



MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

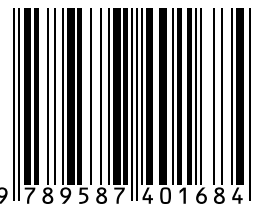
**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



INTEGRACIÓN DE ÁRBOLES EN UN ARREGLO DE CERCAS VIVAS PARA LOS SISTEMAS GANADEROS DEL PIEDEMONTES LLANERO

www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-168-4



9 789587 401684



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Correo: bac@corpoica.org.co
Teléfono: (57 1) 4 227300 ext. 1257 o 1274
Skype: biblioteca.agropecuaria

INTEGRACIÓN DE ÁRBOLES EN UN ARREGLO DE CERCAS VIVAS PARA LOS SISTEMAS GANADEROS DEL PIEDEMONTE LLANERO

Convenio de cooperación interinstitucional Corpoica - Ecopetrol No. 1754



MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**

¹ Guillermo Alonso Bueno Guzmán - ² Otoniel Pérez López - ³ Óscar Javier Cerinza
⁴ Guillermo González Rodríguez

¹ Z. MSc. Investigador Corpoica C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. gbueno@corpoica.org.co

² I.A. C.MSc. Investigador Corpoica C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. operez@corpoica.org.co

³ MVZ. C.MSc. Investigador Corpoica C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. ocerinza@corpoica.org.co

⁴ MVZ. Investigador Corpoica C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta. Colombia. ggonzalez@corpoica.org.co

Villavicencio, Meta, Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria / Integración de árboles en un arreglo de cercas vivas para los sistemas ganaderos del piedemonte llanero. Villavicencio (Colombia): CORPOICA, 2014. 47 p.

Palabras clave: GANADO BOVINO, SISTEMAS SILVOPASTORILES, ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES, PLANTAS PARA CERCAS VIVAS, REGIÓN ORINOQUÍA (COLOMBIA).



MinAgricultura
Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural



Esta publicación es producto del proyecto "Implementar alternativas de reforestación y recuperación de áreas degradadas mediante sistemas agroforestales con énfasis en los silvopastoriles con el uso de tecnologías integrales que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de los productores en el área de influencia de Ecopetrol-SOA" financiado en la primera fase del convenio de cooperación interinstitucional Corpoica - Ecopetrol No. 1754 y ejecutado por investigadores de Corpoica en el período 2009 - 2010.

EJECUTORES, COEJECUTORES Y EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

Guillermo Bueno G.	Líder y coordinador de proyecto
Álvaro Rincón C.	Manejo y evaluación de forrajes
Otoniel Pérez López	Manejo y evaluación de forrajes
José Guillermo Velásquez P.	Manejo animal
Mauricio Álvarez	Georreferenciación
Albert Gutiérrez	Georreferenciación
Fernando García R.	Forestales
Édgar Almanza M.	Evaluación de suelos
José Henry Velásquez P.	Manejo animal
Sandra Xiomara Pulido C.	Componente social
César A. Jaramillo S.	Transferencia de tecnología
Guillermo González R.	Asistente técnico – Zona Villavicencio
Edith Hernández Toca	Asistente técnico – Zona Castilla La Nueva
Óscar Cerinza	Asistente técnico – Zona Villavicencio
Érika Torres	Asistente técnico – Zona Castilla La Nueva
Hugo Gil	Técnico de campo
Armando Cumaco	Auxiliar técnico



Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co
www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-168-4
CA: 6827
Primera edición: Enero de 2014
Tiraje: 1.000 ejemplares
Fotografías: Guillermo Bueno, Guillermo González y Óscar Cerinza
Edición: César Augusto Jaramillo S. (Investigador Corpoica C.I. La Libertad)
Corrección: Salmón D.C.

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

Otras instituciones y personas vinculadas al proyecto:

Ecopetrol, propietarios de fincas, administradores y encargados de fincas.

Reconocimiento y Agradecimiento

Los autores expresan su reconocimiento y especial agradecimiento al equipo de consultoría para la interventoría de convenios de cumplimiento legal ambiental, dirigido por la I.A. Blanca Lupe Estupiñán Cruz y conformado por las biólogas Marcia Rodríguez, María Isabel López, directivos y profesionales vinculados a Ecopetrol S.A., quienes con su intervención y apoyo se logró concretar y ejecutar el convenio interinstitucional de colaboración Corpoica - Ecopetrol.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	5
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA EN EL ÁREA DE ESTUDIO	9
• Características geográficas del área de estudio	9
• Características climáticas del área de estudio	9
• Características físico-químicas de los suelos	10
• Características del sistema finca y sus modelos productivos en el área de estudio	11
CAPÍTULO 2. INTEGRACIÓN DE CERCAS VIVAS A LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA. AVANCES EN EL PIEDEMONTE DEL META	14
• Concepto	14
• Tipos de cercas vivas	14
• Beneficios de las cercas vivas	16
ESTABLECIMIENTO DE CERCAS VIVAS	16
• Selección del sitio a plantar	17
• Selección de especies a sembrar	17
• Producción de plántulas	19
• Manejo del vivero	19
ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL ÁRBOL EN SITIO DEFINITIVO	21
• Selección de especie a sembrar	21
• Época de siembra	21
• Protección perimetral	21
• Limpieza	22
• Trazado	23
• Ahoyado	23
• Correctivos o enmiendas y primera fertilización	23
• Siembra	24
• Mantenimiento y fertilización	25
• Control fitosanitario y de malezas	26
• Resiembra	26
• Manejo de cercas vivas: podas o raleos	26

CAPÍTULO 3. ESPECIES ARBÓREAS INTEGRADAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES	28
• Ficha técnica de <i>Eucalyptus pellita</i>	28
• Ficha técnica de <i>Acacia mangium</i>	29
• Ficha técnica de <i>Gmelina arborea</i>	30
• Ficha técnica de <i>Piptadenia opacifolia</i>	31
CAPÍTULO 4. COSTOS DE ESTABLECIMIENTO DE ÁRBOLES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES	33
• Costo de establecimiento del arreglo de cerca viva en potrero	33
• Comparación de costos de establecimiento de cercas vivas y cercas tradicionales	35
• Costo de mantenimiento de las cercas vivas	36
CAPÍTULO 5. EXPERIENCIAS Y RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ÁRBOLES EN FINCAS. FASE I DEL PROYECTO. CONVENIO CORPOICA - ECOPELROL	38
• Área de influencia del proyecto	38
• Número de fincas, especies utilizadas y áreas intervenidas	39
• Monitoreo del componente arbóreo en fincas	42
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	46

PRESENTACIÓN

Desde el año 2007, Corpoica y Ecopetrol vienen ejecutando un convenio de cooperación interinstitucional donde uno de sus componentes es el establecimiento y manejo del sistema agrosilvopastoril en fincas, como alternativa de reforestación y recuperación de áreas degradadas para contribuir al mejoramiento de los sistemas de producción pecuaria del área intervenida.

El uso de árboles multipropósito existentes en cada región, integrado con pasturas y animales en sistemas de producción, busca mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, la utilización racional de los recursos y optimizar el desempeño económico y ambiental de la ganadería. Es indudable la importancia de sembrar o mantener dentro de las fincas cercas vivas compuestas de árboles, amigables con el ambiente, que entre otros aspectos, contribuyen a mantener y multiplicar diferentes especies de animales silvestres y vegetación, lo que a futuro servirá como atractivo turístico rural.

El objetivo de este documento es fortalecer el conocimiento, el nivel de discusión y la experiencia de los productores ganaderos, asistentes técnicos y extensionistas de la región, en el manejo de prácticas agrosilvopastoriles que integren el árbol al sistema de producción bovina –específicamente en las áreas de pastoreo– con el fin de diversificar la productividad de las fincas ganaderas, asegurar su sostenibilidad y brindar servicios ecológicos (como conservación de la biodiversidad y de las fuentes de agua, secuestro de carbono, confort y embellecimiento paisajístico).

En esta publicación se resaltan los aspectos de mayor importancia de la validación y ajuste de tecnología llevados a cabo en el área de influencia de Ecopetrol-SOC, mediante la ejecución del convenio Corpoica - Ecopetrol, que gira alrededor de la introducción del componente arbóreo en los sistemas ganaderos, la tipificación de los sistemas de producción bovina del área de estudio y la valoración de los beneficios de establecer las cercas vivas con respecto a producción, conservación, costos de establecimiento y manejo. Adicionalmente, se describen las especies leñosas utilizadas en las cercas vivas de las fincas ganaderas del piedemonte del Meta.

Estos alcances han sido posibles gracias a la participación de los productores ganaderos, quienes reconocieron la importancia del sistema y se vincularon al proceso, lo que ha permitido aplicar la estrategia, validarla y generar la presente información. Igualmente, se resalta la participación de Ecopetrol-SOC como la empresa financiadora del proyecto, en un trabajo mancomunado con Corpoica por el desarrollo agropecuario regional.

RUBEN ALFREDO VALENCIA RAMÍREZ
Director C. I. La Libertad
Corpoica

JAVIER ENRIQUE GONZÁLEZ BARBOSA
Superintendente de operaciones Castilla – Chichimene
Ecopetrol

INTRODUCCIÓN

La región de la Orinoquia colombiana se constituye en un excelente escenario para la integración del árbol en sistemas agrosilvopastoriles y silvopastoriles, donde este componente contribuye con los sistemas de producción pecuaria y agrícola. La introducción de árboles para diferentes propósitos responde en parte a los problemas de la deforestación y degradación del ecosistema, y se proyecta como una alternativa válida para intensificar la producción y la sostenibilidad de los sistemas tradicionales. Además de mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, permite romper la estacionalidad de la producción en donde la cantidad de biomasa disponible para el consumo es baja, especialmente durante la época seca.

La inclusión de árboles o arbustos en los sistemas de producción bovina para delimitar las propiedades (fincas) o para dividir potreros –conocida como cercas vivas, postes vivos o setos vivos– es una práctica común y antigua en las fincas ganaderas de muchas regiones. Este arreglo se viene implementando recientemente en forma acelerada en el piedemonte llanero y la altillanura colombiana, donde se está utilizando una diversidad de especies que aporta varios beneficios o servicios, como leña (*Anadenanthera peregrina*, *Piptadenia opacifolia*, *Acacia mangium*), forraje de buena calidad (*Bougainvillea* spp., *Cratylia argentea*), postes (*Eucalyptus pellita*), madera (*Gmelina arborea*) y frutos (*Mangifera indica* L., *Anacardium occidentale*, *Citrus* spp.); adicionalmente, estas especies proveen sombra para los sistemas de producción bovina predominantes en la región, contribuyendo a generar ingresos adicionales a los ganaderos y de esta forma mejorar su nivel de vida. Las especies seleccionadas en el presente trabajo en la región de piedemonte, derivan de la investigación que ha venido realizando Corpoica para la Orinoquia, donde se ha demostrado que presentan facilidad en el establecimiento por su buen prendimiento y adaptación, alta producción de estacas y semilla, rápido crecimiento, buena capacidad de rebrote –incluso en la época seca–, y sombra para el ganado.

Las cercas vivas se definen como líneas de árboles o arbustos sobre los cuales se fijan las cuerdas de alambre de púas o liso, con la finalidad de establecer los límites de las fincas entre áreas de cultivos agrícolas y dividir extensas áreas de potreros en áreas más pequeñas, lo cual permite controlar el movimiento de animales e incluso personas, facilitando y permitiendo dar un manejo estratégico a estas zonas de pastoreo. Las plantas pueden originarse de estacas, plántulas de viveros, siembra directa de semillas en el suelo o regeneración natural (Budowski y Russo, 1993).

Dentro de los beneficios que ofrece el establecimiento de la cerca viva a nivel ecológico, están: la reducción en la presión sobre los bosques de galería (nativos) o matas de monte, como consecuencia de una oferta de productos maderables y no maderables; la generación de servicios ambientales, entre ellos la protección contra vientos para reducir la erosión eólica, el mejoramiento del suelo y la mejoría en la



Figura 1. Cercas vivas dominadas por melina (*Gmelina arborea*) y acacia (*Acacia mangium*). Foto: G. Bueno

calidad del aire (secuestro de carbono), la conservación de la biodiversidad dentro de las regiones ganaderas, actuando como refugio, y corredores ambientales entre parches de bosques; además, ofrece embellecimiento paisajístico (Guevara *et al.*, 1998; Harvey y Haber, 1999, citados por Esquivel *et al.*, 2003).

Como se planteó anteriormente, las cercas vivas cumplen varias funciones dentro



Figura 2. Cerca viva dirigida al bosque. Finca El Recreo. Castilla La Nueva. Foto: G. Bueno

de las fincas ganaderas y generan productos y servicios; no obstante, las observaciones y experiencias de productores reseñan que si bien es cierto que la sombra afecta la producción de pastos, la magnitud de este efecto varía según las especies de pastos y árboles, así como su distribución y disposición en las áreas de pastoreo. Por ejemplo, el pasto estrella, algunas brachiarias (*B. decumbens* y *B. brizantha*) y el pasto guinea, entre

otros, han mostrado ser tolerantes a la sombra (Carvalho *et al.*, 2001). Los árboles como el yopo, el cañofistol, la acacia roja y el chocho, por nombrar algunos, presentan una copa que permite una buena entrada de luz, lo que propicia un adecuado crecimiento del pasto. La poca área que ocupa la cerca viva minimiza su impacto sobre la productividad del pasto, y generalmente los productores tratan de mantener este espacio limpio para que funcione como barreras o rondas cortafuegos en época seca marcada (Figura 3).



Figura 3. Cerca viva con yopo (*Piptadenia opacifolia*), especie con arquitectura de planta que permite el paso de luz. Foto: G. Bueno

De otro lado, el clima impone un cierto grado de estrés a los animales, medible por los cambios en la homeotermia, con reflejos negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva. Esta situación puede acarrear perjuicios; por ejemplo, decrecimiento en la producción de leche (Hafez, 1973; Hardy, 1981; Caneron *et al.*, 1989; Naas, 1989 & Muller, 1989, citados por Franceschi *et al.*, 2004). La presencia de árboles en pasturas tiene que ver directamente sobre los animales que en ella viven, mejorando su bienestar (Silva, 2003).

El objetivo de este trabajo fue integrar el árbol en los sistemas de producción bovina prevalentes en el área de influencia de Ecopetrol-SOC, mediante la tipificación de los mismos y la aplicación del arreglo espacial con cerca viva, y destacar sus funciones productivas, ecológicas y económicas.

CAPÍTULO 1.

Caracterización de los sistemas de producción bovina en el área de estudio

- **Características geográficas del área de estudio**

La primera fase del estudio fue realizada en la subregión del piedemonte llanero, que involucra dos unidades geográficas de influencia de Ecopetrol S.A., inmersas en las microcuencas de los ríos Guamal, Orotoy y Ocoa, localizadas en la jurisdicción de los municipios de Castilla La Nueva, Acacías y Villavicencio, en el departamento del Meta (Figura 4). Las actividades se ejecutaron en las áreas aledañas al río Ocoa (10 veredas) y a los ríos Guamal y Orotoy (9 veredas). La topografía comprende mesetas, colinas y terrazas. En las llanuras aluviales del piedemonte, los suelos son más fértiles y menos lavados, con aportes de la parte alta del piedemonte (Botero y López, 1982).

- **Características climáticas del área de estudio**

Las fincas están ubicadas en el piedemonte llanero, que se caracteriza por un clima unimodal, con una época de lluvias que va desde abril hasta noviembre y alcanza una

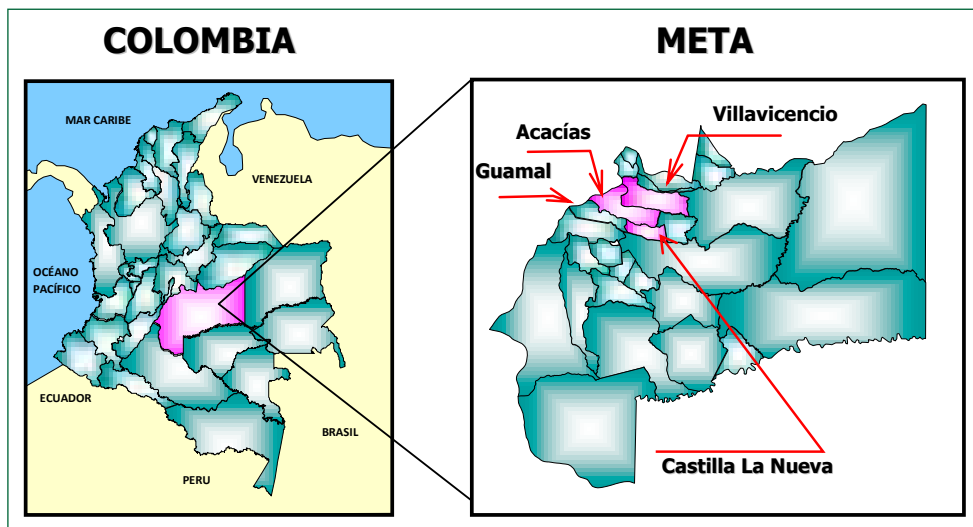


Figura 4. Localización de áreas de influencia del proyecto.

precipitación media de 2.900 mm/año, con localidades como Acacias, que reportan valores superiores a 3.500 mm. La época seca se presenta en los meses de diciembre a marzo, y en esta llueve cerca del 8 % del total anual. La temperatura promedio es de 26,5 °C, con mínima de 22 °C y máxima de 27,5 °C. La humedad relativa varía entre 81 % a 85 %, y en la época seca es del 70 %. El brillo solar es de 6,2 horas/día en la época seca y de 4,6 horas/día en el invierno (Álvarez y Rincón, 2010). Este parámetro es importante, porque tiene efectos en el desarrollo de las plantas, al igual que la radiación solar, que está en el orden de 9,1 Mj/m²/día que se requieren para obtener mejores rendimientos en plantas C4 como el maíz y las gramíneas herbáceas (Álvarez y Rincón, 2010).

• Características físico-químicas de los suelos

Las características químicas de los suelos muestreados en las áreas del estudio corresponden a suelos de la Orinoquia que se clasifican como oxisoles, por ser muy ácidos, con alta saturación de aluminio, deficientes en fósforo (P), materia orgánica (MO) y bajos contenidos de bases intercambiables (Botero y López, 1982). Los resultados del análisis 'textura al tacto para el área de influencia', reporta en las fincas muestreadas de la zona de Castilla un mayor porcentaje de suelos FA (45,8 %), seguido por suelos FArA (29,2 %), Far (20,8 %) y Ar (4,2 %). Para las fincas muestreadas en la zona de Villavicencio los suelos con textura FArA presentaron la mayor proporción (52,2 %); los siguen, en su orden: FAr (34,8 %), FA (8,7 %) y F (4,3 %).

Acorde con las características de los suelos, en particular con los del piedemonte, se encontraron suelos con alta acidez intercambiable con una media de 2,3 me/100 g para los dos sitios y pH de 4,6. El contenido de materia orgánica estuvo entre 2,0 % y 2,2 %, considerado un indicador bajo, condición que afecta la disponibilidad del nitrógeno, elemento esencial para el desarrollo de las plantas, así como la calidad del forraje en términos de proteína cruda; los anteriores factores inciden directamente en la producción de carne y leche en los sistemas de producción bovina. Estos valores se encuentran dentro del rango reportado por Rincón (2007), quien indica que de 120 análisis de suelos en fincas del piedemonte llanero, el 70 % presentó un contenido de materia orgánica entre 1,2 % y 2,7 %.

El fósforo (P) es el elemento que se halla en menor cantidad en los oxisoles. En los muestreos iniciales, en lotes no intervenidos, el promedio fue de 2,2 ppm, sin tener en cuenta valores extremos encontrados en varias fincas que superaron las 9 ppm, en las dos zonas, que corresponden a fincas que vienen aplicando fertilizaciones de mantenimiento y renovación de praderas con cultivos forrajeros para ensilar, como el maíz. Con respecto a las bases intercambiables, el calcio (Ca) se encontró con valores medios de 0,6 y 0,7 Me/100g para Villavicencio y Castilla La Nueva, respectivamente; en cuanto al potasio, la saturación de bases fue de 25,4 % y 30,1 %, respectivamente. Para los microelementos, como el cobre (Cu) y el zinc (Zn), los valores encontrados fueron relativamente bajos.

La densidad aparente del suelo contribuye con la aireación y retención de agua. Esta característica permite identificar si el suelo presenta una capa compactada o altos contenidos de materia orgánica, y a determinar la porosidad total. Se reporta que

valores superiores a 1,3 g/cc indican problemas de adensamiento y compactación, mientras que valores menores están relacionados con altos contenidos de materia orgánica (Navas *et al.*, 2003). Antes de implementar la labranza, los promedios registrados en las fincas de las dos zonas de estudio presentaron valores de 1,38 y 1,42 g/cc, que superaron el óptimo para cultivos; esto además se refleja en el porcentaje de porosidad (48,1 % y 47,5 %), con humedad de 21,3 %, valores que se acercan al 50 %, considerado el valor óptimo que permite tener una buena distribución de micro, macro y mesoporos en el suelo, donde se almacenan el agua y el aire y ocurren las reacciones químicas de los nutrientes a ser tomados por las plantas. Dichos valores de densidad aparente concuerdan con los hallados por Rincón (2010) en fincas del piedemonte en los primeros 10 cm del suelo.

Paralelo a estas evaluaciones, se determinó la resistencia mecánica, característica física que mide la fuerza que opone el suelo para el desarrollo de raíces de los cultivos. Valores altos de resistencia indican compactación del suelo y por lo tanto una mayor dificultad para el crecimiento de las raíces de las plantas (se reportan como valores altos los que superan a 1 megapascal (MPa)). Los resultados encontrados en fincas demostraron que un alto porcentaje de los predios presentó valores superiores a 1 MPa en los primeros 10 cm de profundidad, lo que los clasifica como suelos no aptos, problema frecuente en la mayoría de fincas trabajadas en el proyecto. Lo anterior se da por efectos del pastoreo y el bajo mantenimiento que tienen estas praderas en tratamientos mecánicos y de fertilización, lo cual resulta en la afectación drástica de la producción y la sostenibilidad de dichas praderas.

Igualmente, Rincón (2010) reporta valores de 1,4 MPa en fincas del piedemonte en los primeros 20 cm de profundidad, donde se desarrolla más del 90 % de las raíces de pastos y gramas; este valor ya presenta alguna limitación para el desarrollo de raíces.

- **Características del sistema finca y sus modelos productivos en el área de estudio**

Se seleccionaron 40 fincas, con sistema de producción bovina e interés del propietario de brindar información. Posteriormente, se verificó el área de la propiedad y se encuestó al propietario o administrador de cada finca seleccionada, donde se recopiló información como nombre del propietario y ubicación de las fincas; esta información se suscribió a dos zonas: la del municipio de Villavicencio, con cobertura de siete veredas, y la de Castilla La Nueva, con cinco veredas y una vereda en Acacías. Las fincas se encuentran ubicadas a una distancia entre 1 a 10 km de la vía principal. En cuanto al estado de las vías, más del 85 % está en buen estado, con acceso durante todo el año. En la zona de Castilla La Nueva, más del 80 % de las vías secundarias está en buen estado, el 15 % en regular y el 5 % en mal estado; mientras para la zona de Villavicencio, el 65 % de las vías secundarias se encontró en buen estado, el 30 % en regular y un 5 % en mal estado.

El tamaño o área de los predios valorados en Castilla La Nueva y Acacías presentó un amplio rango, con valores entre 7 y 800 ha. Se estimó que el 16,7 % estaba entre 5 a 20 ha, el 41,7 % varió entre 21 a 80 ha y el 41,7 % correspondió a las fincas con áreas mayores. Para el caso de Villavicencio, el rango de las fincas encuestadas presentó áreas

entre 28 a 338 ha, de las cuales el 46,2 % corresponde a fincas entre 20 a 80 ha y el 53,8 % a predios mayores de 81 ha.

Con respecto al tipo de propietario, el 24 % reside en la finca, lo que indica que más del 70 % contrata personal (como un encargado o un administrador) para el manejo de la finca, quien además vive en ella. De otro lado, el 52 % de los propietarios manifiesta que gran parte de sus ingresos se derivan del predio, no solo del sistema de producción que maneja sino del reciente auge del agroturismo (en predios intervenidos con el proyecto, el 20 % integra esta actividad); los demás derivan sus ingresos de otras actividades como el comercio, lo que reciben como empleados o pensionados y el ingreso que les generan otros predios. La edad de los productores es variada: el 64,3 % tiene entre 16 y 60 años, y la otra proporción corresponde a los extremos, los menores de 15 años y los mayores de 60. De esta población, el 59,1 % es del sexo masculino y el 40,9 % del sexo femenino.

El área total de las fincas en las zonas de estudio fue de 3.476 ha, y su distribución porcentual en el uso del suelo fue de 0,7 % para cultivos transitorios y de 0,3 % en cultivos permanentes; en forrajes, el 76,1 % para pasturas introducidas, 0,3 % en pastos de corte, 0,2 % en pastos nativos, 0,7 % en rastrojo, 5,7 % en bosques y 0,9 % en bosques plantados. Se estimó que cerca del 80 % de las gramíneas introducidas para pastoreo corresponde a *Brachiaria decumbens*, como el material de mayor oferta en la mayoría de los predios, lo que corresponde al 51,8 % del área en pastos introducidos; le sigue *B. humidicola* como otro de los materiales más aceptados por los productores, con el 23,4 %; el *B. dictyoneura* es otra gramínea que viene siendo introducida con un 14 %; y el restante 10,8 % corresponde a otras gramíneas como *Brachiaria plataginea*, *Cynodon plectostachyus*, *Hyparrhenia rufa*, *B. brizantha* y algunas comerciales recientes como los cultivares Mulato, Toledo y Tanzania. De otro lado, más del 60 % de los predios registra pastos para corte donde predomina el King grass, el elefante y la caña forrajera, que representan el 0,3 % del área en pastos. Esto demuestra que existe una adopción de la tecnología para mejorar la alimentación animal, si bien, el manejo es un factor que se requiere mejorar ya que existe una alta proporción de pastos con diferentes niveles de degradación.

Con respecto al manejo de praderas, más del 90 % de los predios realiza una rotación de potreros, y se reporta que un 8 % lo hace bajo el sistema de pastoreo continuo y/o alterno. En general, el período de ocupación de los potreros en la zona de Villavicencio está en una media de 16 días, con un rango entre 2 a 30 días; y en la zona de Castilla La Nueva está en 9 días, lo que se explica por un mayor número de divisiones con cerca eléctrica.

En las fincas localizadas en las dos zonas se registraron 5.494 bovinos, distribuidos así: 32,1 % vacas; 24,2 % terneros; 21,6 % novillos; 8,6 % machos de levante; y 7,2 % toretes, toros y machos desviados. De esta distribución etárea, en la zona de Villavicencio se concentró el 38,1 % de los bovinos y en Castilla La Nueva el 61,9 %.

De acuerdo con la información recolectada, los sistemas de producción predominantes fueron: leche especializada 5 % y 7,7 % en Villavicencio y Castilla La Nueva, respectivamente; cría, en la zona de Villavicencio 75 % y en Acacías 28,6 %; el

doble propósito se representó con un 92,3 % en Castilla La Nueva, 71,4 % en Acacías y 15 % en Villavicencio; y la ceba, 5 % en fincas de Villavicencio. La Tabla 1 resume y grafica esta distribución por zonas.

Tabla 1. Número de fincas por zona y distribución de los sistemas de producción predominantes en el piedemonte llanero, 2009.

Localidad	Fincas	Leche especializada		Doble propósito		Cría		Ceba	
		N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Villavicencio	20	1	5,0	3	15,0	15	75,0	1	5,0
Acacías	7	0	0,0	5	71,4	2	28,6	0	0,0
Castilla La Nueva	13	1	7,7	12	92,3	0	0,0	0	0,0

CAPÍTULO 2.

Integración de cercas vivas a los sistemas de producción bovina. Avances en el piedemonte del meta

- **Concepto**

¿Qué es una cerca viva? Se define como la acción de sembrar árboles, arbustos o palmas en línea, como soporte para el alambre de púas o liso para delimitación de la propiedad, con el fin de dividir potreros o usos de la tierra en la finca (Budowsky, 1987). Una cerca viva puede estar formada solamente de especies leñosas o de una combinación de especies leñosas con postes muertos (Villanueva *et al.*, 2008).

- **Tipos de cercas vivas**

Las cercas vivas están determinadas según la composición de especies y estructura, como altura y diámetro de las copas. Pueden ser clasificadas como simples o multiestratos (Murgueitio *et al.*, 2003).

- Las cercas simples son aquellas que tienen una o dos especies dominantes y son manejadas bajo poda a una altura similar.
- Las cercas compuestas o multiestratos tienen más de dos especies leñosas de diferentes alturas y usos (maderables, frutales, forrajeras, medicinales, ornamentales, etc.), además de otras especies de interés para la conservación de la fauna y la flora silvestres.

La mayoría de productores que participaron activamente en el proyecto establecieron **cercas vivas simples** integradas por arbóreas como: acacia (*Acacia mangium*), eucalipto (*E. pellita*), melina (*Gmelina arborea*), yopo (*Piptadenia opacifolia*) y en algunos casos una combinación de dos o tres especies (Figura 5).

La integración del arreglo como **cercas vivas compuestas** (multiestrato) en los sistemas de producción fue inicialmente baja en el área de influencia del proyecto; las cercas existentes por lo regular se localizaron en los linderos de las fincas y algunas divisiones de potreros.

Este tipo de cercas vivas es el más recomendable para promover en las fincas, ya que tiene un efecto importante para la conservación de la vida silvestre puesto que contempla árboles más grandes y de mayor diámetro que proveen recursos alimenticios a los animales silvestres, sitios de anidamiento y ambientes propicios para el crecimiento

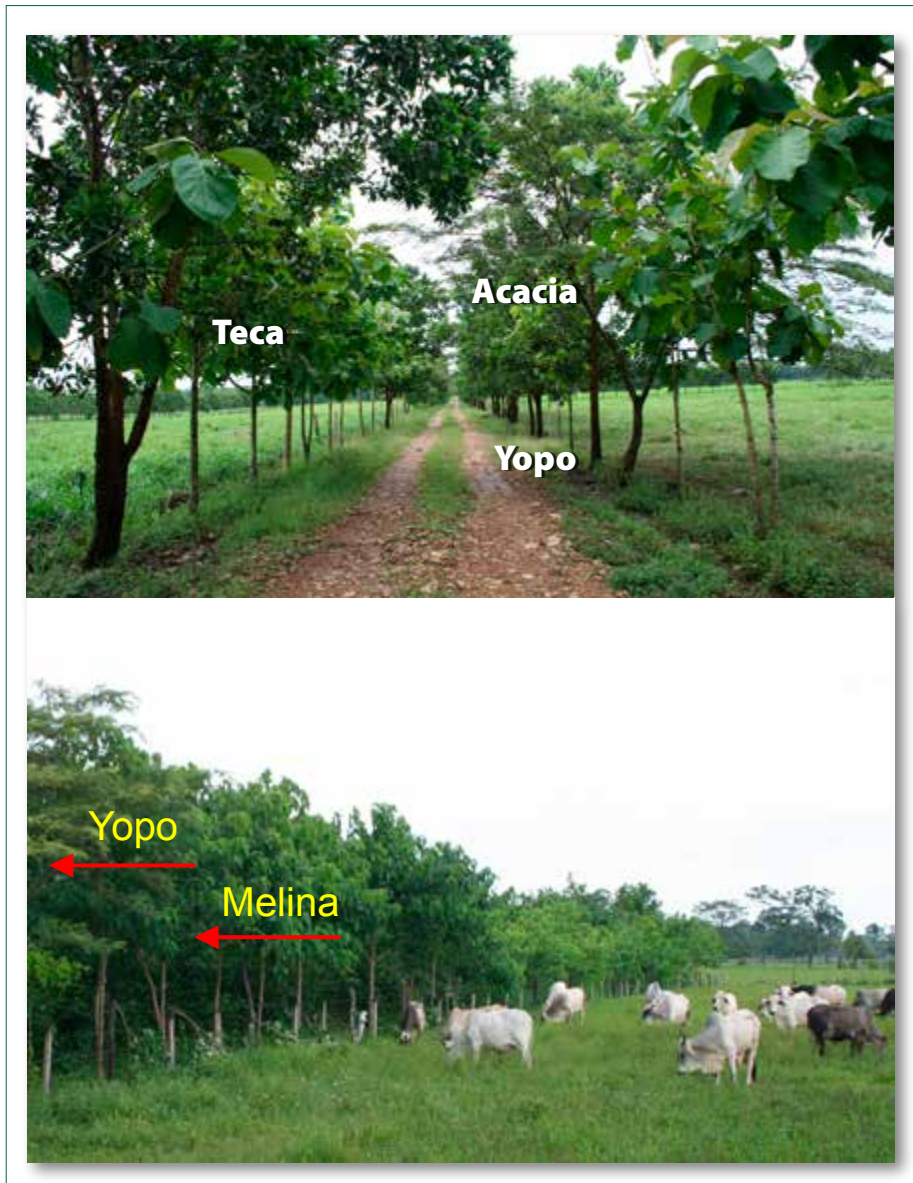


Figura 5. Cercas multiestrato en fincas de productores. Foto: G. Bueno

de especies colonizadoras como epífitas y orquídeas (Lang *et al.*, 2003; Puentes *et al.*, 2010). Además, contribuyen a disminuir la presión o tala de árboles que se encuentran en los bosques o zonas de protección de ríos, caños o nacederos de agua.

Como uno de los objetivos del convenio Corpoica - Ecopetrol fue aprovechar las prácticas de establecimiento y manejo del sistema agrosilvopastoril como una estrategia de reforestación indirecta, se torna importante sembrar o mantener dentro de las fincas cercas vivas complejas amigables con el ambiente, teniendo en cuenta que contribuyen

a mantener y multiplicar diferentes especies de animales silvestres y vegetación presente en el piedemonte, las cuales a futuro servirán como atractivo turístico rural.

Una cerca viva amigable con el ambiente y la biodiversidad presenta las siguientes características:

- Tiene al menos tres especies arbóreas.
- Tiene una poda reducida, o una poda alternada (uno que otro árbol podado cada año para mantener siempre copas que permitan el movimiento de los animales silvestres).
- Tiene árboles con flores y frutos que sirven de alimento para aves, mamíferos e insectos.
- Tiene árboles que en sus ramas y troncos mantienen gran variedad de epifitas.

El valor agregado de la implementación de cercas vivas en nuestro medio para conservación y producción puede ser mejorado con la introducción de especies maderables que ayuden al abastecimiento de madera y leña al productor, y así se disminuye el tiempo invertido en la búsqueda y obtención de estas. De igual manera, la siembra de frutales para el consumo de la familia y su comercialización puede generar un ingreso extra al productor (Zuluaga *et al.*, 2011).

• Beneficios de las cercas vivas

Las cercas vivas ofrecen varios beneficios a nivel de finca y generan servicios ambientales (Tabla 2).

Tabla 2. Beneficios que ofrecen las cercas vivas.

Beneficios para la finca	Beneficios ambientales
Tienen mayor vida útil	Brindan confort, producto de la sombra
Dividen los potreros	Sirven como rondas cortafuegos
Marcen los linderos de la finca	Reducen presión sobre los bosques
Brindan sombra al ganado	Mantienen y mejoran los suelos
Producen madera, postes y leña	Fijan carbono
Producen frutos para consumo humano	Conservan la biodiversidad
Son fuente de forraje y frutos para alimentar ganado	Incrementan la conectividad estructural en el paisaje (denominados corredores biológicos)
Valorizan la finca	Mejoran la belleza escénica del paisaje

Adaptado de Villanueva *et al.* (2008)

ESTABLECIMIENTO DE CERCAS VIVAS

La ganadería tradicional ha deforestado los campos erradicando todos los árboles bajo el argumento de que la sombra limita la fotosíntesis y los pastos no se desarrollan. La ganadería racional, en cambio, argumenta con hechos contundentes, de la

experiencia real en los proyectos agrosilvopastoriles (ASP) instalados (Rúa, 2010), que la productividad de las pasturas es un 30 % mayor cuando los pastos crecen bajo un nivel de sombrero moderado, lo cual se logra con árboles de vegetación abierta como yopo (*Piptadenia opacifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), ocobo (*Tabebuia rosea*), orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) e iguá (*Pseudosamanea guachapele*), entre otros, o aquellos con podas dirigidas y arreglos dentro de potreros como acacia (*Acacia mangium*), eucalipto (*E. pellita*), cratylia (*Cratylia argentea*) y melina (*Gmelina arborea*).

Hay que tener claro que la integración de árboles y arbustos en los sistemas de producción es una estrategia a mediano y largo plazo, en la cual se debe planificar el establecimiento del arreglo (cercas vivas) con especies como acacia, yopo, eucalipto, melina o cañafístulo (*Cassia grandis*), entre otros. Se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento.

- **Selección del sitio a plantar**

Como uno de los objetivos es integrar el componente arbóreo a los actuales sistemas de producción bovina, en busca de lograr los benéficos descritos anteriormente, se debe dedicar especial atención en la ubicación más adecuada de los sitios para plantar el arreglo forestal que garantice el éxito de la práctica. Los factores que inciden tienen relación con el clima, el suelo, requerimientos biofísicos y ambientales, especies forestales, infraestructura (potreros, divisiones, vías, instalaciones, etc.) y finalmente los requerimientos e interés de los ganaderos a este cambio de uso del suelo, que no afecte drásticamente su actual manejo y producción por efecto de la competencia con el componente herbáceo o de pastos.

- **Selección de especies a sembrar**

Existen trabajos de identificación y caracterización de especies nativas e introducidas con inmenso potencial para las regiones tropicales (Brewbaker *et al.*, 1980, citado por Segura y Norato, 1994; Bueno, 1997; Torres *et al.*, 2002; Fonseca y García, 2007) para varias aplicaciones en sistemas agroforestales.

Con el fin de establecer y definir cuáles especies de árboles o arbustos son las más indicadas para establecer e integrar en un sistema de producción bovina, se deben considerar los criterios que se muestran a continuación:

- o Sembrar especies nativas o adaptadas a la zona, teniendo en cuenta clima, suelo, pendiente, etc.
- o Seleccionar las especies según los productos y servicios de interés para la finca.
- o Tener disponibilidad de semilla (sexual, plántula o estacas).
- o No utilizar especies tóxicas.
- o Ser preferiblemente de uso múltiple (madera, leña, forraje, frutos).
- o Tener resistencia al grapado de alambre.
- o Combinar especies de valor económico y ecológico.
- o Ser aptas para la conservación de biodiversidad.

Con base en lo anterior, se definieron los materiales arbóreos y arbustivos para ser integrados al proyecto de acuerdo con las experiencias de investigación y el conocimiento del uso de árboles por los productores (Tabla 3). En este orden, se precisaron inicialmente los siguientes materiales: acacia (*Acacia mangium*), eucalipto (*Eucalyptus pellita*) (Álvarez y García, 2007), melina (*Gmelina arborea*) y yopo (*Piptadenia opacifolia*), debido a la facilidad de prendimiento, adaptación, rápido crecimiento, alta producción de semillas, buena capacidad de rebrote, sombra, alimento para el ganado (Simón, 1996; Bueno, 1998; Roncallo *et al.*, 1996; Navas y Barragán, 2002), capacidad para mejorar y conservar el suelo (fijación de nitrógeno) (Borel, 1987), y su uso como corredores ambientales (Carvajal *et al.*, 2007). Para el caso de la veranera (*Cratylia argentea*), se usa en bancos forrajeros como fuente de alimentación para el ganado (Lascano *et al.*, 2002) y con potencial para integrarla al sistema ganadero en arreglos como la cerca viva (Bueno, 2010).

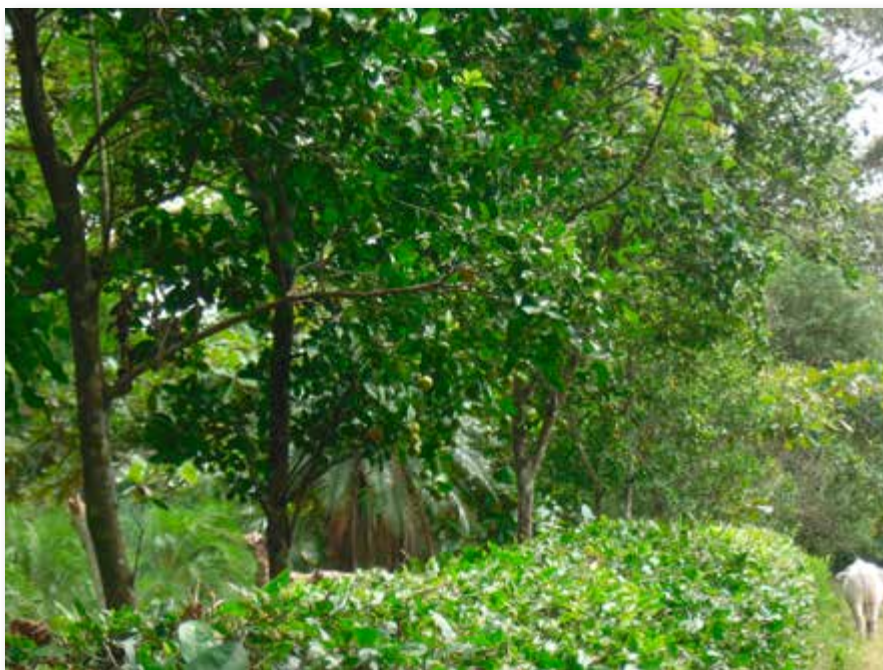


Figura 6. Frutales potenciales para introducir al sistema.

Por su parte, los frutales se encuentran distribuidos ampliamente en la zona en diferentes arreglos; por lo tanto, presentan potencial para incluirlos, al igual que algunas especies nativas (ocobo, iguá, cañafístulo).

Con respecto a los forrajeros, es preciso tener en cuenta su adaptación y sus exigencias nutricionales; en este orden, se reportan bajo esas condiciones el matarratón, la leucaena y la veranera, entre otros.

Tabla 3. Especies arbóreas y arbustivas utilizadas y con potencial de uso en cercas vivas en el piedemonte.

Nombre común	Nombre científico	Usos en finca	Propagación*
Maderables			
Acacia	<i>Acacia mangium</i>	Sombra, madera, semilla	Sexual
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Sombra, madera	Sexual
Eucalipto	<i>Eucalyptus pellita</i>	Sombra, madera	Sexual
Yopo	<i>Piptadenia opacifolia</i>	Sombra, leña, semilla	Sexual
Cañafístulo	<i>Cassia grandis</i>	Sombra, madera, semilla	Sexual
Ocobo	<i>Tabebuia rosea</i>	Sombra, madera, SAF	Sexual
Iguá	<i>Pithecellobium guachapele</i>	Sombra, leña, madera	Sexual
Frutales			
Naranja, mandarina	<i>Citrus spp.</i>	Huerto, frutos	Sexual
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Huerto, frutos	Sexual
Guayaba	<i>Psidium guajava spp.</i>	Huerto, frutos	Sexual
Forrajeros			
Veranera	<i>Cratylia argentea</i>	Alimentación	Sexual
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Cercas	Sexual- estacas
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Alimentación	Sexual
Orejero	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Sombra, alimentación	Sexual
Nacedero, cajeto	<i>Trichanthera gigantea</i>	Sombra, alimentación	Estacas

SAF: Sistemas agroforestales.

*Observación personal y algunas de las referencias están en el texto

• Producción de plántulas

Se reconocen en la práctica y en la región estrategias para la obtención del insumo, a establecer: semilla sexual, material vegetal (como varas o estacas), como por ejemplo para el matarratón (*Gliricidia sepium*) o el cajeto (*Trichanthera gigantea*); y plántulas de viveros forestales como acacia (*Acacia mangium*), yopo (*Piptadenia opacifolia*), eucalipto (*Eucalyptus pellita*), melina (*Gmelina arborea*) y cañafístulo (*Cassia grandis*), entre otros. Hoy se cuenta en el mercado con empresas especializadas en el tema, que ofrecen servicios de asistencia técnica e insumos de calidad y garantizan el material forestal.

En resumen, existen dos alternativas claras para la obtención de semilla:

- o Comprar el material vegetativo en viveros comerciales reconocidos que garanticen la calidad del material.
- o Producirla en viveros temporales en la finca, que para el caso de la Orinoquia resulta de una aplicación práctica debido a las distancias y deficiente infraestructura vial.

• Manejo del vivero

Para el manejo del vivero se deben tener en cuenta las siguientes etapas:

- 1. Número de árboles a multiplicar.** Depende del objetivo del productor, el sistema de producción pecuaria, la especie de árbol a introducir, el tipo de arreglo o distribución espacial, y la cantidad de sombra por potrero y animal, entre otros.
Lo anterior define qué infraestructura y área de vivero se requieren de acuerdo con el plan, que debe considerar época de verano e invierno en la región. De esta manera, se determinan la época de siembra, el período vegetativo de la especie, la cantidad de árboles a producir, el método de propagación seleccionado, el tipo de sustrato y el envase (bolsas plásticas, tubetes o bandejas).
- 2. Planificación del manejo del vivero.** Para esto existe un protocolo (ABeCé forestal, 2007), que considera: su ubicación, que debe ser lo más cerca posible al sitio definitivo de siembra, con vías de fácil acceso en vehículo y disponer de agua durante todo el año; la protección perimetral, para impedir el ingreso de animales que puedan dañar los arbolitos y evitar quemas accidentales; contar con buen drenaje natural en todo el vivero; y la orientación de las eras de crecimiento en dirección este-oeste (para mejor luminosidad y aprovechamiento de las horas de sol).
- 3. Tamaño de la construcción.** El tamaño, la localización y la distribución de la infraestructura básica del vivero dependen de varios factores, entre los que se cuentan el sistema de propagación seleccionado, la duración de los ciclos de producción de cada especie y el plan de siembras proyectado; así mismo, dependen del sustrato utilizado, las bolsas plásticas, los pellets, las bandejas y los conos plásticos, entre otros, que demandan construcciones adicionales.
- 4. Sustrato o medio para la siembra de las semillas arbóreas.** Para este fin, se recomienda tierra negra con arena de río o cascarilla de arroz; estos materiales deben ser mezclados y desinfectados para el llenado de bolsas, bandejas o conos. En este sentido, se deben mezclar dos partes de tierra por una de arena. La desinfección se puede realizar mediante aplicación de agua hervida o con formol.
- 5. Manejo para la producción de plantas.** Tiene que ver con la selección de semilla de buena calidad y la preparación de una cama o germinador con arena fina o de río en mezcla con materia orgánica, donde se colocan las semillas en hileras o al



Figura 7. Plántulas de árboles en eras de crecimiento vivero. Foto: O. Cerinza

voleo, y se tapan con una capa delgada de tierra. Después de la emergencia de las plántulas, cuando tengan 5 cm de altura, se trasplantan a las bolsas plásticas, que son colocadas en las eras de crecimiento en el vivero, y se mantienen hasta que salen para el sitio definitivo, el cual es determinado cuando la plántula tiene una altura entre 20 a 30 cm. Finalmente, las plántulas son transportadas al campo y sembradas, para el caso de cerca viva, a una distancia entre 4 a 6 m.

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL ÁRBOL EN SITIO DEFINITIVO

En este ítem se documenta y presenta información sobre las recomendaciones y experiencias de las prácticas realizadas en el presente proyecto, objeto del convenio Corpoica - Ecopetrol, desarrolladas para integrar el árbol a los actuales sistemas de producción bovina en el piedemonte llanero, donde se siguió una metodología sencilla y práctica que permitió promover la adopción del sistema agrosilvopastoril. Igualmente, se reportan los resultados alcanzados en esta fase inicial y un análisis de los costos en que se incurre al establecer cercas vivas como un arreglo funcional, novedoso y positivo para el productor, el ambiente y la sociedad.

- **Selección de especie a sembrar**

Inicialmente, se debe seleccionar y definir la especie a integrar en el sistema productivo de acuerdo con su producto (madera, postes, leña, forraje) o servicio: para limitar áreas o linderos, sombra, cercas vivas, protección contra el viento, fines ecológicos o embellecimiento paisajístico. De otro lado, se deben considerar las experiencias que hay en la región, así como la disponibilidad de semilla certificada y de buena calidad, además de tecnología para los materiales seleccionados.

- **Época de siembra**

El establecimiento se realiza en el período de lluvias en la región (abril a septiembre). Con respecto al arreglo espacial, es preciso tener en cuenta un orden específico de ubicación de las especies dentro del área o lote a reforestar. Se recomienda la siembra de los árboles maderables en los sectores más retirados de los cuerpos de agua, con el fin de evitar encharcamiento sobre todo para especies susceptibles a la humedad; los no maderables se deben ubicar en las cercanías de dichos cursos hídricos o ronda de nacimientos.

En el establecimiento se debe procurar cumplir con los siguientes aspectos: protección perimetral, limpieza, trazado, ahoyado, y aplicación de correctivos y enmiendas.

- **Protección perimetral**

Tiene que ver con dos problemas comunes en la región: i) las quemas y los daños causados por animales en el consumo de hojas y plántulas en su fase inicial de crecimiento; ii) y el daño mecánico.



Figura 8. Cerca de protección paralela a cerca fija en fincas. Foto: G. Bueno

- **Limpieza**

Se recomienda llevar a cabo dos estrategias: la más frecuente es la eliminación de la vegetación herbácea (gramíneas), que corresponde a un plateo de 1 metro de radio, con azadón, machete o manualmente; esto evita, en primera instancia, competencia por luz y nutrientes a las plántulas. Otra estrategia, no menos importante, es la de remover el suelo (romper capas compactas). Para las cercas vivas de gran longitud se recomienda hacer dos pases de rastra sobre el mismo surco del ancho de trabajo del implemento y la aplicación de un herbicida; para longitudes cortas o pequeñas áreas, se debe platear y remover el suelo (romper capas compactas) en un círculo con diámetro de 1 metro. En el caso de los bosquetes, se controla la vegetación mecánicamente con guadaña o rastra. Igualmente, se debe platear el sitio donde se plantará el árbol. En lotes con alta incidencia de malezas es aconsejable controlar su rebrote con herbicida.



Figura 9. Plateo y ahoyado para siembra de árboles. Foto: G. González

- **Trazado**

Los sistemas de siembra más utilizados son: en línea, en cuadro, en rectángulo y en triángulo o tresbolillo.

El establecimiento para cercas vivas se realiza utilizando el sistema de siembra en línea, a una distancia que varía entre 4 a 6 metros, teniendo en cuenta la especie y la finalidad. Para el caso de franjas con dos o más hileras de árboles, la siembra en tresbolillo o en triángulo es la más indicada. La siembra en tresbolillo permite una mayor densidad de árboles por unidad de área, que se ajusta a la distribución espacial en franjas en el potrero; esta consiste en sembrar tres o más hileras y dejar callejones de 15 a 20 metros entre las franjas, que corresponden a las áreas de pastoreo, mientras los árboles se desarrollan (experiencias de Refocosta, información personal).



Figura 10. Trazado para siembra de árboles. Foto: G. González

- **Ahoyado**

Esta actividad depende del tipo de empaque en que se transporta la plántula. Para el caso de bolsa plástica –que es el más frecuente–, se hace un hoyo de 20 x 20 cm, con 15 a 20 cm de profundidad, que corresponde al tamaño del palín. En el caso de los tubetes y bandejas plásticas, este hoyo puede ser de menor tamaño que para las bolsas. En ambos casos, deberá hacerse un repique con barra o barretón, para romper los horizontes compactados.

- **Correctivos o enmiendas y primera fertilización**

Esta actividad se debe hacer con base en los resultados del análisis de suelo y los requerimientos nutricionales de la especie a ser plantada. Tomando en consideración

que la característica principal de los suelos ácidos es la alta toxicidad de aluminio y la deficiencia de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (como nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio y azufre), la aplicación de fertilizantes debe cubrir y corregir estas deficiencias. Con este fundamento se han realizado las fertilizaciones, con buenos resultados hasta el momento (Bueno, 2010). La Tabla 4 presenta las cantidades de correctivos y abonos por plántula recomendadas para las condiciones del piedemonte llanero.



Figura 11. Aplicación de enmiendas y fertilización de árboles. Foto: G. Bueno

Tabla 4. Cantidad de correctivos y fertilizantes para el establecimiento y manejo de árboles integrados en el sistema de producción bovina. Piedemonte llanero.

Insumo	Correctivos y Fertilización	
	Siembra (g/planta)*	Postsiembra (g/planta)**
Cal dolomítica	150	-
Roca fosfórica	150	-
Yeso agrícola	100	-
Fosfato diamónico (DAP)	-	75
Sulfomag	-	75
Borozinco (elementos menores)	-	5

* Estos insumos se mezclan con la tierra que es sacada del hueco donde se plantará el árbol y luego se deposita en el sitio de siembra del árbol.

** Complementariamente entre 15 a 30 días después de la siembra.

• Siembra

Una vez preparado el terreno se realizará el establecimiento o plantación de los árboles, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

El material en bolsa debe estar húmedo al momento de la siembra, para compactarlo antes de retirar la bolsa y así evitar el desmoronamiento del sustrato. Luego se procede a retirar la bolsa plástica mediante dos cortes longitudinales a la misma, la cual se guardará para ser contada al final del trabajo y desechada de forma que no contamine las áreas sembradas y aledañas. Las plántulas se colocan verticalmente, quedando el cuello a ras del suelo; las raíces de la plántula no deben quedar dobladas ni trenzadas, y el tallo debe quedar vertical. Finalmente, se procede a llenar y compactar la tierra, evitando así la formación de hoyos o cámaras de aire que puedan afectar la plántula por la acumulación de aguas lluvias o de aire (Figura 12).



Figura 12. Siembra de plántulas de melina. Foto: G. Bueno

Todos los desechos como bolsas plásticas, estopas, costales y demás desperdicios, deben ser recogidos y retirados de la zona. Es preciso realizar la resiembra de todo el material que se haya perdido por diferentes causas. La mortalidad en ningún caso debe ser superior al 10 %.

- **Mantenimiento y fertilización**

De acuerdo con la incidencia de plantas invasoras, se debe volver a rectificar el plateo de un metro de diámetro como mínimo, eliminando toda la vegetación existente dentro del plato al segundo mes de la siembra; esto con el objeto de quitar competencia y preparar el terreno para la segunda aplicación de fertilizante compuesto u orgánico prehúmico o humus. El material que se saca se deja sobre el plato limpio, como un mecanismo de control de malezas; seguidamente, se realiza la fertilización incorporando al suelo el fertilizante en una cantidad de:

Fosfato diamónico (DAP):	150 g/planta
Sulfomag:	150 g/planta
Borozinco:	10 g/planta
En caso de fertilizante orgánico:	500 g/planta de humus

La aplicación se realiza en forma de corona a 20 cm de cada plántula; esta se cubre ligeramente con el sustrato existente en el suelo.

Como se debe asegurar el desarrollo adecuado de las plantas, se deben realizar al segundo y tercer año otros mantenimientos. Consisten en plateo de 1,50 m de radio, manteniendo la dosis de la fertilización anterior, o 500 gramos de abono prehúmico a cada planta.

- **Control fitosanitario y de malezas**

El control fitosanitario y de malezas debe ser una actividad constante para evitar pérdidas del material vegetal establecido por causas de plagas y enfermedades. Para ello se realizan monitoreos y controles, entre los que están la ubicación y la eliminación de hormigueros, la utilización de cebos tóxicos (aserrín, melaza y un insecticida), la aplicación de purines, la alelopatía, un control biológico y, en caso extremo, un control químico (fungicidas e insecticidas sistémicos).

Se debe igualmente mantener un control de las malezas que puedan competir por nutrientes y luz con la plantación; el control se realiza de forma manual, mecánica o química con pantalla.

- **Resiembra**

Una vez realizado el establecimiento del arreglo escogido, se procederá a evaluar la mortalidad de las plántulas sembradas, que en ningún caso debe ser superior al 10%. Verificado el cultivo, en el caso que se deba realizar una resiembra, esta se hace con los mismos procedimientos empleados durante el establecimiento (ahoyado, encalado, plantación y fertilización).

- **Manejo de las cercas vivas: podas o raleos**

Dentro de las prácticas de manejo del sistema agrosilvopastoril, y con la intención de disminuir competencia entre los componentes que lo constituyen (pastos, animales, cultivos), las podas en las cercas vivas son realizadas buscando que durante el desarrollo del árbol, este tenga una arquitectura de copa determinada; ya sea por estética o funcionalidad, la poda de la copa de los árboles mejora la penetración de luz. Dicho manejo también permite eliminar las ramas



Figura 13. Raleo de árboles o poda de copa.

muertas, enfermas o quebradas, con el propósito de preservar la sanidad de los árboles y descartar posibles accidentes de rayado o heridas en los animales. De igual manera, permite dar una mejor formación a las especies, y sirve en la obtención de material vegetativo, madera o leña. Trabajos realizados en Costa Rica por Sánchez *et al.* (2008), recomiendan no podar más del 30 % a 40 % del volumen de la copa, para evitar una disminución de la sombra del ganado y no afectar los sitios de descanso, alimentación y desplazamiento de la fauna silvestre.

Con el fin de que la poda no afecte la biodiversidad, se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- o No realizar podas totales en los árboles.
- o No podar todos los individuos al mismo tiempo.
- o Dejar sin podar los individuos con copas ralas.
- o Dejar cada cinco árboles sin poda.
- o Al realizar la poda, permitir o procurar mantener la conexión entre las copas de los árboles.

CAPÍTULO 3.

Especies arbóreas integradas en sistemas silvopastoriles

En el proceso de investigación y validación que desarrolla Corpoica en árboles y arbustos, se han evaluado diversas especies en cada una de las etapas de desarrollo, desde el vivero hasta la cosecha, con el propósito de buscar alternativas tecnológicas con germoplasma seleccionado por su buen desarrollo, producción, uso, fertilización adecuada, alto grado de adaptación (plagas y enfermedades), calidad y compatibilidad con los demás componentes del sistema de producción. En este orden de ideas, se resumen a continuación las especies arbóreas que integraron los arreglos en cercas vivas, introducidas en las fincas del área de desarrollo del proyecto.

FICHA TÉCNICA DE *Eucalyptus pellita*


Nombre científico: <i>Eucalyptus pellita</i> (F. Muell) Nombre común: Eucalipto Familia: Myrtaceae Ciclo vegetativo: Perenne Origen: Australia y Papúa Nueva Guinea			
Adaptación			
Clima	Temperatura (°C)	18 – 26	
	Brillo solar (horas/día)	8 – 10	
	Precipitación (mm/año)	900 – 2.400	
	Humedad relativa (%)	60 – 80	
	Vientos (km/hora)	Moderados	
Suelo	Paisaje	Sabana bien drenada	
	Altitud (msnm)	0 – 2.000	
	Pendiente (%)	Plana a inclinada	
	Textura	FA liviana a media	
	Drenaje	Bueno	
	Profundidad (cm)	Suelos profundos	
	Fertilidad	Baja a moderada fertilidad	
Usos	Madera de aserrío, durmientes, pisos. Construcción pesada; madera estructural. Construcción liviana. Construcción naval. Construcción de botes. Muebles. Postes para cercas, pilotes para puentes y leña. No maderables, taninos, aceite en hojas. Densidad anhidra 0,75 g/cm ³ , densidad básica de 0,64 g/cm ³ .		

Fuente: Adaptado de Álvarez y García (2007)

- **Descripción**

Especie siempre verde, de porte variable, de hasta 50 m de altura. Fuste de forma aceptable. Corteza escabrosa o áspera y persistente hasta en las ramas pequeñas, marrón a grisácea o marrón-rojiza. Hojas pecioladas alternas. Inflorescencias axilares y simples, con siete flores. Altura: alcanza unos 40 m. Diámetro de tallo (DAP): 1,0 m. No reporta problemas de plagas y enfermedades, sin embargo, en fases iniciales es atacada por la hormiga arriera (Álvarez y García, 2007).

FICHA TÉCNICA DE *Acacia mangium*

Nombre científico: <i>Acacia mangium</i> (Wild) Nombre común: Acacia Familia: Mimosaceae Ciclo vegetativo: Perenne Origen: Australia, Indonesia y Papúa Nueva Guinea			
Adaptación			
Clima	Temperatura (°C)		26 – 32
	Brillo solar (horas/día)		8
	Precipitación (mm/año)		900 – 2.000
	Humedad relativa (%)		60 – 70
	Vientos (km/hora)		Moderados
Paisaje	Paisaje		Sabana bien drenada, plana y disectada
	Altitud (msnm)		0 – 1.000
	Pendiente (%)		Plana a inclinada
Suelo	Textura	FA - FAr liviana a pesada	
	Drenaje	Bueno	
	Profundidad (cm)	Suelos profundos	
	Fertilidad	Baja a moderada fertilidad	
	Usos	Especie de uso múltiple que presenta alto potencial agroforestal; puede emplearse como cerca viva, sombra, cortina rompevientos, linderos maderables, forraje, carbón de gran calidad y leña. Madera liviana para postes y guacales, y reporta aplicaciones en ebanistería para puertas y ventanas, entre otros usos. Recuperación de suelos. Densidad media a alta 0,40 - 0,65 g/cm3	
	*Valor nutricional	PC: 10,5 % - 18,0 %; FDN: 51 % - 69,6 %; FDA: 40,6 % - 60,2 %; Degradabilidad in vivo: 33,6 % - 35,8 %	

Fuente: Adaptado de Álvarez y García (2007). * Laboratorio de nutrición, C.I. La Libertad

- **Descripción:**

Especie siempre verde, de porte variable, de hasta 30 m de altura; en sitios desfavorables alcanza alturas de 10 m o menos. Fuste usualmente recto y limpio de hasta 90 cm de diámetro. Hojas de 25 cm de largo y 5 a 10 cm de ancho, simples, de color verde oscuro, copa abierta, globular, columnar en plantación. La inflorescencia es una espiga poco densa de hasta 10 cm de largo con flores blancas o cremas. Su fruto es una legumbre inicialmente recta de 3 a 5 mm de ancho y 7,5 cm de largo, glabra, que al madurar se enrolla y entrelaza formando racimos irregulares en forma de espiral, dehiscente por una sutura marginal.

Semillas en arreglo longitudinal dentro de la legumbre de 3 a 5 mm de largo y 2 a 2,5 mm de ancho, negras, lustrosas, elipsoides, con testa dura y funículo anaranjado formando un arilo carnoso en el extremo de la semilla. En un estudio de Lores y Pinzón (2011) se identificaron los insectos fitófagos actual y potencialmente dañinos en *Acacia mangium* en núcleos forestales de Córdoba y Meta, reportando 27 especies dañinas en el follaje, fuste y semillas, pertenecientes a 5 órdenes y 19 familias, con predominio de especies de los órdenes Hymenoptera, Isoptera y Coleoptera. El órgano más afectado por insectos potencialmente plaga fue el fuste (66,7% de los insectos), susceptible al ataque de hormigas cortadoras de hojas. En algunas plantaciones y arreglos en la región se ha presentado un secamiento y defoliación, que inicia con un amarillamiento progresivo de las hojas en la parte alta de la copa hacia la parte inferior; se atribuye el daño a varios factores aún no determinados, como deficiencias de calcio en el suelo (conversación personal IF Fernando García), daño en raíces por comején y hormigas, un complejo de por lo menos cuatro especies del género *Xyleborus*, perforadores del fuste que inoculan y diseminan hongos fitopatógenos vasculares como *Ceratocystis* sp., los cuales además de producir manchados en la madera pueden causar muerte súbita de árboles (Gil *et al.*, 2004; Tarigan *et al.*, 2001, citados por Lores y Pinzón, 2011) o la enfermedad reportada en otros países como muerte descendente. Los daños ocasionados por especies de los géneros *Syntermes* y *Costalimaita* son exclusivos del núcleo forestal de la Orinoquia (Lores y Pinzón, 2011).

FICHA TÉCNICA DE *Gmelina arborea*


Nombre científico: <i>Gmelina arborea</i> (Roxb.) Nombre común: Melina, teca blanca. Familia: Verbenaceae Ciclo vegetativo: Perenne Origen: India, Tailandia, sur de China, Laos, Camboya y Sumatra en Indonesia.			
Adaptación			
Clima	Temperatura (°C)	24 – 29	
	Brillo solar (horas/día)	8 – 10	
	Precipitación (mm/año)	1.000 – 4.000	
	Humedad relativa (%)	60 – 70	
	Vientos (km/hora)	Moderados	
Suelo	Paisaje	Piedemonte	
	Altitud (msnm)	0 – 900	
	Pendiente (%)	Plana o inclinada	
	Textura	FA - FAr liviana a pesada	
	Drenaje	Bueno	
	Profundidad (cm)	Suelos profundos	
	Fertilidad	Moderada a buena fertilidad	
	Usos	Especie de uso múltiple que presenta alto potencial agroforestal, puede emplearse como cerca viva, cortina rompevientos, linderos, maderables, para construcción, melífera, forraje, leña, pulpa o papel. Densidad media a alta: 0,42 a 0,64 g/cm ³	
	*Valor nutricional	PC: 11,8 % - 19,2 %; FDN: 50 % - 58,4 %; FDA: 32,4 % - 42,2 %; Degradabilidad in vivo: 65,8 % - 74,3 %	

Fuente: Adaptado de Rojas *et al.* (2004). * Laboratorio de nutrición, C.I. La Libertad

- **Descripción**

Especie de rápido crecimiento, de porte variable, de hasta 30 m de altura. Fuste limpio de 6 a 9 m color marrón pálido a grisáceo, con diámetro de más de 80 cm. Copa cónica amplia en sitios abiertos, hojas grandes, simples, enteras y dentadas, más o menos acorazonadas. Flores numerosas amarillo-anaranjadas en racimos. Fruto carnoso de forma ovoide, con 1 a 4 semillas. No reporta problemas de plagas y enfermedades (referencia).

FICHA TÉCNICA DE *Piptadenia opacifolia*

Nombre científico: <i>Piptadenia opacifolia</i> Nombre común: Yopo, yopa, cevil. Familia: Mimosaceae. Ciclo vegetativo: Perenne Origen: Antillas y Andes del sur (Argentina, Bolivia, sudeste de Brasil, Paraguay, Perú).			
Adaptación			
Clima	Temperatura (°C)		24 – 30
	Brillo solar (horas/día)		6 – 8
	Precipitación (mm/año)		1.000 – 4.000
	Humedad relativa (%)		60 – 80
	Vientos (km/hora)		Moderados
Paisaje	Paisaje		Piedemonte
	Altitud (msnm)		0 – 1.000
	Pendiente (%)		Plana o inclinada
Suelo	Textura	FA - FAr liviana a pesada	
	Drenaje	Tolera humedad	
	Profundidad (cm)	Suelos profundos	
	Fertilidad	Moderada a buena fertilidad	
	Usos	Leña, sombra. De las semillas se extrae una sustancia alucinógena (alcaloides) o rapé utilizada por los shamanes. Cercas mixtas, rompevientos, ornamental.	
	*Valor nutricional	PC: 12,9 % - 15,3 %; FDN: 66,8 % - 73,4 %; FDA: 45,8% - 51,4 %; Degradabilidad in vivo: 31,4 % - 35,2 %.	

Fuente: Adaptado de Torres *et al.* (2002) y Carvajal *et al.* (2007). *Laboratorio de nutrición, C.I. La Libertad.

- **Descripción**

El yopo es un árbol que crece hasta 25 m y presenta un diámetro de 50 cm. Su corteza exterior es de color gris o castaño oscuro, con líneas de crecimiento; tiene hojas bipinadas, alternas, helicoidales con estípula y sin exudado de 15 a 22 cm de largo; con folíolos diminutos, angostos, con raquis de color castaño claro; flores pequeñas, numerosas, pedunculadas, de color blanco-cremoso y dispuestas en espigas axilares finamente pubescentes; y fruto en legumbre aplanada de color castaño con semillas redondeadas, dehiscente y con buena producción de semilla. Esta especie,

muy común en potreros, tiene corteza escamosa y es considerada como una de las especies dendroenergéticas más importantes de los Llanos Orientales; además, es de rápido crecimiento, fijadora de nitrógeno, que presenta rebrote radicular, característica muy importante para ser utilizada en la recuperación de suelos y en sistemas agroforestales, como sombrío y como cerca viva. Ofrece una madera dura de color rojizo (Carvajal *et al.*, 2007). Torres *et al.* (2002) reportan contenidos de PC de 26,6 % y una degradabilidad de 68,2 %.

CAPÍTULO 4.

Costos de establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles

- **Costo de establecimiento del arreglo de cerca viva en potrero**

Las cercas vivas tienen un impacto económico dentro de las fincas ganaderas al generar –además del factor sombra, que minimiza el estrés calórico al que están expuestos los animales en pastoreo– forraje para el ganado, semilla, madera, postes, estacas, leña y frutas. Este arreglo, dentro del sistema, representa un ahorro en la construcción de cercas que va desde un 12 % hasta un 40 %, en comparación con la instalación de una cerca tradicional en madera o postes de cemento. A largo plazo permite un ahorro al productor, por su larga vida útil.

Como ya se ha indicado, la siembra de plántulas de árboles o arbustos debe ser protegida con una cerca paralela o realizar una protección individual de las plantas, lo que significa un costo importante en la inversión, como se explicará más adelante.

Con el fin de documentar los costos en la implementación del arreglo en potrero con cercas vivas (silvopastoril), las tablas 5 y 6 presentan los valores de insumos, mano de obra, mecanización y controles para la construcción de cercas protectoras (reutilizables una vez se libere el árbol) en el establecimiento de árboles con base en las experiencias realizadas en fincas del proyecto colaborativo Corpoica - Ecopetrol.

El costo de un árbol al establecimiento, con un 85 % de supervivencia, tiene un valor aproximado de \$19.300 (2010), con una distancia de siembra entre árboles de 4 m, y de \$24.120, con una distancia de siembra entre árboles de 5 m.

Los costos del montaje de un kilómetro de cerca eléctrica para la protección de las plántulas, paralela a una ya establecida (convencional o eléctrica, que está dividiendo potreros o linderos de la finca), se resumen en la Tabla 6. La infraestructura corresponde a la instalación de cerca eléctrica, que consta de dos cuerdas en alambre liso acerado calibre 12, postes separados cada 20 m, tensores, aisladores y varas para mantener la distancia de las cuerdas de alambre.

Con el propósito de reflejar el beneficio económico de integrar el arreglo forestal en el sistema bovino tradicional en un kilómetro de cerca viva con protección en cerca eléctrica (Tabla 6), se calcula que el valor de cada árbol establecido a una distancia de 4 a 5 m lineales (250 a 200 unidades) fluctúa entre \$10.527 a \$13.159, lo que comparado con el valor promedio comercial de un poste de cemento o madera puesto en finca de \$14.000 o más, es de 6,0 % a 25 % más económico.

Tabla 5. Costos de establecimiento para un kilómetro de cerca viva a una distancia de siembra de 4 m entre árboles, 2010.

Ítem	Actividades	Unidades	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Maquinaria y equipo					
1	Rastra	Pase	1	60.000	60.000
2	Cinzel				0
3	Encaladora				0
	Subtotal				60.000
Mano de obra					
1	Alistamiento terreno	Jornal	1	35.000	35.000
2	Trazado	Unidad	250	50	12.500
3	Plateo	Unidad	250	300	75.000
4	Ahoyado	Unidad	250	300	75.000
5	Abonado	Unidad	250	200	50.000
6	Siembra	Unidad	250	300	75.000
7	Resiembra (15 %)	Unidad	40	300	12.000
8	Cercado	Metros	1.000	800	800.000
	Subtotal				1.134.500
Insumos					
1	Plantas de 30 - 35 cm de alto de especies	Unidad	290	700	203.000
2	Roca fosfórica	Bulto x 50 kg	1	15.000	15.000
3	Yeso agrícola	Bulto x 50 kg	0,6	16.000	9.600
4	Cal dolomítica	Bulto x 50 kg	1	8.000	8.000
5	Fosfato diamónico (DAP)	Bulto x 50 kg	0,5	80.000	40.000
6	Sulfomag	Bulto x 50 kg	0,5	36.000	18.000
7	Borozinco	Bulto x 20 kg	0,1	65.600	6.560
8	Alambre de púas calibre # 12,5 Tigre	Bulto x 320 m	11	140.000	1.540.000
9	Poste de madera inmunizada (templador)	Unidad	16	14.500	232.000
10	Postes de cemento con una longitud no menor a 2,10 m	Unidad	80	13.500	1.080.000
11	Grapa tigre	Kilogramo	2	4.000	8.000
12	Alambre de amarre	Kilogramo	2	3.800	7.600
13	Roundup	Litro	2	21.000	42.000
	Subtotal				3.209.760
1	Muestra de suelo	Unidad	1	75.000	75.000
2	Ingeniero forestal (A.T.)	Global	0,2	550.000	110.000
3	Transporte de plántulas	Unidad	290	120	34.800
4	Transporte insumos y materiales	Global	1	200.000	200.000
	Subtotal				419.800
TOTAL					4.824.060

Tabla 6. Costo de un kilómetro de cerca viva con protección en cerca eléctrica, 2010

Actividad	Valor (\$)	Porcentaje (%)
Maquinaria y equipo	32.000	1,2
Mano de obra	1.134.500	43,2
Insumos	340.750	12,9
Cerca eléctrica	830.000	31,5
Otros	294.500	11,2
TOTAL	2.631.750	100

Se debe resaltar que si se cuenta con energía eléctrica en la finca, el montaje de la cerca eléctrica puede reducir los costos en un 45,4 % con respecto a la cerca de protección tipo convencional relacionada en la Tabla 7.

- **Comparación de costos de establecimiento de cercas vivas y cercas tradicionales**

El análisis económico bien vale la pena resaltarlo, puesto que corresponde a otro costo adicional de alto valor en que incurre el productor cuando toma la decisión de integrar el árbol al sistema de producción bovina tradicional. Por lo tanto, se realiza un análisis comparativo entre los costos que se generan de esta actividad con los dos tipos de modelos de cerca más frecuentes en la zona, como son la cerca tradicional y la eléctrica. Lo anterior para contrastar con la estrategia propuesta de implementar un sistema agrosilvopastoril para el área de influencia de Ecopetrol-SOC.

El establecimiento de un kilómetro de cerca tradicional con cuatro hilos en alambre de púas, poste de madera y cemento cada 3 m, y demás costos (mano de obra, transporte y otros), le cuesta al productor \$7.928.000. No obstante, si establece una cerca viva con materiales arbóreos como yopo, eucalipto, melina y acacia, con una cerca de protección convencional modificada (tipo Carimagua), con poste a 20 m de distancia y sus estaciones, le cuesta alrededor de \$4.824.060 (Tabla 7), ahorrando cerca de \$3.103.940 (39,2 %) con respecto al costo de la cerca tradicional, y de \$5.296.250 (66,8 %), comparado con el costo de la cerca eléctrica (Tabla 7).

Se debe tener en cuenta que los costos de infraestructura en las fincas es una inversión necesaria y una alternativa a largo plazo –propuesta con visión ecológica, productiva y económica– en la medida que la cerca viva puede mantenerse por décadas comparada con un poste de cemento, que tiene una vida útil de uno a cinco años (si no se ha perdido cuando el animal lo parte), o de madera (dependiendo de la especie, puesto que maderas con mayor durabilidad actualmente son altamente costosas o no se consiguen porque han sido fuertemente afectadas para usos en construcción, cercas tradicionales, leña u otros).

Si el productor opta por establecer cercas vivas con especies nativas, puede invertir un poco más por el costo del material (plántula), debido a que la semilla o plántula es

más costosa (\$1.000 a \$1.500/plántula) por la dificultad en la consecución de la semilla (pocos viveros se dedican a estas especies). Sumado a lo anterior, se debe tener en cuenta que factores como el acondicionamiento de la semilla, la pureza y el porcentaje de germinación pueden incrementar los costos. De otro lado, el desarrollo vegetativo una vez plantado en campo, bajo este arreglo, y la supervivencia de las plántulas, son factores que también deben considerarse, dado que las especies nativas requieren condiciones especiales en su entorno natural de origen (bosque, bosque de galería, mata de monte) para su normal crecimiento.

A manera de ejemplo, para tener una visión de los costos de las alternativas en cuanto se refiere a cercas vivas y su protección, en la Tabla 7 se comparan las opciones que en la práctica de campo se han desarrollado con respecto a la cerca convencional que utiliza el ganadero para dividir y delimitar su predio.

Tabla 7. Costos comparativos de la construcción de un kilómetro de cerca convencional *versus* cerca viva con especies arbóreas y protección con cerca convencional modificada y cerca eléctrica en el piedemonte llanero, 2010.

Insumo	Cerca convencional			Cerca eléctrica	Cerca viva con protección		
	Número	Costo unitario	Costo total (\$)	Costo total (\$)	Cantidad	Costo unitario	Costo total (\$)
Compra de poste (un)	320	13.500	4.320.000	1.296.000	96	13.500	1.296.000
Acarreo de plántulas y postes	320	1.900	608.000	182.400	96	1.900	182.400
Ahoyado, siembras y cercado (jornal)	40	30.000	1.200.000	750.000	25	30.000	750.000
Plateo, ahoyado, siembra y fertilización (jornal)	--	--	--	--	40	1.154	334.660
Grapas (kg)	8	4.000	32.000	2.000	2	4.000	8.000
Rollo de alambre de púas	13	136.000	1.768.000	--	10	180.000	1.800.000
Compra de plántulas (un)	--	--	--	203.000	290	700	203.000
Accesorios y otros	--	--	--	198.350	100	2.500	250.000
TOTAL			\$7.928.000	\$2.631.750			\$4.824.060

Fuente: Corpoica, datos de campo.

Las cercas están dentro de las inversiones en infraestructura necesarias en una finca; por ello, en la tabla anterior se presentan los costos para el establecimiento y transformación de las mismas. En busca de reducir este costo, el productor puede adquirir la semilla comercialmente y multiplicarla en su predio; asimismo, puede comprobar la adaptación de las especies en su finca antes de proceder a establecer longitudes importantes de cercas vivas con nuevas especies.

- **Costo de mantenimiento de las cercas vivas**

El costo de mantenimiento de las cercas vivas varía según la poda que realice el productor. Por ejemplo, si es una poda de saneamiento (que consiste en eliminar las ramas secas

y/o enfermas de los árboles), el costo aproximado es de \$150.000/año, valor que puede ser similar para la poda de formación (que va dirigida inicialmente a lograr un mayor crecimiento apical y en segundo lugar a obtener un fuste recto en especies con fines maderables como por ejemplo en cedro, caoba, pino, acacia y eucalipto, entre otros). Igualmente, este valor estimado puede ser aplicado a la poda de la copa, que necesitan algunas especies para disminuir la carga excesiva de ramas, evitar volcamiento y facilitar la entrada de luz. En cuanto al costo aproximado de la poda de producción (leña, forraje, estacas), puede estar alrededor de \$190.000/año, valor que incluye los costos de tres jornales para el corte, la carga y el combustible para el transporte. Las hojas de esta poda, dependiendo de la especie, se pueden utilizar como forraje.

Se recomienda realizar esta práctica a finales del invierno o comienzos de la época seca, con el fin de evitar enfermedades o pudriciones en las plantas, además de facilitar un buen secado de las áreas donde se han realizados los cortes. Lo importante en las podas es elegir la fecha adecuada, evitar el desgarre en la corteza, utilizar herramientas adecuadas con buen filo y procurar no realizar podas totales para no causar un impacto negativo en la biodiversidad de la zona (por ejemplo, las cercas vivas sin podar mantienen mayor cantidad de aves que las cercas vivas podadas, según Lang *et al.*, 2003).

Tabla 8. Costos de mantenimiento de un kilómetro de cerca durante un año (2010).

Insumo	Cerca convencional			Cerca viva con protección		
	Número	Costo unitario	Costo total (\$)	Cantidad	Costo unitario	Costo total (\$)
Compra de poste (un)	100	13.500	1.350.000	30	13.500	405.000
Acarreo de plántulas y postes	100	1.900	19.000	30	1.900	57.000
Ahoyado, siembras y cercado (jornal)	100	800	80.000	8	800	6.400
Plateo, ahoyado, siembra y fertilización (jornal)	--	--	--	5	30.000	150.000
Grapas (kg)	2	4.000	8.000	0,25	4.000	1.000
Rollo de alambre	--	--	--	--	--	--
Compra de plántulas (un)	--	--	--	40	700	28.000
Accesorios y otros	--	--	--	20	2.500	50.000
TOTAL			1.457.000			697.400

Fuente: Corpoica, datos de campo.

Es importante mencionar que el costo estimado de mantenimiento de una cerca convencional es de aproximadamente \$1.457.000/año (2010), lo que incluye cambiar alrededor de 100 postes/km (30 %), el acarreo y la siembra de los postes; mientras que el mantenimiento de la cerca viva es de \$697.400, lo que representa un ahorro del 47,9 % con respecto a la cerca convencional. La Tabla 8 presenta comparativamente los costos de los dos modelos de cercas.

CAPÍTULO 5.

Experiencias y resultados de la implementación de árboles en fincas. Fase I del Proyecto.

Convenio Corpoica - Ecopetrol

Como cualquier tipo de cultivo, es necesario considerar las recomendaciones existentes en lo que tiene que ver con el clima, por las dos épocas bien definidas (invierno y verano o seca). Las siembras de semilla sexual o material vegetal (plántulas o estacas) se deben realizar entre los meses de abril a octubre, período en el cual se garantiza una buena humedad en el suelo para el desarrollo de los materiales, y en la época seca (noviembre - marzo) se preparan las plántulas a nivel de vivero.

- **Área de influencia del proyecto**

Las actividades del proyecto se desarrollaron específicamente en las zonas de influencia de Ecopetrol, en los municipios de Villavicencio, Acacías y Castilla La Nueva, en el departamento del Meta (Figura 14).

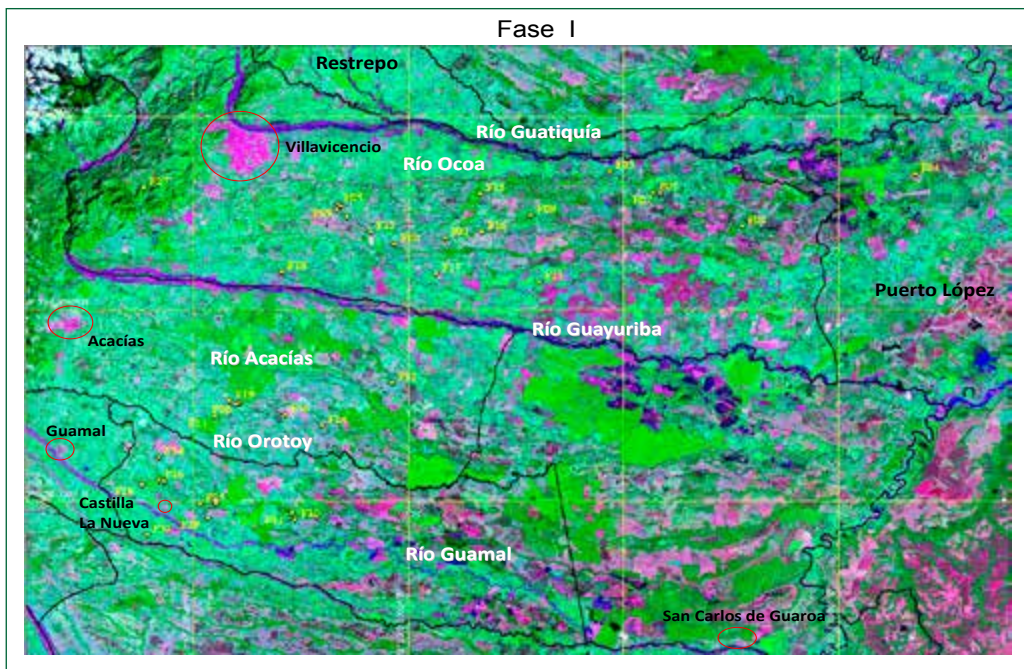


Figura 14. Distribución de las fincas vinculadas al proyecto en el área de influencia de Ecopetrol.

La temperatura promedio en estas zonas está entre 26 °C a 30 °C, por lo que son consideradas de clima tropical, determinado por dos estaciones bien definidas: una época de verano, que tiene una duración de cuatro meses (diciembre a marzo), y una época de invierno, que tiene una duración de 8 meses (abril a noviembre). La ganadería, la agricultura, el petróleo, el comercio y la industria son las principales actividades productivas de esta región; asimismo, hay extracción de petróleo y gas en sus campos.

- o El municipio de Villavicencio tiene una extensión territorial de 130.085 ha, de las cuales cerca del 96 % corresponde al sector rural. Está a una altitud de 467 msnm y tiene una población de 380.222 habitantes, de los cuales el 93,7 % se ubica en la cabecera municipal.
- o El municipio de Acacías tiene una extensión territorial de 1.129 km², y está a una altitud de 523 msnm; su población es de 54.219 habitantes, de los cuales el 17,4 % se ubica en la zona rural. Su ubicación geográfica es 3°59'15" de latitud norte y 73°45'24" de longitud oeste.
- o Castilla La Nueva cuenta con una extensión territorial de 503 km², a una altura sobre el nivel del mar de 400 m. Cuenta con una población de 7.067 habitantes, de los cuales el 55,2 % se ubica en la zona rural. Su ubicación geográfica corresponde a 3°49'49" de latitud norte y 73°40'57" de longitud oeste.

• **Número de fincas, especies utilizadas y áreas intervenidas**

La actividad fue realizada entre los años 2008 y 2009, en las épocas recomendadas y bajo dos arreglos, como se resume en la Tabla 9, para la zona de Castilla. Es de resaltar que el 85 % de la integración del árbol en las áreas de pastoreo en las fincas fue mediante el arreglo de cerca viva. Entre las especies de mayor frecuencia utilizadas se encuentra la *Acacia mangium*, por su buena adaptación, buen prendimiento y excelente crecimiento, características que facilitaron la adopción del componente arbóreo. Igualmente, en esta zona se destaca que, con la distancia de siembra de 4 a 5 m entre plantas, se dio una cobertura de más de 31.000 m lineales, lo que multiplicado por un ancho, promedio del callejón, de 5 m, muestra que se afectaron cerca de 15,5 ha.

Para la zona de Villavicencio - Apiay, la Tabla 10 resume que fueron establecidos 12.923 árboles en los mismos arreglos, donde también se destaca la cerca viva como el arreglo de mayor adopción por parte de los productores (85 %). Las arbóreas más introducidas en estos predios fueron la acacia, seguida en su orden por eucalipto, melina, yopo y otros. La cobertura fue de 32.421 metros lineales, que corresponde a un área aproximada de 16 ha.

En general, fueron establecidos más de 21.000 árboles en las dos zonas, distribuidos en 40 predios, con una cobertura cercana a los 64.000 metros lineales, para un área aproximada a las 32 ha. Son valores importantes, si se tiene en cuenta que las cercas vivas, complejas en composición y estructura, se convierten en un sistema deseable en los paisajes agropecuarios porque conforman una red de interconexión entre parches de bosques. Al ampliar las cercas vivas se está aumentando la densidad lineal; además, se reducen las distancias entre cercas y se establece un mayor número de nodos y conexiones (Chacón y Harvey, 2006, citados por Villanueva *et al.*, 2008).

Tabla 9. Establecimiento de árboles en fincas de Castilla La Nueva. Convenio Corpoica - Ecopetrol, 2009.

Fincas	Arreglos forestales	Especies	Distancia (m)	Número de árboles sembrados
Villa Misterio	Cercas vivas	Acacia	1.160	290
El Recreo+Descanso	Cercas vivas	Acacia y melina	3.256	814
Santa Ana	Cercas vivas, bosquete	Acacia, melina y yopo	1.600	766
Villa Lucy	Cercas vivas	Acacia, melina	432	108
Buenos Aires	Dispersos en potrero	Melina	116	29
Canarias	Cercas vivas	Acacia y melina	940	235
Bonanza	Cercas vivas	Acacia y melina	1.860	465
Bramadora	Cercas vivas	Acacia y melina	560	140
Vorágine	Cercas vivas, franjas, ronda de agua	Acacia, melina, yopo, eucalipto y cajeto	13.136	3.284
Las Garzas	Ronda de caño	Acacia y yopo	840	210
Santa Mónica	Cerca viva	Acacia, yopo y eucalipto	200	50
Entre Ríos	Bosquetes (3)	Acacia	600	92
San Francisco	Cerca viva	Acacia, yopo y melina	700	190
El Recuerdo	Cerca viva	Acacia y yopo	140	157
El Samán	Bosquete, cerca viva	Acacia	400	320
El Destino	Cerca viva	Acacia, yopo y melina	360	90
San Pedro	Cerca viva	Yopo	200	35
Las Brisas	Cerca viva, dispersos	Acacia	3.280	820
El Recuerdo II	Cerca viva	Eucalipto	520	130
Tierra Linda	Cerca viva	Acacia, melina y yopo	800	200
SUBTOTAL	85 % cerca viva		31.100	8.425

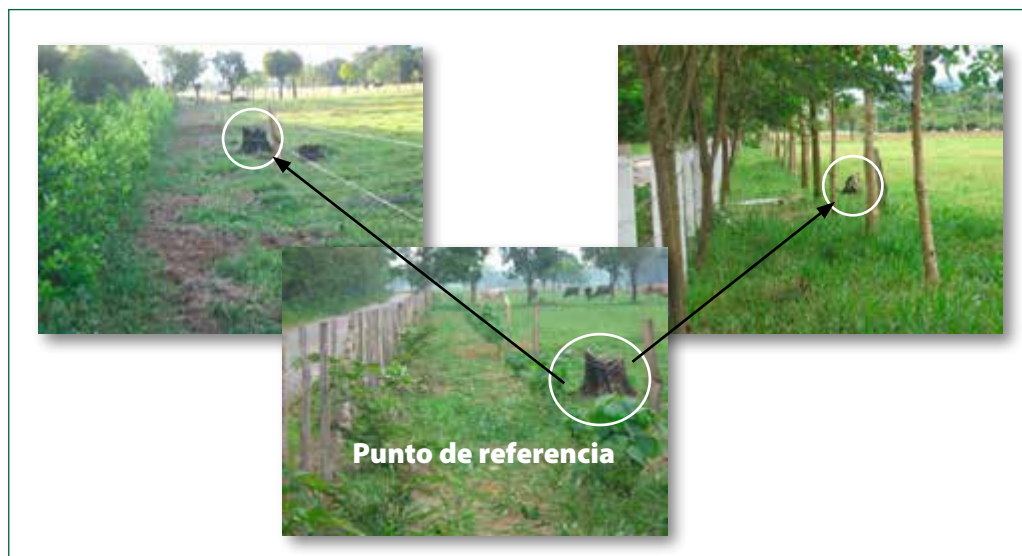


Figura 15. Desarrollo de cerca viva: preparación del área a los 60 días y a los 14 meses de edad. Finca Buenavista. Acacias. Fotos: G. Bueno

Tabla 10. Establecimiento de árboles en fincas de Villavicencio - Apiay. Convenio Corpoica - Ecopetrol, 2009.

Fincas	Arreglos forestales	Especies	Distancia (m)	Número de árboles sembrados
Las Mercedes	Cerca viva	Acacia, eucalipto, melina y yopo	2.600	659
El Paraíso	Cerca viva	Acacia, melina, yopo y eucalipto	4.395	1.467
La Potra	Cerca viva	Acacia	1.400	350
Marsella	Cerca viva, franja	Acacia	1.956	978
Los Chigüiros	Cerca viva	Acacia	88	22
Buenavista	Cerca viva	Acacia, yopo, melina y eucalipto	3.044	761
San Germán	Cerca viva, disperso	Acacia, yopo y melina	700	468
Villanina	Dispersos	Acacia, yopo y melina	760	445
Acapulco	Cerca viva, franja	Acacia, yopo, melina y eucalipto	1.606	803
La Perla	Bosquete (3)	Acacia y cajeto	450	75
Santa Catalina	Cerca viva, dispersos	Acacia, eucalipto, melina y guásimo	1.400	1.577
Talanqueras	Bosquete (3)	Acacia	300	145
El Secreto	Cercas vivas	Acacia, eucalipto	7.500	2.500
El Diamante	Cerca viva, dispersos	Acacia, melina, yopo, eucalipto	750	720
La Maravilla	Cerca viva	Eucalipto	212	53
La Floresta	Cerca viva, dispersos	Acacia, melina, yopo	1.252	438
Canaima I	Bosquete (2), cerca viva	Acacia	580	475
Niquía	Cerca viva	Acacia, melina, yopo	408	102
Porvenir	Cerca viva	Acacia, melina, eucalipto	268	67
C.I. La Libertad	Cerca viva, franjas, bosquete (3)	Acacia, yopo, eucalipto, melina, y caracaro	2.752	818
Subtotal	85 % cerca viva		32.421	12.923
Total sembrado			63.521	21.348

Los diferentes arreglos establecidos tuvieron que ver con la disposición de los productores y los objetivos planteados por los mismos. En la Tabla 11 se resume la distribución de los arreglos espaciales en fincas donde sobresale la cerca viva con 85 %, por su facilidad de introducción y establecimiento en los potreros, por su función clave como fuente de sombra y confort para los animales y, lo más importante, por el menor espacio que ocupa dentro del potrero cuando se compara con otros arreglos.

Tabla 11. Número de fincas y distribución de arreglos forestales en la zona de Apiay (Villavicencio) y Castilla La Nueva, 2009 - 2010.

Arreglo espacial	Zona de Apiay	Zona de Castilla	Total	Porcentaje
Cerca viva, una línea de árboles	17	17	34	85,0
Bosquete en potrero	4	3	7	17,5
Árboles dispersos	5	1	6	15,0
Cerca viva, franjas	2	1	3	7,5
Ronda de espejo de agua	-	2	2	5,0

- **Monitoreo del componente arbóreo en fincas**

El monitoreo del componente arbóreo en el sistema de producción bovina muestra, al final de la primera fase de 24 meses, que la mayoría de las fincas ganaderas de las dos zonas (Apiay y Castilla La Nueva) son manejadas de manera extensiva con potreros grandes, pocas divisiones a cielo abierto y poca sombra, lo que ha venido generando –por deficiencias en el manejo del pastoreo– degradación de las praderas y, como consecuencia, baja productividad, afectando negativamente la economía del productor.

La estrategia desarrollada en el presente trabajo permitió, en el mediano plazo, mejorar el escenario inicial hacia un sistema con mayor número de potreros con sombra, mediante una baja inversión, como se muestra más adelante. Simultáneamente, se realizaron evaluaciones en el árbol con respecto a los parámetros altura de planta, diámetro a la altura del pecho (DAP), análisis bromatológico de hojas y seguimiento a su sobrevivencia.

Como se puede ver en la Tabla 12, en un muestreo representativo, sobre 30 fincas con 10 observaciones en cada especie se encontraron alturas de plantas para las diferentes especies arbóreas por encima de los 2 metros, con rangos que fluctúan entre 2,1 a 4,0 m para acacia (*Acacia mangium*); 1,6 a 3,7 m para melina (*Gmelina arborea*); 1,9 a 3,7 m para eucalipto (*Eucalyptus pellita*); y 2,0 a 2,8 m de altura para el yopo (*Piptadenia opacifolia*), parámetros que indican un buen desarrollo y una buena adaptación de las especies a las condiciones del piedemonte llanero.

Tabla 12. Evaluación de especies en sistemas agrosilvopastoriles en fincas de las dos zonas de influencia del proyecto (Apiay y Castilla La Nueva). Fase I, 2009.

Especie	N.º de fincas	N	Promedio altura (m)	Rango de altura (m)	DAP (cm) Promedio*
<i>Acacia mangium</i>	31	310	2,85	2,1 a 4,0	2,4 (7,5)
<i>Gmelina arborea</i>	12	120	2,76	1,6 a 3,7	1,9 (5,9)
<i>Eucalyptus pellita</i>	5	50	2,8	1,9 a 3,7	0,8 (2,5)
<i>Piptadenia opacifolia</i>	13	130	2,1	2,0 a 2,8	1,3 (4,1)

*Valor entre paréntesis corresponde al diámetro cm.

Como son árboles jóvenes, los individuos se ubican por debajo de la primera clase diamétrica, de 10 - 20 cm. Sin embargo, se destaca el desarrollo de la acacia, con 7,5 cm de DAP; seguida por la melina, con 5,9 cm; el yopo, con 4,1 cm; y el eucalipto, con 2,5 cm. Algunas fincas ya han liberado las cercas de protección, tal como se observa en la Figura 16.

Como se observa en las figuras 18 y 19, la *Acacia mangium* reporta la máxima altura con respecto a las otras especies; no obstante, como se manifestó anteriormente, el promedio de altura fue muy similar para acacia, melina y eucalipto, mientras que el yopo presenta un crecimiento más lento en las condiciones de la zona de estudio.

Otra actividad del monitoreo de árboles en fincas fue la cuantificación de la supervivencia de las plántulas que alcanzaron la altura para siembra (15 a 30 cm) y de



Figura 16. Cerca viva en *Acacia mangium*. Finca El Paraíso. Villavicencio. Foto: O. Cerinza

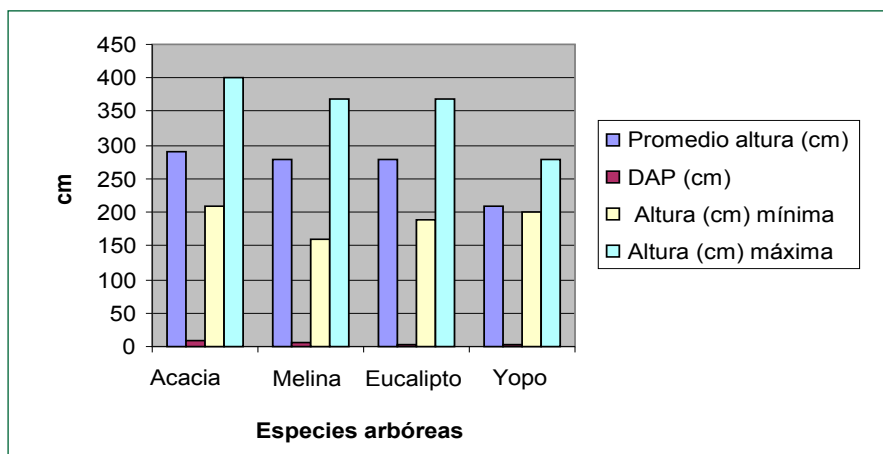


Figura 18. Altura de planta y DAP (cm) de especies arbóreas en el piedemonte llanero, 2009.

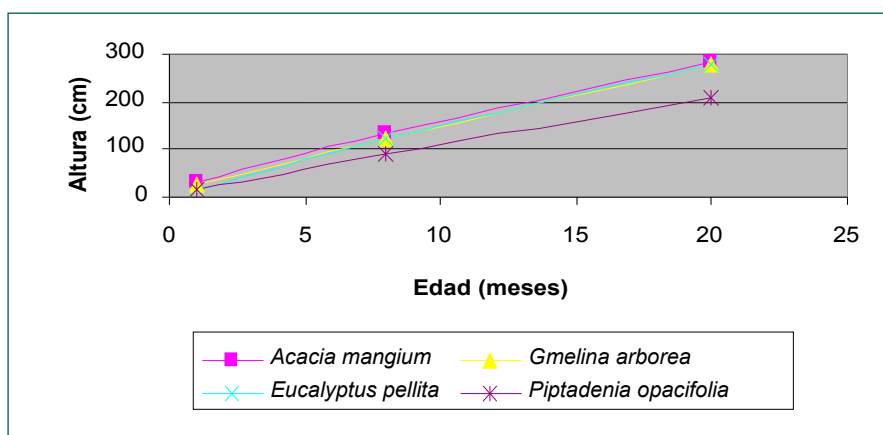


Figura 19. Curva de crecimiento (cm) de especies arbóreas en el piedemonte llanero, 2009.

aquellas establecidas en sitio definitivo. Al respecto, la Tabla 13 reporta pérdida por daños mecánicos, que corresponde a problemas como la falta de protección en el transporte, ruptura de bolsas, daño accidental por animales (especialmente bovinos como consumo para el caso de acacia, pisoteo y quiebra de fustes por presión de animales al rascarse y corte por hormiga, entre otros). El mayor porcentaje de pérdidas es mecánico, siendo la acacia la más afectada debido a su mayor consumo por parte de los bovinos y las hormigas en sus etapas iniciales de crecimiento.

Tabla 13. Pérdida de plántulas (%) en el establecimiento de sistema agrosilvopastoril en fincas del piedemonte llanero.

Espece	Daño mecánico (%)	Mortalidad (%)
<i>Acacia mangium</i> (acacia)	2.350 (10,0)	259 (1,1)
<i>Gmelina arborea</i> (melina)	680 (7,8)	20 (0,2)
<i>Eucalyptus pellita</i> (eucalipto)	320 (8,2)	60 (1,5)
<i>Piptadenia opacifolia</i> (yopo)	130 (5,4)	20 (0,8)
Total*	(39.000) 3.480	(21.200) 359

*Entre paréntesis totales de plantas producidas y total de plántulas sembradas en sitio definitivo

La mortalidad se refiere a pérdida de materiales por otras causas no identificadas (enfermedades, virus, plagas), como en el caso de la acacia, que reporta en varias fincas un secamiento progresivo descendente, sobre todo en árboles bien establecidos y con alturas que sobrepasan los 6 m de altura. Méndez *et al.* (2000) reportan como causas de la mortalidad en plántulas problemas de cancro de tallo (*Nestria*), comején (*Coptotermes* sp.) y pudrición de raíz (*Rosellinia* sp.) asociada al nivel freático alto o exceso de agua en el suelo, factor que marca susceptibilidad de los materiales utilizados.

CAPÍTULO 6.

Conclusiones y recomendaciones

El perfil socioeconómico de los 40 productores seleccionados indica que el 100 % es de propietarios y posee una vivienda en sus fincas en buenas condiciones; el 95 % tiene energía eléctrica; y el 100 % tiene instalaciones de pozo séptico. De igual forma, las fincas poseen una adecuada disposición de basuras y desechos sólidos. Como fuente importante de ingresos, el 52 % de los productores la perciben de la venta de productos agrícolas y pecuarios, específicamente leche, mientras otro renglón de ingresos reciente es el agroturismo, que corresponde a un 15 % de los predios del proyecto.

El diagnóstico biofísico, técnico y económico - financiero de los sistemas de producción bovina de las fincas seleccionadas, indicó que el área total donde se desarrolló el proyecto, en esta fase, fue de 3.476 ha, de las cuales 2.930 ha (84,3 %) son de uso pecuario, 33 ha (1 %) de uso agrícola y 228 ha (6,6%) de bosques naturales y plantados. El área promedio de las fincas valoradas en Castilla y Acacias fluctúa entre 7 a 800 ha, y para Villavicencio el rango de las fincas encuestadas está entre 28 a 338 ha.

Los productores cuentan con varias especies arbóreas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del área de estudio. Presentan comportamientos similares como: buen porcentaje de sobrevivencia, con potencial para ser introducida en pasturas; rápido crecimiento en altura y diámetro del tallo; y semilla de buena calidad o de fácil adquisición (semilla o plántulas) en la región.

El sistema agrosilvopastoril ofrece claras ventajas para ser incorporado en los procesos productivos tradicionales de las empresas agropecuarias prevalentes en la región, en la medida que aumenta la productividad de la tierra, logrando en la misma área obtener madera, pastura y animales. Asimismo, brinda servicios ecológicos como conservación de biodiversidad y fuentes de agua, secuestro de carbono, confort (sombra) y embellecimiento paisajístico.

Los productores involucrados en el proyecto son conscientes de la importancia del árbol en los sistemas productivos (silvopastoril, agrosilvopastoril), desde el punto de vista inicialmente de confort (sombra), económico y ambiental, y se evidencia el marcado interés que vienen mostrando por fomentarlo en sus fincas.

El arreglo forestal como cercas vivas, tuvo una adopción del 85 % por parte de los productores asociados al proyecto. Igualmente, se destacan los beneficios de este arreglo en lo ambiental y en el menor costo, así como en la durabilidad de la cerca viva con respecto a la de tipo convencional.

Visto lo anterior, la alianza interinstitucional Corpoica - Ecopetrol ha sido un factor determinante en el desarrollo del proyecto, pues se ha consolidado y fortalecido como una estrategia para lograr un desarrollo económico sostenible en la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez de L. y Rincón, A.** 2010. Características Agroecológicas de la Orinoquia Colombiana. En: Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Autores: Rincón, A.; Bueno, G.; Álvarez, M.; Pardo, O.; Pérez, O.; Caicedo, S. MADR-Fedegan-Corpoica. Villavicencio, Meta. 252 p.
- Álvarez, M. y García, F.** 2007. Eucalipto. *Eucalipto pellita* (F Muell). Plegable divulgativo N.º 54. Código: 02.08.53.08.33.07. Corpoica – Ciat. Villavicencio, Meta.
- Álvarez, M. y García, F.** 2007. Acacia. *Acacia mangium* (Wild). Plegable divulgativo N.º 54. Código: 02.08.54.08.33.07. Corpoica – Ciat. Villavicencio, Meta.
- Borel, R.** 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali. 24 p.
- Botero, P. J. y López, D.** 1982. Los suelos de los Llanos Orientales (Una visión general sintetizada). Suelos Ecuatoriales, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 12 (2): 18-29.
- Budowsky, G.** 1987. Living Fences in Tropical America, a Widespread Agroforestry Practice. In HL Gholz ed. Agroforestry: Realities, Possibilities and Potentials. Martinus Nijhoff Publisher. pp. 169-178.
- Budowski, G; Russo, R.** 1993. Live fence post in Costa Rica: a compilation of the farmer's beliefs and technologies. Journal of Sustainable Agriculture, 3: 65-85.
- Bueno, G. A.** 1997. Estrategias para la implementación de modelos silvopastoriles en la altillanura colombiana. Corpoica - Pronatta. Boletín Técnico N.º 08. Villavicencio, Meta. 29 p.
- Bueno, G. A.** 1998. Evaluación de especies arbóreas y alternativas forrajeras para la altillanura colombiana. Corpoica - Pronatta. Informe Técnico N.º 10. Villavicencio, Meta. Colombia. 63 p.
- Bueno, G. A.** 2010. Sistema Silvopastoriles: arreglos y usos. En: Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Autores: Rincón, A.; Bueno, G.; Álvarez, M.; Pardo, O.; Pérez, O.; Caicedo, S. MADR-Fedegan-Corpoica. Villavicencio, Meta. 252 p.
- Carvajal, L.; López, C.; Patarroyo, J.; Gualdrón, A.; Jiménez, M. y Garzón, Á.** 2007. Composición florística y estructural del bosque de galería. Puerto López, Meta. Catálogo ilustrado de especies. 219 p.
- Carvalho, M. M.; Xavier, D. F.; Alvim, M. J.** 2001. Características de algunas leguminosas arbóreas adecuadas para a associação com pastagens. Juiz de Fora. Brasil: Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica N.º 64. 24 p.
- Esquivel, H.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Villanueva, C.; Benjamin, T.; Sinclair, F.** 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. En: Agroforestería en las Américas. Producción y servicios ambientales en sistemas silvopastoriles. Catie. Turrialba, Costa Rica. pp. 24-29.
- Fonseca, I. y García, F.** 2007. ABeCé Forestal. Herramienta para tomar decisiones. Corpoica – Gobernación del Meta. Manual Técnico N.º 11. Villavicencio, Meta. 114 p.
- Franceschi, M. L.; da Silva, V. P.; Lopes, L. R.; Marques M.; Laura, V. A.** 2004. Sistemas Silvopastoris – Introdução de Árvores na Pecuária do Centro-Oeste Brasileiro. Documento 146. Embrapa. Campo Grande, MS. Brasil. 37 p.
- Lang, I.; Gormley, L.; Harvey, C.; Sinclair, F.** 2003. Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frio. Costa Rica. Agroforestería de las Américas, 10 (39-40): 86-92.
- Lascano, C.; Rincón, A.; Plazas, C.; Ávila, P.; Bueno, G.; Argel, P.** 2002. Cultivar Veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux) O.Kuntze): leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con períodos prolongados de sequía en Colombia – Villavicencio, Colombia: Corpoica - Ciat. 28 p.
- Lores, A. y Pinzón, O.** 2011. Insectos fitófagos en plantaciones comerciales de *Acacia mangium* Will en la Costa Atlántica y la Orinoquia colombiana. Colombia Forestal, 14(2): 175-188. Colombia.
- Méndez, E.; Beer, J.; Faustino, J.; Otálora, A.** 2000. Plantación de árboles en línea. Catie-GTZ. Turrialba, Costa Rica. 130 p.
- Murgueitio, E.; Ibrahim, M.; Ramírez, E.; Zapata, A.; Mejía, C.; Casasola, F.** 2003. Usos de La tierra en fincas ganaderas. ed. 1. Cali COL. Fundación Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria. 97 p.

- Navas, G. y Barragán, C.** 2002. Caracterización y usos potenciales de especies vegetales de un bosque de galería secundario. Boletín Técnico N.º 28. Corpoica - Pronatta. Villavicencio, Meta. 36 p.
- Pezo, D. e Ibrahim, M.** 1999. Sistemas Silvopastoriles. Catie. Proyecto Agroforestal Catie/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Puentes, D.; Patarroyo, J.; Torres, M.; Sánchez, E.; Cardona, V.; Carvajal, L.** 2010. Restauración Ecológica. ISBN 978-958-99069-2-7. Cormacarena. Villavicencio, Meta. 60 p.
- Rincón, A.** 2007. Asociación maíz pastos para establecimiento y renovación de praderas en los Llanos Orientales. Corpoica - Colciencias. ISBN: 978- 958-8311-44-9. Villavicencio, Meta. 71 p.
- Rincón, A.** 2010. Degradación de praderas y estrategias para su recuperación. En: Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Autores: Rincón, A.; Bueno, G.; Álvarez, M.; Pardo, O.; Pérez, O.; Caicedo, S. MADR-Fedegan-Corpoica. Villavicencio, Meta. 252 p.
- Rojas, F. y Murillo, O.** 2004. Botánica y Ecología. En: Rojas, F.; Arias, D.; Moya, R.; Mesa, A.; Murillo, O. y Arguedas, M. Manual para Productores de Melina *Gmelina arborea* en Costa Rica. Cartago. pp. 4-18.
- Roncallo, B., Navas, A. y Garibello, A.** 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: Memorias del II Seminario Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles; Alternativa en la ganadería. Valledupar, Neiva, Villavicencio: MADR. Diciembre de 1996. 15 p.
- Rúa, M.** 2010. Compensación de las fluctuaciones estacionales. En: Infortambo Andina. Revista N.º 17. Bogotá. pp. 52-55.
- Sánchez, D.; Villanueva, C.; Torres, M.; Tobar, D. y DeClerck, F.** 2008. Cercas vivas y su valor para la producción y conservación. Serie Técnica. Informe Técnico N.º 364. Catie. Turrialba, Costa Rica. 28 p.
- Segura, F. y Norato, T.** 1994. Recursos herbáceos y arbóreos con potencial nutritivo para bovinos. Manual de identificación de algunas especies 06-3.1-061-94. ICA - Corpoica. Ibagué, Colombia. 79 p.
- Silva, V. P.** 2003. Sistemas Silvopastoris em Mato Grossodo Sul – Par que adotálos? In: Seminário Sistemas Agroforestais E Desenvolvimento Sustentável, Campo Grande. Anais Campo Grande: Embrapa. CD-ROM.
- Simón, L.** 1996. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y pastoreo En: Memorias del II Seminario Internacional, sistemas silvopastoriles; Alternativa en la ganadería. Villavicencio, Meta. 12 p.
- Torres, M.; Otálvaro, N.; Beltrán, W.; Escobar, J.** 2002. Identificación botánica y caracterización bromatológica de las especies arbóreas y arbustivas locales reportadas como forrajeras por los productores de los municipios de Mesetas, Vistahermosa, Lejanías y Puerto Rico, Meta. ISBN: 958-33-4591-1. PNUD-Cormacarena-FIP-BID. Meta, Colombia. 146 p.
- Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Casasola, F.** 2008. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. Serie técnica. Informe técnico N.º 372. Centro Agronómico Tropical y Enseñanza (Catie). Turrialba, Costa Rica. 35 p.
- Zuluaga, A.; Zapata, A.; Uribe, F.; Murgueito, E.; Cuartas, C.; Naranjo, J.; Molina, C.; Solarte, L.; Valencia, L.** 2011. Capacitación en establecimiento de sistemas silvopastoriles. Sena – Fedegan. ISBN: 978- 958- 8498 – 27 – 0. Bogotá. 32 p.

Terminó de imprimirse
en enero de 2014 en



www.produmédios.org
Tel: 893 7710