminata*.

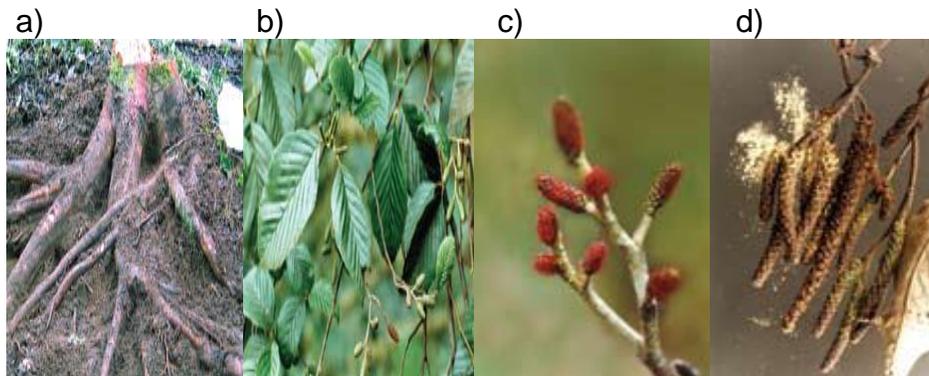
Familia: *Betulaceae*

Generalidades: en Colombia, el aliso se encuentra en las Cordilleras Central y Oriental, conformando los ecosistemas andinos conocidos como “Bosques de niebla” que hacen parte de las zonas secas, húmedas y muy húmedas de los bosques Premontano, Montano y Montano bajo, según el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge. Se desarrolla preferiblemente en suelos de

origen volcánico, tanto en zonas de alta pendiente como en planicies (Restrepo y Bellefleur, 1996).

Morfología: Es una especie de tamaño variable con alturas hasta de 30 m y diámetro de 50 cm; excepcionalmente puede alcanzar hasta 40 m de altura y 60 cm de diámetro. Tiene fuste recto, con aletones pobremente desarrollados y es cónico cuando crece sin competencia. La corteza es de color grisáceo, a veces plateado, con lenticelas amarillentas, ovals y circulares dispuestas horizontalmente a lo largo del fuste. La copa es irregular y generalmente es angosta (Ospina *et al*, 2005). Posee un sistema radical superficial y extendido. La raíz presenta nódulos, como consecuencia de la simbiosis con un actinomiceto del género *Frankia*, posiblemente la especie *alnii*, capaces de fijar el nitrógeno atmosférico. Los nódulos forman grupos hasta de 6 cm de diámetro y se concentran en los primeros cinco centímetros del suelo. Entre los componentes químicos de estos nódulos se halla un glicósido de color amarillo rojizo capaz de inhibir el crecimiento de hongos patógenos. Las Hojas son simples, alternas, acuminadas, de forma elíptica u ovoide, de 8 a 15 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho, con bordes dentados irregularmente; flores son unisexuales, dispuestas en inflorescencias llamadas amentos y frutos dispuestos en infrutescencias llamadas estróbilos, en forma de conos o piñas pequeñas, ovoides, de color verdoso a amarillento en estado inmaduro y marrón al madurar, con 1,5 a 3 cm de largo, escamas leñosas, algo aladas y persistentes donde se alojan las semillas (Ospina *et al*, 2005).

Imagen 1: a) sistema radicular, b) hojas, c) flores femeninas, d) flores masculinas, e) semillas.



Fuente: Ospina *et al*, 2005.

Requerimientos ambientales. Es una especie exigente en luz (heliófita) y marcadamente pionera. Puede plantarse incluso en sitios de alta pendiente, con altitudes entre 1.600 y 3.200 m; se adapta bien a condiciones climáticas con rangos de precipitación promedio anual entre 1.000 y 3.200 mm/año, temperatura media anual de 4 a 18°C; tolera temperaturas bajas de hasta -2°C y temperaturas máximas de 27°C, las heladas ocasionales y aun, nevadas esporádicas; es muy sensible a las sequías en sus primeras etapas de desarrollo, pero mejora su tolerancia una vez establecida (Ospina *et al*, 2005). Se adapta bien a una gran variedad de condiciones edáficas, incluyendo suelos pobres que pueden variar desde cascajosos y arenosos hasta arcillosos, y aun en suelos superficiales, siempre y cuando tengan buena humedad. No tolera suelos pesados, suelos pantanosos, con drenajes imperfectos ni que se inundan en forma parcial. En general, la especie se adapta mejor a los suelos ácidos, con pH de 4,5 a 6,0, profundos, bien drenados, francos o franco-arenosos y ricos en materia orgánica, de origen aluvial o derivados de cenizas volcánicas, al igual que sobre capas arenosas con cenizas volcánicas. Generalmente se recomiendan distancias de siembra de 3m * 3m con densidades de 1111 árboles por hectárea.

Usos: protección de cuencas hidrográficas, estabilización de laderas. En suelos ácidos se usa para cortinas rompevientos, mejora de pastos, sombra para café, y potencialmente en barbecho mejorado, fuente de combustible, aserrío, construcción, ebanistería, postes, sombrío, abono verde, mejorador de suelos por la fijación de nitrógeno atmosférico, fuente de forraje en periodos críticos y alimentación de abejas.



4. Nombres comunes: Boroquero, Bodoquero.

Nombre científico: *Viburnum* sp. L

Familia: Caprifoliaceae.

Generalidades: La familia Caprifoliaceae consta de unos 15 géneros y 400 especies.

Morfología: arbusto deciduo con tronco erecto. Hojas verdes suaves finamente aserradas, opuestas, elípticas a ovals. Flores blancas pequeñas en racimos sésiles de 10 cm de ancho. Los frutos son bayas negro-azuladas comestibles.

Propagación: esta especie se propaga naturalmente por Semilla.

Exigencia de suelos: Esta especie fue encontrada en el corregimiento de Malvazá, donde el piso bioclimático corresponde al paramo bajo y pertenece a la asociación Gabriel López donde los suelos son profundos a muy profundos, franco-arcillosos, fuertemente ácidos, material parental derivado de cenizas volcánicas y con una alta saturación de aluminio. (EOT, Totoró - 2002).

Usos: ha sido utilizada tradicionalmente en el tratamiento antiespasmódico de la dismenorrea y otros dolores causados por contracción de la musculatura lisa. También en la amenaza de parto prematura y para aumentar el tono uterino luego de remoción quirúrgica de fibromas.

Adaptación: Especie encontrada a una altura promedio de 3000 a 3200 m.s.n.m, que crece en los bosques nativos andinos del paramo bajo del corregimiento de Malvazá en el municipio de Totoró (EOT, Totoró - 2002).



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

Nombre científico: *Delostoma Integrifolium*.

Familia: Bignoniaceae

Morfología: árbol de 15 m de altura y 40 cm de diámetro en su tronco que tiene corteza lisa, su color es gris y su textura es gruesa; su copa es irregular; su ramificación empieza a baja altura; sus ramas son rectas. Las hojas miden 12 cm de largo por 8 cm de ancho, son simples, opuestas, están dispuestas en forma de cruz y a su vez, en ramilletes; su borde es

liso, por su envés poseen vellos a lo largo de sus nervios, su peciolo mide 5 cm de largo y su ápice es agudo, no presenta estípula. Las flores miden 5 cm de largo, su cáliz es de color verde, su corola está compuesta por pequeños tubos que son de color blanco y rosado, terminan en cinco pétalos o lóbulos que son de color violeta con rayas moradas, dispuestas en inflorescencias terminales en forma de racimos cortos. Los frutos por 2.5 cm de ancho, son similares a una navaja, un poco aplanados, su ápice es agudo, su color es verde, al madurar se torna de color café y cada uno contiene numerosas semillas. La semilla mide 4 cm de largo por 1.5 cm de ancho, son de color café, tienen alas, son delgadas y su germen y su ala son de color blanco (Vargas G., 2002)

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

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

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



6. Nombres comunes: Chilco.

Nombre científico: *Escallonia paniculata* (Ruiz & Pav.) Roem. & Shult.

Familia: Grossulariaceae

Morfología: Árboles o arbustos, corteza grisácea semifisurada, ramas glabras, pubescentes y/o glandulares, algunas veces resinosas. Hojas alternas, obovadas, elípticas u oblongas, margen aserrado-glandular, haz y envés glabro o glandular, sin pecíolo; estípulas ausentes. Racimo terminal, panícula o flores solitarias. Flores perfectas, hipanto adnato al ovario, 5 sépalos formando un tubo campanulado hacia la base; 5 pétalos libres, imbricados, obovados o linear-espatulados, verdosos; 5 estambres; disco elevado o plano; ovario ínfero, bilocular. Cápsula septicida.

Propagación: propagación por semilla. Inmersión 48 hs. Siembra en surcos, 1 mm de profundidad.

Exigencia de suelos: suelos francos, sueltos, ricos en materia orgánica.

Usos: restauración de cañadas. Rehabilitación del bosque de cedros y sus facies riparias. Ornamental muy apreciada.

Otros usos: especie maderable (Muebles), muy utilizada para poste de cerco. Árbol ornamental, leña y carbón

Adaptación: 2500–2900 msnm. Suelos pesados de pie de laderas y laderas sobre materiales geológicos arcillosos. Frecuente en las facies riparias del cedral.



7. Nombre común: Encenillo, lorito.

Nombre Científico: *Weinmannia pinnata* L.

Familia: Cunnoniaceae

Generalidades: crece en zonas húmedas y pluviales, con altura entre 1200 y 3100 msnm y precipitaciones promedio superiores a los 2500 mm. Los suelos generalmente son profundos, de baja pedregosidad, de muy baja fertilidad natural, fuertemente ácidos y de textura franco arcillosa. La topografía varía de levemente ondulada hasta escarpada. Se considera una especie de semisombra, con buena regeneración natural

Morfología: árboles normalmente de 20 m de altura y hasta 60 cm. de DAP, aunque en bosque adulto se reportan árboles de hasta 26 m y 80 cm. de DAP., corteza rojiza, hojas pequeñas, pinnadas, con raquis alado; 9-17 hojuelas, oblongas u ovadas, 1-2 cm de largo, haz verde brillante, envés blancuzco, a veces con puntos translúcidos. Flores: blancas, aromáticas, abundantes, en racimos más largos que las hojas, de hasta 8 cm de largo y frutos en cápsulas ovoides, secas, de color rojo cuando maduran de menos de 5 mm de largo que abren por un lado liberando las semillas.

Usos: con la corteza y la resina se hacen preparados para fiebres y malaria. La raíz se utiliza para problemas prostáticos. En Sistemas de finca se presta principalmente para el manejo de la regeneración natural. Según algunos productores de la zona, es una especie consumida por el ganado bovino en sus primeros estados de crecimiento.



8. Nombres comunes: flor amarillo, Martin Galvis, Galvis.

Nombre científico: *Senna pistaciifolia* (Kunth.) H.S. Irwin & Barneby.

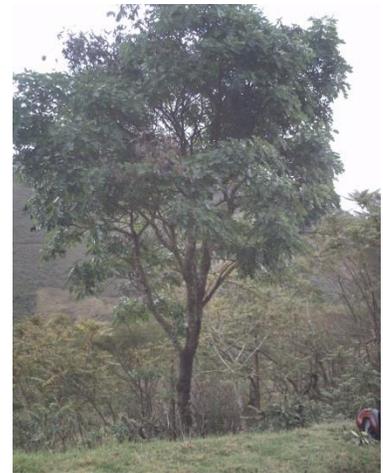
Familia: Caesalpinaceae.

Morfología: árbol de 8 a 15 metro de altura, son en su mayoría árboles y arbustos tropicales y subtropicales que comprenden unos 150 géneros y 2200 especies. Es una planta atractiva para las mariposas, abejas y aves. Las hojas son estipuladas, y en su mayoría compuestas pinnadas, pero pueden ser bipinadas o simples con la base del peciolo comúnmente ampliada. Las flores son en racimos, espigas o cimas amarillas, son zigomorfas y son en su mayoría muy débilmente a periginos. El perianto normalmente consiste en un cáliz y corola de cinco segmentos cada uno, los pétalos son superpuestos (imbricados) en la yema. El androceo está formado normalmente por 1-10 estambres algunos de los cuales son comúnmente reducidos o estaminados no funcionales. El pistilo es simple compuesto por un estilo, un estigma y un ovario superior con un lóculo con muchos óvulos marginales. El fruto es una legumbre.

Propagación: la propagación de esta especie es sexual por semilla previamente escarificada y en bandejas con material desinfectado y con buena humedad.

Usos: en sistemas silvopastoriles, para alimentación del ganado, como ornamental y para apicultura por el colorido de sus flores.

Adaptación: requiere suelos livianos, profundos y con buen drenaje. Crece en alturas de 1800 – 2600 m.s.n.m.



Uso potencial: esta especie se puede utilizar en sistemas silvopastoriles, para la alimentación de rumiantes pero debe hacerse un estudio más detallado para determinar contenidos de taninos u otros factores antinutricionales que pueden afectar el desempeño animal.



9. Nombre común: guarango, guaranguillo, colcas, uña de gato.

Nombre científico: *Mimosa quitensis* Benth.

Familia: Mimosaceae

Morfología: Árbol espinoso; hojas bipinnadas, con estípulas espinosas; ejes primarios y secundarios pulvinulados; folíolos sésiles; Inflorescencia racimosa, compuesta de capítulos. Flores pequeñas, generalmente 5; cáliz inconspicuo con lóbulos cortos; corola corta, tubular, lóbulos valvados; estambres en igual número o el doble de lóbulos de la corola; filamentos 2 veces más largos que lóbulos de la corola, delgados, libres en la base; ovario sésil, estilo alargado, pocos óvulos. Legumbre sésil o cortamente estipitada, plana, linear, septada y contraída entre cada semilla, bivalva.

Propagación: la propagación de esta especie es sexual por semilla preliminarmente escarificada y en bandejas con material desinfectado y con buena humedad.

Exigencia de suelos: requiere suelos francos, buena materia orgánica (andisoles).

Usos: Leña, carbón, sistemas silvopastoriles.

Adaptación: 1800 – 2500 m.s.n.m.

Problemas: sus espinas generan problemas en las praderas donde se establece ya que pueden lesionar los pezones de las vacas en pastoreo y además cuando las semillas en las vainas revientan, se dispersan y caen en el suelo generando una germinación masiva, la cual debe controlarse a tiempo mediante el raleo ya que su invasividad es importante y puede dificultar el pastoreo de los animales.



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

Nombre científico: *Myrsine coriacea* (Sw.)

Familia: Mircinaceae

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

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

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

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

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



11. Nombres comunes: Majua, Raque, Chaque, Campano, Sanjuanito.

Nombre científico: *Vallea stipularis* L. f.

Familia: Elaeocarpaceae.

Generalidades: Crece en las cordilleras central y oriental (Mahecha *et al* 2004). Bosque muy húmedo montano bajo, bosque húmedo montano bajo, bosque seco montano bajo y bosque muy húmedo montano (Mahecha *et al* 2004).

Morfología: alcanza 15 m de altura. Su tronco alcanza 40 cm de diámetro, corteza es de color grisáceo y es escamosa, copa redonda y algunas veces irregular, raíces profundas. Sus hojas son simples, alternas, miden unos 8 cm de largo por 4 cm de ancho, son de color verde, acorazonadas, envés de color blancuzco, borde entero, peciolo largo y curvo. Sus flores son rosadas, miden 1.5 cm de diámetro y están agrupadas en inflorescencias terminales en forma de racimos. Sus frutos son cápsulas globosas que se abren por sí solas en 4 valvas. Sus semillas son pequeñas, brillantes, de color café rojizo, tienen forma elíptica y una cubierta de color rojo (Mahecha *et al* 2004).

Propagación: por semilla, sembrar a 5 mm de profundidad. (Mahecha *et al* 2004).

Exigencia de suelos: Suelos orgánicos, pesados y mal drenados hasta francos y de drenaje medio.

Usos: Según el Jardín Botánico José Celestino Mútis de Bogotá, es una especie ornamental gracias a su rápido crecimiento, sus llamativas y abundantes flores. Su dura madera es utilizada en la elaboración de marcos y de postes para cercas. Es una especie recuperadora. Por su fácil adaptación y rápido crecimiento es útil para la protección de cuencas hidrográficas. Es una especie melífera. Su madera sirve como leña y carbón (Mahecha *et al* 2004).

Adaptación: 2600 - 3000 msnm; asciende hasta los 3200 por las márgenes hídricas. Por debajo de los 3000 aparece riparia subordinada del aliso (*Alnus acuminata*). Otros autores hablan de los 2400 y los 3400 m.s.n.m. (Mahecha *et al* 2004).



12 Nombres comunes: Manzano, Guagra-manzana, Pujín, Quiqui.

Nombre científico: *Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth.

Familia: Rosaceae.

Generalidades: El género *Hesperomeles* consta de 7 especies distribuidas en los Andes desde Venezuela hasta Bolivia. Se encuentran en los bosques andinos y subpáramos. Según Serrano (1996) es una especie en peligro de extinción debido al aprovechamiento selectivo y a la ampliación de la frontera agrícola. En plantaciones existe muy poco, por desconocer en parte su silvicultura y por ser una especie de lento crecimiento.

Morfología: Árboles 8 a 12 m. densamente ramificados, Hojas simples, coriáceas, margen aserrada, lámina glabra. Cima corimbosa; flores perfectas con hipanto, 5 sépalos triangulares o subulados; 5 pétalos orbiculares, imbricados blancos con rojo o cremas; disco glabro o tomentoso; 18–20 estambres; ovario ínfero, 5-carpelar, 5-locular. Pomo modificado, rojo a púrpura.

Propagación: semilla.

Exigencia de suelos: Esta especie fue encontrada en el corregimiento de Malvazá, donde el piso bioclimático corresponde al paramo bajo y pertenece a la asociación Gabriel López donde los suelos son profundos a muy profundos, franco-arcillosos, fuertemente ácidos, material parental derivado de cenizas volcánicas y con una alta saturación de aluminio. (EOT, Totoró - 2002).

Usos: Talla en madera; carbón, leña. Con los frutos se preparan en coladas y mermeladas (Lojan, 1992).

Adaptación: se encuentra distribuida entre los 200 y 4000 m.s.n.m. (Jergensen y Leonyanes, 1999)

Uso potencial: de acuerdo a información de algunos productores, puede utilizarse como forrajera en la alimentación animal pero debe estudiarse a fondo para saber si posee factores antinutricionales y/o taninos, que puedan generar problemas al ser consumidas, puede servir también como sombrío y barrera rompevientos.



13. Nombre común: morera,
Nombre científico: *Morus sp.*
Familia: Moraceae

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

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

Productividad, calidad del suelo y animal: produce entre 40 y 70 ton/ha/año (Sarria, 2008), Datos de América Central indican contenidos de PC entre 15 y 25% y de DIVMS entre 75 y 90% lo que implica una calidad igual o superior a la de los concentrados comerciales. El tallo no lignificado (tallo tierno) también tiene una buena calidad bromatológica, con valores entre 7 y 14% de PC y entre 56 y 70% de DIVMS (Cifuentes, 1998 citado por Benavides, 2008). Al comparar el follaje de Morera con el concentrado, como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo un nivel de producción de leche similar (13,2 y 13,6 kg/día, respectivamente) para cada suplemento a iguales niveles de consumo de MS (1,0% del PV) y muy superior al obtenido con sólo pastoreo (11,3 kg/día) (Oviedo, 1995, citado por Benavides, 2008).

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



14. Nombres comunes: Mojuyo.
Nombre científico: *Verbesina spp.* L.
Familia: Asteraceae

Generalidades: Existen cerca de 4 especies, en su mayoría de distribución tropical. El nombre *Verbesina* se refiere a su semejanza con el follaje de la verbena. Algunas especies de *Verbesina* son usadas como alimento por las larvas de algunas especies de lepidópteros. Este género consta de 300 especies distribuidas en América tropical con pocas especies en las zonas templadas.

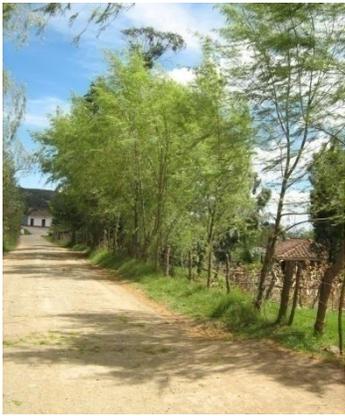
Exigencia de suelos: requiere suelos francos, con buen contenido de materia orgánica (andisoles).

Usos: de acuerdo a información de los ganaderos, es una especie consumida por los bovinos.

Adaptación: Las siguientes 16 especies se han registrado sobre los 2400 m de altitud: *Verbesina arborea* H.B.K., *V. barclayae* H. Robinson, *V. biblianensis* Domke, *V. brachyopoda* S. F. Blake, *V. dentata* H.B.K., *V. hallii* Hieron., *V. humboldtii* Spreng, *V. inuloides* Hieron., *V. kingii* H. Robinson, *V. latisquamata* S. F. Blake, *V. lloensis* Hieron., *V. pentantha* S. F. Blake, *V. rivetii* S. F. Blake, *V. saloyensis* Domke, *V. sodiroi* Hieron. y *V. villonacoensis* H. Robinson.

Establecimiento: estolones sembrados a 30 x 50 cm. o semillas esparcidas al voleo en un terreno preparado previamente.

Manejo potencial: para bancos de proteína en sistemas silvopastoriles.



15. Nombre común: Sauce

Nombre científico: *Salix humboldtiana* Willd

Familia: Salicaceae.

Descripción: el género *Salix* reúne unas 300 especies originarias de América, Europa y Asia, la mayor parte de ellas propias de las regiones frías y templadas del hemisferio norte. *Salix babylonica* es una especie del mismo género originaria de China, introducida como planta ornamental por la belleza de sus ramas que cuelgan hasta el suelo. *Salix humboldtiana* es la única

especie nativa de Centro y Suramérica, se distribuye naturalmente desde el centro de México hasta los 44° S en Argentina y Chile. En Colombia, crece a lo largo de los ríos, quebradas, áreas pantanosas y lagos, bien sea aislado o formando rodales puros, entre 500 y 2.800 metros de elevación en las tres cordilleras, aunque su desempeño es mejor entre los 1.000 y los 2.600 msnm (Zapata, Solarte, Díaz, Murgueitio; 2009).

Morfología: Árbol caducifolio poco longevo de gran tamaño, follaje péndulo, de ramas colgantes que llegan a tocar el suelo. Alcanza alturas hasta los 20 metros, corteza pardo oscura que se fisura con los años. Forma una copa globosa característica a causa de su típica ramificación. Hojas con limbo lanceolado, agudo, haz verde, envés glauco, acuminadas, de 8-15 cm de longitud, con el margen aserrado, con la nerviación destacada. Pecíolo de 3-5 mm de longitud, generalmente pubescente. Flores unisexuales en amentos péndulos. Flores masculinas con 2 estambres libres. y flores femeninas con 2 estigmas. El fruto es una cápsula dehiscente por 2 valvas.

Propagación: Se puede propagar por semillas o vegetativamente, siendo más frecuente la propagación asexual a partir de esquejes o material vegetativo, dado que cualquier parte de la planta forma raíces con facilidad. Se recomienda usar estacas provenientes de ramas jóvenes y rectas, con una longitud entre 15 a 30 centímetros, diámetro de uno a dos centímetros y con dos o más nudos. Se pueden sembrar en bolsas o directamente en el campo originándose una formación de raíces en un periodo de 20 a 40 días, mientras que las hojas empiezan a brotar alrededor de los tres meses. Para el establecimiento de cercas vivas se utilizan estacones de 2 a 2,5 metros de largo y 7 a 10 centímetros de diámetro (Zapata, Solarte, Díaz, Murgueitio; 2009).

Exigencia de suelos: prefiere suelos húmedos y tolera inundaciones periódicas. Se adapta bien a suelos pobres, ligeramente ácidos y de textura arenosa. Esta especie coloniza en forma espontánea las riberas de ríos y los humedales cuando

las crecientes forman barras arenosas o playas, con lo cual contribuye eficazmente a la protección de los terrenos agrícolas e infraestructura contra las inundaciones (Díaz, Solarte, Murgueitio, Zapata; 2009).

Usos: los usos más comunes en fincas ganaderas son las cercas vivas y barreras rompevientos Sin embargo, las posibilidades de ampliar sus usos en sistemas silvopastoriles son variadas. En algunos países europeos y asiáticos, esta especie es podada para aprovechar el forraje, bien sea fresco o almacenado para los meses invernales. En Argentina y Colombia, hay estudios incipientes al respecto dado la reiterada observación de que el ganado y sobre todo las cabras, comen con avidez las hojas de los sauces y sus cortezas.

Por su gran capacidad para capturar nutrientes, el sauce puede cumplir una función importante en la descontaminación de fuentes de agua si se siembran barreras de esta especie alrededor de los cuerpos de agua en paisajes agrícolas y ganaderos. También, es útil para capturar los excesos de fertilizantes químicos (lixiviados) y las excretas disueltas antes de que contaminen los cuerpos de agua (Zapata, Solarte, Díaz, Murgueitio; 2009).



16. Nombres comunes: Guantón, Trompetero rojo.

Nombre científico: *Brugmannia sanguinea* (Ruiz & Pav) D. Don

Familia: Solanaceae

Descripción: Arbusto grande o arbolito que alcanza 4-6 m de altura. Crece rápidamente, es una especie botánica de planta medicinal perteneciente a la familia de las solanáceas. Se encuentra ampliamente distribuido en América del sur. Se cultiva en las zonas de elevada altitud (3.000 msnm) de Ecuador, Colombia y Perú.

Contiene alcaloides tropánicos. Las hojas contienen alrededor de un 0,8% de alcaloides totales, siendo el mayoritario es la escopolamina.

Morfología: Hoja caduca, florece de final de verano a principios de otoño. el color de la flor es la diferencia principal con *Brugmasia* arbórea y otras especies de este género. En este caso es anaranjado-rojizo

Propagación: semilla, esqueje semileñoso en verano. Se reproduce también por micropropagación in vitro de clones seleccionados.

Exigencia de suelos: suelos con buena materia orgánica.

Usos: extracción de escopolamina y como cerca viva porque no es apetecible para el ganado y además los estolones crecen rápidamente y se adaptan a suelos poco fértiles.

Adaptación: 2500 a 3000 m.s.n.m.

Establecimiento: sembrar estolones cada 50 a 100 cm. En hileras a lo largo del cerco.

Problemas: todas las partes de la planta son tóxicas si se ingieren.



17. Nombre común: Chilco Pequeño, chilco colorado.

Sinónimos: Chilco colorado, Cachivenado, Cipresillo, rodamonte.

Nombre científico: *Escallonia myrtilloides* L. f.

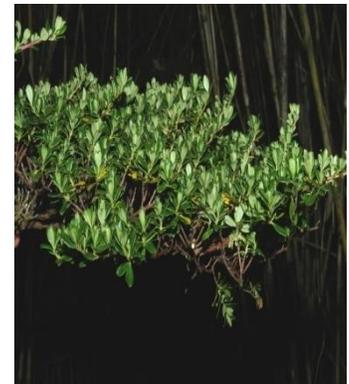
Familia: Grossulariaceae

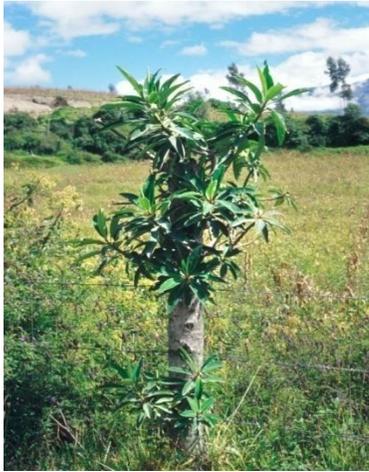
Generalidades: es típico encontrarlo en zonas pantanosas de los páramos y en la zona de subpáramo (a unos 3200 metros de altura), donde viejos ejemplares de esta especie constituyen uno de los elementos más distintivos de los bosques de altura. Todos estos bosques ofrecen cobijo a numerosas especies de arbustos, hierbas y plantas epífitas como orquídeas y musgos, además de varias aves y otros animales, que encuentran aquí un refugio arbolado en las alturas.

Morfología: Árboles de 5 a 10 m de alto, muy ramificados, de copa estratificada y más o menos triangular. Tallos jóvenes con muchas cicatrices conspicuas de las hojas, de corteza dura y escamosa. Las hojas son obovadas, de pecíolo corto, menores de 3 mm de largo. Lámina de 0.9 a 2.3 por 0.4 a 1 cm, de obtusas a redondeadas en el ápice, oscuramente crenadas. Inflorescencias corimbosas, densamente aglomeradas, de terminales a subterminales, de 1 a 1.5 cm de largo, bracteadas.

Requerimientos ambientales. Se puede reconocer fácilmente en el páramo y por formar poblaciones muy densas, crece desde los 1800 hasta los 4000 m.s.n.m.

Usos: se usa comúnmente como planta de protección de ecosistemas estratégicos, no tolera los vientos secos. Además es utilizado por su madera como fuente de leña y carbón, para cercas vivas, sistemas silvopastoriles, barreras rompevientos, refugio de flora y fauna.





18. Nombres comunes: Lechero.

Nombre científico: *Euphorbia laurifolia* Juss. Ex Lam.

Familia: Euphorbiaceae.

Morfología: Arbustos o árboles, algunas veces suculentos; con látex lechoso. Hojas glabras, estípulas ausentes. Inflorescencia un ciatio formado de 5 lóbulos carnosos alternando con glándulas y con algunas brácteas internas, con numerosas flores masculinas rodeando una flor femenina central pedicelada. Flores masculinas caducas, en 4–5 cimas, sin perianto, un estambre con antera ditecal, divergente, globosa. Flor femenina sin perianto, 1 óvulo en cada lóculo, 3 estilos bifurcados en el ápice del ovario. Fruto tricoco.

Propagación: asexual, por división de estacas de tallo herbáceo.

Usos: El látex se emplea para curar verrugas de la piel. El lechero se encuentra como cerca viva; no se conoce esta especie en estado silvestre y se piensa que podría ser una de las reliquias del bosque interandino.

Adaptación: 1800 a 3000 m.s.n.m.

Establecimiento: por lo general los ganaderos Caucanos cortan postes de lechero de aproximadamente 2 a 2.50 m. para cercar sus parcelas y esperan que este poste genere follaje y no se pudra, garantizando durabilidad y confiabilidad.

Problemas: se pudre en suelos arcillosos, con mal drenaje ó encharcados.



19. Nombres comunes: Cedro Nogal, Cedro negro, Nogal.

Nombre científico: *Juglans neotropica* Diels.

Familia: Juglandaceae

Generalidades: en Colombia ha sido colectada prácticamente en toda la región andina, departamentos de Antioquia, Boyacá, Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander y Valle del Cauca, a altitudes entre los 1000 y 3500 m.s.n.m. Crece naturalmente en el norte de la cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta Bolivia, entre los 800 y 3000 m de altitud (Ospina-Penagos *et al*, 2003), por lo general en ambientes moderadamente perturbados, como bosques secundarios, relictos de bosque andino, bordes de bosques o inclusive potreros (Ospina-Penagos *et al*, 2003).

Requiere una temperatura media oscila entre 16 y 22 °C, y precipitación anual de 1000 a 3000 mm. distribuidas a lo largo del año. No se comporta bien si está cerca de cursos de agua. Naturalmente aparece en una gran variedad de bosques premontanos y montanos, y muy abundantemente en bosque nuboso, puede crecer hasta 30 m. de altura.

Propagación: Se propaga por semilla; las nueces se deben escarificar con papel de lija, y se plantan en arena húmeda por 4 meses a temperatura de 2 a 4 °C. Los tiempos de germinación natural están pobremente estudiados, pero aparecen nuevos renovales donde caen las nueces y se ocultan por la broza.

Exigencia de suelos: Prefiere suelto, fértil, y hasta vive bien en condiciones fangosas, y con pH neutro a algo ácido.

Usos: en algunas zonas es muy utilizada como leña y para la fabricación de carbón, debido a su lenta combustión y alto valor calórico. Del extracto de la corteza, hojas, frutos y raíces se elaboran tinturas utilizadas para teñir algodón, lana y cabello. En la cultura medicinal indígena las hojas son usadas como antidiarreico, astringente, cicatrizante y para tratar la tos o afecciones ginecológicas. También es común encontrar al nogal como una importante especie ornamental en los centros urbanos (Ospina-Penagos *et al*, 2003). Produce una drupa comestible, que se colorean de verde amarillento al madurar.



20. Nombres comunes: Urapan, fresno, fresno de china.

Nombre científico: *Fraxinus chinensis* Roxb.

Familia: Oleaceae

Generalidades: El árbol de Urapán fue introducido en Colombia en 1960, plantándose a lo largo de las calles de ciudades y de áreas rurales. Los ejemplares maduros son árboles que alcanzan 25 metros de altura y alrededor de 1 m de diámetro del tronco, con lo que superan la estatura de la mayoría de árboles nativos de clima frío, a excepción de algunos de los más grandes, como el roble y el cedro. Son árboles de rápido crecimiento y notables por ser muy prolíficos. Sus semillas caen y germinan por todas partes.

Propagación: semillas.

Manejo de la semilla: se conserva por varios años si se almacena con un contenido de humedad menor del 10 %.

Usos: ornamental y maderable, carbón, sombrío, protección de riberas y márgenes de corrientes de agua.

Adaptación: 1000 a 3000 m.s.n.m. temperatura media 11 a 20° C. precipitación anual de 1000 a 3000 mm.

Suelos: se desarrolla bien en suelos profundos, con buen drenaje, fértiles y de textura franco arenosa.

Limitantes: desarrolla un sistema radical superficial.

Problemas: se reporta el ataque de un chinche que afecta el follaje del árbol, lo debilita y puede ser atacado por hongos hasta marchitarlo.

Establecimiento: la semilla se siembra distribuyendo en hileras separadas 3 a 4 cm. Es posible propagarlo vegetativamente por miniestacas. La distancia de siembra por lo regular es de 8 x 8 m. ó 10 x 10. en cuadro o al tresbolillo.

Manejo: La Semilla es ortodoxa. Debe almacenarse con un contenido de humedad medio de 10% y una temperatura entre 5 y 8° C. hasta por 6 meses. Las semillas se deben golpear procurando una fractura pero sin que se abra, luego dejar la semilla en remojo por 48 horas. la germinación sucede entre los 30 y 102 días.

Problemas: la principal enfermedad es causada por *Phytophthora cinnanomi*, patógeno del sistema radicular que causa necrosis de los brotes y limbos foliares. Se reportan ataques del barrenador *Hypsipylla sp.* Principalmente en plantaciones densas ó en mezcla con *Cedrela spp.*

Uso potencial: puede utilizarse como forrajera en la alimentación animal, a futuro debe estudiarse a profundidad para saber si posee factores antinutricionales y/o taninos, que puedan generar problemas al ser consumidas.

Anexo E. Ejemplos de algunos arreglos silvopastoriles encontrados en el área de estudio.



a) Guarango



b) Aliso



c) Galvis



e) Chilco pequeño



f) Manzano



g) Chilco

Fuente. Los autores, 2010.