

ESTABLECIMIENTO DE ARREGLOS AGROFORESTALES COMO PARCELAS
PERMANENTES PARA EVALUACIÓN Y MONITOREO DE SECUESTRO DE CARBONO
CON PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD DE LA MICROCUENCA CABRERA,
CUENCA ALTA DEL RÍO PASTO, MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE
NARIÑO

DIANA MARÍA GUERRERO PÉREZ
JOHN JAIRO HERNÁNDEZ BARRERO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
PASTO – COLOMBIA
2006

ESTABLECIMIENTO DE ARREGLOS AGROFORESTALES COMO PARCELAS
PERMANENTES PARA EVALUACIÓN Y MONITOREO DE SECUESTRO DE CARBONO
CON PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD DE LA MICROCUENCA CABRERA,
CUENCA ALTA DEL RÍO PASTO, MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE
NARIÑO

DIANA MARIA GUERRERO PÉREZ
JOHN JAIRO HERNÁNDEZ BARRERO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGROFORESTAL

JAVIER ANÍBAL LEÓN GUEVARA
Ingeniero Agroforestal MsC.

Presidente de tesis

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
PASTO – COLOMBIA
2006

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado, son de responsabilidad exclusiva de sus autores.”

Artículo 1º del acuerdo No. 324 de Octubre de 1966, Emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota aceptación:

JAVIER ANÍBAL LEÓN GUEVARA
PRESIDENTE

LUZ AMALIA FORERO PEÑA
JURADO

DIEGO MUÑOZ GUERRERO
JURADO

CARLOS MOSQUERA QUIJANO
JURADO

San Juan de Pasto, mayo de 2006.

DEDICATORIA

A David y Alicia, mis padres, con todo mi amor y admiración, a quienes debo y agradezco cada uno de mis logros, por su grandioso apoyo y amor incondicional.

A Sara mi hermana, por todos los momentos que hemos vivido juntas.

A Mariela mi abuela, a mis tíos y primos, quienes creyeron en mis capacidades, y me ayudan a crecer cada día.

A Octavio Duque López y a la Asociación para el Desarrollo Campesino, por haber permitido que empiece y termine este importante logro.

A mis amigos y compañeros que de una u otra manera me permitieron progresar junto a ellos.

A John, mi apoyo y compañía en cada etapa del camino recorrido juntos y, también en aquellos momentos difíciles. Gracias por todo.

“Detrás de cada línea de llegada, hay una de partida, detrás de cada logro, hay un desafío.”

DIANA.

DEDICATORIA

A Pedro y Bertha, mis padres, Camilo y Pedro Fabián, mis hermanos, quienes creyeron en mí, y son ejemplos de valor, crecimiento y superación en mi vida.

A Aurora, por su cariño y apoyo incondicional recibido en los buenos y malos momentos.

A la familia Guerrero Vélez, por permitirme aprender de ustedes y compartir tantos buenos momentos en su hogar.

A la familia Eslava Ortega, abrirme las puertas de su hogar y acogerme con tanto cariño ha sido fundamental para el cumplimiento de éste trabajo, no lo olvidaré.

A Diana y Edwin, amigos del alma, por la grandeza de cada uno, por los consejos y apoyo que me han brindado durante estos años en la Universidad.

Muchas gracias

JOHN.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

A los PRODUCTORES DEL CORREGIMIENTO DE CABRERA por darnos la oportunidad de realizar éste trabajo, permitirnos entrar en sus casas y lograr enriquecer nuestro aprendizaje.

Especial agradecimiento al Ingeniero Agroforestal M.Sc. JAVIER ANÍBAL LEÓN GUEVARA y docente de la Universidad de Nariño, por su orientación, asesoramiento y apoyo durante ésta investigación y desarrollo de éste proyecto.

A LUZ AMALIA FORERO PEÑA, Ingeniera Forestal M.Sc. y docente de la Universidad de Nariño por brindarnos la oportunidad de desarrollar éste proyecto dentro del grupo de investigación de Agroforestería Tropical.

AI GRUPO DE INVESTIGACIÓN AGROFORESTERÍA TROPICAL de la Universidad de Nariño, por el apoyo decidido para iniciar y culminar éste proyecto.

A GERARDO ERASO, Contador Público, por el apoyo logístico en éste proyecto.

A la SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE, Alcaldía de Pasto.

A PEDRO SANGUINO, Fundación Social.

A WALTER VALLEJOS ROJAS, Gerente Colegio Musical Británico.

A LUIS CARLOS VALLEJOS ROJAS, Rector Institución Educativa Municipal (IEM) de Cabrera.

A la UNIVERSIDAD DE NARIÑO, a la Facultad de CIENCIAS AGRÍCOLAS, al programa de INGENIERÍA AGROFORESTAL y a sus profesores que a lo largo de estos años aportaron con los conocimientos necesarios para nuestra formación.

A todas las personas que hicieron posible que este trabajo se llevara a cabo.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	19
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1 Importancia de la participación comunitaria	21
2.2.1 Técnicas para el proceso de extensión.	23
2.3 Deforestación.....	25
2.4 Sistemas de producción.....	27
2.4.1 Clasificación de los sistemas de producción.	27
2.4.2 Agroforestería	29
2.4.2.1 Clasificación de sistemas agroforestales.....	30
2.6 Parcelas permanentes	33
2.6.1 Selección de especies.	34
2.7 Tenencia de tierra para adopción de sistemas agroforestales.....	40
2.7.1 Tamaño de la propiedad	41
2.7.2 Vocación y uso del suelo.	41
2.8 Mecanismos de desarrollo limpio.	42
2.8.1 Servicios ambientales	42
2.8.2 Pago por servicios ambientales en agroforestería (PSA).	43
2.8.3 Escenarios de los servicios ambientales.....	45
2.9 Captura de carbono.	46
2.8 Línea base.....	48

3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	50
3.1. Localización	50
3.2 Aspectos generales de la zona.	51
3.2.1 Climatología.....	51
3.2.2 Hidrología.	51
3.2.3 Geomorfología.	51
3.2.4 Suelos.....	51
3.3 Procedimiento metodológico.	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1 Beneficiarios del proyecto.....	56
4.1.1 Socialización del proyecto.....	56
4.1.2 Talleres y capacitaciones.....	57
4.2 Adopción de cercas vivas	59
4.3 Establecimiento de cercas vivas	60
4.3.1 Establecimiento de parcelas para monitoreo de carbono.....	62
4.4 Variables evaluadas.....	70
4.4.1 Diámetro basal.....	70
4.4.2 Altura.	73
4.4.3. Hojas.	76
4.4.4. Rebrotos.	76
4.4.5 Porcentaje de sobrevivencia.	78
4.4.7 Tasas mensuales de crecimiento para las variables de diámetro y altura.	79
4.5 Propuesta del diseño para captura de carbono.....	80

4.6 Metodología para secuestro de carbono en parcelas permanentes	84
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	95

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Tenencia de la tierra.....	41
Tabla 2.	Fijación de carbono en diferentes especies en sistemas agroforestales....	48
Tabla 3.	Carbono acumulado por algunos sistemas agroforestales.....	48
Tabla 4.	Aspectos positivos y negativos para la participación comunitaria.....	58
Tabla 5.	Análisis de adoptabilidad del arreglo agroforestal cercas vivas con los productores de la microcuenca Cabrera.....	58
Tabla 6.	Resumen estadístico para diámetros (cm.) en todos los períodos para todas las especies.....	70
Tabla 7.	Prueba de t para diámetro de la especie <i>A. decurrens</i>	71
Tabla 8.	Prueba de t para diámetro de la especie <i>A. jorullensis</i>	71
Tabla 9.	Prueba de t para diámetro de la especie <i>M. pubescens</i>	72
Tabla 10.	Resumen estadístico para alturas (cm.) en todos los períodos para todas las especies.....	74
Tabla 11.	Prueba de t para altura de la especie <i>A. decurrens</i>	74
Tabla 12.	Prueba de t para altura de la especie <i>A. jorullensis</i>	75
Tabla 13.	Prueba de t para diámetro de la especie <i>M. pubescens</i>	75
Tabla 14.	Incremento Corriente Mensual (ICM) e Incremento Medio Mensual (IMM) del diámetro para las tres especies.....	79
Tabla 15.	Incremento Corriente Mensual e Incremento Medio Mensual de la altura para las tres especies.....	80
Tabla 16.	Primera evaluación en parcelas permanentes.....	82
Tabla 17.	Primer monitoreo de carbono en parcelas permanentes.....	82
Tabla 18.	Monitoreo anual de las parcelas permanentes.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Beneficios de las cercas vivas.....	32
Figura 2. Esquema de pagos de servicios ambientales.....	45
Figura 3. Ubicación microcuenca Cabrera.....	50
Figura 4. Finca 1. Manuel Puerres.....	64
Figura 5. Finca 2. Colegio Británico.....	65
Figura 6. Finca 3. Nubia Pejendino.....	66
Figura 7. Finca 4. Diego Díaz.....	66
Figura 8. Finca 5. Franco Josa	67
Figura 9. Finca 6. Bertha Botina.....	68
Figura 10. Finca 7. Javier Paz.....	69
Figura 11. Finca 8. Alicia Calpa.....	69
Figura 12. Crecimiento en diámetro de las tres especies para todos los períodos evaluados.....	73
Figura 13. Crecimiento en altura de las tres especies para todos los períodos evaluados.....	76
Figura 14. Evaluación de la pérdida de hojas en todas las parcelas de las tres especies.....	77
Figura 15. Evaluación de la cantidad de rebrotes en todas las parcelas de las tres especies.....	77
Figura 16. Porcentaje de sobrevivencia de las tres especies al final del período de evaluación.....	78

LISTA DE ANEXOS

Anexo A.	Síntesis del proceso metodológico.....	96
Anexo B.	Beneficiarios del proyecto.....	97
Anexo C.	Lista de asistentes.....	98
Anexo D.	Temática y resultados de reuniones.....	99
Anexo E.	Distribución del material vegetal.....	100
Anexo F.	Acta de compromiso.....	101
Anexo G.	Fincas en las que se establecieron las parcelas permanentes para monitoreo de carbono.....	102
Anexo H.	Mapa de ubicación de las parcelas de muestreo.....	103
Anexo I.	Promedio de mediciones.....	104
Anexo J.	Análisis de varianza para diámetro durante los 60 días de evaluación de la especie <i>Acacia decurrens</i>	105
Anexo K.	Análisis de varianza para diámetro durante los 60 días de evaluación de la especie <i>Alnus jorullensis</i>	105
Anexo L.	Análisis de varianza para diámetro durante los 60 días de evaluación de la especie <i>Morella pubescens</i>	105
Anexo M.	Prueba de t para diámetro de la especie <i>Acacia decurrens</i>	106
Anexo N.	Prueba de t para diámetro de la especie <i>Alnus jorullensis</i>	106
Anexo O.	Prueba de t para diámetro de la especie <i>Morella pubescens</i>	106
Anexo P.	Análisis de varianza para altura durante los 60 días de evaluación de la especie <i>Acacia decurrens</i>	107
Anexo Q.	Análisis de varianza para altura durante los 60 días de evaluación de la especie <i>Alnus jorullensis</i>	107
Anexo R.	Análisis de varianza para altura durante los 60 días de evaluación de la especie <i>Morella pubescens</i>	107

Anexo S.	Prueba de t para altura de la especie <i>Acacia decurrens</i>	108
Anexo T.	Prueba de t para altura de la especie <i>Alnus jorullensis</i>	108
Anexo U.	Prueba de t para altura de la especie <i>Morella pubescens</i>	108
Anexo V.	Diseño en campo para primera evaluación de monitoreo de carbono en parcelas permanentes.....	109
Anexo W.	Muestreo para monitoreo de carbono en parcelas permanentes.....	110
Anexo X.	Muestreo anual para monitoreo de carbono en parcelas permanentes...	111

RESÚMEN

El presente estudio se realizó como parte del proyecto “Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para la captura de carbono en el municipio de Pasto”, entre los meses de octubre de 2005 a abril de 2006.

La Microcuenca de la quebrada Cabrera está localizada al oriente de la ciudad de Pasto a 7.5 kilómetros del centro de la misma, a una altura entre 2725m y 3500m. Tiene una superficie de 1239,1ha, dividida en cinco veredas: Purgatorio, Duarte, La Paz, Buena vista y Cabrera centro.

La selección y establecimiento de las prácticas agroforestales se realizó conjuntamente con la comunidad, la metodología empleada para este propósito fue tomada de la Guía de Diagnóstico y Reordenamiento Sostenible de la Finca Campesina, del Instituto Mayor Campesino – IMCA (2003). El material vegetal se obtuvo del vivero de CORPONARIÑO, ubicado en el municipio de Pasto, se plantaron un total de 2.222 plántulas en cercas vivas, distribuidas en 18 fincas que cubren una extensión de 3.33Km.

Se analizó la capacidad de adopción de arreglos agroforestales por parte del grupo de productores involucrados en el proyecto, estimándose un 54% de probabilidad de adopción del arreglo agroforestal de cercas vivas por parte de estos y un 62% por parte del grupo de investigadores que desarrolló el presente estudio. Se tuvieron en cuenta los atributos de superioridad, compatibilidad, simplicidad, factibilidad y observabilidad.

Las parcelas de monitoreo de Carbono se establecieron en 8 fincas de productores asentados en las cinco veredas existentes dentro de la microcuenca y representan el 36% (1,2Km) del total de cercas vivas establecidas en la zona con tres especies (*Alnus jorullensis*, *Acacia decurrens* y *Morella pubescens*), con cuatro repeticiones por especie, para un total de 12 parcelas con un número de árboles por parcela de 66. A las plántulas se les tomo tres datos de diámetro basal, altura, número de hojas, número de brotes foliares y porcentaje de sobrevivencia al momento de la siembra, a los 30 días y 60 días después de establecidas.

Los datos de sobrevivencia, altura y diámetro basal obtenidos cada 30 días se sometieron a Análisis de Varianza - ANDEVA, obteniendo como resultado que las tres especies establecidas mostraron favorable adaptabilidad, así como un crecimiento acorde a la edad de las plantas

La tasa de crecimiento mensual para diámetro, de *M. pubescens*, *A. decurrens*, y *A. jorullensis* fue de 0.12cm, 0,08cm y 0,12cm respectivamente, se plantea la realización de la evaluación de carbono a partir de que los diámetros de cada especie supere los 5cm, los cuales podrían obtenerse para éstas especies, en edades entre 2 y 7 años, para las condiciones ambientales de la zona de la microcuenca Cabrera.

ABSTRACT

The present study was carried out like part of the project "Restoration and protection of strategic agroecosystems for the capture of carbon in the municipality of Pasto" carried out in four jurisdiction of the municipality of Pasto, among the months of October of 2005 to April of 2006.

The gulch Cabrera's microbasing is located to the east from the city of Pasto to 7.5 kilometers of the center of the same one, to a height between 2725m and 3500m. it has a surface of 1239,1ha, divided in five sidewalks: Purgatorio, Duarte, La Paz, Buena vista y Cabrera centro.

The selection and establishment of the agroforestry practical was carried out jointly with the community, the methodology used for this purpose was taken of the Guide of Diagnosis and Sustainable Rearrangement of the Rural Property, of the Rural Main Institute - IMCA (2003). The vegetable material was obtained from breeding bank of CORPONARIÑO, located in the municipality of Pasto, they were planted a total of 2.222 plants for alive fences, distributed in 18 properties that cover an extension of 3.33Km.

The capacity of adoption of agroforestry arrangements was analyzed on the part of the group of producers involved in the project, being considered 54% of probability of adoption of the agroforestry arrangement of alive fences on the part of these and 62% on the part of the group of investigators that developed the present study. They were kept in mind the attributes of superiority, compatibility, simplicity, feasibility and observability.

The parcels of evaluation of carbon settled down in 8 properties of producers seated in the five existent sidewalks inside the microbasing and they represent 36% (1,2Km) of the total alive fences settled down in the area, with three species (*Alnus jorullensis*, *Acacia decurrens* and *Morella pubescens*) with four repetitions for species, for a total of 12 plots with a number of trees for parcel of 66. To the plants they are taken three data of basal diameter, height, number of leaves, number of buds foliates and percentage of survival to the moment of the establishment, to the 30 days and 60 days after established.

The data of survival, height and basal diameters obtained every 30 days they underwent Analysis of Variance - ANDEVA, obtaining as a result that the three established species showed favorable adaptability, as well as an in agreement growth to the age of the plants

The rate of monthly growth for diameter, of *M. pubescens*, *A. decurrens*, and *A. jorullensis* was respectively of 0.12cm, 0,08cm and 0,12cm, we outline the realization of the

evaluation of carbon starting from that the diameters of each species overcome the 5cm, which could be obtained for these species, in ages between 2 and 7 years, for the environmental conditions of the area of the Cabrera's microbasing.

1. INTRODUCCIÓN

Los avances en el desarrollo del sector industrial, la expansión de la frontera agrícola y la intervención de zonas boscosas, han generado una preocupación a nivel mundial sobre el impacto ambiental, que ha traído como consecuencia el cambio climático. El dióxido de carbono, principal gas causante del efecto invernadero, es emitido en su mayoría por el uso de combustibles fósiles y la deforestación.

Se estima que del incremento en las concentraciones atmosféricas de CO₂ (entre el 20 y el 25%), provienen de cambios en el uso de la tierra hacia la actividad agropecuaria¹. Las tasas actuales de deforestación de bosques tropicales a nivel de Latinoamérica son muy elevadas dando alteración de los ecosistemas naturales. Colombia no está por fuera de éste contexto y aunque presenta un alto deterioro de los agroecosistemas existentes, puede generar varios escenarios para la oferta de servicios ambientales, los cuales pueden ser muy concretos como caudal constante de agua dulce o el aprovisionamiento previsible de madera, o en un ámbito global la captura de carbono o belleza escénica.

Para el caso de la zona andina nariñense, los bosques han sido reducidos significativamente dando paso a la siembra de cultivos agrícolas y pastos debido a la falta de alternativas económicas productivas para comunidades de escasos recursos económicos, quienes con el afán de subsistir lo afectan sin tener en cuenta los impactos que se ocasionan². El corregimiento de Cabrera, municipio de Pasto, no es ajeno a ésta realidad, dado que los bosques de ésta zona, han sido intervenidos a través del tiempo para dar paso a la ganadería extensiva y la extracción de madera hacia ladrilleras, construcciones y consumo en fincas y hogares, situación que ha conllevado a la disminución del bosque natural.

Como respuesta a este gran problema, se deben establecer proyectos para fomentar el uso sostenible de los recursos naturales que aporten en la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para ello se generó junto con la participación de la comunidad, el establecimiento de sistemas agroforestales, como parcelas permanentes para evaluación y monitoreo de secuestro de carbono en estos agroecosistemas de la microcuenca Cabrera, además de generar información base para estudios posteriores que generen un pago de servicios ambientales.

¹ WOODS HOLE RESEARCH CENTER (WHRC). Global cycle, 1998 [En línea] [citado, el 6 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.whrc.org/carbon/carbon.html> >

² CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO CORPONARIÑO. Informe trianual. p.10.

El presente trabajo, se realizó con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Sensibilizar y capacitar a las comunidades en la protección de la microcuenca Cabrera con los sistemas agroforestales.

Proponer y establecer arreglos agroforestales que mejor se adapten a las áreas protectoras – productoras de la microcuenca Cabrera con la participación de las comunidades que hacen uso de sus afluentes.

Establecer la línea base y manejo de los arreglos agroforestales para el monitoreo de secuestro de carbono.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Importancia de la participación comunitaria

El medio rural en la actualidad, se enfrenta a una agricultura cuya área de la tierra bajo sistemas agropecuarios se incrementa para sostener a la creciente población humana y que en conjunto con las actividades económicas, se ha visto considerablemente modificado en los últimos tiempos, siendo un proceso que continua hacia el futuro³.

La sociedad contemporánea demanda nuevas funciones y estilos de actividades agrícolas y de ruralidad en general⁴, con marcadas desventajas en la calidad de vida de la población y en las potencialidades para mejorarlas^{5, 6}.

La búsqueda de un proceso participativo que movilice las capacidades, recursos y conocimientos que sobre el ambiente y, en general, sobre los procesos ecológicos tienen los pequeños productores, constituye uno de los rasgos distintivos de la estrategia de desarrollo rural humano y agroecológico⁷. El desarrollo rural no se puede concebir sin el desarrollo de las actividades agrícolas de cultivos, ganaderías, bosques, fauna silvestre, turismo, pesca y otros relativos al uso múltiple del territorio⁸; debe ser integral, humano y sostenible como tal, el agro debería ser la clave dentro del desarrollo, cumpliendo

³ GARCÍA, D. y PANNOCCHIA, L. Plan de desarrollo rural provincial. Argentina, Julio de 2003. p. 5.

⁴ FERNÁNDEZ, P. et al. Marco conceptual y teórico para el ordenamiento territorial de comunas. Santo Domingo, Chile, 1998. p. 101.

⁵ MESA MONTOYA, Ovidio. y CORPORACIÓN CEIBA. Según el color de los lentes; herramientas para un diagnóstico rural participativo. Módulo 2 colección Forjar un sueño. Colombia, 2001, p. 85.

⁶ CÁRDENAS HERRERA, A. y LASSO LASSO, D. Aplicación de algunos métodos de extensión comunitaria para el establecimiento de coberturas forestales en ocho veredas del corregimiento del encano, municipio de Pasto. Tesis de grado, (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño, Pasto, 1997. p. 43.

⁷ ALTIERI, M. A. y YURJEVIC, A. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. Agroecología y desarrollo. 1: 25 – 36.

⁸ FERNÁNDEZ, Op. cit. p. 104.

funciones como territorio natural y físico que permita la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales⁹.

No se pueden tomar acciones sobre el destino de una zona geográfica sin considerar la consulta y participación de la población asentada en la microcuenca. La realidad, es que la participación no es un estado fijo: es un proceso mediante el cual la gente puede ganar más o menos grados de participación en el proceso de desarrollo¹⁰.

Lo que determina realmente el grado de participación comunitaria es el nivel de decisión que tienen en el proceso; esto es válido tanto en las relaciones entre los miembros de la comunidad y la institución de desarrollo, como dentro de las organizaciones comunitarias. Hay una serie de pasos que se deben reconocer y seguir para lograr éxito dentro de un proceso de desarrollo que involucre a las comunidades como actores principales dentro del mismo¹¹:

Ü **Pasividad.** Las personas participan cuando se les informa; no tienen ninguna incidencia en las decisiones y la implementación del proyecto.

Ü **Suministro de información.** Las personas participan respondiendo a encuestas; no tiene posibilidad de influir ni siquiera en el uso que se le va a dar a la información.

Ü **Participación por consulta.** Las personas son consultadas por agentes externos que escuchan su punto de vista; esto sin tener incidencia sobre las decisiones que se tomarán a raíz de dichas consultas.

Ü **Participación por incentivos.** Las personas participan proveyendo principalmente trabajo u otros recursos a cambio de ciertos incentivos (materiales, sociales, capacitación); el proyecto requiere su participación, sin embargo no tienen incidencia directa en las decisiones.

Ü **Participación funcional.** Las personas participan formando grupos de trabajo para responder a objetivos predeterminados por el proyecto. No tienen incidencia sobre la formulación, pero se los toma en cuenta en el monitoreo y ajuste de actividades.

⁹ ROLDAN, U. Acceso a la tierra. Guatemala, 2001, p. 21.

¹⁰ GEILFUS, Frans. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. GTZ e IICA. p. 1.

¹¹ Ibid., p. 3.

Ü **Participación interactiva.** Los grupos locales organizados participan en la formulación, implementación y evaluación del proyecto; esto implica procesos de enseñanza y aprendizaje sistemáticos y estructurados, y la toma de control en forma progresiva del proyecto.

Ü **Auto desarrollo.** Los grupos locales organizados toman iniciativas sin esperar intervenciones externas; las intervenciones se hacen en forma de asesoría y como socios.

2.2.1 Técnicas para el proceso de extensión. Arias, *et al.*, citado por Cabrera y Delgado¹², afirman que la acción de introducir una novedad a la comunidad, tiene como propósito tratar de solucionar un problema o mejorar una situación. Las técnicas de difusión y adopción permiten canalizar la “innovación” desde su origen hasta la población de interés, primero divulgándola y después asegurando su adecuada implementación.

Los mismos autores manifiestan que existe una gran diversidad de técnicas para la difusión y adopción de innovaciones, su elección y usos dependen fundamentalmente de tres factores: las necesidades por satisfacer, la población de interés y la propia innovación.

Para Arias *et al* citado por Cabrera y Delgado¹³, todas las técnicas ofrecen ventajas y desventajas, por ello, la combinación apropiada de varias de ellas, suele generar mejores resultados. Cualquiera que sea el procedimiento o la combinación de procedimientos que utilice, sus efectos sobre la extensión de innovaciones puede tener un carácter pasivo, cuando tienden a omitir la participación de la población de interés; o activo, cuando se propicia tal participación.

Arias *et al* citado por Cabrera y Delgado¹⁴, proponen los pasos más utilizados en el proceso de extensión rural, descritos a continuación:

¹² CABRERA BASTIDAS, Laura Elizabeth y DELGADO CHAMORRO, Carlos Andrés. Evaluación de la adaptabilidad de la Guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) en el corregimiento de La Caldera, veredas Caldera bajo y San Antonio, municipio de Pasto. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal. Pasto, 2006. p. 43.

¹³ Ibid., p. 43.

¹⁴ Ibid., p. 43.

Ü **Reconocimiento de la zona de influencia.** Se realiza para determinar el tamaño y los límites de la zona, así como sus subdivisiones. Es fundamental identificar estructuras organizacionales, distribución espacial de la población y localización de servicios.

Ü **Contacto inicial con la comunidad.** Se empieza por contactar a las organizaciones reconocidas en o por la comunidad y explicarles en detalle a los representantes de estos grupos el trabajo que se propone realizar.

Ü **Entrevistas.** Se debe establecer una guía de entrevista, donde se encuentran resumidos en forma clara, los puntos fundamentales que se quiere aclarar. Estos temas van a servir de guía, los entrevistadores deben memorizarla, no para usarlas en forma mecánica, sino para recordarse los temas. La guía de la entrevista debe ser revisada y adaptada constantemente según los resultados de las entrevistas¹⁵.

Ü **Informantes clave.** No es un método participativo propiamente dicho, pero puede ser imprescindible para preparar ejercicios de grupo con la comunidad, antes de la intervención, y también para completar otros ejercicios o chequear ciertas informaciones: dialogando con personas bien informadas sobre la comunidad, se puede obtener en forma rápida informaciones pertinentes para orientar el trabajo. La buena selección de los informantes es fundamental para la validez de la información¹⁶.

Ü **Grupos focales.** Obtener información pertinente, en forma rápida, trabajando con un grupo reducido de gente directamente involucrada en la problemática estudiada. Es una aplicación grupal de la técnica de diálogo semi-estructurado¹⁷.

Ü **Divulgación del proyecto.** Los apoyos visuales representan un excelente medio para lograr una comunicación más objetiva, éstos ofrecen diferentes ventajas, para Gonzáles y Corporación Ceiba¹⁸, hay diferentes tipos de reuniones, la informativa, de opinión y la de decisión, por lo que su selección debe ajustarse a las características de la audiencia y el mensaje, es importante que aparezca en forma oportuna, clara, visible y atractiva¹⁹.

¹⁵ GEILFUS. Op., cit. p. 25.

¹⁶ Ibid., p. 28.

¹⁷ Ibid., p. 30.

¹⁸ GONZÁLES MAZUELO, Elvia Margarita y CORPORACIÓN CEIBA. Antes de empezar: Criterios transversales para construir organizaciones. Módulo 1 colección Forjar un sueño. Colombia, 2001, p. 47.

¹⁹ CABRERA Y DELGADO, Op. cit. p. 43

Ü **Acercamiento y motivación.** Es una estrategia para la introducción de un cambio mediante un tipo de comunicación múltiple, sumamente común en la dinámica de grupo: La discusión donde se expresan los objetivos, importancia y beneficios de la práctica. A través de ella se brinda la oportunidad a los participantes de exponer sus conocimientos, opiniones, actitudes y tendencias frente al planteamiento de distintos tópicos.

Ü **Capacitación.** Implica entrenar a los miembros del grupo en forma clara, práctica, útil y completa sobre los aspectos forestales que necesita saber: diagnóstico de recursos, plantaciones, manejo de recursos existentes, agroforestería y su manejo, aprovechamiento.

En la introducción de ajuste o adelanto a las técnicas utilizadas en un proceso productivo, es indispensable el desarrollo de actividades de capacitación a nivel de unidad productiva, demostraciones de método, prácticas de campo, talleres, giras y reuniones grupales.

Ü **Acompañamiento.** Trabajar con los hombres y mujeres en sus fincas, así se consolida la capacitación y se gana más confianza.

Ü **Recopilar y sistematizar la información.** Obtener en forma ordenada los datos del trabajo comunitario y de la plantación, necesarios para su seguimiento y evaluación.

2.3 Deforestación

Según el Ministerio de Medio Ambiente (MINAMBIENTE)²⁰, la deforestación nace del afán del hombre por satisfacer sus necesidades personales y comunitarias utilizando la madera como combustible o leña para cocinar, para producir carbón, por el requerimiento de áreas para ganado o para cultivar diferentes productos, generando un aumento en la ampliación de la frontera agrícola y una gran presión sobre los bosques.

Colombia posee alrededor de 47 millones de hectáreas de vocación forestal, equivalente al 58% de la superficie del país, a pesar de esta vocación de uso, más del 30% de la cobertura forestal nativa ha sido destruida, haciendo probable que exista un deterioro de

²⁰ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. La deforestación. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. MINAMBIENTE, 2005 [citado, el 6 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://web.minambiente.gov.co/biogeo/menu/ninos/deforestacion.htm> >

la diversidad biológica y la riqueza forestal no relacionados con la madera²¹. Para Jaramillo²², las principales causas de la deforestación, son:

- La ampliación de la frontera agrícola.
- La introducción de prácticas agrícolas basadas en los conceptos de máxima ganancia.
- El desconocimiento de la rentabilidad de estructuras agrícolas, lo que basa la producción en siembra de mayores áreas.
- El proceso de colonización.
- La actividad extractiva con destino a la industria maderera y para consumo doméstico.

Se ha estimado que la deforestación contribuye con el 20% de las emisiones anuales de Co_2 ²³, lo que implica una pérdida casi total del carbono en la biomasa y el suelo (40% y 50%), la mitad de lo cual ocurre en menos de cinco años²⁴, la roza, tumba y quema contribuye con cerca de 60% de la deforestación tropical²⁵.

El departamento de Nariño cuenta con 33.268 Km^2 de superficie, donde el 62% está cubierta de bosques; en la zona andina, los bosques de carácter productor han sido reducidos significativamente, anualmente se talan 10.000 has de bosque nativo, de manera lícita e ilícita, con destino a los mercados del centro del país²⁶. Gómez²⁷, afirma

²¹ JARAMILLO ARANGO, Rodrigo. Agricultura dinámica: una escuela agrícola de lo posible. Desarrollo e investigación natural del ambiente integrado a la cultura agrícola. Casa Gráfica, 2002. p. 7.

²² Ibid., p. 7.

²³ FUNDACIÓN SOLAR. Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. Guatemala, 2000. p. 9.

²⁴ MÉNDEZ, Gonzalo. El calentamiento global: antecedentes y perspectivas. [En línea]. 2003 [Panamá]. ANAM. [citado el 15 de febrero de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.thepanamanews.com/pn/v10/issue_23/spanish_01.html 5pp.>

²⁵ GAMBOA MORILLO, Harold Andrés y OROZCO CORTÉS, Stephanny Carolina. Estimación de necromasa y carbono posterior al sistema de roza, tumba y quema en barbechos de diferentes edades en fincas de Alto Beni, Bolivia. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2006. p. 32

²⁶ CORPONARIÑO Op., cit. p. 4, 10.

que en la parte alta de la Cuenca del Río Pasto, específicamente en la zona de la microcuenca Cabrera, en un periodo de cuatro años (1999 – 2003), pudo determinarse que el índice de deforestación está al rededor de 8.65has anuales.

2.4 Sistemas de producción

Los sistemas de producción se caracterizan por ser un conjunto de actividades de un productor implicado individual o colectivo, que organiza, dirige y realiza de acuerdo a sus objetivos²⁸, en donde interactúan componentes físicos, bióticos, económicos, sociales y culturales en términos de producción²⁹.

La función se define bajo el concepto de productividad, eficiencia, calidad, oportunidad y variabilidad donde se reciben entradas y producen salidas, consiguiendo el máximo rendimiento aprovechando los potenciales servicios que se pueden obtener a partir de cada elemento que compone el sistema³⁰.

2.4.1 Clasificación de los sistemas de producción. Para Montagnini³¹, Villota y Rodríguez³² y Somarriba³³, los sistemas de producción, se pueden clasificar así:

²⁷ GÓMEZ ESPAÑA, Oscar. Plan de ordenamiento y manejo ambiental de la microcuenca Quebrada Cabrera: Corregimiento de Cabrera - Municipio de Pasto. Alcaldía Municipal de Pasto y Secretaría de Medio Ambiente. Pasto, 2003., p. 45

²⁸ MARTÍNEZ GARNICA, Alfonso. Una metodología para el análisis de sistemas de producción. En: Memoria seminario sobre caracterización de sistemas de producción. CORPOICA, Villavicencio, Agosto de 1994. Pág. 41 – 48

²⁹ DUARTE, O., RÍOS, G. y SILVA, J. Conceptos básicos sobre la metodología de sistemas de producción. En: Memorias curso – seminario sobre sistemas integrados de producción. Florencia, Agosto de 1996. Pág. 11.

³⁰ Ibid., p. 13

³¹ MONTAGNINI, Florencia. et al. Sistemas agroforestales; principios y aplicaciones en los trópicos. 2ª. Edición, San José de Costa Rica, 1992. p. 35

³² VILLOTA MENESES, M. y RODRÍGUEZ GÓMEZ, E. Programa agropecuario municipal; identificación y caracterización de los sistemas de producción agrícola y pecuaria. Produmedios, Bogotá, 1998. p. 18.

³³ SOMARRIBA, Eduardo. Planificación agroforestal en fincas. En: Materiales de enseñanza. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1998. p36

ü **Sistema pecuario.** Montagnini³⁴ afirma que es un conjunto de actividades pecuarias orientadas al uso intensivo de los recursos físicos (agua, suelo y radiación solar), bióticos (pasturas y animales) y socioeconómicos (mano de obra, capital e insumos). Con el fin de optimizar la producción pecuaria.

Según Gómez³⁵, en la microcuenca Cabrera es muy significativa el área dedicada a pastos naturales y manejados, que soporta una ganadería extensiva a semiintensiva, del orden de 583.1ha que representan el 47.1 % del total del área de la microcuenca, terrenos que soportan alrededor de 477 cabezas de ganado bovino.

ü **Sistema agropecuario.** Es un subconjunto de los ecosistemas³⁶, estructuralmente es un diseño físico de cultivos y animales en el espacio a través del tiempo; funcionalmente, es una unidad que procesa ingresos tales como radiación solar, agua, nutrientes, y produce egresos tales como alimentos, leña, fibra³⁷.

Los habitantes de la microcuenca Cabrera, se dedica a las actividades agrícolas en un área de 224.9ha, donde los principales cultivos son la cebolla en gran proporción, maíz, papa y hortalizas, sin embargo se ve en mínima escala algunos cultivos de arveja y haba, frutales como mora, ciruela, manzana y pera, entre otros y la producción de especies menores como cuyes, cerdos, gallinas y en pocas cantidades conejos³⁸

ü **Sistema agroforestal.** Para Somarriba³⁹, son aquellos sistemas que involucran actividades agrícolas, pecuarias y forestales (especies agrícolas, permanentes, semipermanentes o temporales), destinados a la producción del suelo, producción de alimentos para autoconsumo y en algunos casos excedentes para la comercialización.

Bajo este esquema Gómez⁴⁰ afirma, que en la microcuenca Cabrera, la zona propuesta para agroforestería se enmarca a partir de los 3.000m, cubriendo las partes altas de las submicrocuencas de las quebradas Purgatorio, Duarte y La Pila, que tienen una extensión

³⁴ MONTAGNINI, Op., cit. p. 35

³⁵ GÓMEZ, Op., cit. p. 96

³⁶ VILLOTA Y RODRÍGUEZ Op. cit., p. 18.

³⁷ MONTAGNINI, Op. cit. p. 35.

³⁸ GÓMEZ, Op., cit. p. 96

³⁹ SOMARRIBA, Op., cit., p. 36.

⁴⁰ GÓMEZ, Op., cit. p. 96

de 247.5ha, (19.9% del área total de la microcuenca; en la zona central y baja), en donde se encuentran establecidos arreglos agroforestales de cercas vivas, corredores biológicos y algunos sistemas silvopastoriles.

2.4.2 Agroforestería

Para Jiménez⁴¹, la agroforestería es un conjunto de técnicas de manejo de tierras que implica la combinación de forestales con cultivos, con ganadería o una combinación de las tres. Esta asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo o el espacio. Tiene como objetivo aumentar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el rendimiento sostenido.

La agroforestería en Colombia como en América Latina, ha estado enfocada, principalmente a permitir actividades agropecuarias en condiciones de alta fragilidad y limitaciones productivas⁴², simultáneamente intentan lograr una gestión económica más eficiente⁴³, alterando al mínimo la estabilidad ecológica⁴⁴ lo que contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural⁴⁵.

Jiménez y Muschler⁴⁶, afirman que para alcanzar sus efectos potenciales, los sistemas agroforestales deben tener tres atributos:

ü **Productividad.** El sistema debe ser capaz de producir los bienes requeridos por los productores (subsistencia o fines comerciales). Entre las formas como la agroforestería puede mejorar la productividad, están el aumento del rendimiento de los cultivos

⁴¹ JIMÉNEZ, Francisco. Agroforestería en el manejo de cuencas hidrográficas. En: Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales; modulo de enseñanza agroforestal N°. 6. JIMÉNEZ, Francisco; MUSCHLER, Reinhold y KÖPSELL, Edgar, editores, Turrialba - Costa Rica, 2001. p. 59.

⁴² KOSARIK, Juan. La agroforestería en Argentina. Santiago de Chile. 1997. p. 28

⁴³ CARHUAPOMA P., Lucía y PORTUGUÉZ Y., Hubert. La agroforestería en Perú. FAO, Santiago de Chile. 1997. p. 25.

⁴⁴ RENDA S., Arsenio. et al. La agroforestería en Cuba, FAO, Santiago de Chile, 1997. p. 30.

⁴⁵ IBARRA, Arnulfo y ORTIZ, Guillermo. La agroforestería en Ecuador. FAO, Santiago de Chile, 1997. 28p.

⁴⁶ JIMÉNEZ, Francisco y MUSCHLER, Reinhold. Introducción a la agroforestería. En: Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales; modulo de enseñanza agroforestal N°. 6. JIMÉNEZ, Francisco; MUSCHLER, Reinhold y KÖPSELL, Edgar, editores, Turrialba - Costa Rica, 2001. p. 1.

asociados y de los productos arbóreos, la reducción de necesidad de insumos externos y una mayor eficiencia de la mano de obra.

Ü **Sostenibilidad.** Es la capacidad del sistema para permanecer productivo indefinidamente, para alcanzar este fin, hay que conservar los recursos naturales agua, suelo y biodiversidad, ya que son la base de la producción actual y futura.

Ü **Adoptabilidad.** Implica que el agricultor acepte el sistema dentro de sus limitantes de mano de obra, recursos económicos, insumos y servicios disponibles. La adoptabilidad es de importancia especial para prácticas agroforestales nuevas o mejoradas que se introducen por primera vez en una zona determinada.

2.4.2.1 Clasificación de sistemas agroforestales. Según Nair (1997) citado por Jiménez y Muschler⁴⁷, la clasificación de los sistemas agroforestales permiten su caracterización, evaluación y mejoramiento, en donde los criterios de clasificación más frecuentes son su estructura o función del sistema; las zonas agroecológicas donde el sistema existe o es adoptable y su escenario, en este esquema permitirá además agrupar fácilmente las diferentes prácticas agroforestales.

Sistemas agrosilviculturales (cultivos más especies leñosas).

Ü **Agricultura migratoria.** Comprende sistemas de subsistencia, orientados a satisfacer las necesidades básicas; solo ocasionalmente llegan a constituir una fuente de ingresos a través de la venta de algunos productos⁴⁸.

Ü **Barbecho mejorado.** Para Kass (1998) citado Jiménez y Muschler⁴⁹, el barbecho mejorado, es un sistema rotacional donde se favorece la regeneración natural y/o se plantan nuevos árboles. Cuando se busca un beneficio económico, la vegetación de barbechos se enriquece con árboles frutales, maderables o de otros usos importantes, cuando se busca un beneficio biológico, el barbecho se enriquece con especies leguminosas para acelerar la producción de biomasa, acumular nutrientes en el sistema, mejorar las propiedades del suelo y acortar el periodo de recuperación de la fertilidad.

Ü **Sistema Taungya.** Su objetivo principal es la diversificación de la producción; también se puede lograr aumentos en la productividad a través de algunas interacciones con el

⁴⁷ JIMÉNEZ y MUSCHLER. Op., cit. p. 4

⁴⁸ MONTAGNINI, Op., cit. p. 61.

⁴⁹ JIMÉNEZ y MUSCHLER. Op., cit. p. 4

componente arbóreo, como la interferencia entre cultivos y árboles. La competencia por agua, luz, nutrimentos y espacio, dependen de las especies involucradas, la densidad y el tipo de manejo⁵⁰.

Ü **Árboles en asociación con cultivos.** Estos sistemas representan una alternativa cuando el uso de monocultivos no es factible debido al alto costo de productos agroquímicos⁵¹. León (1993), citado por Cabrera y Delgado⁵², describe ésta práctica agroforestal como la introducción de árboles en áreas de uso agrícola especialmente en minifundios, con espacios amplios para disminuir competencia por luz, agua y nutrimentos.

Ü **Huertos caseros.** Estos sistemas figuran entre los más complejos, debido a su gran diversidad de componentes de diferente tamaño y manejo⁵³, se utilizan para cubrir las necesidades básicas de familias o comunidades pequeñas; ocasionalmente se venden algunos excedentes de producción. Se caracterizan por su presentar entre dos y cinco estratos de vegetación⁵⁴.

Ü **Cultivos en callejones.** Consiste en la asociación de árboles o arbustos con cultivos anuales o semestrales⁵⁵ entre las hileras de especies leñosas, preferiblemente leguminosas de rápido crecimiento⁵⁶, aunque en la mayoría de los casos se utilizan especies fijadoras de nitrógeno⁵⁷.

Ü **Sistemas silvopastoriles.** Son la combinación de especies forestales o frutales y animales, sin la presencia de cultivos, se practican diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia⁵⁸.

⁵⁰ ARÉVALO, Luís. Definición y clasificación de sistemas agroforestales. ICRAF, 2003. p. 6.

⁵¹ MONTAGNINI, Op. cit., p. 73.

⁵² CABRERA y DELGADO Op., cit. p. 41

⁵³ JIMÉNEZ y MUSCHLER. Op. cit., p. 5.

⁵⁴ MONTAGNINI, Op. cit. p. 79.

⁵⁵ KANG, B. T. Cultivos en callejón: logros y perspectivas. En: Agroforestería en desarrollo. L. Krishnamurthy y J. Leos-Rodríguez, editores. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1994. p. 63.

⁵⁶ JIMÉNEZ y MUSCHLER. Op. cit., p. 6

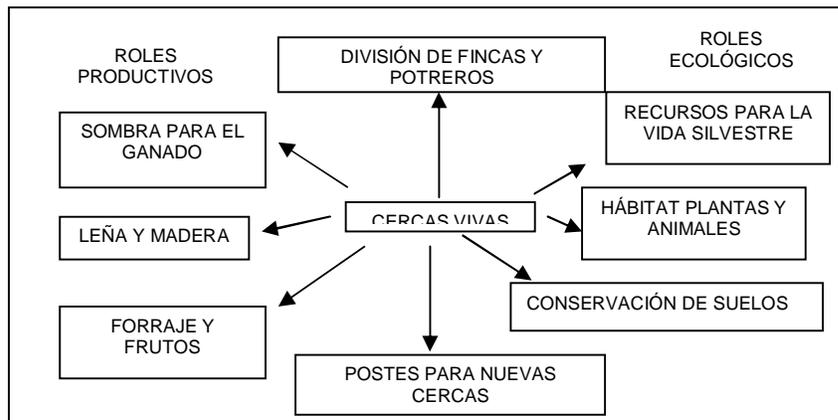
⁵⁷ MONTAGNINI, Op. cit. p. 71.

⁵⁸ Ibid. p. 622.

Ü **Cercas vivas.** Jiménez y Muschler⁵⁹ afirman que las cercas vivas consisten en la siembra de leñosas para la delimitación de potreros o propiedades, cada vez es más reconocida su importancia por sus funciones como producción de leña, postes, forrajes, madera, alimentos, uso como ornamental para regulación ambiental.

Las cercas vivas se pueden utilizar en la protección de campos de pastos, cultivos o árboles contra el viento⁶⁰, donde la orientación, altura y estructura son importantes⁶¹; como corredores biológicos aumentando la dispersión de semillas⁶²; para la estabilización de las riberas de ríos y quebradas, reduciendo la contaminación del agua y la erosión de sus márgenes⁶³. En la figura 1, se muestra algunos de los beneficios obtenidos con la implementación de cercas vivas dentro de los predios rurales⁶⁴.

Figura 1. Beneficios de las cercas vivas.



Fuente. Harvey et al. 2003

⁵⁹ JIMÉNEZ y MUSCHLER. Op. cit., p. 6

⁶⁰ MONTAGNINI, Op. cit., p. 88.

⁶¹ CARLSON, Paúl y AÑAZCO, Mario. Establecimiento y manejo de prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana. FAO, Quito, 1990. p. 11

⁶² RENDA et al. Op. cit. 4-18.

⁶³ JIMÉNEZ, Op. cit., p. 63.

⁶⁴ HARVEY, Celia, et al. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. En: Agroforestería en las Américas Vol. 10 N° 39 – 40. CATIE, Costa Rica, Turrialba, 2003. p. 35.

En términos económicos, las cercas vivas son más baratas y duran mucho más que las cercas muertas, lo que representa un ahorro de dinero importante, a mediano plazo⁶⁵. Cuando se pone en práctica los sistemas agroforestales, la elección de técnicas y especies adecuadas depende en gran cantidad de factores locales (condiciones ecológicas, económicas y sociales)⁶⁶, por lo que el grado de éxito es variable. Para Jiménez, las cercas vivas, incorporan elementos de la agricultura tradicional y al mismo tiempo, contribuyen a reducir sus desventajas al hacerla más productiva⁶⁷.

2.6 Parcelas permanentes

Se conoce que todas las actividades agroforestales o de forestería pueden ser implementadas para mitigar el calentamiento global⁶⁸.

Para evaluar y monitorear proyectos agroforestales, la relación de carbono en los diferentes componentes, se han desarrollado métodos para cuantificar carbono en la biomasa aérea, biomasa radicular, necromasa, entre otros, deben basarse en establecer parcelas permanentes que proporcionen buenos resultados estadísticos⁶⁹.

Estas parcelas que tienen como característica su registro georreferenciado, permiten apoyarse para descripción de los perfiles, el muestreo para los análisis y la conservación de las muestras. Considerando que deberá existir un plazo de cinco a diez años como el período mínimo apropiado para supervisar cambios en los depósitos de carbono⁷⁰.

⁶⁵ BUDOWSKI, Gerardo. El alcance y el potencial de la agroforestería con énfasis en Centro América. En: Agroforestería en desarrollo. L. Krishnamurthy y J. Leos-Rodríguez, editores. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1994. p. 12.

⁶⁶ PIMENTEL BRIBIESCA, L. Sistemas agroforestales en el manejo integral de cuencas. En: Agroforestería en desarrollo. L. Krishnamurthy y Juan Leos-Rodríguez, editores. Universidad autónoma de Chapingo, México, 1994. p. 127.

⁶⁷ JIMÉNEZ, Op. cit. p. 60.

⁶⁸ PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). Cambio climático y biodiversidad. IPCC, 2002. p. 41.

⁶⁹ ROBERT, Michel. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. [en línea]. [Roma, Italia]. FAO, 2002 [citado, el 14 de marzo de 2005]. Disponible en Internet: URL:<www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y2779S/y2779s0a.htm>

⁷⁰ KANNINEN, Markku. Secuestro de carbono en bosques: El papel de los bosques en el ciclo global del carbono. En: Memorias de una conferencia electrónica sobre agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO, Roma, 2000.

Para The British Petroleum Exploration Company⁷¹, las parcelas permanentes de sistemas agroforestales son un procedimiento agrícola que incorpora a los árboles como uno de sus componentes, ofrecen una alternativa sostenible para aumentar la biodiversidad y para aumentar los niveles de producción vegetal y animal con reducida dependencia de insumos externos. Constituyen un mecanismo permanente de captura de CO₂, siendo un mecanismo para el control del calentamiento global. Contribuye a disminuir la presión sobre nuevas tierras que pueden ser convertidas a otros usos agrícolas.

2.6.1 Selección de especies. Según Etter (1998), citado por León y Miranda⁷², en Colombia el área dedicada a las plantaciones forestales comerciales es relativamente pequeña (166.000has aproximadamente), que se localizan principalmente en la región andina y en pequeña proporción en la Caribe y la Orinoquía.

La mayoría de los cultivos de (Eucalyptus), (Pinus) y (Cupressus) se destinan a la producción de celulosa. De manera diferente en las tierras bajas, cultivos de maderas finas como la teca (*Tectona grandis*), ceiba roja o tolúa (*Bombacopsis quinata*), ocobo o roble morado (*Tabebuia rosea*), melina (*Gmelina arborea*) y otros de la región Caribe.

Para el uso de árboles en plantaciones debe seleccionarse adecuadamente la especie y el sitio, es necesario desarrollar metodologías que permitan, medir y cuantificar de manera confiable y a bajo costo, el carbono almacenado en coberturas que sean adoptadas y seleccionadas por la comunidad cuando los estudios se proyecten con participación de poblaciones rurales, y por la otra, predecir el comportamiento del carbono en cualquier momento durante el crecimiento de la plantación⁷³.

A continuación, se describen las especies seleccionadas por la comunidad en los arreglos agroforestales para captura de carbono.

⁷¹ BRITHIS PETROLEUM EXPLORACIÓN COMPANY. Parcelas agroforestales con especies nativas para la recuperación del bosque montano nublado en zonas de influencia de la explotación petrolera de Brithis Petroleum Exploration Company. Colombia, 2005, p. 4

⁷² LEÓN GUEVARA, Javier Aníbal y MIRANDA, Margarita. Estudio fenológico de diez especies forestales nativas, en la microcuenca las tiendas, Municipio de pasto, Departamento de Nariño. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2001. p. 52.

⁷³ CALLO-CONCHA, D., KRISHNAMURTHY, L., y ALEGRE, J. Cuantificación de carbono secuestrado por algunos saf's y testigos, en tres pisos ecológicos de la amazonía del Perú. En: Simposio internacional Medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile. 18 al 20 de octubre de 2001. p. 6.

Ü Aliso (*Alnus jorullensis* H.B.K.)

División: Angiospermas.

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Fagales.

Familia: Betulaceae.

Género: *Alnus*.

Especie: *Alnus jorullensis* H.B.K.

- **Origen y distribución Geográfica.** Es una especie originaria de Centro América, específicamente del norte de México. Según Cordero y Boshier (2003) citado por Globaltrees⁷⁴, su distribución natural es desde México hasta el norte de Argentina, generalmente entre los 1200m y 3200m. CONIF⁷⁵ afirma que, en Colombia esta especie se encuentra naturalmente en bosques secos, húmedos y muy húmedos del bosque montano y montano bajo, con temperaturas entre 7° y 17°C, y en precipitaciones anuales entre 1000 y 2500mm y alta humedad relativa.

- **Aspectos botánicos.** Es un árbol monoico de 6 - 15m de altura, 20 - 50cm de diámetro, de corteza lisa y gris claro en los individuos jóvenes, su follaje caduco constituido por hojas simples, alternas, o elípticas⁷⁶. Las ramas son escasas, gruesas y extendidas, de hojas simples, en la misma rama se encuentran flores de los dos sexos, la flor masculina tiene forma de espiga y la femenina forma de piña. El fruto del aliso es pequeño y con forma de cono o piña, es verde oscuro a marrón en su madurez⁷⁷.

- **Propagación.** El aliso tiene una alta capacidad para reproducirse en forma natural, pero presenta problemas de sobrevivencia por falta de luz y humedad, su propagación se hace por semilla⁷⁸, con alta viabilidad aunque pierden su poder germinativo rápidamente⁷⁹,

⁷⁴ GLOBALTREES. Listado de las especies de lista roja final con sinónimos. [en línea]. Globaltrees, 2005 [citado, el 10 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.globaltrees.org/download/anexos>

⁷⁵ CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL CONIF. Latifoliadas zona alta. Bogotá, Colombia, 1996. p. 25

⁷⁶ TISONE, José Luís. Ficha técnica: Aliso. [en línea]. Ecoviajes, San Miguel de Tucumán, Argentina, 2003 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.ecoviajes.freeservers.com/aliso.htm>>

⁷⁷ CONIF. Op. cit., p. 26.

⁷⁸ Ibid., p. 28

⁷⁹ TISONE. Op., cit.

en semillero se siembran a 5mm de profundidad a 2cm entre sí en líneas separadas de 10cm. Posteriormente se cubren con una muy delgada capa de paja y se riegan dos veces al día. El transplante se efectúa cuando la plántula alcanza 20cm, es de rápido crecimiento y soporta sequía y suelos pobres⁸⁰.

- **Crecimiento.** Es una especie de rápido crecimiento, en plantaciones puede alcanzar hasta 25m de altura en 10 años, con 20cm de diámetro, la altura comercial del fuste puede llegar a más de 20m⁸¹. En condiciones óptimas de sitio, alcanza alturas de 30m y 70cm de diámetro, su copa es irregular, subglobosa, mediana, y su follaje caducifolio es denso, de color verde oscuro⁸².

- **Usos en agroforestería.** El tipo de arquitectura del árbol de aliso y su follaje son propicios para el cultivo asociado de especies como el lulo, siendo una alternativa adicional de ingresos a los reforestados en los periodos improductivos de éstas⁸³. El aliso, es un árbol multipropósito de gran interés agroforestal. Se le introduce en los potreros como beneficio indirecto para el pasto (fijación de nitrógeno). Se asocia con maíz y frijol, pastos, café, mora silvestre, helechos de exportación y se ha visto como sombra para ganado y en linderos de potreros (Brasil, Costa Rica)⁸⁴.

- **Captura de carbono.** Canet (1986), citado por Kanninen⁸⁵, afirma que el aliso, en una zona de vida de bosque tropical nuboso bajo, con un número de árboles por hectárea de 35 y una edad de 30 años, puede almacenar un total de 25,0 toneladas de carbono al año y un flujo de carbono de 0,8 ton/c/año.

⁸⁰ BARTHOLOMÄUS, Agnes, et al. El manto de la tierra: Flora de los Andes. Guía de 150 especies de la flora andina. Bogotá, Colombia, 1998. p. 105.

⁸¹ COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD CONABIO. *Alnus jorullensis*. [en línea]. CONABIO, México, 2001 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf>

⁸² CONIF. Op. cit., p.26

⁸³ Ibid., p.29.

⁸⁴ CONABIO. Op. cit.

⁸⁵ KANNINEN, Markku. Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. [en línea]. FAO, 2001 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf>

Ü Laurel de cera (*Morella pubescens* Humb. & Bonpl. ex Willd)

División: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Fagales

Familia: Myricaceae.

Género: *Morella*.

Especie: *pubescens* Humb. & Bonpl. ex Willd.

- **Origen y distribución geográfica.** El Laurel de cera, se encuentra distribuido en los países de Colombia (1600 y 3200m), es de origen holártico, es decir, de la parte norte del continente americano, aunque algunos autores indican que es originario del Mar Negro⁸⁶; se desarrolla en suelos de textura arcillo-arenosa, sin embargo, crece en suelos pobres, en taludes de carretera en las vegas de los ríos y en sitios donde se han producido deslizamiento de tierra⁸⁷.

- **Aspectos botánicos.** El laurel de cera es un arbusto, de corteza gris clara u oscura con numerosas lenticelas oscuras, ramas de color marrón oscuro o pardas y sus tallos se ramifican densamente una vez han alcanzado los 50cm de altura. Sus hojas son coriáceas, simples, alternas y lanceoladas, que miden de 60 a 120mm de ancho, pubescentes por el haz y el envés. Las flores no se identifican con facilidad, son de color verde con un tamaño aproximado de 2mm y se agrupan formando inflorescencias. Los frutos están dispuestos en racimos pequeños, escamosos y duros, son pequeños, esféricos y drupáceos de 4 a 5mm de diámetro, en un número de 5 a 15 por amento, recubierto por una capa de cera blanca atravesada por pelos más o menos largos⁸⁸.

- **Propagación.** El laurel de cera se reproduce de forma sexual, a la semilla se le debe quitar la cera que la recubre, mediante escarificación con lo que se aumentará la velocidad de emergencia y la proporción de germinación⁸⁹. Herrera y Tovar (2002)⁹⁰, en

⁸⁶ LUNA CABRERA, Gloria Cristina. La investigación participativa sobre Laurel de Cera (*Morella pubescens*), una estrategia de educación ambiental en la zona andina del Departamento de Nariño - Colombia. En: Carpeta informativa CENEAM [en línea]. CENEAM, febrero, 2006 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:< http://www.mma.es/educ/ceneam/pdf/carpeta_febrero2006.pdf>

⁸⁷ MUÑOZ HOYOS, Jairo y LUNA CABRERA, Cristina. Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del Laurel del cera *Myrica pubescens* H. & B. ex Willdenow. Convenio Andrés Bello. Bogotá, 1999. p. 8.

⁸⁸ MUÑOZ Y LUNA, Op. cit. p. 6.

⁸⁹ Ibid. p. 8.

⁹⁰ HERRERA PAREDES, Rosa Margarita y TOVAR RECALDE, Edwin Leonardo. Evaluación del acodo aéreo en la propagación del Laurel de cera (*Myrica pubescens* Humb & Bonpl. Ex Willd)

un estudio realizado en el municipio de Pasto, afirman que el Laurel de cera presenta dificultades para su propagación asexual, y que existe una mejor forma de propagar el Laurel de cera por acodo aéreo, con un porcentaje de prendimiento a la edad de 12 meses de 93%, siendo un método económico, de alto rendimiento y fácil ejecución.

- **Crecimiento.** En Colombia el Laurel de Cera, crece y se desarrolla en zonas erosionadas, taludes de carretera, pendientes abruptas y orillas de senderos y caminos⁹¹, para Manara (1996) citado por Meier⁹², es una de las primeras especies leñosas que colonizan áreas devastadas por incendios. En algunos sitios alcanza alturas de 7 y 12m⁹³.

- **Usos en agroforestería.** El laurel de cera, es una especie óptima para la protección de cuencas hidrográficas y del suelo ya que sus raíces fijan nitrógeno, la cera que se obtiene de los frutos tiene importancia industrial y es utilizada. En las vertientes andinas se observa el laurel entre pastos y cultivos, razón por la cual se puede plantar formando sistemas agroforestales y silvopastoriles; ya sea como cortinas rompevientos, cercas vivas, barreras contra la erosión, bosquetes, entre otros. Su capacidad fijadora de nitrógeno, permite incorporar entre 60 a 200 kilogramos/ha/año de nitrógeno asimilable⁹⁴.

- **Captura de carbono.** Martínez y Delgado⁹⁵, encontraron que en una plantación de la laurel de cera, a los siete años de edad tuvo 2,0129 toneladas de carbono en un área de 4108m², y calcularon que una hectárea con una densidad de siembra de 750 árboles, la cantidad de carbono acumulada sería de 4,94 ton/C; a los 10 años la cantidad de carbono acumulado sería de 7,06 ton/ha.

en el municipio de Pasto. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2002. p. 54.

⁹¹ MEIER, Winfried. Aspectos de la flora y vegetación del monumento natural cerro Platillón (Juan Germán Roscio), Estado Guárico, Venezuela. [en línea]. FAO, 2005 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062005000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es>

⁹² Ibid.

⁹³ LUNA, Op. cit.

⁹⁴ Ibid.

⁹⁵ MARTÍNEZ MELO, Yuri Viviana y DELGADO PORTILLA, Ana Marcela. Estimación y evaluación inicial de la biomasa y captura de carbono por el laurel de cera (*morella pubescens h&b. ex willdenow*) en dos sistemas agroforestales en los municipios de Pasto y San Pablo, departamento de Nariño. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2006. p. 53.

Ü **Acacia amarilla (Acacia decurrens Willd)**

División: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Fagales

Familia: Mimosaceae.

Género: Acacia.

Especie: decurrens Willd.

- **Origen y distribución geográfica.** La acacia amarilla es una especie originaria de Australia, introducida en Europa en 1820⁹⁶, actualmente se encuentra en Centro y Sur América; y en Colombia se observa entre los 2000 y 3000m⁹⁷.

- **Aspectos botánicos.** Árbol de 10m de altura aproximadamente. Tronco con corteza lisa y oscura, la ramificación empieza a 1m de altura, tiene copa de forma redondeada, follaje verde mate con manchas clara, hojas ramificadas compuestas de numerosos foliolos, en general entre 30 y 40pares⁹⁸, brillantes, separadas, abiertas y planas, alternas con glándulas en el espinazo central, flores redondas amarillas agrupadas, frutos en legumbre pardo rojizas con varias semillas⁹⁹.

- **Propagación.** La especie acacia, se propaga por semilla, se siembran en el sitio definitivo o en el semillero a 1cm de profundidad. El transplante se efectúa cuando alcanza los 20cm¹⁰⁰. Prefiere suelos ligeramente ácidos, aunque vegeta bien en otro tipo de suelos.

- **Crecimiento.** Esta especie alcanza una altura de 8 a 10m, con las ramas finamente aterciopeladas. Puede cultivarse como un gran arbusto o como un árbol mediante la poda de formación¹⁰¹.

⁹⁶ INFOJARDÍN. Acacia verde. [en línea]. Infojardín, 2005 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.infojardin.com/fichas/arboles/acacia-decurrens-acacia-verde-negra.htm>>

⁹⁷ BARTHOLOMÄUS, Op. cit. p. 255.

⁹⁸ INFOJARDÍN. Op. cit.

⁹⁹ BARTHOLOMÄUS., Op. cit. p. 255.

¹⁰⁰ Ibid. p. 255.

¹⁰¹ Ibid. p. 255.

- **Usos en agroforestería.** Es utilizada generalmente en sistemas silvopastoriles por ser una especie fijadora de nitrógeno, apta para recuperación de suelos y control de erosión, su madera se utiliza como leña y sus hojas como forraje para ganado¹⁰².
- **Captura de carbono.** Según Giraldo *et al*¹⁰³, en un estudio realizado en un sistema silvopastoril de *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum* con una densidad de siembra de 1200 árboles/ha, encontró que la especie arbórea almacena en promedio 159,066 ton/ha/C en la biomasa aérea y 12,267 ton/ha/C en la biomasa radical, para un total promedio de 171,333 ton/ha.

2.7 Tenencia de tierra para adopción de sistemas agroforestales

Para el departamento de Nariño, la estructura de la tenencia de la tierra se caracteriza por el minifundio, según información del IGAC (2002) citado por CORPONARIÑO¹⁰⁴, más del 80% de los predios son menores de cinco hectáreas y ocupan el 19% de la superficie total. En tanto, que el número de predios mayores a cinco hectáreas representa el 20% y ocupan el 81% de la superficie. Del área productiva, el 84% son menores de 10 ha.

Para Martínez¹⁰⁵, el acceso a la tierra y la seguridad de su tenencia es uno de los problemas más conflictivos en el mundo contemporáneo, es necesario tener un sistema de información de tierras basado en el predio, siendo éste el soporte para el desarrollo sostenible, los procesos de planeación, adecuación, administración y gerencia de la tierra como el recurso máspreciado de la humanidad. Gómez¹⁰⁶ afirma que, la demanda del recurso suelo en la microcuenca Cabrera es alta, ya que existe una marcada presión sobre éste para el establecimiento de cultivos transitorios (maíz, papa y hortalizas), semipermanentes (cebolla), ganadería extensiva y semiintensiva, lo que se puede observar en la forma de tenencia de la tierra.

¹⁰² BARTHOLOMÄUS., Op. cit. p. 255.

¹⁰³ GIRALDO, Luís Alfonso, et al. Estimación de las existencias de carbono en el sistema silvopastoril *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum*. En: Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático. Orrego y Moreno editores, Medellín, Colombia, 2003. p. 304.

¹⁰⁴ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO. Plan de acción trianual 2004 – 2006. CORPONARIÑO. Pasto, Junio de 2004. p. 29.

¹⁰⁵ MARTÍNEZ MARTÍNEZ, Yovanny. La tenencia de la tierra en Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, 2003. p. 1.

¹⁰⁶ GÓMEZ Op., cit. p. 44.

De acuerdo con Gómez¹⁰⁷, actualmente el sistema de agricultura migratoria se practica en una menor proporción en comparación con el sistema de uso continuo. La tendencia generalizada es hacia la intensificación del uso del suelo, obligada por la reducción de tierra *per capita*, proceso que se ha originado al incrementarse la población campesina. Esto ha provocado que fraccionen la tierra en parcelas cada vez más pequeñas, ya que los padres heredan una parte de su parcela a sus hijos, que en el mejor de los casos, forman una reserva para obtención de productos para el autoconsumo.

2.7.1 Tamaño de la propiedad. Considerando que la tenencia y tamaño de la propiedad es fundamental en la planificación físico-espacial del territorio, algunas características de la distribución predial en la microcuenca Cabrera, son¹⁰⁸:

Tabla 1. Tenencia de la tierra

RANGOS (ha)	PREDIOS		SUPERFICIE	
	Número	%	Hectáreas	%
Menor a 1	356	60.8	135.27	11.3
1.1 – 3.0	135	23.1	247.90	20.7
3.1 – 5.0	32	5.5	186.61	19.6
5.1 – 10.0	32	5.5	233.87	19.6
10.1 – 20.0	10	1.7	127.45	10.6
20.1 – 50.0	7	1.2	265.81	22.2
TOTAL	585	100.0	1196.91	100.0

Fuente: Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la microcuenca Cabrera, 2003.

2.7.2 Vocación y uso del suelo. Teniendo en cuenta las unidades del relieve y la dinámica morfogenética que actúa sobre el territorio, bajo la influencia de factores geológicos y condiciones climáticas, hace referencia al uso que se debe tener el recurso suelo¹⁰⁹.

Para Gómez¹¹⁰, la zona de la microcuenca Cabrera se ha dividido en dos clases de suelos:

Ü **Protección.** Su función es mantener la biodiversidad, el equilibrio ecológico y su riqueza patrimonial natural, por lo que deben ser de protección absoluta, para bien de la

¹⁰⁷ Ibid., p. 47.

¹⁰⁸ GÓMEZ Op., cit. p. 56 – 57.

¹⁰⁹ Ibid. p. 42.

¹¹⁰ Ibid. p. 113.

población que se beneficia de sus recursos naturales y ambientales. Las zonas de protección, están desde los 3000m hasta los 3500m.

Ü **Uso agropecuario sostenible.** Son agroecosistemas sobre los que recae la producción y el sostenimiento económico del territorio de la microcuenca, cuya intensidad de uso debe ser de producción sostenible, para evitar el agotamiento del recurso suelo. Las zonas de uso agropecuario, van desde los 3000m hasta los 2725m.

2.8 Mecanismos de desarrollo limpio.

Para Auckland et al¹¹¹, un Mecanismo de Desarrollo Limpio o MDL, es un acuerdo de las Naciones Unidas para estabilizar la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, al nivel que prevenga cambios peligrosos en el clima, Es el único mecanismo de flexibilización que incluye a los países en desarrollo. Le permite a los países desarrollados cumplir con parte de sus compromisos de reducción de emisiones a través de proyectos en países en desarrollo, que reduzcan emisiones o fijen o secuestren CO₂ de la atmósfera.

Los proyectos forestales dentro del MDL son una importante herramienta para financiar proyectos de forestación y reforestación y contribuir al desarrollo sostenible. Colombia podría percibir alrededor de 57 millones de dólares anuales por medio de proyectos MDL forestales y proyectos suficientemente extensos podrían recibir grandes beneficios hasta el año 2012. Sin embargo, el ciclo de un proyecto MDL difiere de un proyecto de inversión convencional debido a la necesidad de desarrollar una línea de base que represente la dinámica del carbono en una situación sin proyecto; y un escenario en el que se debe demostrar una fijación de carbono adicional a la que ocurriría en una situación sin proyecto, es decir, la adicionalidad ambiental¹¹².

2.8.1 Servicios ambientales. Existen diferentes definiciones sobre este concepto, sin embargo, una de las más ilustrativas es la reportada por Ortiz (2002) citado por Castiblanco¹¹³, que propone que: “Los servicios ambientales son las funciones

¹¹¹ AUCKLAND, Louise, et al. Colocando los cimientos para el desarrollo limpio: preparando el sector del uso de la tierra. Una guía rápida al Mecanismo de Desarrollo Limpio. Programa de Investigación Forestal ZF0167 del DFID, 2002. p. 11.

¹¹² CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BOSQUES Y CAMBIO GLOBAL, CARBONO & BOSQUES (C&B) Y CENTRO ANDINO PARA LA ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE (CAEMA). Mecanismos de Desarrollo Limpio para Colombia. 1999. p. 6.

¹¹³ CASTIBLANCO ROZO, Carmenza. Alcances y limitaciones de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales. Instituto de Estudios Ambientales IDEA-UN. Medellín, Colombia, 2003. p. 5.

reguladoras en los ciclos de materia y transformaciones de energía realizadas por los ecosistemas naturales y agrosistemas (usos de la tierra y sistemas de producción) que inciden en el mejoramiento de la calidad de vida”.

Los servicios ambientales son aquellos derivados directamente de elementos de la naturaleza, y cuyos valores y beneficios pueden ser económicos, ecológicos o socioculturales, y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente, propiciando una mejor calidad de vida de los habitantes¹¹⁴.

La valoración económica, ecológica o sociocultural de los servicios ambientales justifica la necesidad de desarrollar acciones concretas con miras a promover la preservación, recuperación y uso racional de los elementos de la naturaleza relevantes, para la generación de este tipo de servicios¹¹⁵.

2.8.2 Pago por servicios ambientales en agroforestería (PSA). Para Castro (2001) citado por Sequeira, Méndez y Varela¹¹⁶, el Pago de Servicios Ambientales (PSA), es un concepto muy amplio que abarca al conjunto de políticas que se apoyan en un marco jurídico e institucional, que permiten pagar a propietarios de la tierra los servicios ambientales por ellos producidos.

Para la FAO y la REDLACH¹¹⁷, el pago por servicios ambientales (PSA) es un mecanismo flexible y adaptable a diferentes condiciones, que apunta a una compensación directa por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental, por parte de los usuarios del servicio el cual se destina a los proveedores.

¹¹⁴ PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COSTA RICA. Proyecto de ley: Ley de valoración y retribución por servicios ambientales. [en línea]. [Costa Rica]. MIDEPLAN, 1998 [citado, el 15 de marzo de 2005]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.mideplan.go.cr/Concertacion/Legislacion/proyecto-ley-13472.htm>>

¹¹⁵ Ibid.

¹¹⁶ SEQUEIRA, Wilber, MÉNDEZ, Alexis y VARELA, Olman. Financiar la agroforestería por sus servicios ambientales. [en línea]. 2000. [citado, el 4 de marzo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.una.ac.cr/ambi/revista/73/Alexis.html>

¹¹⁷ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) Y RED LATINOAMERICANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA EN MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (REDLACH). Foro electrónico sobre sistemas de pago de servicios ambientales en cuencas hidrográficas. [en línea]. [Santiago, Chile]. 2004 [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/infopinpsa.pdf>

Un sistema de PSA tiene el propósito de amortiguar, controlar o revertir la degradación ambiental, contribuir al desarrollo rural sostenible, combatir la pobreza y aportar a la justicia social ya que se compensa al productor por su contribución a proteger el ambiente y a la equidad de género (en igualdad de oportunidades al grupo familiar).

Según Melgar¹¹⁸, el sistema de PSA se financia con una lógica de mercado, a través de cobros a los demandantes de servicios ambientales y pagos de actividades verificables a los productores, éste mecanismo consiste en coordinar los flujos financieros que deben producirse a través de tarifas e impuestos. Para Cuellar, Herrador y Gonzáles¹¹⁹, la idea de un mecanismo de pago por servicios ambientales es reconocer el esfuerzo que el productor realiza, tanto en el conjunto de prácticas cuyo objetivo es la producción de bienes agrícolas comercializables, como la de servicios ambientales. En la figura 2, se muestra, el esquema de pagos de servicios ambientales.

El incentivo tiene un espacio temporal corto y su finalidad consiste en estimular el cambio y adopción de prácticas agrícolas; en cambio, el pago por servicios ambientales tiene un carácter temporal de largo plazo, dado que se busca un flujo sostenible de servicios ambientales¹²⁰. Un sistema de PSA puede ser un mecanismo sostenible a largo plazo si este se genera a partir de recursos locales, partiendo de resolver un problema concreto de la población; sin embargo, existe el riesgo de que los PSA traigan dependencia económica, si están basados en recursos externos¹²¹, aunque si los incentivos propiciados por el PSA son adecuados, los productores cambiarán sus prácticas en uso de tierra, con o sin educación¹²².

¹¹⁸ MELGAR CEBALLOS, Marvin. Propuesta para desarrollo del enfoque y modelo de compensación ambiental (CAM) del Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (Valle Nuevo). 2005. p. 8.

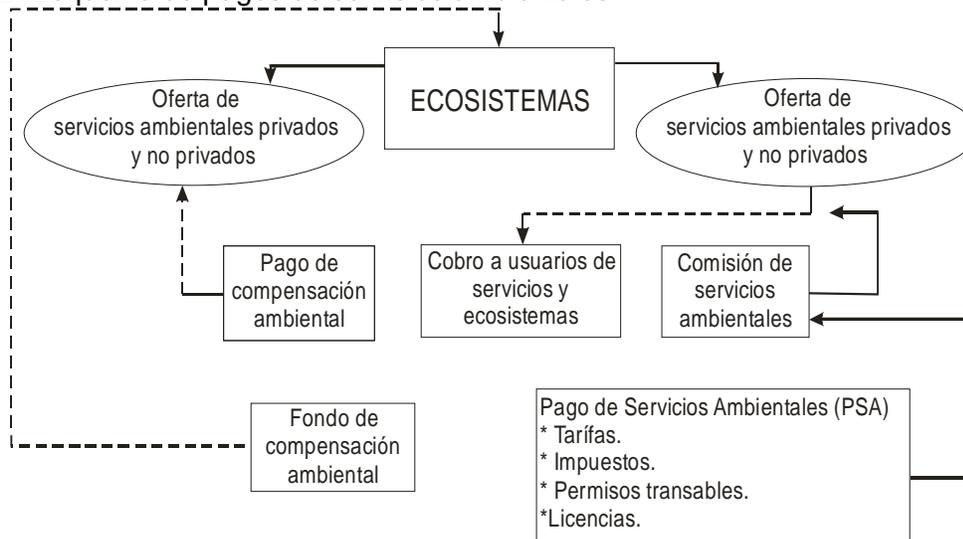
¹¹⁹ CUELLAR, Nelson, HERRADOR, Doribel Y GONZÁLES, Martha. Comercio de servicios ambientales y desarrollo sostenible en Centro América: Los casos de Costa Rica y El Salvador (Síntesis). [en línea] International Institute for Sustainable Development [Canadá], 1999 [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:< www.rimisp.cl/boletines/bol16/ - 31k>

¹²⁰ HERRADOR, Doribel Y DIMAS, Leopoldo. Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales. [en línea]. PRISMA, 2000 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:< www.prisma.org.sv/pubs/publicacion.php?idioma=es&ID=15-6k ->

¹²¹ FAO Y REDLACH. Op., cit.

¹²² ESPINOZA, Nelson, GATICA, Javier Y SMYLE, James. El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible rural. [en línea] RUTA e IICA, 1999 [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.ruta.org/espanol/publicac/documentos/ServiciosAmbientales.pdf>.

Figura 2. Esquema de pagos de servicios ambientales



Fuente: Melgar, 2005.

En la literatura científica se reporta diversos estudios que demuestran el enorme potencial de los sistemas agroforestales en la reducción de los efectos negativos causados por la contaminación atmosférica con CO_2 ¹²³, donde los árboles y la vegetación en general, capturan, almacenan y liberan el carbono como resultado de los procesos de fotosíntesis, respiración y descomposición de la materia orgánica; el saldo es una captura neta positiva, cuyo monto depende del manejo de la cobertura vegetal, así como la edad, composición y estructura de la misma¹²⁴.

2.8.3 Escenarios de los servicios ambientales. Los servicios ambientales son muchos, pero los de mayor interés en América Latina son¹²⁵:

• Servicios ambientales de protección de los recursos hídricos para diferentes modalidades de uso (energético, industrial, turístico, doméstico, riego, etc.) y sus elementos conexos (acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, arborización, entre otros).

¹²³ SEQUEIRA, MÉNDEZ, y VARELA, Op., cit.

¹²⁴ BABBAR AMIGHETTI. Pago por servicios ambientales en los sistemas agroforestales. Costa Rica. [en línea]. 2001. [citado, el 16 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.una.ac.cr/inis/docs/suelos/Liana%20Babar.pdf>

¹²⁵ ROSA, Herman, HERRADOR, Doribel Y GONZALES, Martha. Valoración y pago por servicios ambientales: Las experiencias de Costa Rica y El Salvador. [en línea]. [El Salvador]. PRISMA, 1999. [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.prisma.org.sv/pubs/prisma35.pdf>

Ü Servicios ambientales relacionados con la protección y uso sostenible de la biodiversidad: protección de especies, ecosistemas y formas de vida; acceso a elementos de biodiversidad para fines científicos y comerciales.

Ü Servicios ambientales de belleza escénica derivados de la presencia de los bosques y paisajes naturales y de la existencia de elementos de biodiversidad y áreas silvestres protegidas, sean estatales o privadas, debidamente declaradas como tales.

Ü Servicios ambientales de protección y recuperación de suelos, y de mitigación de daños provocados por fenómenos naturales.

Ü Servicios ambientales relacionados con la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero: fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción de carbono y otros gases de efecto invernadero. Las actividades a retribuir o financiar por éste servicio incluyen protección y manejo de bosques, proyectos de reforestación, arborización urbana, componente forestal de los proyectos o sistemas agroforestales, reforestación de orillas de ríos y nacientes, todo lo anterior, independientemente del tamaño o magnitud del proyecto de que se trate¹²⁶.

Sin embargo, hay importantes desafíos a abordar cómo el monitoreo y la valorización de los servicios, y la sustentabilidad de los mecanismos de pago¹²⁷.

2.9 Captura de carbono. Para Gayoso¹²⁸, la captura de carbono es el proceso mediante el cual se capta y se almacena una gran cantidad de CO₂ de la atmósfera, el tiempo de almacenaje en el que dicho carbono no vuelve a la atmósfera, varía. Durante la fotosíntesis, las plantas absorben CO₂, liberan el oxígeno y almacenan el carbono en forma de biomasa hasta el momento de su descomposición. Si en lugar de descomponerse las plantas se convierten en combustibles fósiles, pueden continuar almacenando carbono durante siglos.

¹²⁶ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA. Op., cit.

¹²⁷ FAO Y REDLACH. Op., cit.

¹²⁸ GAYOSO AGUILAR, Jorge. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile. Trabajo presentado en Taller Secuestro de Carbono. Mérida, Venezuela, 2001. p 2.

Los ecosistemas forestales son considerados los grandes sumideros terrestres de GEI ya que éstos absorben CO₂ atmosférico y almacenan el carbono en la biomasa¹²⁹; por tanto, las actividades que mantienen o aumentan la biomasa de los ecosistemas forestales contribuirán con la mitigación del efecto invernadero¹³⁰, para que éstas sean exitosas deberán tener un fuerte componente de desarrollo sostenible de modo que sus resultados mejoren las condiciones de vida de los agricultores¹³¹.

El almacenamiento de carbono es un servicio ambiental que valoriza la incorporación de especies arbóreas en sistemas agroforestales, y representa un atractivo para el financiamiento de proyectos de inversión en el ámbito regional y nacional¹³², encontrándose varios casos de proyectos agroforestales bajo programas de financiamiento por segundos países.

2.9.1 Captura de carbono en sistemas agroforestales. Para Dixon (1995) citado por León¹³³, bajo el contexto de cambio climático y ciclo global del carbono, la agroforestería es de interés por la fijación y almacenamiento de carbono de la atmósfera, el potencial para reducir algunas de las necesidades de desmonte de bosques para la agricultura, proporcionando una alternativa a la agricultura migratoria. Algunas especies utilizadas en arreglos agroforestales se describen en la tabla 2 con su potencial de fijación de carbono.

Según Kürsten y Burschel¹³⁴, asumiendo una reserva normal (50% de la reserva final) y un aporte significativo de las raíces, un sistema agroforestal relativamente denso almacena permanentemente entre 3 y 25 tC.ha⁻¹, equivalente a 0,1 - 3,6 tC.ha⁻¹.año⁻¹. Las cortinas rompevientos, árboles en lindero y cercas vivas se ubican cerca del rango inferior. Tomando como referencia los estudios realizados por varios autores en captura de carbono con sistemas agroforestales, se presentan los resultados en la tabla 3.

¹²⁹ VALLEJOS BARRA, O., MENDOZA ÁLVAREZ, M. y SANQUETTA, C. Impacto del cambio climático en modelos de captura de carbono 2003. Paraná – Brasil, 2003. p. 3.

¹³⁰ ROBERT. Op., cit.

¹³¹ ALEGRE y ARÉVALO, Op., cit.

¹³² IPCC. Op., cit. p. 29.

¹³³ LEÓN GUEVARA, Javier Aníbal. Trabajo de revisión bibliográfica: Metodologías para la determinación de la fijación de carbono en sistemas agroforestales de café (coffea arábica) bajo sombra. Costa Rica, 2005. p. 1

¹³⁴ Kürsten, E. y Burschel, P. CO₂ mitigation by agroforestry. Revista Water, Air and Soil Pollution. 1993.

Tabla 2. Fijación de carbono en diferentes especies en sistemas agroforestales.

Sistema agroforestal Especie	Densidad (árboles ha ⁻¹)	Turno (años)	Producción leña (t ha ⁻¹)	Tasa fijación (t C ha ⁻¹ año ⁻¹)	Fijación (t Cha ⁻¹)
Árboles de sombra					
Gliricidia sepium	330	30	101.4	0.7	51.6
Inga densiflora	400	20	42.8	0.5	24.3
Mimosa scabrella	650	2	18.3	2.0	24.9
Plantaciones para leña					
Leucaena leucocephala	3800	5	46.2	2.0	28.9
Eucalyptus saligna	1378	2.5	41.3	3.6	27.0
Bosque secundario					
Miconia lonchophylla	3400	8	54.0	1.4	31.0
Lonchocarpus spp	7300	3	27.8	2.0	17.9
Lonchocarpus spp	3400	3	10.6	0.8	7.6
Cassia grandis	1700	3	21.2	1.6	12.3
Guazuma ulmifolia	28250	4	5.2	0.3	5.8
Árboles en potrero					
Alnus acuminata	35	30	18.3	0.1	25.0

Fuente: Kürsten y Burschel (1993).

Tabla 3. Carbono acumulado por algunos sistemas agroforestales.

SISTEMA AGROFORESTAL	CARBONO ACUMULADO (tC.ha ⁻¹)
Cultivo en callejones (Kass, 1987)	1 – 2,3
Taungya con rotación de 15 años (Schroeder, 1992)	20 – 60
Huerto casero (Budowski, 1991)	+ 50

Fuente: Sequeria, Méndez y Varela.

Los sistemas agroforestales que mas fijan carbono son las plantaciones para leña (2,8 tC ha⁻¹, año⁻¹), en comparación a los árboles en potreros (0,1 tC ha⁻¹ año⁻¹), árboles para la sombra (1,1 tC ha⁻¹ año⁻¹) y bosques secundarios (1,2 tC ha⁻¹ año⁻¹)¹³⁵.

2.8 Línea base. La línea base se refiere a las condiciones futuras esperadas de cambio de uso de la tierra y de carbono almacenado, si no hay proyectos bajo el MDL. Considera los antecedentes de deforestación y reforestación en los últimos años y las tendencias futuras para los siguientes 10 años¹³⁶. La línea base es el escenario sin proyecto; es decir, comprende las actividades a desarrollarse desde el presente hasta el año 2016, sin considerar los proyectos MDL. Se construye tomando en cuenta los antecedentes de

¹³⁵ LEÓN GUEVARA. Op., cit. p. 10.

¹³⁶ ALPIZAR VAGLIO, Edwin. Evaluación del potencial de mitigación del sector forestal en la República de El Salvador, ante el cambio climático, mediante prácticas de reforestación y forestación. CEDARENA. El Salvador, enero 2003. p. 10. (toca ver la dirección de Internet).

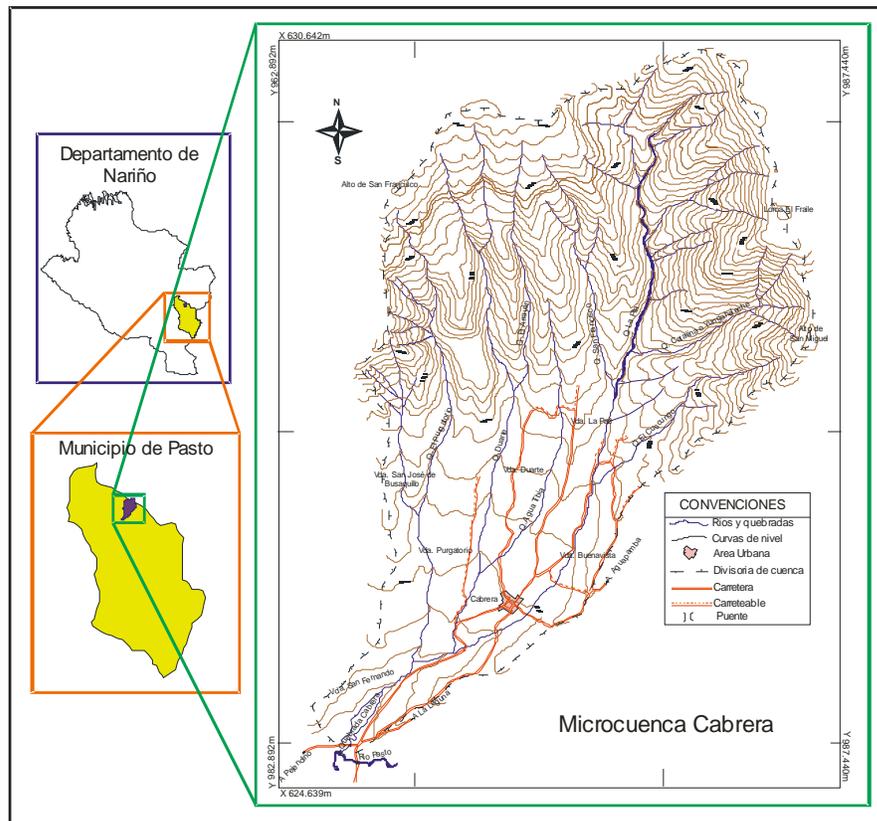
cambio de uso de la tierra y en los conocimientos y políticas actuales que puedan influir en el cambio futuro del uso de la tierra; dos criterios básicos a considerar son las tasas de deforestación y reforestación.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

La Microcuenca de la quebrada CABRERA (Figura 3), está localizada al oriente de la ciudad de Pasto a 7.5 kilómetros del centro de la misma, a una altura entre 2725m y 3500m. Tiene una superficie de 1239,1Ha, hace parte del corregimiento de Cabrera (89.2%), La Laguna (3,7%) y Buesaquillo (7,1%). Geográficamente se encuentra localizada a 1°12'24.8" y 1°15'29.4" de Latitud Norte; 77°11'45.2" y 77°13'55.3" de Longitud Oeste¹³⁷.

Figura 3. Ubicación microcuenca Cabrera



Fuente: Adaptación Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Microcuenca Cabrera 2003.

¹³⁷ GÓMEZ. Op., cit. p. 3 – 9.

3.2 Aspectos generales de la zona.

3.2.1 Climatología. En el área de la microcuenca Cabrera no hay estaciones climatológicas ni pluviométricas, pero según el estudio realizado por Gómez (2003) la temperatura está entre 7,5°C y 12,5°C, con una precipitación anual entre 914,4mm y 1317,3mm, una humedad relativa de 78%¹³⁸.

3.2.2 Hidrología. Dentro de la microcuenca Cabrera, se encuentran las submicrocuencas Quebrada Purgatorio (205,4Ha), Quebrada Duarte (326,5Ha), Quebrada La Pila (646,6Ha), Quebrada Cabrera (60,6Ha). Esta microcuenca confluye sus aguas al Río Pasto y este a su vez lleva sus aguas al río Juanambú, afluente principal del Río Patía en el departamento de Nariño¹³⁹.

3.2.3 Geomorfología. Según Gómez¹⁴⁰, la zona de pendientes mayores del 50% que equivale al 34,2% del área total de la microcuenca, se encuentra por encima de los 3.000m, la zona central de la microcuenca que corresponde a los alrededores de la población de Cabrera, presenta un relieve plano a ondulado con pendientes menores del 10%, equivalente al 16.1% del territorio.

3.2.4 Suelos. En la microcuenca de la quebrada Cabrera se encuentran suelos de las clases agrológicas III (cultivos con poco riesgo de deterioro), VI (son aptos para agricultura pero requieren la aplicación de prácticas de conservación de suelos, para mitigar sus efectos negativos y evitar su deterioro y productividad), VII (son aptos para protección, agroforestería, y en sectores de menor pendiente para ganadería y cultivos específicos de buena rentabilidad, pero requieren de buenas prácticas de conservación de suelos) y VIII (no tienen aptitud agrícola y únicamente se pueden utilizar para vida silvestre y protección ambiental)¹⁴¹.

3.3 Procedimiento metodológico.

Las actividades realizadas dentro del procedimiento metodológico, se describen en el anexo A, en el se representan los aspectos utilizados para la selección de usuarios y fomento de las prácticas agroforestales, a través de la metodología de Arias et al¹⁴² mencionada en la revisión de literatura.

¹³⁸ GÓMEZ. Op., cit., p. 4 – 5.

¹³⁹ Ibid., p. 11.

¹⁴⁰ Ibid., p. 33

¹⁴¹ Ibid., p. 37.

¹⁴² ARIAS et al., Op., cit. p. 23 – 27.

Ü **Fase 1. Recolección de la información secundaria.** Se realizó una revisión del Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la microcuenca Cabrera (POMA 2003) en lo correspondiente a mapas e información general de la zona, una visita a la Fundación Social para obtención de los mapas veredales (2005) y la información correspondiente a la organización comunitaria. La Revisión de literatura correspondiente a sistemas agroforestales, cambio climático y captura de carbono se hizo utilizando la herramienta de Internet y la biblioteca “Alberto Quijano Guerrero” de la Universidad de Nariño.

Ü **Fase 2. Reconocimiento de la zona.** En el mes de octubre de 2005, se realizó el recorrido de la microcuenca con ayuda de los mapas del POMA para reconocer sus límites y las veredas que lo conforman: Purgatorio, Duarte, La Paz, Buena Vista y Cabrera Centro, que fueron las zonas de influencia del proyecto general “Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para la captura de carbono en el municipio de Pasto, Nariño” dentro del cual se enmarca el presente trabajo de investigación.

Ü **Fase 3. Acercamiento y motivación.** Ésta fase se realizó entre los meses noviembre de 2005 y enero de 2006, donde se contó con el apoyo del grupo de investigación de Agroforestería Tropical de la Universidad de Nariño, además de algunos líderes identificados con la ayuda del corregidor y el rector de la Institución Educativa Municipal (IEM) de Cabrera, lo que facilitó el contacto con la comunidad.

Posteriormente se rectificó del POMA¹⁴³, la información sobre las asociaciones existentes en la región, de las que se encontraron: Asociación APROBOSQUES, Asociación APROBORCA, Asociación Nueva Vida de Cabrera, Asociación Nuestra Señora de Fátima (Ahorro y Préstamo), Asociación Productores de Paz, Grupo Ecológico La Paz y la Junta de Acción Comunal (JAC) de la Vereda Duarte. De los grupos asociativos identificados, se hizo la socialización del proyecto con las Asociaciones APROBOSQUES y APROBORCA que trabajan en el campo ambiental.

Para la socialización del proyecto, se utilizaron como medios de divulgación el diálogo informal, además, se realizaron seis reuniones una de ellas convocada por el rector de la IEM de Cabrera, en las que se informó sobre los alcances del proyecto, objetivos a corto y mediano plazo y la importancia ambiental de los arreglos agroforestales como alternativas para el mejoramiento de los sistemas de producción existentes en la zona.

Ü **Fase 4. Conformación del grupo de trabajo.** La conformación del grupo de trabajo, se hizo en el mes de enero, con las personas que asistieron a las jornadas de acercamiento y motivación se acordaron las fechas de capacitación en la casa de uno de

¹⁴³ GÓMEZ. Op., cit., p. 3.

los usuarios del proyecto ubicada en la vereda Duarte, con quienes se fijaron las fechas y hora para las capacitaciones.

Las sesiones de capacitación fueron teórico – prácticas, debido al señalamiento por parte de la comunidad de la necesidad de verificar lo teórico en la realidad, además de ser una forma de asegurar la clara comprensión de los temas tratados. Las charlas se trabajaron entre los meses de enero y abril de 2006. Los temas desarrollados en las capacitaciones, no solamente fueron referidos a la temática del proyecto, sino también a algunas necesidades de la comunidad, así:

§ Cambio climático – Diagnóstico Participativo (Pasado, presente y futuro).

§ Elaboración de abonos orgánicos (sólidos y foliares).

§ Sistemas agroforestales – manejo de especies menores (cuyes).

§ Adopción de arreglos agroforestales – manejo del cultivo de cebolla de rama.

§ Manejo del cultivo de tomate de árbol.

A las reuniones, en promedio asistieron 12 personas, en cada una de las citaciones se realizó un resumen de la temática tratada y los resultados obtenidos. Teniendo en cuenta lo visto en la zona, durante las capacitaciones, se propusieron las siguientes prácticas agroforestales:

§ **Cercas vivas.** En la microcuenca Cabrera, existen muchas zonas de pasturas desprotegidas, igual que propiedades que están delimitadas con cercos de madera y en ocasiones de cemento o muros de piedra, debido a esto, se propuso el arreglo agroforestal de cercas vivas, teniendo en cuenta sus funciones como producción de leña, postes, forrajes, madera, alimentos, protección contra el viento¹⁴⁴, aumento de la biodiversidad, belleza escénica, regulación ambiental, estabilización de riberas de ríos y quebradas reduciendo la contaminación del agua y la erosión de sus márgenes¹⁴⁵.

§ **Sistemas silvopastoriles y árboles dispersos en potreros.** Debido a que en el corregimiento de Cabrera se encuentran muchas zonas destinadas al uso de pasturas y

¹⁴⁴ JIMÉNEZ y MUSCHLER. Op. cit., p. 6.

¹⁴⁵ JIMÉNEZ, Op. cit., p. 63.

ganadería, se propuso un arreglo de árboles dispersos en potreros y sistemas silvopastoriles teniendo en cuenta los objetivos de los productores y de las plantaciones, en este caso, el de producción de madera, leña, frutos, fuente para ramoneo, provisión de sombra, mejoramiento de suelo bajo los árboles y refugio para el ganado¹⁴⁶.

Ü **Fase 5. Selección de usuarios y fincas.** La selección de usuarios y las fincas, se inició en el mes de enero de 2006, donde se incentivó a las personas que participaron en las capacitaciones para la implementación de las prácticas agroforestales dentro de sus fincas de acuerdo con lo propuesto en las capacitaciones, el material vegetal con que se contaba y los requerimientos del proyecto (interés, compromiso y disponibilidad de terreno).

Los productores del grupo de trabajo, en conjunto con la metodologías de aplicación de adoptabilidad y adopción definieron los arreglos silvícolas y agroforestales a implementar, las especies y los arreglos espaciales y temporales basándose en los objetivos del proyecto de “Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para captura de CO₂” y de los costos para el establecimiento de las plantaciones.

Bajo la anterior perspectiva, los beneficiarios establecieron los arreglos agroforestales en parcelas individuales en sus fincas, seleccionando para ello sus áreas libres de sus sistemas agrícolas que se sugerían ser enriquecidos con árboles. Se seleccionaron diferentes especies adecuadas a cada zona y se planificaron las mediciones a diferentes intervalos de tiempo con el fin de conocer su crecimiento.

Las cantidad de productores interesados en participar como beneficiarios del proyecto fueron 20, de los cuales 18 (90%) optaron por el sistema de cercos vivos ya que el tamaño de los predios hacía difícil la selección de otro arreglo agroforestal que presentara efectos positivos tanto ambientales como económicos al momento de cercar sus predios con el uso de especies forestales, y 2 (10%) por el sistema silvopastoril, debido a que dentro de sus fincas manejan ganado.

§ **Establecimiento de arreglos agroforestales.** El establecimiento de los arreglos agroforestales, se hizo en los meses de enero y febrero de 2006, el material vegetal se obtuvo del vivero de CORPONARIÑO de la ciudad de Pasto, se recibieron un total de 3.122 plántulas de las que 711 fueron de Laurel de cera (*Morella pubescens*), 1.545 de Aliso (*Alnus jorullensis*), 651 de Acacia amarilla (*Acacia decurrens*), 150 de Quillotocto (*Tecoma stans*) y 65 de Cajeto (*Cytherexylum subflavescens*).

Para el establecimiento de los arreglos se hizo una capacitación personalizada sobre las labores culturales necesarias para cada especie escogida. Finalmente se entregaron las

¹⁴⁶ JIMÉNEZ y MUSCHLER. Op. cit., p. 7.

plántulas a 20 agricultores pertenecientes al grupo de trabajo que participaron en las distintas reuniones y jornadas de capacitación. Para las cercas vivas, la distancia de siembra fue de 1,50 entre árboles y para los silvopastoriles a 4m entre árboles y 6m entre hileras, la entrega del material se hizo en cada finca donde se establecieron los arreglos.

Los arreglos silvopastoriles no fueron evaluados dentro de este proyecto, debido a no se establecieron las repeticiones necesarias para la evaluación estadística.

Ü **Fase 6. Evaluación de las especies establecidas.** La primera evaluación de las variables dendrométricas en las parcelas de monitoreo de fijación de carbono, se hizo al momento del establecimiento según las fechas acordadas con los productores para la siembra (Período 1: 0 días) y durante los dos meses siguientes cada 30 días (Período 2: 30 días, Período 3: 60 días).

§ **Parcelas de monitoreo de fijación de carbono.** Las parcelas de evaluación (100m x 1m) se establecieron con el arreglo agroforestal de cercas vivas en 8 fincas de los productores vinculados al proyecto para una intensidad de muestreo del 40%, utilizando las especies Laurel de cera (*Morella pubescens*), Aliso (*Alnus jorullensis*), y Acacia amarilla (*Acacia decurrens*) a las cuales se les hizo la medición de las variables dendrométricas para una intensidad de muestreo equivalente al 26% (792 plántulas).

Ü **Fase 7. Análisis estadístico.** Para conocer la dinámica de las parcelas permanentes, con las especies seleccionadas, desde el período de establecimiento, se realizaron evaluaciones a las variables: diámetro basal, altura de las plántulas, número de hojas y rebrotes, lo cual permitió realizar y generar una propuesta para el monitoreo de carbono en los diferentes componentes (biomasa aérea, biomasa radical, hojarasca, entre otras).

Los datos de altura y diámetro basal obtenidos cada 30 días se sometieron a un análisis de varianza – ANDEVA, obteniendo como resultado que las tres especies establecidas mostraron favorable adaptabilidad, así como un crecimiento acorde a la edad de las plantas

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Beneficiarios del proyecto.

4.1.1 Socialización del proyecto. Se llevaron a cabo seis reuniones entre los meses noviembre de 2005 y enero de 2006 de socialización del proyecto “Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para la captura de carbono en el municipio de Pasto” y una asamblea de información general acerca de la temática y objetivos del mismo.

La primera parte del proyecto consistió en la conformación de un grupo de trabajo con las personas que demostraron interés en hacer parte de la iniciativa propuesta realizada en las reuniones de socialización, en las que se dio a conocer los objetivos que se pretendían alcanzar con el proyecto, la metodología de trabajo tanto para los talleres de capacitación como para las labores de establecimiento. Se aprovechó la invitación realizada por parte del rector de la IEM de Cabrera para socializar el proyecto como uno de los puntos del orden del día de la reunión de padres de familia, a la reunión asistieron aproximadamente 200 personas.

Debido al marcado minifundio existente en la microcuenca (el 60,8% de los predios son menores de 1ha, el 83,9% corresponden a predios menores de 3ha)¹⁴⁷, se contó inicialmente con la participación de 5 productores, ya que muchos tomaron la decisión de no optar por el proyecto por escasos espacios físicos en sus predios para la siembra de árboles. Por ello se toma en cuenta que el conocimiento de los estilos rurales de administración de los sistemas de producción a nivel de predio, es fundamental para el diseño de adecuadas estrategias de manejo, investigación, adaptación y adopción tecnológica, y deben tenerse en cuenta en la elaboración de proyectos en concordancia con los objetivos, limitaciones y posibilidades del productor, el predio y la región¹⁴⁸.

En el transcurso del desarrollo del proyecto, hubo mayor interés de participación por parte de otro grupo de productores, integrando así, un total de 20 usuarios que pertenecieron a las cinco veredas existentes dentro del corregimiento (Anexo B), permitiendo así enfocar la investigación a la concientización sobre los usos y manejo de los recursos naturales,

¹⁴⁷ GÓMEZ et al. Op., cit. p. 86– 87.

¹⁴⁸ GASTÓ, Juan y VÉLEZ León. Metodología y determinación de los estilos rurales en escala predial. Universidad Católica de Chile. 1998. p. 16.

mediante las jornadas de capacitación y establecimiento de los arreglos agroforestales seleccionados.

4.1.2 Talleres y capacitaciones. Después de haber consolidado el grupo con el que se iba a trabajar, se inició la realización de los talleres de capacitación, se realizaron cuatro jornadas de capacitación las cuales se llevaron a cabo entre los meses de febrero y abril de 2006. Los talleres estuvieron respaldados por el Grupo de Investigación de Agroforestería Tropical de la Universidad de Nariño (Anexo C y D).

Los talleres se realizaron teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

Ü Tratar técnicas sostenibles en el manejo de cultivos, tomando como base el establecimiento de arreglos agroforestales como alternativa.

Ü Resolver inquietudes por parte de la comunidad.

Ü Planeación de las jornadas de capacitación y establecimiento de los arreglos agroforestales.

Ü Integración de la comunidad.

El sitio de reunión, se escogió de acuerdo a las sugerencias realizadas por los productores y las facilidades de acceso de todos los integrantes del grupo de trabajo, fue ubicado en la Vereda Duarte en la vivienda del señor Diuvijildo Hidalgo. De común acuerdo con los productores, se escogió el día martes para efectuar las reuniones, a partir de las tres de la tarde.

En general para todas las reuniones efectuadas, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Ü Exposición de los temas a tratar en forma concreta.

Ü Utilización de ayudas educativas de acuerdo al tema.

Ü Se realizaron las conclusiones de cada actividad.

Ü En cada reunión se tomó la lista de asistencia.

Las temáticas desarrolladas durante los talleres de capacitación fueron:

- Ü Cambio climático y diagnóstico participativo: visión pasada, presente y futuro.
- Ü Elaboración de abonos orgánicos sólidos y foliares.
- Ü Sistemas agroforestales y manejo de especies menores (cuyes).
- Ü Adopción de arreglos agroforestales y manejo del cultivo de cebolla de rama.

La escasa asistencia técnica en la zona, así como también el insuficiente apoyo por parte de instituciones locales, regionales, públicas o privadas, incentivaron a la población a que asistieran con mayor frecuencia y con mayor número de personas, en promedio, la asistencia de la comunidad entre hombres y mujeres fue 12 personas.

Algunos factores que influyeron en la participación de los productores en los talleres de capacitación fueron muy similares a los nombrados por Cabrera y Delgado¹⁴⁹ y se nombran en la tabla 4.

Tabla 4. Aspectos positivos y negativos para la participación comunitaria.

NEGATIVO	POSITIVO
El lugar de reunión para varios productores se encontraba lejos de su finca.	Participación de los miembros del grupo familiar.
Diferencias sociopolíticas entre los miembros de la comunidad.	Comunidad sensibilizada ante la problemática ambiental.
Desconfianza ante proyectos ejecutados por entidades públicas y/o privadas.	Interés por adquirir nuevos conocimientos y experiencias.
Poca disponibilidad de tiempo debido a que algunos productores trabajan en diferentes campos.	Líderes positivos dentro de la comunidad que motivan a los vecinos a participar en esta clase de eventos.
Falta de iniciativa	Confianza ante proyectos generados a partir de la Universidad de Nariño.

Fuente: Adaptado de DELGADO y CABRERA, 2005

León¹⁵⁰, afirma que “Una forma básica para sensibilización de una comunidad frente al manejo y uso de los recursos naturales, son las capacitaciones que pueden generar

¹⁴⁹ CABRERA y DELGADO, Op., cit. P. 56.

¹⁵⁰ LEÓN GUEVARA, Javier Aníbal. Conocimiento local y razonamiento agroecológico para toma de decisiones en pasturas degradadas en El Peten Guatemala. Trabajo de grado. (MSc en Agroforestería Tropical), CATIE. Costa Rica, 2006. p. 61.

procesos para una mejor administración de los mismos”. Por ello el proyecto enfocado al pago de servicios ambientales en secuestro y monitoreo de carbono posibilita ingresos adicionales para productores rurales, aun cuando mercados y mecanismos que operarán son todavía emergentes.

4.2 Adopción de cercas vivas

Se realizó un análisis de adoptabilidad prospectiva del arreglo agroforestal de cercas vivas, con el propósito de conocer la recepción de las recomendaciones de establecimiento en las fincas del grupo de productores involucrados en el proyecto, basándose en la visión que tiene cada usuario dentro de su predio para interpretar la posible apreciación del mismo bajo los atributos de simplicidad, observabilidad, superioridad, compatibilidad, factibilidad y probabilidad. Teniendo en cuenta la recomendación efectuada durante el taller: adopción de arreglos agroforestales, se describe la evaluación de la propuesta en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis de adoptabilidad del arreglo agroforestal cercas vivas con los productores de la microcuenca Cabrera

ATRIBUTOS	CERCAS VIVAS					
	GRUPO DE INVESTIGADORES			PRODUCTORES DE LA ZONA		
	CALIFICACIÓN	100 PESO	25	100	25	
	(C)	(W)	C * W	C	W	C * W
SUPERIORIDAD	4	0,7	2,8	4	1	4
COMPATIBILIDAD	4	0,8	3,2	3	0,5	1,5
SIMPLICIDAD	5	1	5	4	0,8	3,2
FACTIBILIDAD	3	0,6	1,8	2	0,5	1
OBSERVABILIDAD	4	0,7	2,8	5	1	5
			15,6			14,7
PROBABILIDAD DE ADOPCIÓN			62%			59%

Fuente: Esta investigación

El grupo de investigadores de la Universidad de Nariño, presentaron 62% de adoptabilidad para la propuesta del arreglo agroforestal de de cercas vivas para secuestro de carbono, y con un 59% de adoptabilidad que presentaron los productores de la zona, permitiendo esto reconocer la similitud y concordancia de la escogencia de los sistemas agroforestales adaptado o ha adaptar, por los atributos anteriormente señalados en la Tabla 5. Este dato es comparable con el estudio realizado por Aráuz, et al 2003¹⁵¹, en el que los resultados de adopción del arreglo de cercas vivas fueron de un 58% para el grupo investigador y un 51% para el productor.

¹⁵¹ ARÁUZ ÚBEDA, Juan et al. Planificación agroforestal: finca “La Familia”, Sitio de Mata, Turrialba. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 2003. p.43.

El grupo de productores mencionó que los atributos mas importantes para la adopción de los sistemas agroforestales es la simplicidad puesto que representan de alguna manera la utilización de la mano de obra familiar, se tienen los insumos necesarios en la finca para la realización de las implementaciones, la observabilidad, porque requieren encontrar resultados a corto plazo. En cuanto a la superioridad se registró la importancia que tienen las cercas vivas a los sistemas de producción. Las bajas calificaciones para el atributo de factibilidad, mencionaron por la carencia de material vegetal y acompañamiento técnico para el adecuado manejo de las cercas.

El grupo de investigadores asumieron que los valores fueron similares de la adoptabilidad por lo que se cree que dentro del proceso de establecimiento del arreglo agroforestal siempre se tuvo en cuenta las necesidades del productor, y que su adopción del arreglo agroforestal cercas vivas, se da principalmente por los beneficios tanto económicos como productivos que éstas pueden generar en el tiempo.

En los últimos años el sistema de cercas vivas ha tomado mayor relevancia económica y ecológica, no sólo porque su establecimiento significa un ahorro del 54% con respecto al costo de las cercas convencionales; sino porque constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña¹⁵².

Para el reconocimiento de obtención de mejores resultados en cuanto a la adopción del sistema de cercas vivas, se debe generar un contacto directo con los beneficiarios del proyecto. Puesto que ésta estrategia de trabajo cercano con grupos de apoyo como investigadores, extensionistas y agricultores, mejoran la posibilidad de lograr éxito en la adopción de tecnologías como lo afirma Madany (1991) citado por Aráuz et al.¹⁵³

4.3 Establecimiento de cercas vivas

El material vegetal se entregó a cada beneficiario (productor), acorde al área disponible de los predios. Por lo que se realizó con anterioridad la medición de las áreas en donde se implementaron las cercas vivas, y posteriormente, se realizaron las jornadas correspondientes de entrega de material (plántulas y abono) y siembra en el lugar definitivo seleccionado.

¹⁵² HOLMAN, F. et al. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. 1992. Costa Rica

¹⁵³ ARÁUZ, et al., p. 44.

Para el establecimiento del arreglo agroforestal de cercas vivas, se hizo una capacitación a cada productor, para señalar la importancia de las labores culturales necesarias para cada especie escogida. En total, se sembraron 2.222 plántulas distribuidas así: 611 de Laurel de cera (*Morella pubescens*), 845 de Aliso (*Alnus jorullensis*), 551 de Acacia amarilla (*Acacia decurrens*), 150 de Quillotoco (*Tecoma stans*) y 65 de Cajeto (*Cytharexylum subflavescens*), que ocuparon un espacio lineal de 3,33Km en las diferentes zonas de la microcuenca de Cabrera (Anexo E).

En las jornadas de establecimiento, se hizo un acompañamiento a los productores con la colaboración de los estudiantes de primer, sexto y noveno semestre del programa de Ingeniería Agroforestal de la Universidad de Nariño, para todas las labores culturales que se necesitaban y se entregó un acta de compromiso a los usuarios, para garantizar que las plantaciones no se destruyan (Anexo F).

Scherr (1995) citado por Aráuz et al¹⁵⁴, afirma que “Los agricultores como beneficiarios prefieren usar varias especies para evitar riesgos de plagas, enfermedades, caídas de precios y para adaptar a las condiciones de sitio y de manejo; además la adopción de especies es mas rápida cuando los sistemas propuestos son basados en practicas agroforestales ya existentes”.

Cada parcela establecida, fue de 100m² (100m x 1m), debido a que Gómez¹⁵⁵, afirma que en la microcuenca Cabrera, es posible realizar estas practicas en predios de microfundio (menores a 1ha), tal como se observo en las áreas escogidas.

Mediante la incorporación de plantaciones de cercas vivas en las fincas, se reconoció la importancia por parte de los productores en presentar alternativas que mejoren el ambiente, principalmente por la diversificación en el predio con especies que ya han sido establecidas a nivel local y que han generado servicios en la comunidad. Por lo que se tomó en consideración lo que exponen Sherr y Muller (1991) citados por Aráuz¹⁵⁶ “Algunas practicas del establecimiento de los beneficiarios para generar mejoría en sus sistemas están condicionadas a la cultura del propietario, por ende no adoptan un paquete tecnológico, sino que seleccionan y acogen las recomendaciones que mas le convienen”.

¹⁵⁴ Ibid., p. 42.

¹⁵⁵ GÓMEZ, Op., cit. p.57.

¹⁵⁶ ARÁUZ, et al., p. 42

Lo anteriormente mencionado concuerda con otros estudios como Godoyt (1992), Current et al, (1995), Scherr (1995) y Ayuk (1997) citados por De Matos (1999)¹⁵⁷ afirman que los agricultores adoptan practicas agroforestales principalmente interesados en los beneficios económicos que pueden lograr con la nueva practica.

4.3.1 Establecimiento de parcelas para monitoreo de carbono. El establecimiento de las cercas vivas una vez seleccionadas las especies por el productor, y las áreas de parcelas para la plantación permanente, se realizó teniendo en cuenta cuatro repeticiones por especie, para un total de 12 parcelas de evaluación, se georreferenció cada sitio para facilitar futuras evaluaciones, necesarias para dar seguimiento de las variables evaluadas, que generarían información específica para estimación de captura de carbono.

En 18 de las fincas, con un rango de área entre 0.85ha y 1ha¹⁵⁸, se establecieron cercas vivas, de las cuales se escogieron 8 para tenerlas como parcelas permanentes de monitoreo, que están distribuidas en las cinco veredas que conforman la microcuenca, representando un 36% (1.2km) del total de cercas vivas implementadas en la zona (3.33km). Los datos más relevantes se mencionan en el Anexo G.

Las ocho fincas para el establecimiento de las parcelas permanentes para monitoreo de carbono, se escogieron por medio del muestreo teórico propuesto por Glaser y Strauss (1967) citado por Sanahuja y Silva¹⁵⁹; éste tipo de muestreo se caracteriza por el proceso de recolección de datos para analizar conjuntamente la selección y codificación de la información y luego decidir qué parte de la información escoger para desarrollarla de modo que se puedan establecer criterios muestrales que contribuyan a sostener su validez.

Gómez¹⁶⁰ afirma que, la mayoría de los predios existentes en la microcuenca Cabrera, se caracterizan por ser microfundios (menores a 1ha) y de acuerdo con el estudio realizado

¹⁵⁷ DE MATOS, Eloina Neri, Validación, adopción inicial y difusión con indígenas Ngabe, Panamá, de la tecnología agroforestal de siembra de *Cordia alliodora*, en cacaotales establecidos. Trabajo de grado. (MsC en Agroforestería Tropical), CATIE. Costa Rica, 1999. p. 39.

¹⁵⁸ GÓMEZ., p. 27 – 29.

¹⁵⁹ SANAHUJA, Sonia y SILVA, Ana. Muestreo teórico y estudios del discurso: una propuesta teórico - metodológica para la generación de categorías significativas en el campo del Análisis del Discurso. En: I coloquio nacional de investigadores en estudios del discurso el estudio del discurso: metodología multidisciplinaria. 2001. p. 2.

¹⁶⁰ GÓMEZ, Op., cit. p. 56 – 57.

por Chamorro¹⁶¹, de los 20 usuarios involucrados en el proyecto “Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para la captura de carbono, municipio de Pasto, Nariño”, ocho de ellos, presentaban las condiciones necesarias para el establecimiento de las parcelas de monitoreo (100*1m²), con base en esto, se utilizó el muestreo teórico para la selección de las fincas, con el fin de que los resultados puedan evaluarse estadísticamente.

La ubicación de las fincas en el espacio, se muestra en el anexo H y algunas características de las mismas de acuerdo con el estudio realizado por Chamorro¹⁶² y los mapas de las fincas, se presentan a continuación:

Ü **Finca 1.** La finca pertenece al señor Manuel Puerres Cabrera y Alba Nelly Jossa, se encuentra ubicada en la vereda El Purgatorio a una altura de 2878m.s.n.m, cuenta con una extensión de 4has. Sus principales ingresos provienen del cultivo de cebolla, venta de leche y manejo de especies menores, en promedio \$80.000 semanales. Tiene un huerto casero que sirve principalmente para el autoconsumo en donde maneja especies agrícolas, aromáticas y algunos frutales en menor proporción.

Se establecieron 585m de cercas vivas y dos parcelas de monitoreo con las especies laurel de cera y acacia amarilla (Figura 4), a las cuales se les tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. La ubicación espacial de las parcelas es:

- **Laurel de cera:** N: 01°22'342" W: 77°22'283" y N: 01°21'352" W: 77°22'146".
- **Acacia amarilla:** N: 01°22'572" W: 77°22'124" y N: 01°21'573" W: 77°22'032".

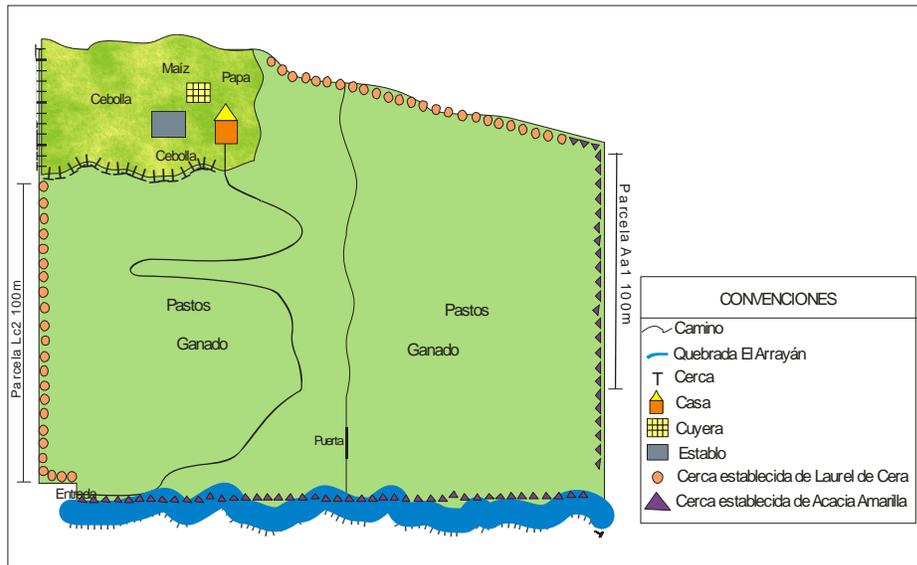
Ü **Finca Nº 2.** La finca pertenece al Colegio Musical Británico, se encuentra ubicada en la vereda de Cabrera Bajo, a una altura de 2832 m.s.n.m., cuenta con una extensión de 0.65has. Como no es un interés por parte de los directivos del colegio el sacar un provecho económico del predio, no se tienen referencias por ingresos producidos por éste. En el predio se encuentran ensayos de cultivos orgánicos con algunas especies frutales y agrícolas. Sin embargo, no hay un seguimiento de tipo científico a estos arreglos.

Se establecieron 297m de cercas vivas y tres parcelas de monitoreo con las especies aliso, laurel de cera y acacia amarilla (Figura 5) a las cuales se les tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. La ubicación espacial de las parcelas es:

¹⁶¹ CHAMORRO, Andrés. Informe del área sociológica del proyecto: “Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para la captura de carbono, municipio de Pasto, Nariño”. Informe no publicado. 2006. p. 15.

¹⁶² Ibid., p. 16.

Figura 4. Finca 1. Manuel Puerres.



Fuente: Esta investigación

- **Aliso:** N: 01°21'041" W: 77°22'341" y N: 01°20'978" W: 77°22'286".
- **Laurel de cera:** N: 01°21'106" W: 77°22'375" y N: 01°21'042" W: 77°22'342".
- **Acacia amarilla:** N: 01°20'976" W: 77°22'283" y N: 01°20'996" W: 77°22'234".

Ü **Finca Nº 3.** La finca pertenece a la señora Nubia Pejendino, está ubicada en la vereda Duarte, a una altura de 2890 m.s.n.m., cuenta con una extensión de 1ha, sus principales ingresos provienen de la venta de especies menores. Tiene un huerto casero que en el momento se encuentra en periodo de descanso, algunos parches de bosques, pastos y un cultivo de tomate de árbol, en promedio los ingresos por los diferentes productos que tiene en su finca, es de \$75.000 semanales.

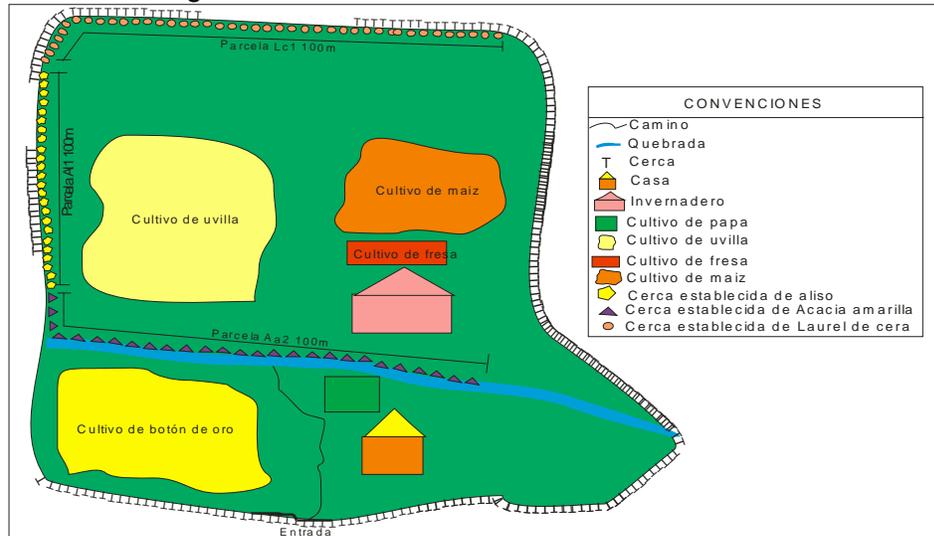
Se establecieron 525m de cercas vivas y dos parcelas de monitoreo con las especies laurel de cera y acacia amarilla (Figura 6), a las cuales se les tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. La ubicación espacial de las parcelas es:

- **Laurel de cera:** N: 01°22'919" W: 77°21'284" y N: 01°22'997" W: 77°21'348".
- **Acacia amarilla:** N: 01°23'000" W: 77°21'349" y N: 01°23'076" W: 77°21'396".

Ü **Finca Nº 4.** La finca pertenece al señor Diego Díaz, está ubicada en la vereda Duarte, a una altura de 2884 m.s.n.m, cuenta con una extensión de 1ha aproximadamente. Sus principales ingresos provienen del cultivo de flores como astromelias y estrellas, además de la venta de especies menores. Tiene un huerto casero que sirve principalmente para el autoconsumo donde se producen algunas especies agrícolas y aromáticas, en promedio

los ingresos por los diferentes productos que tiene en su finca, es de \$100.000 semanales.

Figura 5. Finca 2. Colegio Británico



Fuente: Esta investigación.

Se establecieron 135m de cercas vivas y una parcela de monitoreo con la especie aliso (Figura 7) a la cual se les tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. La ubicación espacial de la parcela es:

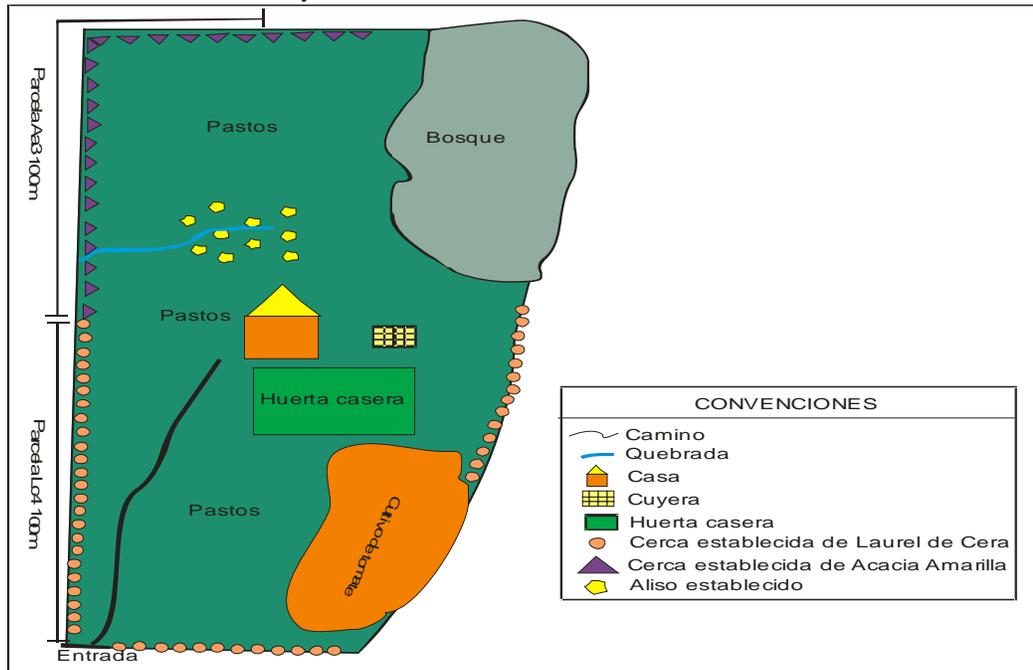
- **Aliso:** N: 01°22'655" W: 77°21'489" y N: 01°22'688" W: 77°21'477".

Ü **Finca Nº 5.** La finca pertenece al señor Franco Josa, está ubicada en la vereda La Paz a una altura de 2868 m.s.n.m., cuenta con una extensión de 1ha aproximadamente. Sus principales ingresos provienen del arrendamiento del predio, y del restaurante que tiene en la plaza del pueblo. El principal uso del suelo esta dado por el manejo de pastos naturales, en promedio los ingresos por los diferentes productos que tiene en su finca, es de \$200.000 semanales.

Se establecieron 156m de cercas vivas y una parcela de monitoreo con la especie aliso (Figura 8) a la cual se le tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. La ubicación espacial de la parcela es:

- **Aliso:** N: 01°22'190" W: 77°21'969" y N: 01°22'291" W: 77°21'960".

Figura 6. Finca 3. Nubia Pejendino



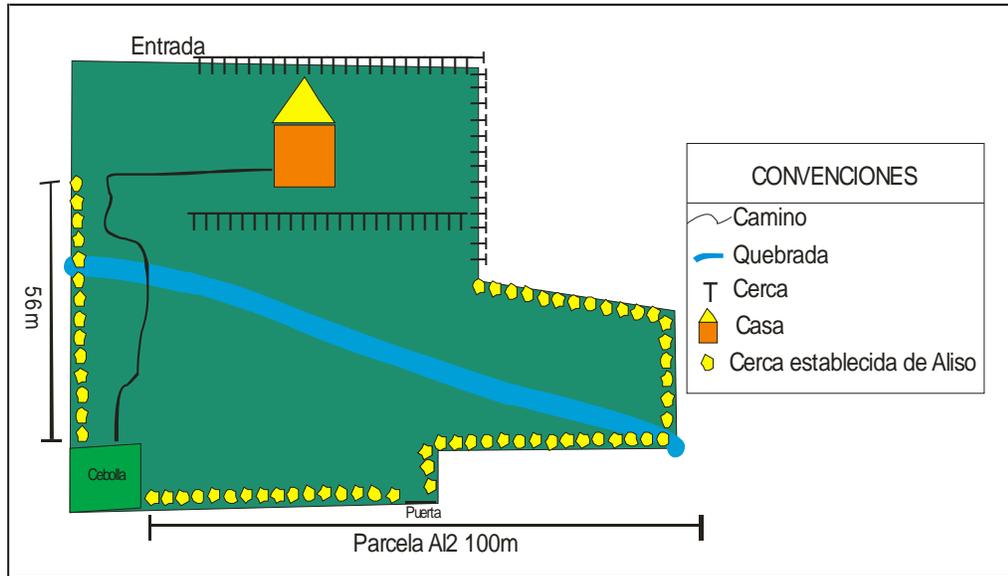
Fuente: Esta investigación.

Figura 7. Finca 4. Diego Díaz



Fuente: Esta investigación

Figura 8. Finca 5. Franco Josa



Fuente: Ésta investigación

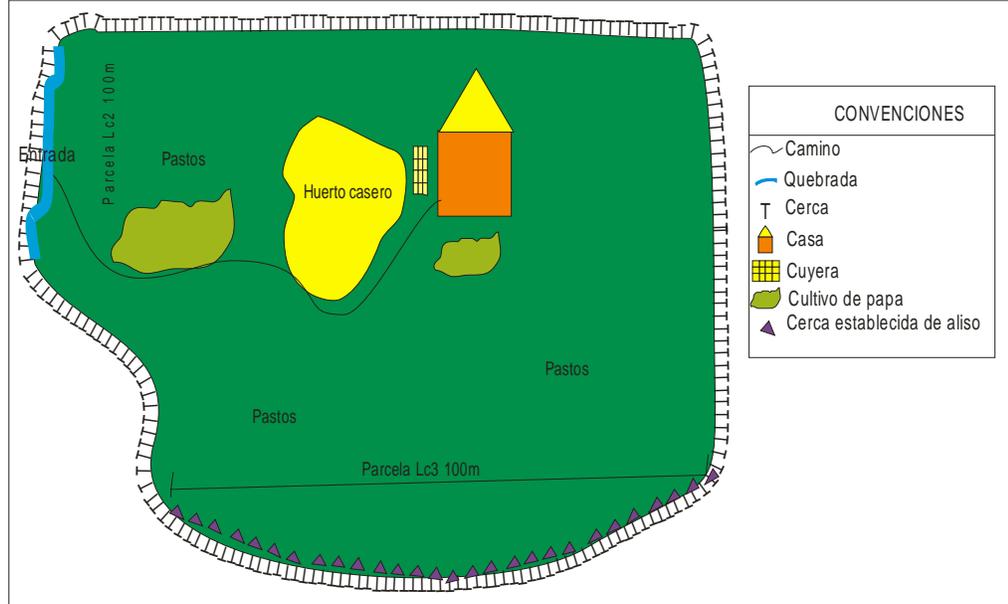
Ü **Finca Nº 6.** La finca pertenece a la señora Bertha Botina, está ubicada en la vereda Duarte a una altura de 2870, cuenta con una extensión de 1ha aproximadamente. Sus principales ingresos provienen del manejo de especies menores. Tiene un huerto casero que sirve principalmente para el autoconsumo donde se producen algunas especies agrícolas y aromáticas, en promedio los ingresos por los diferentes productos que tiene en su finca, es de \$30.000 semanales.

Se establecieron 105m de cercas vivas y una parcela de monitoreo (Figura 9) con la especie laurel de cera a la cual se le tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. La ubicación espacial de las parcelas es:

- **Laurel de cera:** N: 01°22'322" W: 77°21'321" y N: 01°22'341" W: 77°21'225".

Ü **Finca Nº 7.** La finca pertenece al señor Javier Paz, está ubicada en la vereda Duarte, a una altura de 2888 m.s.n.m., cuenta con una extensión de 0.5has aproximadamente. Sus principales ingresos provienen del cultivo de flores como astromelias y estrellas, además de la venta de especies menores, en promedio los ingresos por los diferentes productos que tiene en su finca, es de \$50.000 semanales.

Figura 9. Finca 6. Bertha Botina



Fuente: Esta investigación

Se establecieron 135m de cercas vivas y una parcela de monitoreo con la especie aliso (Figura 10) a la cual se le tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. La ubicación espacial de las parcelas es:

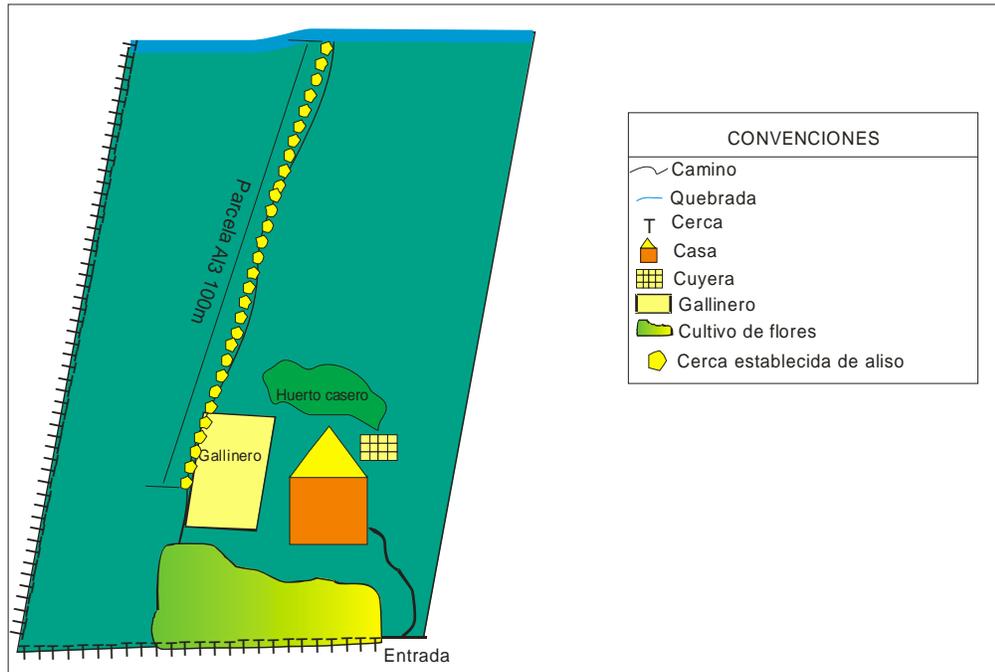
- **Aliso:** N: 01°22'638" W: 77°21'485" y N: 01°22'610" W: 77°21'385".

Ü **Finca Nº 8.** La finca pertenece a Alicia Calpa Quetama, está ubicada en la vereda Buena Vista, a una altura de 2830 m.s.n.m., cuenta con una extensión de 2.5has aproximadamente. Sus principales ingresos provienen del manejo de especies menores, tiene cultivos de pastos mejorados para algunas de las especies que maneja, en promedio los ingresos por los diferentes productos que tiene en su finca, es de \$204.000 semanales.

Se establecieron 472.5m de cercas vivas y una parcela de evaluación con la especie acacia amarilla (Figura 11), a la cual se le tomo todas las mediciones mencionadas anteriormente. Además se establecieron las especies: quillotocto, aliso, cajeto. La ubicación espacial de las parcelas es:

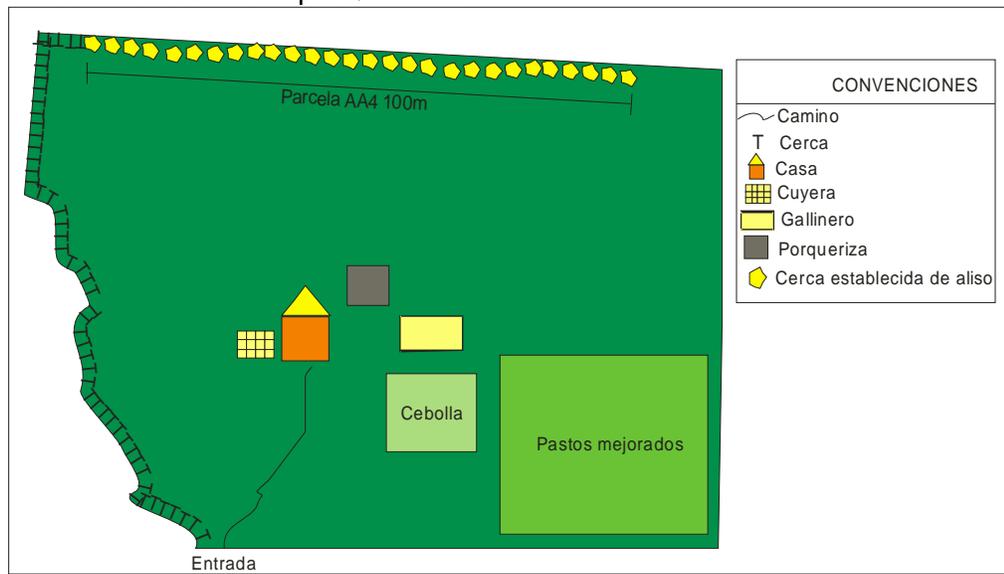
- **Acacia amarilla:** N: 01°21'093" W: 77°21'504" y N: 01°21'137" W: 77°21'449".

Figura 10. Finca 7. Javier Paz



Fuente: Esta investigación

Figura 11. Finca 8. Alicia Calpa Quetama.



Fuente: Esta investigación.

4.4 Variables evaluadas

La dinámica de las parcelas permanentes fue evaluada con las variables de crecimiento: diámetro basal, altura de las plántulas, número de hojas y rebrotes, lo cual permitió realizar y generar una propuesta para fijación de carbono en los diferentes componentes (biomasa aérea, biomasa radicular, hojarasca, entre otras).

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el procedimiento ANDEVA y la comparación de medias, mediante pruebas de t. Los periodos y el promedio de las mediciones de las anteriores variables se encuentran en el anexo I.

Los datos que se presentan a continuación, se utilizarán como referencias de línea base para monitoreo de Carbono para las especies *A. decurrens*, *A. jorullensis*, *M. pubescens*.

4.4.1 Diámetro basal. En promedio, en las cuatro parcelas evaluadas por especie, el diámetro de los individuos oscilaron entre 0,19 y 0,25cm para Acacia amarilla (*A. decurrens*); 0,27 y 0,36cm para la especie Aliso (*A. jorullensis*); 0,31 y 0,34cm para Laurel de cera (*M. pubescens*).

En la tabla 6, se muestra el resumen estadístico para diámetros en todos los periodos para todas las especies, donde el coeficiente de variación, es alto para la especie *M. pubescens*, esto puede deberse a que en el momento de la siembra, las edades de las plántulas no eran homogéneas.

Tabla 6. Resumen estadístico para diámetros (cm.) en todos los periodos para todas las especies.

Especie	Edad Plántulas (Días de siembra)	Plántulas Evaluadas (#)	E. Descriptivos		E. Dispersión	
			Media (cm.)	Varianza	Desviación típica	Coefficiente Variación
<i>A. decurrens</i>	0	264	0,19	0,002	0,05	0,263
	30	264	0,24	0,003	0,06	0,250
	60	264	0,28	0,004	0,06	0,214
<i>A. jorullensis</i>	0	264	0,29	0,005	0,07	0,241
	30	264	0,37	0,006	0,08	0,216
	60	264	0,43	0,008	0,09	0,209
<i>M. pubescens</i>	0	264	0,31	0,050	0,23	0,742
	30	264	0,35	0,060	0,25	0,714
	60	264	0,38	0,060	0,25	0,658

Fuente: Esta investigación

Comparador de t al 95%

El análisis de varianza en los tres períodos para la variable diámetro en todas las especies, indicó que hay diferencias estadísticas significativas, lo que demuestra que hubo aumento de diámetro durante los 60 días de evaluación (Anexo J, K, L).

En el análisis de la prueba de t a un nivel de confianza del 95%, se observó que en los tres períodos de evaluación presenta una diferencia significativa (Anexo M), lo que indica que hubo diferencias en el crecimiento del diámetro de la especie *A. decurrens* (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba de t para diámetro de la especie *A. decurrens*

Diámetro	Plántulas evaluadas (#)	Media (cm)	Grupos homogéneos
Periodo 1	264	0,19	A
Periodo 2	264	0,24	B
Periodo 3	264	0,28	C

Fuente: Esta investigación

Comparador de t al 95%

Debido a que no se encontraron datos de crecimiento al inicio de las plantaciones de *A. decurrens*, para realizar comparativos, se sugiere tener en cuenta el estudio realizado por Giraldo y Bolívar¹⁶³, en el cual, se presentan datos de crecimiento a partir de los 14 meses de edad de la plantación, donde se encontró que el diámetro promedio es de 3,09cm.

En el análisis de la prueba de t a un nivel de confianza del 95% para la especie *A. jorullensis*, se observó que en los tres períodos de evaluación presenta una diferencia significativa (Anexo N), lo que indica que hubo crecimiento del diámetro de ésta especie (Tabla 8).

Tabla 8. Prueba de t para diámetro de la especie *A. jorullensis*

Diámetro	Plántulas evaluadas (#)	Media (cm)	Grupos homogéneos
Periodo 1	264	0,29	A
Periodo 2	264	0,37	B
Periodo 3	264	0,43	C

Fuente: Esta investigación

Comparador de t al 95%

¹⁶³ GIRALDO, Luis y BOLÍVAR, Diana. Evaluación de un Sistema Silvopastoril de Acacia decurrens Asociada con Pasto kikuyo Pennisetum clandestinum, en Clima Frío de Colombia. [en línea] Universidad Nacional de Colombia, 2003 [citado, el 31 de mayo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Y4435S/y4435s0k.htm >.

Los datos encontrados en esta investigación proyectándolos a 12 meses (2,11cm), se pueden comparar con el estudio realizado por Aguirre, Günter, Weber y Stimm¹⁶⁴, donde encontraron que la especie *A. jorullensis*, en condiciones de claro natural, presenta un crecimiento en diámetro de 2,2cm en promedio durante el período evaluado (12 meses).

En el análisis de la prueba de t a un nivel de confianza del 95%, se observó que en el segundo período hubo mayor desarrollo del diámetro que en los otros dos períodos (Anexo O), puesto que entre el primer período y el tercero no hubo diferencias en el crecimiento del diámetro de la especie *M. pubescens* (Tabla 9), debido al estrés de las plantas por los períodos de lluvia intensa como lo afirman León y Miranda (2001)¹⁶⁵, en el estudio realizado en la microcuenca Las Tiendas, Municipio de Pasto, sobre la fenología de diez especies forestales nativas, donde aseguran que las especies están en función de los factores atmosféricos, especialmente la época de lluvia y brillo solar.

Tabla 9. Prueba de t para diámetro de la especie *M. pubescens*

Diámetro	Plántulas evaluadas (#)	Media (cm)	Grupos homogéneos
Periodo 1	264	0,31	A
Periodo 2	264	0,35	B
Periodo 3	264	0,38	A

Fuente: Esta investigación

Prueba de t al 95%

Los datos encontrados en esta investigación, se pueden comparar con los reportados por Molina y Narváez¹⁶⁶, en un sistema agroforestal de Laurel de Cera con maíz y frijol voluble con un crecimiento promedio de 0,17cm mensual.

Proyectando los datos de crecimiento en diámetro a 12 meses, a partir de la tasa de crecimiento encontrada en este estudio (0,13cm) se determinó una tasa de crecimiento anual de 1,94cm/año y comparado con el estudio realizado por Aguirre, Günter, Weber y Stimm¹⁶⁷, para la especie *M. pubescens*, en condiciones de claro natural, donde presentó

¹⁶⁴ AGUIRRE, Nicolay, GÜNTER, Sven, WEBER, Michael y STIMM, Bernd. Enriquecimiento de plantaciones de *Pinus patula* con especies nativas en el sur del Ecuador. [en línea] Universidad Nacional de Loja Ecuador, 2005 [citado, el 31 de mayo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=400&PHPSESSID=0f2b9becf84cc250abe3f031e13b0f1f>.

¹⁶⁵ LEÓN Y MIRANDA, Op., cit. p. 67.

¹⁶⁶ MOLINA MORENO, Ángela Andrea y NARVÁEZ BARRERA, William Daladier. Sistema agroforestal laurel de cera (*Myrica pubescens* h.b.k.), intercalado con cultivos transitorios en el municipio de Pasto. [en línea] Universidad de Nariño 2000 [citado, el 31 de mayo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.udenar.edu.co/pifil/proyectos2.htm>.

¹⁶⁷ AGUIRRE, GÜNTER, WEBER, y STIMM. Op., cit.

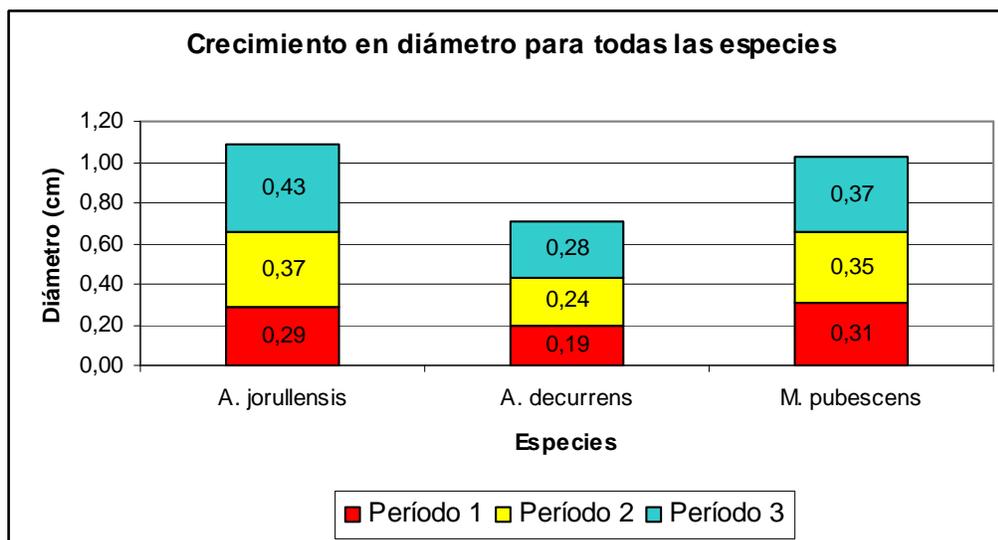
un crecimiento en diámetro de 1.64cm/año en promedio, muy parecido al registrado en este estudio.

En la figura 12 se observa la tasa de crecimiento en diámetro de las tres especies en los tres periodos, lo que permite establecer que entre las especies establecidas (264 árboles/especie) existe un crecimiento proporcional en relación al periodo evaluado.

4.4.2 Altura. En promedio, en las cuatro parcelas evaluadas por especie, la altura de los individuos oscilaron entre 14,23 y 18,55cm para Acacia amarilla (*A. decurrens*); 15,45 y 22,40cm para la especie Aliso (*A. jorullensis*); 16,58 y 22,66cm para Laurel de cera (*M. pubescens*) así como se muestra en la tabla 10.

El análisis de varianza en los tres periodos de la variable altura para todas las especies, mostró que hay diferencia estadística significativa, lo que demuestra que hubo aumento de altura durante los 60 días de evaluación (ANEXO P, Q, R).

Figura 12. Crecimiento en diámetro de las tres especies para todos los periodos evaluados.



Fuente: Esta investigación.

En el análisis de la prueba de t a un nivel de confianza del 95%, se observó que en los tres periodos de evaluación presenta una diferencia significativa (ANEXO S), lo que indica que hubo diferencias en el crecimiento de la altura de la especie *A. decurrens* (Tabla 11).

Tabla 10. Resumen estadístico para alturas (cm.) en todos los períodos para todas las especies.

Especie	Edad Plántulas (Días de siembra)	Plántulas Evaluadas (#)	E. Descriptivos		E. Dispersión	
			Media (cm.)	Varianza	Desviación típica	Coficiente Variación
<i>A. decurrens</i>	0	264	14,23	38,58	6,21	0,44
	30	264	18,55	44,16	6,65	0,36
	60	264	22,09	54,06	7,35	0,33
<i>A. jorullensis</i>	0	264	15,45	20,6	4,54	0,29
	30	264	17,94	22,84	4,78	0,27
	60	264	22,4	25,67	5,07	0,23
<i>M. pubescens</i>	0	264	16,58	123,53	11,11	0,67
	30	264	19,46	142,66	11,94	0,61
	60	264	22,66	148,67	12,19	0,54

Fuente: Esta investigación

Prueba de *t* al 95%

Tabla 11. Prueba de *t* para altura de la especie *A. decurrens*

Diámetro	Plántulas evaluadas (#)	Media (cm)	Grupos homogéneos
Periodo 1	264	14,23	A
Periodo 2	264	18,55	B
Periodo 3	264	22,09	C

Fuente: Esta investigación

Prueba de *t* al 95%

Debido a que no se encontraron datos de crecimiento al inicio de las plantaciones de *A. decurrens*, para realizar comparativos, se sugiere tener en cuenta el estudio realizado por Giraldo y Bolívar¹⁶⁸, en el cual, se presentan datos de crecimiento a partir de los 14 meses de edad de la plantación, donde se encontró que la altura promedio es de 1,2m.

En el análisis de la prueba de *t* a un nivel de confianza del 95%, se observó que en los tres períodos de evaluación presenta una diferencia significativa (ANEXO T), lo que indica que hubo diferencias en el crecimiento de la altura de la especie *A. jorullensis* (Tabla 12).

Los datos encontrados en esta investigación proyectándolos a 12 meses (112,04cm), se pueden comparar con el estudio realizado por Aguirre, Günter, Weber y Stimm¹⁶⁹, donde encontraron que la especie *A. jorullensis*, en condiciones de claro natural, presenta un crecimiento en altura de 150cm en promedio durante el período evaluado (12 meses). Lo que demuestra que el crecimiento de esta especie en sus estados iniciales en la zona es

¹⁶⁸ GIRALDO y BOLÍVAR. Op., cit.

¹⁶⁹ AGUIRRE, GÜNTER, WEBER, y STIMM, Op., cit.

lento, debido a la adaptación de la misma a las condiciones ambientales de la zona como lo afirman León y Miranda 2001¹⁷⁰.

Tabla 12. Prueba de t para altura de la especie *A. jorullensis*

Diámetro	Plántulas evaluadas (#)	Media (cm)	Grupos homogéneos
Periodo 1	264	15,45	A
Periodo 2	264	17,94	B
Periodo 3	264	22,40	C

Fuente: Esta investigación Prueba de t al 95%

En el análisis de la prueba de t a un nivel de confianza del 95%, se observó que en los tres periodos de evaluación presenta una diferencia significativa (Anexo U), lo que muestra que hubo diferencias en el crecimiento de la altura para la especie *M. pubescens* (Tabla 13).

Tabla 13. Prueba de t para altura de la especie *M. pubescens*

Diámetro	Plántulas evaluadas (#)	Media (cm)	Grupos homogéneos
Periodo 1	264	16,58	A
Periodo 2	264	19,46	B
Periodo 3	264	22,66	C

Fuente: Esta investigación Prueba de t al 95%

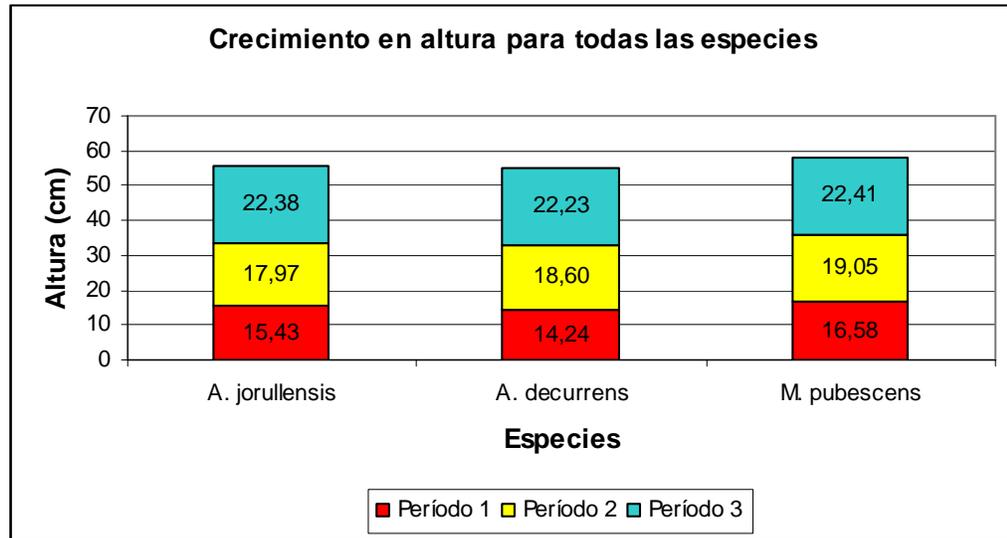
Los datos encontrados en esta investigación proyectándolos a 12 meses (113,26cm), se pueden comparar con el estudio realizado por Aguirre, Günter, Weber y Stimm¹⁷¹, donde encontraron que la especie *M. pubescens*, en condiciones de claro natural, presenta un crecimiento en altura de 81cm en promedio durante el período evaluado (12 meses). Esta diferencia se debe a que las plántulas que se establecieron tenían edades diferentes al momento de la siembra.

En la figura 13 se observa la tasa de crecimiento promedio en altura de las tres especies evaluadas en los tres periodos, de lo que se puede observar que en las especies (264árboles/especie) existe un crecimiento en altura proporcional en relación al período evaluado.

¹⁷⁰ LEÓN Y MIRANDA, Op., cit. p. 67

¹⁷¹ AGUIRRE, GÜNTER, WEBER, y STIMM, Op., cit.

Figura 13. Crecimiento en altura de las tres especies para todos los períodos evaluados.



Fuente: Esta investigación

4.4.3. Hojas. Una de las observaciones más importantes encontradas, fue la pérdida de hojas en tres parcelas de la especie *M. pubescens*, debido principalmente a la estación de lluvia y posiblemente al estrés por la manipulación o por la adaptación a la zona como cita Rodríguez (1987)¹⁷², que afirma que el desarrollo de las plantas, principalmente se debe a la forma de manipulación de las mismas dentro y fuera del vivero como las condiciones del sitio donde se plantará.

En la figura 14, se puede observar en general que la especie *M. pubescens* tuvo un porcentaje de pérdida de hojas con respecto al último período de evaluación en la parcela LC2 de 35% y en la parcela LC4 42,2%; mientras que *A. decurrens* y *A. jorullensis*, no presentaron pérdida de hojas en ninguna de las parcelas con respecto al último período. Rodríguez¹⁷³, menciona que el sitio definitivo para plantaciones o reforestación influyen en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

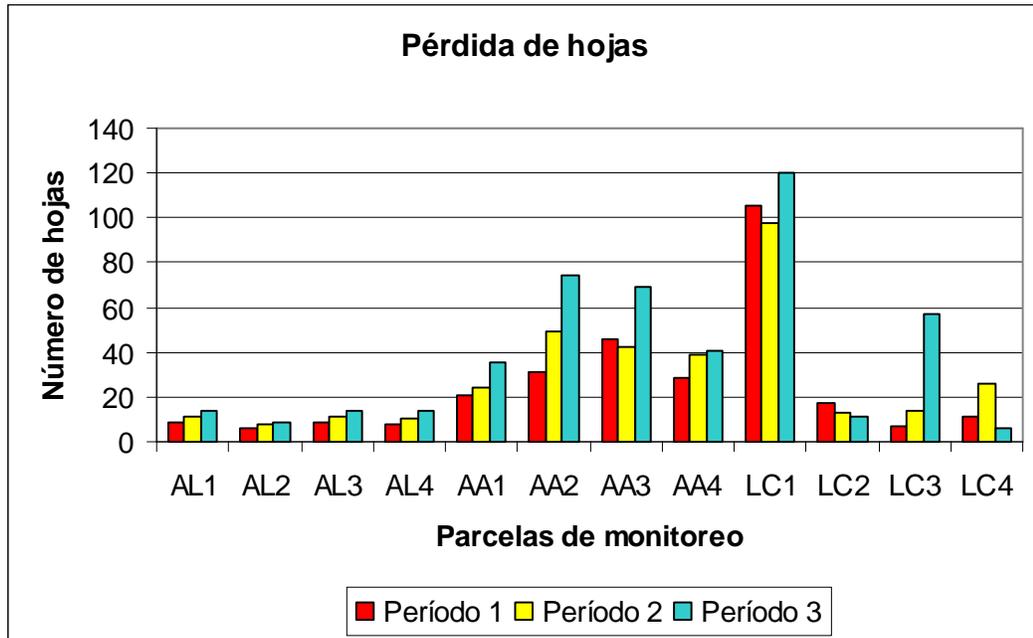
4.4.4. Rebrotos. En las evaluaciones realizadas en los tres períodos en todas las parcelas para todas las especies, se encontró que los rebrotos en la parcela AL1 disminuyeron en un 14%, en la AL2 en un 53,98% y en la AL3 21,69% (Figura 15), debido principalmente a la respuesta de la especie *A. jorullensis* a su fenología, como lo afirman León y Miranda (2001)¹⁷⁴, donde aseguran que la fonología de las especies está en función de las factores atmosféricos y demás condiciones necesarias para su desarrollo.

¹⁷² RODRÍGUEZ GUERRERO, Pedro Ignacio. Fundamentos de silvicultura. Universidad Santo Tomás. 1987. p. 177.

¹⁷³ Ibid. p. 60.

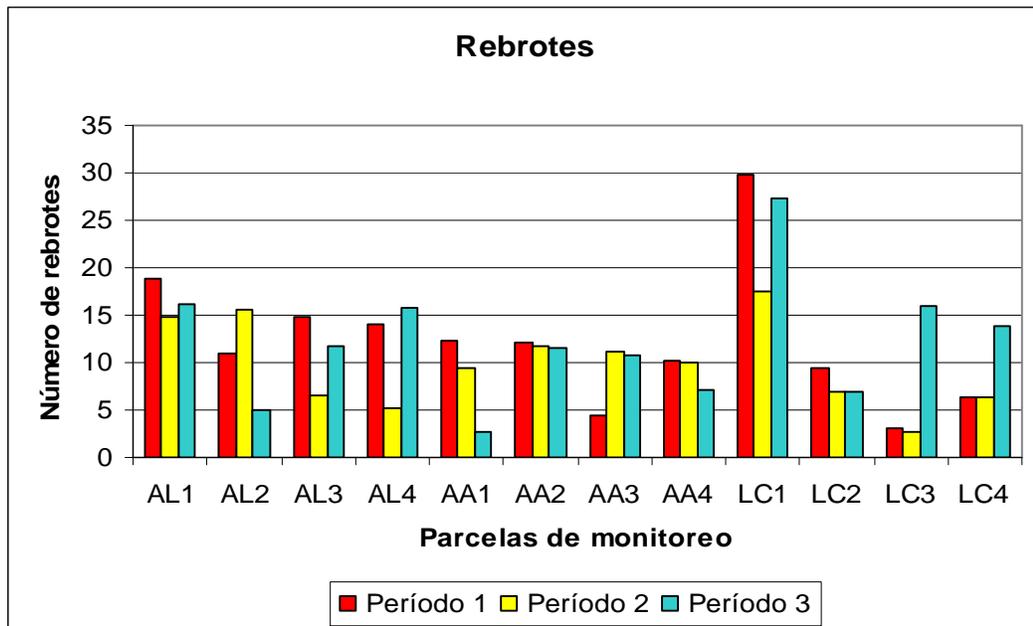
¹⁷⁴ LEÓN y MIRANDA. Op., cit. p. 73.

Figura 14. Evaluación de la pérdida de hojas para las tres especies en todas las parcelas en los tres periodos evaluados.



Fuente: Esta investigación.

Figura 15. Evaluación de la cantidad de rebrotes en todas las parcelas de las tres especies.



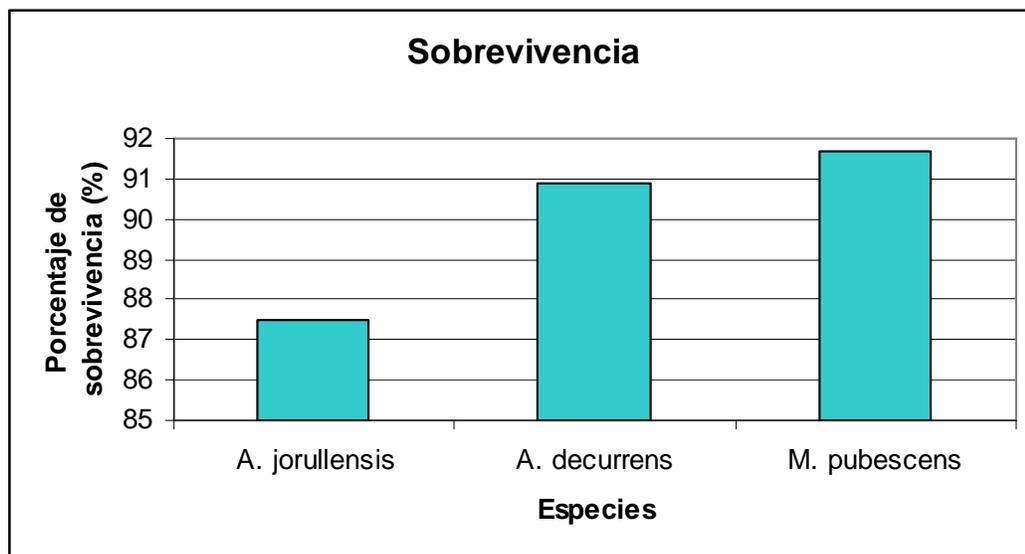
Fuente: Esta investigación.

4.4.5 Porcentaje de sobrevivencia. Al finalizar los tres períodos de evaluación (60 días) después del establecimiento, se procedió a contar los individuos que no sobrevivieron, obteniendo como resultado un 88% de sobrevivencia para la especie *A. jorullensis*, 91% de sobrevivencia para la especie *A. decurrens* y 92% para la especie *M. pubescens*, similar a lo reportado para especies nativas del 10% de mortalidad en plantaciones.

En la figura 16, se muestran los valores de sobrevivencia para cada una de las cuatro parcelas de cada especie.

Los resultados de éste estudio, difieren a los encontrados por Aguirre, Günter, Weber y Stimm¹⁷⁵, en el que reportaron que para la especie *A. jorullensis* tuvo un porcentaje de sobrevivencia en claro natural del 100% y para la especie *M. pubescens* del 60%. Las diferencias encontradas con respecto a la especie *A. jorullensis* y *M. pubescens*, se debe como lo afirma León y Miranda¹⁷⁶ a que la fenología de las especies está en función de las factores atmosféricos y demás condiciones necesarias para su desarrollo.

Figura 16. Porcentaje de sobrevivencia de las tres especies al final del período de evaluación.



Fuente: Esta investigación.

¹⁷⁵ AGUIRRE, GÜNTER, WEBER, y STIMM, Op., cit.

¹⁷⁶ LEÓN Y MIRANDA. Op. cit. p. 73.

4.4.7 Tasas mensuales de crecimiento para las variables de diámetro y altura.

Ü **Incremento Corriente Mensual (ICM).** El ICM se obtuvo mediante las diferencias entre los promedios de crecimiento de los tres períodos evaluados para cada variable (Tabla 14 y 15)

Ü **Incremento Medio Mensual (IMM).** El IMM se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{IMM} = \frac{\text{Media de la variable en cada período}}{\text{Número de meses del crecimiento}}$$

Los datos obtenidos, se muestran a continuación en la tabla 14 y 15.

Tabla 14. Incremento Corriente Mensual e Incremento Medio Mensual del diámetro para las tres especies.

ESPECIE	PERIODO	MEDIAS (cm.)	ICM	IMM
<i>A. decurrens</i>	1	0,19	0,19	0,06
	2	0,24	0,05	0,08
	3	0,28	0,04	0,09
<i>A. jorullensis</i>	1	0,29	0,29	0,10
	2	0,37	0,08	0,12
	3	0,43	0,06	0,14
<i>M. pubescens</i>	1	0,31	0,31	0,10
	2	0,35	0,04	0,12
	3	0,38	0,03	0,13

Fuente: Esta investigación.

En la tabla 14 se observa que el ICM en diámetro para las especies *A. decurrens*, *A. jorullensis* y *M. pubescens* en el área evaluada, muestra que las especies están en un proceso de adaptación, similar a lo reportado para otras especies, que en sus primeros estados crecen lentamente (Cabrera y Delgado 2005)¹⁷⁷.

¹⁷⁷ CABRERA Y DELGADO, Op. cit. p. 42.

El IMM en diámetro para la especie *A. decurrens*, en el área evaluada es de tipo creciente, debido a que para cada período se registra un incremento mayor, para las especies *A. jorullensis* y *M. pubescens*, ocurre el mismo fenómeno que con la especie *A. decurrens*, indicando que la tasa de crecimiento, aunque mínima, aumentó hasta el final de la evaluación (Período 3).

En la tabla 15 se observa que el ICM en altura para la especie *A. decurrens*, en el área evaluada, muestra que está en un proceso de adaptación a la zona, en las especies *A. jorullensis* y *M. pubescens* se presenta un ICM de tipo creciente indicando que la tasa de crecimiento aumentó hasta el final de la evaluación (Período 3).

Tabla 15 Incremento Corriente Mensual e Incremento Medio Mensual de la altura para las tres especies.

ESPECIE	PERIODO	MEDIAS (cm.)	ICM	IMM
<i>A. decurrens</i>	1	14,23	14,23	4,74
	2	18,55	4,32	6,18
	3	22,09	3,54	7,36
<i>A. jorullensis</i>	1	15,45	15,45	5,15
	2	17,94	2,49	5,98
	3	22,4	4,46	7,47
<i>M. pubescens</i>	1	16,58	16,58	5,53
	2	19,46	2,88	6,49
	3	22,66	3,2	7,55

Fuente: Esta evaluación

El IMM en altura para la especie *A. decurrens*, en el área evaluada es de tipo creciente, debido a que para cada período se registra un incremento mayor, para las especies *A. jorullensis* y *M. pubescens*, ocurre el mismo fenómeno que con la especie *A. decurrens*, indicando que la tasa de crecimiento aumenta hasta el final de la evaluación (Período 3).

4.5 Propuesta del diseño para captura de carbono

El pago de incentivos a los agricultores cuyos usos de tierra protegen los recursos naturales y proveen un servicio a la comunidad local, nacional y mundial, es una nueva opción que podría mejorar la viabilidad financiera de las fincas¹⁷⁸.

En los resultados observados en lo correspondiente a la tasa de crecimiento mensual, de *M. pubescens*, *A. decurrens*, y *A. jorullensis*, se plantea la realización de la evaluación de

¹⁷⁸ BEER, John et al. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. En: Agroforestería en las Américas Vol. 10 N° 37 – 28. CATIE, Costa Rica, Turrialba, 2003. p. 80 - 81.

carbono a partir de que los diámetros de cada especie supere los 5cm, los cuales podrían obtenerse en edades entre los 2 y 7 años, para las condiciones ambientales de la zona de Cabrera.

Por lo anterior se plantea la metodología para evaluación de carbono en todos sus componentes, teniendo en cuenta las parcelas permanentes establecidas, y que a partir de la evaluación que se realice, darle seguimiento, en periodos comprendidos entre 12 y 16 meses cada uno.

Las parcelas seleccionadas para cada especie en esta propuesta, se encuentran codificadas y localizadas así:

Código Parcela: AL 1 – 2 – 3 – 4.

Especie: Aliso (*Alnus jorullensis*)

Fincas: Colegio Británico – Franco Josa – Diego Díaz – Javier Paz

Área parcela Permanente: 100x1 = 100 m²

Numero de árboles en la parcela: 66

Espaciamiento entre árboles: 1.5m

Código Parcela: LC 1 – 2 – 3 – 4.

Especie: Laurel de cera (*Morella pubescens*)

Finca Colegio Británico – Manuel Puerres – Bertha Botina – Nubia Pejendino.

Área parcela Permanente 100x1: 100 m²

Numero de árboles en la parcela: 66

Espaciamiento entre árboles: 1.5m

Código Parcela AA 1 – 2 – 3 – 4.

Especie: Acacia Amarilla (*Acacia decurrens*)

Finca Manuel Puerres – Colegio Británico – Nubia Pejendino – Alicia Calpa.

Área parcela Permanente 100x1: 100 m²

Numero de árboles en la parcela: 66

Espaciamiento entre árboles: 1.5m

Para el muestreo de un área de 100m²; se iniciará con la primera evaluación (Tabla 16), en la que los árboles deberán tener un diámetro mayor a 5cm se debe realizar un muestreo aleatorio con el 10% de la población total (Anexo V), teniendo en cuenta que tenga una concordancia con tomar rangos específicos de diámetros que estarán distribuidos así: diámetro mas pequeño – diámetro promedio – diámetro mayor, con el fin de realizar estudios posteriores para crecimiento mediante modelos alométricos.

Tabla 16. Primera evaluación en parcelas permanentes

Evaluación y monitoreo	Código	Total árboles	Total árboles muestreados	Característica
Primera Evaluación	AL 1	66	6	Diámetro ≥ 5cm
	AL 2	66	6	
	AL 3	66	6	
	AL 4	66	6	
	LC 1	66	6	
	LC 2	66	6	
	LC 3	66	6	
	LC 4	66	6	
	AA1	66	6	
	AA 2	66	6	
	AA 3	66	6	
	AA 4	66	6	
	Total		792	

Fuente: Esta investigación.

El primer monitoreo (Anexo W) se hará a los 12 meses después de la evaluación con el 5% del total de las especies sin evaluación como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17. Primer monitoreo de carbono en parcelas permanentes.

Evaluación y monitoreo	Código	Total árboles	Total árboles muestreados	Característica
Monitoreo (12 mes después de la evaluación)	AL 1	60	3	5% del total de las especies sin evaluación
	AL 2	60	3	
	AL 3	60	3	
	AL 4	60	3	
	LC 1	60	3	
	LC 2	60	3	
	LC 3	60	3	
	LC 4	60	3	
	AA1	60	3	
	AA 2	60	3	
	AA 3	60	3	
	AA 4	60	3	
	Total		720	

Fuente: Esta investigación.

El monitoreo, se seguirá haciendo anualmente con el 1% del total de árboles sin evaluación (Anexo X), tal como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Monitoreo anual de las parcelas permanentes.

Evaluación y monitoreo	Código	Total árboles	Total árboles muestreados	Característica
	AL 1	57	1	
	AL 2	57	1	
	AL 3	57	1	
	AL 4	57	1	
Monitoreo (anual luego de obtener mínimo dos evaluaciones de carbono por parcela)	LC 1	57	1	1% del total de las especies sin evaluación
	LC 2	57	1	
	LC 3	57	1	
	LC 4	57	1	
	AA1	57	1	
	AA 2	57	1	
	AA 3	60	1	
	AA 4	60	1	
Total		684	12	

Fuente: Esta investigación

En este estudio el monitoreo que se plantea, permite una evaluación y seguimiento continuo, para obtener por lo mínimo cuatro evaluaciones de carbono, que permitan realizar estudios alométricos para cada uno de los componentes a evaluar, puesto que a nivel de proyecto, la creación de parcelas permanentes, datos de inventario forestal o técnicas alométricas pueden ser usadas en ello como lo afirma Vine et al. 1999¹⁷⁹.

En otros estudios se han reportado que los monitoreos dependerán del grado de profundización de la investigación y principalmente de los recursos económicos disponibles. En tal sentido el monitoreo puede llevarse tres niveles como lo afirma McDiken¹⁸⁰ :

ü **Básico.** El de menor costo, pero igualmente el de menor exactitud (error de un 30% de la media). Las parcelas permanentes de muestreo son medidas sólo dos veces (inicio del proyecto y cosecha final).

ü **Moderado.** Provee una exactitud mayor, el error ronda el 20% de la media. Las parcelas son monitoreadas cada 2 a 3 años y en la cosecha final.

¹⁷⁹ VINE et al. p.

¹⁸⁰ MACDIKEN, K.. A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Arlington, VA, Winrock Internacional, 1997. p 61.

Ü **Alto.** Esta opción produce estimados más precisos (error de 10-15% de la media). Las parcelas son medidas anualmente.

Para este ejercicio, se plantea un monitoreo a un nivel alto.

Para MacDiken (1997)¹⁸¹, el uso de parcelas permanentes es generalmente considerado como un medio estadísticamente superior para evaluar los cambios temporales, debido a que presentan dos ventajas importantes:

Ü Proveen datos más reales del desarrollo de la vegetación.

Ü Son más fácilmente verificables que otros métodos. Al realizar los inventarios, a través del tiempo, en las mismas parcelas de muestreo se reducen los errores en la estimación y los cambios en los resultados podrían ser considerados como flujos de carbono.

4.6 Metodología para secuestro de carbono en parcelas permanentes

Para la evaluación, medición y monitoreo de secuestro de carbono en cercas vivas de las tres especies seleccionadas (*A. decurrens*, *A. Jorullensis*, *M. pubescens*), se obtendrán los análisis de los componentes biomasa aérea, biomasa radicular, Fundación Solar (2000)¹⁸².y como mayor relevancia los estudios de carbono en el suelo, principalmente por la fijación nitrógeno

Descripción de las fuentes a medir.

Ü **Biomasa arriba del suelo.** La biomasa arriba del suelo está compuesta por los árboles, fuste, ramas, hojas, leño.

Ü **Biomasa abajo del suelo.** La biomasa abajo del suelo se refiere a las raíces de la vegetación del ecosistema estudiado.

Ü **Suelos.** Al medir el suelo se busca identificar cuál es el contenido de carbono en los primeros 30cm de profundidad. Para esto se utiliza una muestra para determinar materia orgánica y densidad aparente que permiten calcular carbono orgánico por unidad de área.

¹⁸¹ MACDIKEN. Op., cit. p. 61.

¹⁸² FUNDACIÓN SOLAR, Op., cit. p. 14.

CONCLUSIONES

Los sistemas agroforestales preferidos por los productores para parcelas permanentes de evaluación y monitoreo de carbono en las fincas fueron: cercas vivas con las especies *A. decurrens*, *A. jorullensis*, *M. pubescens*, debido al conocimiento de los usos y propiedades de éstas especies en la región.

Se obtuvo una buena motivación de habitantes para la implementación de parcelas permanentes con cercas vivas, con el uso de capacitaciones en las fincas de la zona de estudio, debido al incremento de los niveles de conocimiento sobre los temas de servicios ambientales, especialmente, sobre fijación de carbono.

A pesar de los incentivos (donación de especies) y la asistencia técnica que recibieron los productores, se limitó el uso de otros arreglos agroforestales y especies a implementar como parcelas permanentes debido a la forma de tenencia de la tierra y los conocimientos locales acerca de las diferentes alternativas de uso de la tierra.

La ejecución de proyectos anteriores en la zona, por parte de instituciones ajenas a la comunidad que brindaron incentivos superiores a los establecidos en éste proyecto, dificultó la participación de un mayor número de productores en los procesos de ejecución y avances de éste proyecto.

El ICM y el IMM para las especies evaluadas en los tres períodos, muestran que éstas se encuentran en un período de adaptación a las condiciones ambientales de la zona, y crecen tanto en diámetro como en altura a una tasa mínima, pero de tipo creciente.

Durante el periodo de evaluación se registró un alto porcentaje de sobrevivencia en las tres especies evaluadas para parcelas permanentes.

RECOMENDACIONES

Realizar el monitoreo de la evolución de las cercas vivas adaptadas en la zona en cuanto a crecimiento y sobrevivencia, con el fin de generar información básica para simulación de fijación de carbono.

En los resultados observados en lo correspondiente a la tasa de crecimiento anual, de *M. pubescens*, *A. decurrens*, y *A. jorullensis*, se plantea la realización de la evaluación de carbono a partir de que los diámetros de cada especie supere los 5cm, los cuales podrían obtenerse en edades entre 2 a 7 años, para las condiciones ambientales de la zona.

Se recomienda realizar investigaciones que permitan establecer un coeficiente de variación válido para la evaluación de los estudios en los diferentes sistemas agroforestales establecidos.

Se recomienda enriquecer las fincas con especies maderables nativas y exóticas de rápido crecimiento y buen mercado que pueda generar atractivos económicos por la venta y enfatizar a largo plazo en el pago de servicios ambientales por secuestro de carbono

Reconocer la capacidad de recepción y adopción de tecnologías de los productores y sus predios en futuros trabajos de investigación, e incentivar a los beneficiarios de los proyectos con capacitaciones y asistencias técnicas que se enfoquen a las necesidades de la población enfatizando los objetivos del mismo.

Establecer parcelas demostrativas de diferentes arreglos agroforestales que generen pago de servicios ambientales por secuestro de carbono, que permita a la comunidad de esta investigación y otras comunidades a que adopten dichas tecnologías.

Diseñar programas de sensibilización y capacitación en otros sistemas agroforestales que permitan obtener un manejo sostenible y desarrollo rural dentro de las cuencas hidrográficas.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Nicolay, GÜNTER, Sven, WEBER, Michael y STIMM, Bernd. Enriquecimiento de plantaciones de *Pinus patula* con especies nativas en el sur del Ecuador. [en línea] Universidad Nacional de Loja Ecuador, 2005 [citado, el 31 de mayo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=400&PHPSESSID=0f2b9becf84cc250abe3f031e13b0f1f>.

ALTIERI, M. A. y YURJEVIC, A. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. *Agroecología y desarrollo*. 1: 25 – 36.

ALPIZAR VAGLIO, Edwin. Evaluación del potencial de mitigación del sector forestal en la República de El Salvador, ante el cambio climático, mediante prácticas de reforestación y forestación. CEDARENA. El Salvador, enero 2003. p. 10. (toca ver la dirección de Internet).

ARÁUZ ÚBEDA, Juan et al. Planificación agroforestal: finca “La Familia”, Sitio de Mata, Turrialba. CATIE. Turrialba, Costa Rica, 2003. p.43.

ARÉVALO, Luís. Definición y clasificación de sistemas agroforestales. ICRAF, 2003. p. 6.

AUCKLAND, Louise, et al. Colocando los cimientos para el desarrollo limpio: preparando el sector del uso de la tierra. Una guía rápida al Mecanismo de Desarrollo Limpio. Programa de Investigación Forestal ZF0167 del DFID, 2002. p. 11.

BABBAR AMIGHETTI. Pago por servicios ambientales en los sistemas agroforestales. Costa Rica. [en línea]. 2001. [citado, el 16 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.una.ac.cr/inis/docs/suelos/Liana%20Babar.pdf>

BARTHOLOMÄUS, Agnes, et al. El manto de la tierra: Flora de los Andes. Guía de 150 especies de la flora andina. Bogotá, Colombia, 1998. p. 105.

BEER, John et al. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. En: Agroforestería en las Américas Vol. 10 N° 37 – 28. CATIE, Costa Rica, Turrialba, 2003. p. 80 - 81.

BRITHIS PETROLEUM EXPLORACIÓN COMPANY. Parcelas agroforestales con especies nativas para la recuperación del bosque montano nublado en zonas de influencia de la explotación petrolera de Brithis Petroleum Exploration Company. Colombia, 2005, p. 4

BUDOWSKI, Gerardo. El alcance y el potencial de la agroforestería con énfasis en Centro América. En: Agroforestería en desarrollo. L. Krishnamurthy y J. Leos-Rodríguez, editores. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1994. p. 12.

CABRERA BASTIDAS, Laura Elizabeth y DELGADO CHAMORRO, Carlos Andrés. Evaluación de la adaptabilidad de la Guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) en el corregimiento de La Caldera, veredas Caldera bajo y San Antonio, municipio de Pasto. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal. Pasto, 2006. p. 41, 43.

CALLO-CONCHA, D., KRISHNAMURTHY, L., y ALEGRE, J. Cuantificación de carbono secuestrado por algunos saf's y testigos, en tres pisos ecológicos de la amazonía del Perú. En: Simposio internacional Medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile. 18 al 20 de octubre de 2001. p. 6.

CÁRDENAS HERRERA, A. y LASSO LASSO, D. Aplicación de algunos métodos de extensión comunitaria para el establecimiento de coberturas forestales en ocho veredas del corregimiento del encano, municipio de Pasto. Tesis de grado, (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño, Pasto, 1997. p. 43.

CARHUAPOMA P., Lucía y PORTUGUÉZ Y., Hubert. La agroforestería en Perú. FAO, Santiago de Chile. 1997. p. 25.

CARLSON, Paúl y AÑAZCO, Mario. Establecimiento y manejo de prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana. FAO, Quito, 1990. p. 11

CASTIBLANCO ROZO, Carmenza. Alcances y limitaciones de la valoración económica de los bienes y servicios ambientales. Instituto de Estudios Ambientales IDEA-UN. Medellín, Colombia, 2003. p. 5.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN BOSQUES Y CAMBIO GLOBAL, CARBONO & BOSQUES (C&B) Y CENTRO ANDINO PARA LA ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE (CAEMA). Mecanismos de Desarrollo Limpio para Colombia. 1999. p. 6.

CHAMORRO, Andrés. Informe del área sociológica del proyecto: "Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para la captura de carbono, municipio de Pasto, Nariño". Informe no publicado. 2006. p. 15.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD CONABIO. *Alnus jorullensis*. [en línea]. CONABIO, México, 2001 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf>

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO. Plan de acción trianual 2004 – 2006. CORPONARIÑO. Pasto, Junio de 2004. p. 4 – 10, 29.

CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL CONIF. Latifoliadas zona alta. Bogotá, Colombia, 1996. p. 25 – 28.

CUELLAR, Nelson, HERRADOR, Doribel Y GONZÁLES, Martha. Comercio de servicios ambientales y desarrollo sostenible en Centro América: Los casos de Costa Rica y El Salvador (Síntesis). [en línea] International Institute for Sustainable Development

[Canadá], 1999 [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.rimisp.cl/boletines/bol16/ - 31k>

DE MATOS, Eloina Neri, Validación, adopción inicial y difusión con indígenas Ngabe, Panamá, de la tecnología agroforestal de siembra de *Cordia alliodora*, en cacaotales establecidos. Trabajo de grado. (MSc en Agroforestería Tropical), CATIE. Costa Rica, 1999. p. 39.

DUARTE, O., RÍOS, G. y SILVA, J. Conceptos básicos sobre la metodología de sistemas de producción. En: Memorias curso – seminario sobre sistemas integrados de producción. Florencia, Agosto de 1996. Pág. 11, 13.

ESPINOZA, Nelson, GATICA, Javier Y SMYLE, James. El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible rural. [en línea] RUTA e IICA, 1999 [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.ruta.org/espanol/publicac/documentos/ServiciosAmbientales.pdf>.

FERNÁNDEZ, P. et al. Marco conceptual y teórico para el ordenamiento territorial de comunas. Santo Domingo, Chile, 1998. p. 101, 104

FUNDACIÓN SOLAR. Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. Guatemala, 2000. p. 9.

GAMBOA MORILLO, Harold Andrés y OROZCO CORTÉS, Stephanny Carolina. Estimación de necromasa y carbono posterior al sistema de roza, tumba y quema en barbechos de diferentes edades en fincas de Alto Beni, Bolivia. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2006. p. 32

GARCÍA, D. y PANNOCCHIA, L. Plan de desarrollo rural provincial. Argentina, Julio de 2003. p. 5.

GASTÓ, Juan y VÉLEZ León. Metodología y determinación de los estilos rurales en escala predial. Universidad Católica de Chile. 1998. p. 16.

GAYOSO AGUILAR, Jorge. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile. Trabajo presentado en Taller Secuestro de Carbono. Mérida, Venezuela, 2001. p 2.

GEILFUS, Frans. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. GTZ e IICA. p. 1 - 3, 25 – 30.

GIRALDO, Luís Alfonso, et al. Estimación de las existencias de carbono en el sistema silvopastoril *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum*. En: Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático. Orrego y Moreno editores, Medellín, Colombia, 2003. p. 304.

_____ y BOLÍVAR, Diana. Evaluación de un Sistema Silvopastoril de Acacia decurrens Asociada con Pasto kikuyo Pennisetum clandestinum, en Clima Frío de Colombia. [en línea] Universidad Nacional de Colombia, 2003 [citado, el 31 de mayo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/006/Y4435S/y4435s0k.htm>.

GLOBALTREES. Listado de las especies de lista roja final con sinónimos. [en línea]. Globaltrees, 2005 [citado, el 10 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.globaltrees.org/download/anexos>

GONZÁLES MAZUELO, Elvia Margarita y CORPORACIÓN CEIBA. Antes de empezar: Criterios transversales para construir organizaciones. Módulo 1 colección Forjar un sueño. Colombia, 2001, p. 47.

GÓMEZ ESPAÑA, Oscar. Plan de ordenamiento y manejo ambiental de la microcuenca Quebrada Cabrera: Corregimiento de Cabrera - Municipio de Pasto. Alcaldía Municipal de Pasto y Secretaría de Medio Ambiente. Pasto, 2003., p. 44.
GÓMEZ . 316p.

HARVEY, Celia, et al. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. En: Agroforestería en las Américas Vol. 10 N° 39 – 40. CATIE, Costa Rica, Turrialba, 2003. p. 35.

HERRADOR, Doribel Y DIMAS, Leopoldo. Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales. [en línea]. PRISMA, 2000 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.prisma.org.sv/pubs/publicacion.php?idioma=es&ID=15-6k>

HERRERA PAREDES, Rosa Margarita y TOVAR RECALDE, Edwin Leonardo. Evaluación del acodo aéreo en la propagación del Laurel de cera (*Myrica pubescens* Humb & Bonpl. Ex Willd) en el municipio de Pasto. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2002. p. 54.

HOLMAN, F. et al. Rentabilidad de los sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: primera aproximación. 1992. Costa Rica

IBARRA, Arnulfo y ORTIZ, Guillermo. La agroforestería en Ecuador. FAO, Santiago de Chile, 1997. 28p.

INFOJARDÍN. Acacia verde. [en línea]. Infojardín, 2005 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.infojardin.com/fichas/arboles/acacia-decurrens-acacia-verde-negra.htm>>

JARAMILLO ARANGO, Rodrigo. Agricultura dinámica: una escuela agrícola de lo posible. Desarrollo e investigación natural del ambiente integrado a la cultura agrícola. Casa Gráfica, 2002. p. 7.

JIMÉNEZ, Francisco. Agroforestería en el manejo de cuencas hidrográficas. En: Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales; modulo de enseñanza agroforestal N°. 6. JIMÉNEZ, Francisco; MUSCHLER, Reinhold y KÖPSELL, Edgar, editores, Turrialba - Costa Rica, 2001. p. 59 - 63.

_____ y MUSCHLER, Reinhold. Introducción a la agroforestería. En: Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales; modulo de enseñanza agroforestal N°. 6. JIMÉNEZ, Francisco; MUSCHLER, Reinhold y KÖPSELL, Edgar, editores, Turrialba - Costa Rica, 2001. p. 1, 4 – 6.

KANG, B. T. Cultivos en callejón: logros y perspectivas. En: Agroforestería en desarrollo. L. Krishnamurthy y J. Leos-Rodríguez, editores. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 1994. p. 63.

KANNINEN, Markku. Secuestro de carbono en bosques: El papel de los bosques en el ciclo global del carbono. En: Memorias de una conferencia electrónica sobre agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO, Roma, 2000.

_____. Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. [en línea]. FAO, 2001 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf>

KOSARIK, Juan. La agroforestería en Argentina. Santiago de Chile. 1997. p. 28

KÜRSTEN, E. y BURSCHEL, P. CO₂ mitigation by agroforestry. Revista Water, Air and Soil Pollution. 1993.

LEÓN GUEVARA, Javier Aníbal. Conocimiento local y razonamiento agroecológico para toma de decisiones en pasturas degradadas en El Peten Guatemala. Trabajo de grado. (MsC en Agroforestería Tropical), CATIE. Costa Rica, 2006. p. 61.

_____. Trabajo de revisión bibliográfica: Metodologías para la determinación de la fijación de carbono en sistemas agroforestales de café (coffea arábica) bajo sombra. Costa Rica, 2003. p. 1

_____ y MIRANDA, Margarita. Estudio fenológico de diez especies forestales nativas, en la microcuenca las tiendas, Municipio de pasto, Departamento de Nariño. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2001. p. 52.

LUNA CABRERA, Gloria Cristina. La investigación participativa sobre Laurel de Cera (Morella pubescens), una estrategia de educación ambiental en la zona andina del Departamento de Nariño - Colombia. En: Carpeta informativa CENEAM [en línea]. CENEAM, febrero, 2006 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<http://www.mma.es/educ/ceneam/pdf/carpeta_febrero2006.pdf>

MACDIKEN, K.. A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects. Arlington, VA, Winrock Internacional, 1997. p 61.

MARTÍNEZ GARNICA, Alfonso. Una metodología para el análisis de sistemas de producción. En: Memoria seminario sobre caracterización de sistemas de producción. CORPOICA, Villavicencio, Agosto de 1994. Pág. 41 – 48.

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, Yovanny. La tenencia de la tierra en Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, 2003. p. 1.

MARTÍNEZ MELO, Yuri Viviana y DELGADO PORTILLA, Ana Marcela. Estimación y evaluación inicial de la biomasa y captura de carbono por el laurel de cera (*morella pubescens h&b. ex willdenow*) en dos sistemas agroforestales en los municipios de Pasto y San Pablo, departamento de Nariño. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal), Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal Pasto, 2006. p. 53.

MEIER, Winfried. Aspectos de la flora y vegetación del monumento natural cerro Platillón (Juan Germán Roscio), Estado Guárico, Venezuela. [en línea]. FAO, 2005 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062005000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es>

MELGAR CEBALLOS, Marvin. Propuesta para desarrollo del enfoque y modelo de compensación ambiental (CAM) del Parque Nacional Juan Bautista Pérez Rancier (Valle Nuevo). 2005. p. 8.

MÉNDEZ, Gonzalo. El calentamiento global: antecedentes y perspectivas. [En línea]. 2003 [Panamá]. ANAM. [citado el 15 de febrero de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.thepanamanews.com/pn/v10/issue_23/spanish_01.html> 5pp.>

MESA MONTOYA, Ovidio. y CORPORACIÓN CEIBA. Según el color de los lentes; herramientas para un diagnóstico rural participativo. Módulo 2 colección Forjar un sueño. Colombia, 2001, p. 85.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. La deforestación. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. MINAMBIENTE, 2005 [citado, el 6 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://web.minambiente.gov.co/biogeomenu/ninos/deforestacion.htm>>

MOLINA MORENA, Angela Andrea y NARVÁEZ BARRERA, William Daladier. Sistema agroforestal laurel de cera (*Myrica pubescens h.b.k.*), intercalado con cultivos transitorios en el municipio de Pasto. [en línea] Universidad de Nariño 2000 [citado, el 31 de mayo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.udenar.edu.co/pifil/proyectos2.htm>.

MONTAGNINI, Florencia. et al. Sistemas agroforestales; principios y aplicaciones en los trópicos. 2ª. Edición, San José de Costa Rica, 1992. p. 35, 61, 69, 71, 88, 622.

MUÑOZ HOYOS, Jairo y LUNA CABRERA, Cristina. Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del Laurel del cera *Myrica pubescens* H. & B. ex Willdenow. Convenio Andrés Bello. Bogotá, 1999. p. 8.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) Y RED LATINOAMERICANA DE COOPERACIÓN TÉCNICA EN MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS (REDLACH). Foro electrónico sobre sistemas de pago de servicios ambientales en cuencas hidrográficas. [en línea]. [Santiago, Chile]. 2004 [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/infofinpsa.pdf>

PANEL INTERGUBERNAMENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). Cambio climático y biodiversidad. IPCC, 2002. p. 41.

PIMENTEL BRIBIESCA, L. Sistemas agroforestales en el manejo integral de cuencas. En: Agroforestería en desarrollo. L. Krishnamurthy y Juan Leos-Rodríguez, editores. Universidad autónoma de Chapingo, México, 1994. p. 127.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DE COSTA RICA. Proyecto de ley: Ley de valoración y retribución por servicios ambientales. [en línea]. [Costa Rica]. MIDEPLAN, 1998 [citado, el 15 de marzo de 2005]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.mideplan.go.cr/Concertacion/Legislacion/proyecto-ley-13472.htm>>

RENDA S., Arsenio. et al. La agroforestería en Cuba, FAO, Santiago de Chile, 1997. p. 4 – 18, 30.

ROBERT, Michel. Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. [en línea]. [Roma, Italia]. FAO, 2002 [citado, el 14 de marzo de 2005]. Disponible en Internet: URL:<www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/005/Y2779S/y2779_s0a.htm>

RODRÍGUEZ GUERRERO, Pedro Ignacio. Fundamentos de silvicultura. Universidad Santo Tomás. 1987. p. 177.

ROLDAN, U. Acceso a la tierra. Guatemala, 2001, p. 21.

ROSA, Herman, HERRADOR, Doribel Y GONZALES, Martha. Valoración y pago por servicios ambientales: Las experiencias de Costa Rica y El Salvador. [en línea]. [El Salvador]. PRISMA, 1999. [citado, el 15 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.prisma.org.sv/pubs/prisma35.pdf>

SANAUJA, Sonia y SILVA, Ana. Muestreo teórico y estudios del discurso: una propuesta teórico - metodológica para la generación de categorías significativas en el campo del Análisis del Discurso. En: I coloquio nacional de investigadores en estudios del discurso el estudio del discurso: metodología multidisciplinaria. 2001. p. 2.

SEQUEIRA, Wilber, MÉNDEZ, Alexis y VARELA, Olman. Financiar la agroforestería por sus servicios ambientales. [en línea]. 2000. [citado, el 4 de marzo de 2006]. Disponible en Internet: URL:<www.una.ac.cr/ambi/revista/73/Alexis.html>

SOMARRIBA, Eduardo. Planificación agroforestal en fincas. En: Materiales de enseñanza. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1998. p36.

TISONE, José Luís. Ficha técnica: Aliso. [en línea]. Ecoviajes, San Miguel de Tucumán, Argentina, 2003 [citado, el 14 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.ecoviajes.freeservers.com/aliso.htm>>

VALLEJOS BARRA, O., MENDOZA ÁLVAREZ, M. y SANQUETTA, C. Impacto del cambio climático en modelos de captura de carbono 2003. Paraná – Brasil, 2003. p. 3.

VILLOTA MENESES, M. y RODRÍGUEZ GÓMEZ, E. Programa agropecuario municipal; identificación y caracterización de los sistemas de producción agrícola y pecuaria. Produmedios, Bogotá, 1998. p. 18

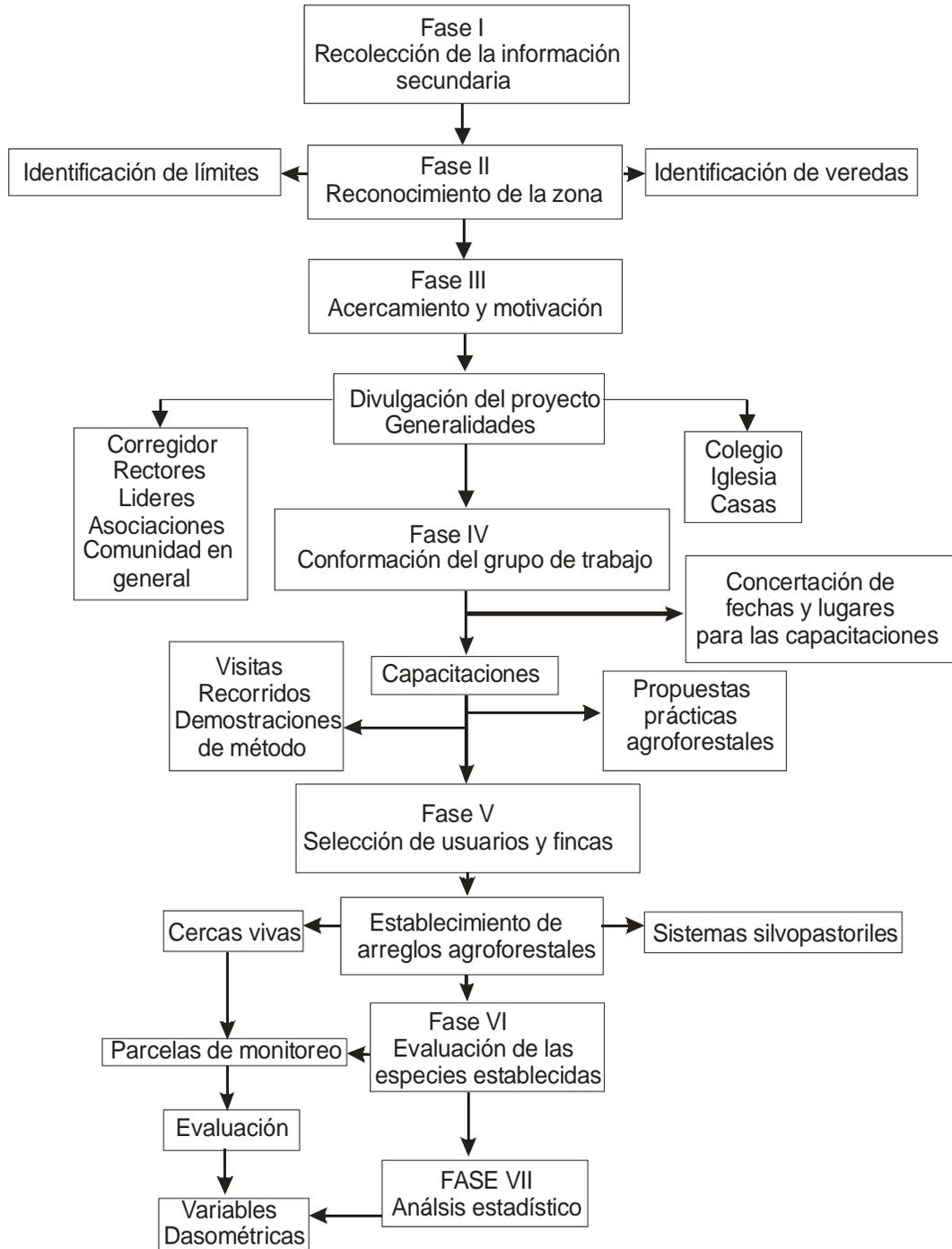
VINE, E; SATHAYE, J; MAKUNDI, W. Guidelines for the monitoring, evaluation, reporting, verification, and certification of forestry projects for climate change mitigation. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. 1999. p. 73

WOODS HOLE RESEARCH CENTER (WHRC). Global cycle, 1998 [En línea] [citado, el 6 de abril de 2006]. Disponible en Internet: URL:<<http://www.whrc.org/carbon/carbon.html> >

ANEXOS

ANEXO A

Síntesis del proceso metodológico



ANEXO B

Beneficiarios del proyecto

Vereda	Usuario	%
Purgatorio	Manuel María Puerres Cabrera	5
Cabrera Centro	Colegio Británico (Walter Vallejos)	5
	Franco Josa Moncayo	
La Paz	Beliza Botina	20
	Pedro Pinza	
	José Josa Josa	
	José Arnulfo Muñoz	
	Miriam Díaz	
Buena vista	Julia Raquel Botina	25
	Benjamín de la Cruz	
	Alicia Calpa	
	Nubia Pejendino	
	Diego Díaz	
	Diuvijildo Hidalgo	
	Bertha Botina	
Duarte	Javier Paz	45
	Luz Marina Josa	
	Jorge Pejendino	
	Célimo Botina	
	Aura Clemencia Josa	
	Total	100

Fuente: Esta investigación

ANEXO D

Temática y resultados de las reuniones

FECHA	TALLER	METODOLOGÍA	RESULTADOS	ASISTENTES
06/11/2005	Socialización de proyecto de comunidad.	Charla dirigida a la comunidad, relacionada con el proyecto "Restauración y protección de agroecosistemas estratégicos para la captura de carbono"	Participación y aceptación positiva de los temas expuestos.	15
12/11/2005			Este taller despertó una mayor credibilidad en la ejecución del proyecto.	12
20/11/2005				216
11/02/2006	Taller Diagnóstico Participativo "Visión antes, ahora y futuro"	Conformación del grupo de trabajo	Los 8 asistentes, se integraron para participar dentro del proceso de establecimiento de las parcelas dentro de sus fincas.	8
25/03/2006	Elaboración de abonos orgánicos	Exposición de la temática con carteleras, y preparación de abonos foliares	Los asistentes a este taller, se mostraron motivados y comprometidos al desarrollo del proyecto.	8
08/04/2006	Sistemas agroforestales y manejo de especies menores	Exposición de la temática de arreglos agroforestales y las especies menores con carteleras.	Los arreglos agroforestales escogidos por la comunidad fueron Cercos vivos (90%) y Sistemas silvopastoriles (10%)	18
15/04/2006	Adopción de arreglos agroforestales y manejo del cultivo de cebolla.	Calificación participativa para la adopción y exposición con carteleras para la temática del cultivo de cebolla.	Los asistentes al taller evaluaron la adoptabilidad de los cercos vivos y se tuvo como resultado un 59% de adopción por parte de ellos.	15

Fuente: esta investigación.

ANEXO E

Distribución del material vegetal

Usuario	Árboles utilizados					Total
	Laurel de	Acacia			Cajeto	
	Cera	Aliso	Amarilla	Quillotoco		
Manuel Puerres Cabrera	160	0	230	0	0	390
Colegio Británico	66	66	66	0	0	198
Franco Josa Moncayo	0	104	0	0	0	104
Nubia Pejendino	215	50	85	50	0	400
Diego Díaz	20	70	0	0	0	90
Diuvijildo Hidalgo	0	30	0	0	0	30
Bertha Botina	70	0	0	0	0	70
Javier Paz	20	70	0	0	0	90
José Arnulfo Muñoz	0	70	50	0	0	120
Miriam Díaz	0	50	0	0	0	50
Julia Raquel Botina	0	50	50	0	0	100
Luz Marina Josa	0	15	0	0	0	15
Beliza Botina	50	30	0	0	0	80
Pedro Pinza	10	10	0	0	0	20
Jorge Pejendino	0	50	0	50	0	100
Alicia Calpa	0	130	70	50	65	315
Aura Clemencia Josa	0	20	0	0	0	20
Célamo Botina	0	30	0	0	0	30
TOTAL	611	845	551	150	65	2222
% de uso	27,5	38,03	24,8	6,75	2,93	100

Fuente: Esta investigación

ANEXO F

Acta de compromiso

Fecha: Enero 26 de 2006.

Nombre del productor: Manuel María Puerres Cabrera.

Nombre de la propiedad: La Esperanza.

Sistema implementado: Cercas vivas.

Número de árboles sembrados: 160 de laurel de cera y 230 de acacia amarilla.

El señor Manuel María Puerres Cabrera, se compromete en llevar a cabo la protección, seguimiento y monitoreo de la parcela agroforestal adoptada durante el período comprendido entre marzo de 2006 y marzo de 2012, con el propósito de realizar investigaciones por parte de la Universidad de Nariño, con el enfoque de pago de servicios ambientales del sistema establecido.

Observaciones: Cualquier desacuerdo o anomalía que se presente en el arreglo establecido, por favor anunciarlo al grupo de investigación de Agroforestería Tropical de la Universidad de Nariño.

ANEXO G

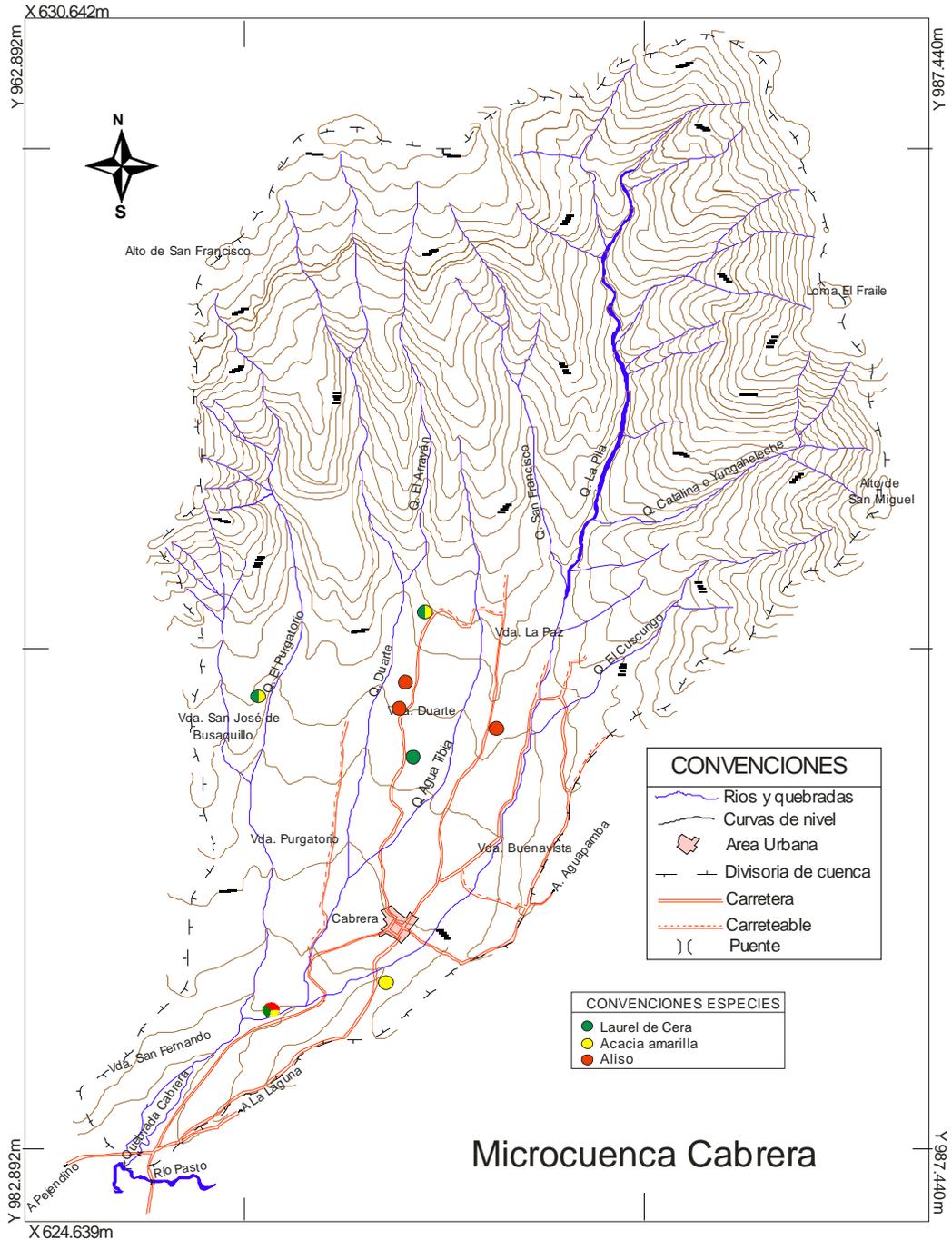
Fincas en las que se establecieron las parcelas permanentes para monitoreo de carbono

FINCA	PROPIETARIO	VEREDA	Ubicación m.s.n.m.	Área total Ha	Área plantada mL			Parcelas 100m ²		
					LC	AL	AA	LC	AL	AA
1	Manuel Puerres	Purgatorio	2878	4	240	0	345	X		X
2	Colegio Británico	Cabrera Centro	2832	1,25	100	100	100	X	X	X
3	Nubia Pejendino	Duarte alto	2890	2,7	323	75	128	X		X
4	Diego Díaz	Duarte	2884	0,95	30	105	0		X	
5	Franco Josa	La Paz	2868	1	0	156	0		X	
6	Bertha Botina	Duarte	2870	1,25	100	0	0	X		
7	Javier Paz	Duarte	2888	0,75	30	105	0		X	
8	Alicia Calpa	Buena vista	2830	3,1	0	195	105			X
TOTAL					823	736	678	4	4	4

Fuente: Esta investigación.

ANEXO H

Mapa de ubicación de las parcelas de muestreo



Fuente: Esta investigación.

ANEXO I

Promedio de las mediciones

Parcela	Período	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Ramas (#)	Hojas (#)	Renuevos (#)	Sobrevivencia (%)
AL1	1	0,26	11,80	1,14	8,21	18,79	93,94
	2	0,36	15,32	2,00	11,50	14,90	
	3	0,47	22,77	3,10	14,00	16,10	
AL2	1	0,32	17,93	1,14	6,14	11,04	90,91
	2	0,39	19,65	1,42	7,49	15,51	
	3	0,44	22,03	1,08	9,06	5,68	
AL3	1	0,30	16,82	1,17	8,32	14,89	89,39
	2	0,37	18,64	1,19	10,83	6,62	
	3	0,41	22,24	1,92	14,02	11,66	
AL4	1	0,26	15,18	1,14	7,70	13,96	75,76
	2	0,35	18,26	1,16	10,46	5,14	
	3	0,39	22,48	2,30	14,18	15,72	
AA1	1	0,17	9,44	6,83	21,12	12,30	95,45
	2	0,21	13,05	6,14	23,94	9,39	
	3	0,25	15,57	7,19	35,65	2,70	
AA2	1	0,20	17,88	9,02	30,94	12,12	89,39
	2	0,27	22,89	9,37	48,87	11,79	
	3	0,32	27,41	11,39	74,08	11,63	
AA3	1	0,21	16,38	5,86	46,23	4,44	89,39
	2	0,27	20,97	8,15	42,42	11,14	
	3	0,30	24,69	9,49	69,15	10,80	
AA4	1	0,18	13,21	7,48	28,86	10,21	89,39
	2	0,22	17,50	8,57	38,77	9,97	
	3	0,26	21,15	9,19	40,53	7,05	
LC1	1	0,64	30,62	9,27	105,44	29,89	95,45
	2	0,69	33,27	9,39	97,44	17,52	
	3	0,72	36,00	10,17	119,98	27,30	
LC2	1	0,32	21,09	3,94	17,56	9,42	92,42
	2	0,37	25,06	3,70	12,70	6,93	
	3	0,41	27,01	3,98	11,41	6,89	
LC3	1	0,12	6,44	1,03	6,86	3,05	90,91
	2	0,14	7,18	1,08	14,24	2,60	
	3	0,16	11,73	6,65	57,37	15,97	
LC4	1	0,16	8,15	1,05	10,94	6,32	87,88
	2	0,18	10,70	3,15	26,20	6,31	
	3	0,20	14,92	6,59	47,12	13,76	

Fuente: Esta investigación.

ANEXO J

Análisis de Varianza para Diámetro durante los 60 días de evaluación de la especie *Acacia decurrens*

Fuente	Sumas de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente de F	Valor de P
Entre periodos	1,02861	2	0,514305	163,66	0,0000*
Intra periodos	2,34749	747	0,00314256		
Total (Corr.)	3,3761	749			
Fuente: Esta investigación				Comparador: 19.50	

ANEXO K

Análisis de Varianza para Diámetro durante los 60 días de evaluación de la especie *Alnus jorullensis*

Fuente	Sumas de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente de F	Valor de P
Entre periodos	2,19151	2	1,09576	175,79	0,0000
Intra periodos	4,10159	658	0,00623342		
Total (Corr.)	6,2931	660			
Fuente: Esta investigación				Comparador: 19.50	

ANEXO L

Análisis de Varianza para Diámetro durante los 60 días de evaluación de la especie *Morella pubescens*

Fuente	Sumas de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente de F	Valor de P
Entre periodos	0.537302	2	0,268651	4,51	0,0113
Intra periodos	44,9274	754	0,0595854		
Total (Corr.)	45,4647	756			
Fuente: Esta investigación				Comparador: 19.50	

ANEXO M

Prueba de t para diámetro de la especie *Acacia decurrens*.

Contraste	Diferencias	Límites
Diámetro período 1 – Diámetro período 2	*0,0501441	0,0097366
Diámetro período 1 – Diámetro período 3	*0,090072	0,0097994
Diámetro período 2 – Diámetro período 3	*0,0399278	0,0099686

Fuente: Esta investigación. *Diferencia significativa.

ANEXO N

Prueba de t para diámetro de la especie *Alnus jorullensis*.

Contraste	Diferencias	Límites
Diámetro período 1 – Diámetro período 2	*0,0816684	0,0144872
Diámetro período 1 – Diámetro período 3	*0,0,140027	0,0147789
Diámetro período 2 – Diámetro período 3	*0,0583583	0,0150407

Fuente: Esta investigación. *Diferencia significativa.

ANEXO O

Prueba de t para diámetro de la especie *Morella pubescens*.

Contraste	Diferencias	Límites
Diámetro período 1 – Diámetro período 2	N/S 0,0387637	0,0421778
Diámetro período 1 – Diámetro período 3	*0,0646006	0,0425779
Diámetro período 2 – Diámetro período 3	N/S 0,0258368	0,0431020

Fuente: Esta investigación. *Diferencia significativa.
N/S No Significativo.

ANEXO P

Análisis de Varianza para Altura durante los 60 días de evaluación de la especie *Acacia decurrens*

Fuente	Sumas de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente de F	Valor de P
Entre periodos	7832,49	2	3916,24	86,33	0,0000
Intra periodos	33886,2	747	45,363		
Total (Corr.)	41718,6	749			
Fuente: Esta investigación				Comparador: 19.50	

ANEXO Q

Análisis de Varianza para Altura durante los 60 días de evaluación de la especie *Alnus jorullensis*

Fuente	Sumas de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente de F	Valor de P
Entre periodos	5738,08	2	2869,04	125,07	0,0000
Intra periodos	16057,2	700	22,9389		
Total (Corr.)	21795,3	702			
Fuente: Esta investigación				Comparador: 19.50	

ANEXO R

Análisis de Varianza para Altura durante los 60 días de evaluación de la especie *Morella pubescens*

Fuente	Sumas de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente de F	Valor de P
Entre periodos	4679,63	2	2339,82	16,97	0,0000
Intra periodos	103982,0	754	137,907		
Total (Corr.)	108662,0	756			
Fuente: Esta investigación				Comparador: 19.50	

ANEXO S

Prueba de t para Altura de la especie *Acacia decurrens*.

Contraste	Diferencias	Límites
Diámetro período 1 – Diámetro período 2	*4,32403	1,16981
Diámetro período 1 – Diámetro período 3	*7,86534	1,17735
Diámetro período 2 – Diámetro período 3	*3,54131	1,19769

Fuente: Esta investigación. *Diferencia significativa.

ANEXO T

Prueba de t para Altura de la especie *Alnus jorullensis*.

Contraste	Diferencias	Límites
Diámetro período 1 – Diámetro período 2	*2,48753	0,85551
Diámetro período 1 – Diámetro período 3	*6,94804	0,86836
Diámetro período 2 – Diámetro período 3	*4,46051	0,880515

Fuente: Esta investigación. *Diferencia significativa.

ANEXO U

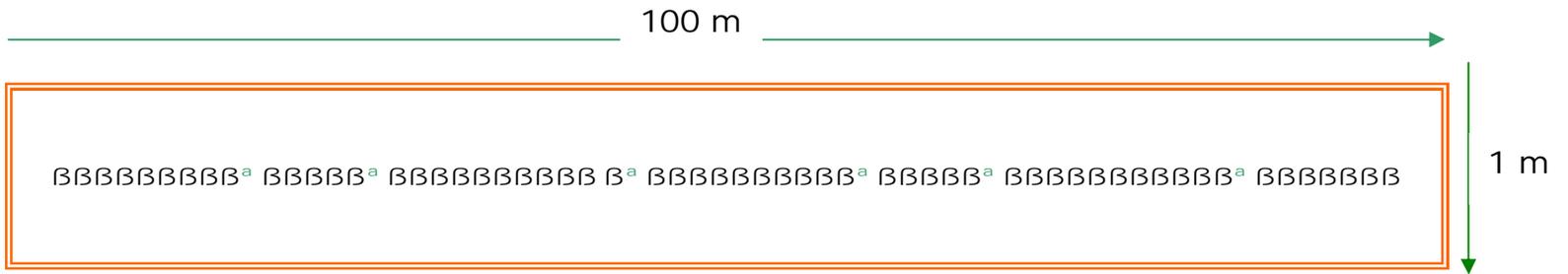
Prueba de t para Altura de la especie *Morella pubescens*.

Contraste	Diferencias	Límites
Diámetro período 1 – Diámetro período 2	*2,8848	2,02912
Diámetro período 1 – Diámetro período 3	*6,08788	2,04837
Diámetro período 2 – Diámetro período 3	*3,20308	2,07358

Fuente: Esta investigación. *Diferencia significativa.

ANEXO V

Diseño en campo para primera evaluación de monitoreo de carbono en parcelas permanentes



^a Árbol seleccionado para evaluación de secuestro de carbono, con muestreo del 10%, (6,6 árboles)

ANEXO W

Muestreo para monitoreo de carbono en parcelas permanentes

BBBBBBBBB^a BBBB^a BBBBBBBBBB B^a BBBBBBBBBB^a BBBB^a BBBBBBBBBB^a BBBBBB

^a Árboles seleccionados en la evaluación de carbono diámetro mayor de 5 cm.

BBB^a BBBBBBBBBBBBBBBBBB^a BBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBBB^a BBBBBBBBBBBBBBBBBB

^a Árboles seleccionados para monitoreo a los 12 meses de la evaluación con diámetro mayor de 6 cm.

ANEXO X

Muestreo anual para monitoreo de carbono en parcelas permanentes

BBB^a BBBBB^a BBBBB^a BBBBBB^a BBB^a B^a BBBBBB BBBBB^a BBBBB^a BB^a BBBBBB BBB^a BBBBBB

^a Árbol seleccionado para el monitoreo El monitoreo de carbono en parcelas permanentes deberá realizarse con 1% de la totalidad de las especies sin intervención o muestreo, una vez se tengan por lo menos dos registros de la evaluación de carbono