

**EVALUACION SILVICULTURAL DE *Eucalyptus grandis* A PARTIR DEL
TERCER AÑO DE ESTABLECIDO EN DIFERENTES ARREGLOS EN EL
NUCLEO UNO DEL PROYECTO NUCLEOS AGROFORESTALES
CAMPELINOS, DEPARTAMENTO DE RISARALDA**

**CARMEN LUCIA DEL CASTILLO QUINTERO
GLORIA CECILIA RUALES ZAMBRANO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO - COLOMBIA
2003**

**EVALUACION SILVICULTURAL DE *Eucalyptus grandis* APARTIR DEL
TERCER AÑO DE ESTABLECIDO EN DIFERENTES ARREGLOS EN EL
NUCLEO UNO DEL PROYECTO NUCLEOS AGROFORESTALES
CAMPEINOS, DEPARTAMENTO DE RISARALDA**

**CARMEN LUCIA DEL CASTILLO QUINTERO
GLORIA CECILIA RUALES ZAMBRANO**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniero Agroforestal

Presidente
CARLOS HUMBERTO CARRION TOVAR
Ingeniero Forestal

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
PASTO - COLOMBIA
2003**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

“Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1996, emanada del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.”

NOTA DE ACEPTACIÓN

HECTOR ORDÓÑEZ
COPRESIDENTE

LUZ AMALIA FORERO
JURADO

WILLIAM BALLESTEROS
JURADO

ARAMID SOAZA
JURADO

San Juan de Pasto, Agosto de 2003

AGRADECIMIENTOS

Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda. Por permitir la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Dr. Omar Acevedo Chamorro. Director División Técnica Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda. Por permitirnos desarrollar esta investigación, por su constante apoyo y por la confianza depositada.

Dr. Carlos Humberto Carrión Tovar. Ingeniero Forestal. Coordinador Proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos. Por sus valiosos aportes, asesoría y confianza brindada para la realización de este trabajo.

Dr. Javier García Alzate. Ingeniero Agrónomo. Msc. Por su constante apoyo, confianza y oportuna y valiosa asesoría en la realización de este trabajo de investigación.

Dr. Álvaro Londoño. Ingeniero Agrónomo. Por sus valiosos aportes y apoyo logístico e incondicional para el desarrollo de la investigación.

Dr. Luz Amalia Forero. Ingeniera Forestal. Msc. Por su valiosa asesoría y aportes para el desarrollo del trabajo.

Dr. William Ballesteros. Ingeniero Agroforestal. Msc. Por su constante colaboración para el desarrollo del trabajo.

Dr. Aramid Soaza. Ingeniero Forestal. Por sus aportes técnicos para la ejecución del trabajo.

Dr. Héctor Ordóñez. Ingeniero Forestal. Por su colaboración y sus aportes en la presente investigación.

Dr. Juan Carlos Camargo. Docente Universidad Tecnológica de Pereira. Por su colaboración en la parte estadística de la investigación.

Dr. Carlos Mosquera. Ingeniero Agrónomo. Por su valiosa asesoría estadística.

Dr. Mauricio Oliveros. Ingeniero Agroforestal. Docente Centro de Estudios Superiores María Goretti CESMAG. Por su constante apoyo y colaboración técnica para el desarrollo de esta investigación.

Al personal técnico del Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda y en especial del Proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos por la oportuna colaboración para el desarrollo de este trabajo:

Eulises Giraldo. Técnico municipio de Santuario
Félix Antonio Gil. Técnico municipio de Apia

Maria de los Ángeles Hinestroza. Técnico municipio de Balboa

Luz Betty Cadena. Técnico municipio de La Celia

Carlos Arturo Hernández. Técnico municipio de Pereira

Jhon Figueroa. Conductor vehículo Proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos

Corporación Autónoma Regional de Risaralda. CARDER. Por su continua colaboración logística para el desarrollo del trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía, por ayudarme a salir adelante en mis actividades y por lo que representa en mi vida.

A mis padres Mariano y Gloria por ser el ejemplo de lucha, esfuerzo, trabajo, honestidad y por brindarme su amor y su apoyo incondicional.

A mi hermana Andrea por su constante apoyo, amor desinteresado y por ser ejemplo de perseverancia y superación.

A mi profesor Javier García por creer siempre en mis capacidades y por su continuo apoyo, enseñanzas, sabios consejos y por ser un gran amigo.

A mis amigos y amigas y a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación.

GLORIA CECILIA RUALES ZAMBRANO

DEDICATORIA

A Dios por la oportunidad de superación y por su presencia en cada día de mi vida.

A mi padre Emilio por brindarme siempre su confianza y apoyo incondicional.

A mi madre Mary Ruth por sus sabios y oportunos consejos, por su compañía y demostración de confianza.

A mi hermana Marisol por su ejemplo de lucha y perseverancia.

A mis amigos y amigas por compartir conmigo mis triunfos y alegrías.

A todas aquellas personas que de una u otra forma me ofrecieron su apoyo, amistad y confianza.

CARMEN LUCIA DEL CASTILLO QUINTERO

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	22
1. MARCO TEORICO	23
1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES	23
1.2 GENERALIDADES DEL EUCALIPTO	23
1.3 INVENTARIOS FORESTALES	26
1.4 TABLAS DE VOLUMEN	29
1.4.1 Generalidades	29
1.4.2 Tablas de Volumen Standard	29
1.4.3 Construcción de la Tabla de Volumen por el Método Matemático	29
1.5 CONCEPTO DE CRECIMIENTO	30
1.6 EL EUCALIPTO EN CERCAS VIVAS	31
1.6.1 Rendimientos de <i>Eucalyptus grandis</i> en cercas vivas	31
1.7 RENDIMIENTOS DE <i>Eucalyptus grandis</i> EN PLANTACIÓN	
HOMOGENEA	32
1.8 EL EUCALIPTO EN SISTEMAS AGROFORESTALES	33
2 MATERIALES Y METODOS	35
2.1 LOCALIZACIÓN	35
2.2 METODOLOGIA	37
2.3 DATOS A TOMAR	39
2.4 DESCRIPCION DE LOS ARREGLOS FORESTALES Y	
AGROFORESTALES	42
2.5 CONSTRUCCIÓN DE LA TABLA DE VOLUMEN STANDARD	42
2.6 RUTINA DE CALCULOS	43
2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	44
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
3.1 DESCRIPCION DE LOS ARREGLOS DE ACUERDO A LA EDAD DE	
LA VARIABLE VOLUMEN COMERCIAL	45
3.2 DESCRIPCION DE LOS ARREGLOS DE ACUERDO A LA EDAD DE	
LA VARIABLE DIÁMETRO	51
3.3 DESCRIPCION DE LOS ARREGLOS DE ACUERDO A LA EDAD DE	
LA VARIABLE ALTURA TOTAL	52
3.4 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO	
Y ALTURA TOTAL EN CADA UNO DE LOS ARREGLOS SEGÚN LA	
EDAD Y EL MUNICIPIO	54
3.4.1 Diámetro	54
3.4.2 Altura total	55

3.5 ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES DIÁMETRO, ALTURA TOTAL, AREA BASAL Y VOLUMEN COMERCIAL DE CADA UNO DE LOS ARREGLOS DE LOS CUATRO MUNICIPIOS EVALUADOS	58
3.6 CONSTRUCCIÓN DE LA TABLA DE VOLUMEN STANDARD PARA CERCAS VIVAS	67
3.6.1 Valores de los parámetros a y b para la construcción de la ecuación de regresión	68
3.7 CONSTRUCCIÓN DE LA TABLA DE VOLUMEN STANDARD PARA PLANTACIÓN HOMOGÉNEA	69
3.7.1 Valores de los parámetros a y b para la construcción de la ecuación de regresión	69
3.8 CONSTRUCCIÓN DE LA TABLA DE VOLUMEN STANDARD PARA EL ARREGLO AGROFORESTAL Eucalipto-Café	70
3.8.1 Valores de los parámetros a y b para la construcción de la ecuación de regresión	70
3.9 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE BIFURCACIÓN Y RECTITUD EN LOS ARREGLOS FORESTALES Y AGROFORESTALES EVALUADOS	71
3.9.1 Bifurcación	71
3.9.2 Rectitud	73
3.9.3 Estado fitosanitario de las plantaciones	74
4. CONCLUSIONES	75
5. RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	81

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización geográfica de los municipios de Apia, Santuario, Balboa y La Celia en el departamento de Risaralda	36
Figura 2. Hipsómetro de Christen para medición de alturas	40
Figura 3. Regla auxiliar de 3 m para medición de alturas	41
Figura 4. Cinta diamétrica para medición de diámetros	42
Figura 5. Arreglo de cercas vivas de 4 años en el municipio de Apia	47
Figura 6. Plantación homogénea de 4 años en el municipio de Santuario	48
Figura 7. Arreglo agroforestal Eucalipto – Café de 4 años en el municipio de Balboa	51
Figura 8. Plantación homogénea de 4 años en el municipio de Balboa	52
Figura 9. Arreglo de cercas vivas de 5 años en el municipio de La Celia	53
Figura 10. Arreglo agroforestal Eucalipto – Café de 5 años en el municipio de Balboa	56
Figura 11. Porcentaje de bifurcación en los arreglos forestales y agroforestales.	72
Figura 12. Característica de bifurcación en un arreglo agroforestal Eucalipto – Café el municipio de La Celia	73
Figura 13. Porcentaje de rectitud en los arreglos forestales y agroforestales.	74

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Número de fincas y área sembrada de la especie <i>Eucalyptus grandis</i> en cada arreglo en los municipios de Apia, Santuario, Balboa y La Celia	37
Cuadro 2. Unidades experimentales muestreadas por arreglo e intensidad de muestreo	38
Cuadro 3. Descripción de los arreglos por municipio de acuerdo a la edad	46
Cuadro 4. Rendimientos de la variable Volumen Comercial en arreglos de cercas vivas de cinco años y plantación homogénea de cuatro años de establecimiento en el núcleo uno del Proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos del Departamento de Risaralda	49
Cuadro 5. Diámetros y alturas promedio de plantaciones homogéneas de cinco años	57
Cuadro 6. Análisis de varianza para las variables altura total (HT), área basal (AB) y volumen total (VT) en el municipio de Apia	58
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable diámetro en el municipio de Apia	59
Cuadro 8. Prueba de Comparación de Promedios de Tukey para la variable diámetro municipio de Apia en los diferentes tratamientos	59
Cuadro 9. Análisis de varianza para las variables altura total (HT), área basal (AB), volumen total (VT) y diámetro (dap) en el municipio de Santuario	61
Cuadro 10. Prueba de Comparación de Promedios de Tukey para las variables altura total (HT), área basal (AB), volumen total (VT) y diámetro (dap) municipio de Santuario en los diferentes tratamientos	62
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable área basal en el municipio de Balboa	63
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable altura total en el municipio de Balboa	63
Cuadro 13. Prueba de Comparación de Promedios de Tukey para la variable altura total municipio de Balboa en los diferentes subtratamientos	64
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable volumen total en el municipio de Balboa	64
Cuadro 15. Prueba de Comparación de Promedios de Tukey para la variable volumen total municipio de Balboa en la combinación tratamiento x subtratamiento	65
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable diámetro en el municipio de Balboa	65

Cuadro 17. Prueba de Comparación de Promedios de Tukey para la variable diámetro municipio de Balboa en los diferentes subtratamientos	66
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable altura total (HT), volumen total (VT) y área basal (AB) en el municipio de La Celia	66
Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable diámetro en el municipio de La Celia	67
Cuadro 20. Prueba de Comparación de Promedios de Tukey para la variable diámetro municipio de La Celia en los diferentes subtratamientos	67
Cuadro 21. Tabla de volúmenes elaborada con el empleo de la regresión estimada según el modelo matemático de variable combinada para la especie <i>Eucalyptus grandis</i> en cercas vivas	69
Cuadro 22. Tabla de volúmenes elaborada con el empleo de la regresión estimada según el modelo matemático de variable combinada para la especie <i>Eucalyptus grandis</i> en plantación homogénea	70
Cuadro 23. Tabla de volúmenes elaborada con el empleo de la regresión estimada según el modelo matemático de variable combinada para la especie <i>Eucalyptus grandis</i> en la asociación Eucalipto-Café	71

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Diseño Irrestrictamente al Azar con Arreglo Bifactorial Combinatorio para las variables diámetro (dap), altura total (HT), área basal (AB) y volumen comercial (VC) en cada parcela muestreada en el municipio de Apia	82
Anexo B. Diseño Irrestrictamente al Azar con Arreglo Bifactorial Combinatorio para las variables diámetro (dap), altura total (HT), área basal (AB) y volumen comercial (VC) en cada parcela muestreada en el municipio de Santuario	82
Anexo C. Diseño Irrestrictamente al Azar con Arreglo Bifactorial Combinatorio para las variables diámetro (dap), altura total (HT), área basal (AB) y volumen comercial (VC) en cada parcela muestreada en el municipio de Balboa	84
Anexo D. Diseño Irrestrictamente al Azar con Arreglo Bifactorial Combinatorio para las variables diámetro (dap), altura total (HT), área basal (AB) y volumen comercial (VC) en cada parcela muestreada en el municipio de La Celia	85
Anexo E. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo de cercas vivas de tres años en los municipios de Apía, Santuario y La Celia respectivamente	86
Anexo F. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo de cercas vivas de cuatro años en los municipios de Apía, Santuario, Balboa y La Celia	87
Anexo G. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo de cercas vivas de cinco años en los municipios de Apía, Santuario, Balboa y La Celia	89
Anexo H. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo de plantación homogénea de cuatro años en los municipios de Apía, Santuario, Balboa y La Celia	91
Anexo I. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo de plantación homogénea de cinco años en los municipios de Apía y Balboa	93
Anexo J. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo agroforestal Eucalipto – Café de tres años en el municipio de La Celia	94
Anexo K. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo agroforestal Eucalipto –Café de cuatro años en el municipio de Balboa.	95
Anexo L. Tabla de frecuencia para diámetro en un arreglo agroforestal Eucalipto – Café de cinco años en el municipio de Balboa	96
Anexo M. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo de cercas vivas de tres años en los municipios de Apía, Santuario y La Celia	97
Anexo N. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo de cercas	

vivas de cuatro años en los municipios de Apía, Santuario, Balboa y La Celia	98
Anexo O. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo de cerca vivas de cinco años en los municipios de Apía, Santuario, Balboa y La Celia	100
Anexo P. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo de plantación homogénea de cuatro años en los municipios de Apía, Santuario, Balboa y La Celia	101
Anexo Q. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo de plantación homogénea de cinco años en los municipios de Apía y Balboa	103
Anexo R. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo agroforestal Eucalipto – Café de tres años en el municipio de La Celia	104
Anexo S. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo agroforestal Eucalipto – Café de cuatro años en el municipio de Balboa	105
Anexo T. Tabla de frecuencia para altura total en un arreglo agroforestal Eucalipto – Café de cinco años en el municipio de Balboa	106
Anexo U. Cálculos para la estimación de la ecuación de regresión cercas vivas	107
Anexo V. Cálculos para la estimación de la ecuación de regresión	119
Anexo W. Cálculos para la estimación de la ecuación de regresión	130

GLOSARIO

Área Basal: sección transversal del fuste a la altura del pecho de uno o de todos los árboles de un rodal. Se expresa en m^3 .

Altura Total: es la longitud del fuste desde la base hasta el ápice del árbol.

Altura Comercial: distancia desde la parte superior del tocón (30 cm arriba del suelo) hasta la iniciación de la copa.

Bifurcación: acción y efecto de dividirse en dos ramales.

Cinta Diamétrica: cinta calibrada para lectura directa del diámetro.

Diámetro: medición del fuste de un árbol a la altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo.

Factor Forma: relación entre el volumen de un árbol o fuste y el volumen de un sólido geométrico de las mismas dimensiones.

Forcípula: regla graduada con un brazo fijo y uno móvil para medición directa del diámetro.

Hipsómetro de Christen: regla calibrada en forma de "C" cuadrada de una longitud predefinida (30 cm) en la cuál se busca enmarcar el árbol para medir su altura.

Inventario Forestal: estimación o cuantificación de las existencias maderables de un bosque por medio de algunas técnicas de recolección de información, acompañadas de un dispositivo estadístico conceptual que garantice su veracidad objetiva, ligada a una probabilidad escogida.

Intensidad de muestreo: se define como la proporción de unidades de muestreo escogidas como parte de la muestra.

Melífera: característica de algunas plantas de tener o producir miel.

Muestra: es una parte o subconjunto de la población.

Parcela: unidad de muestreo de área fija para la realización de inventarios forestales.

Rodal: conjunto de árboles uniformemente distribuidos o plantados con semejante composición y constitución.

Tablas de Volumen: expresan en forma de tabla o de gráfico el volumen medio por árbol en términos de diámetro, diámetro y altura o diámetro, altura y forma.

Tablas de Volumen Standard: expresan el volumen por árbol en términos de diámetro a la altura del pecho D.A.P y altura o longitud del fuste comercial.

Tronco o Fuste: sector leñoso, que va desde el suelo hasta la yema terminal del árbol.

Volumen: indicador del potencial o capacidad de producción de madera de un bosque

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en el núcleo uno del Proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos, en los municipios de Apia, Santuario, Balboa y La Celia del Departamento de Risaralda, con el propósito de evaluar el rendimiento en volumen de la especie *Eucalyptus grandis* a partir del tercer año de establecida bajo los arreglos de plantación homogénea, cercas vivas y asociación agroforestal Eucalipto – Café.

Se utilizó un Diseño Irrestrictamente al Azar con Arreglo Bifactorial Combinatorio de 3 x 3, con tres tratamientos correspondientes a los arreglos evaluados y tres subtratamientos representados por las edades de las plantaciones, en donde se evaluaron las variables de diámetro, altura total, área basal y volumen comercial en cada uno de los municipios.

Los resultados obtenidos en la investigación, indican que el arreglo de cercas vivas presentó mayor rendimiento volumétrico, en comparación con los arreglos de plantación homogénea y asociaciones agroforestales.

Probablemente, esta diferencia se deba a la existencia de una menor competencia entre individuos, tanto por luz, nutrientes y espacio en arreglos de cercas vivas, favoreciendo el óptimo desarrollo de la especie, traducido en producción de madera en m³/árbol.

Refiriéndose al desarrollo de la especie de *Eucalyptus grandis* con respecto a las localidades evaluadas, se encontró que la especie presenta mayor desarrollo volumétrico en el municipio de Apía, tanto en arreglos de cercas vivas como de plantación homogénea, en comparación con los municipios de Santuario, Balboa y La Celia.

ABSTRACT

The present research, was made in the nucleus one which is included at the countryside agroforestry nucleus project, in the municipalities of Apia, Santuario, Balboa y La Celia belonging to Risaralda Departament, in order to evaluate the growth in volume quantities of the *Eucalyptus grandis* specie starting from the third year after being established under an homogeneous plantation array, alive fences and the Eucalyptus – Coffee agroforestry association.

An on strictly haphazard Combinatory 3 x 3 Bifactorial array was used, including three treatments corresponding to the assessed array and three sub treatments represented by the plantations ages, where the diameter, total height, base area and volume variables were examined in each one of the municipalities.

The gotten response during the study process, point out that the alive fences array showed a bigger volumetric growth, in comparison to the homogeneous plantation array and agroforestry association.

Probably, this gap is due to the presence of a weaker competence between individuals, because of the light, nutrients and the kept distance between the alive fences, favoring the species proper development, translated in wood output in m³/tree.

Respecting *Eucalyptus grandis* development in relation to the tested locations, it was found out that the specie possess a higher volumetric growth in the Apia area, in alive fences arrays as well as in the homogeneous plantation, in comparison to the Santuario, Balboa and La Celia locations.

INTRODUCCIÓN

El departamento de Risaralda es un territorio con alto potencial y capacidad de uso forestal, por ello el programa de Núcleos Agroforestales Campesinos trabaja en el establecimiento, manejo y aprovechamiento de especies forestales entre las cuáles se destacan nogal *Cordia alliodora*, guayacán lila *Tabebuia rosea*, eucalipto *Eucalyptus grandis*, arboloco *Montanoa cuadrangularis* y guadua *Guadua angustifolia*, en diferentes arreglos como plantaciones homogéneas, cercas vivas, cortinas rompevientos y asociaciones agroforestales.

El Proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos de este departamento busca mejorar el nivel de vida de la población rural mediante alternativas de empleo y actividades de recuperación de los recursos naturales, integrando el componente forestal en los sistemas productivos del campo, para generar una transformación económica, cultural, paisajística y ambiental en las áreas en donde se desarrolla el proyecto, además realiza una importante actividad de fomento a la reforestación y apoyo a la investigación forestal.

La especie *Eucalyptus grandis* posee ventajas comparativas entre las cuales se destacan: la alta productividad de madera, el rápido crecimiento y desarrollo; unidos a la existencia de una industria que requiere de esta madera como materia prima, la posicionan dentro del mercado como una especie de alto valor comercial.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que esta especie brinda diversas oportunidades en el desarrollo agrícola y sociocultural en el departamento de Risaralda se planteó la siguiente investigación con los siguientes objetivos:

Estimar el potencial maderero de la especie *Eucalyptus grandis* a partir del tercer año de establecida en el núcleo uno, del departamento de Risaralda.

Conocer el desarrollo de la especie en cuanto a diámetro y altura en las zonas de estudio.

Comparar su rendimiento en volumen en arreglos forestales y agroforestales.

1. MARCO TEORICO

Las especies vegetales arbóreas juegan un papel importante en el campo al proporcionar productos y servicios para el bienestar social y económico de la región. Además ofrecen diversidad de productos como alimentos, madera, combustible, forraje y otros productos como medicinas, gomas, aceites, resinas, perfumes, taninos, fibras, insecticidas; además proveen varios servicios como mantener y mejorar la calidad del suelo, modificar el microclima, son una reserva de agua del suelo y además embellecen el paisaje¹.

1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

“Son formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal”².

“Dentro de los Sistemas Agroforestales las Cercas Vivas delimitan las propiedades, potreros, cultivos o tierras dedicadas a diferentes usos; y además actúan como cortinas rompevientos, producen forraje, mulch, leña y otros productos”³.

“Las cercas vivas se instalan a lo largo de las divisiones entre fincas o dentro de ellas para separar potreros o tierras dedicadas a diferentes usos y dependiendo de las necesidades de protección y la especie a sembrar, la distancia entre plantas dentro de una cerca oscila entre 1 y 3 metros”⁴.

“Existen también las Cortinas Rompevientos, ellas corresponden a hileras de árboles o arbustos que disminuyen la velocidad de los vientos, reduciendo la erosión eólica, la transpiración, evaporación, el daño mecánico del viento

¹ CONIF. Guías Técnicas sobre sistemas forestales y agroforestales. CONIF y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, 1997.p 8

² CATIE. Seminario Internacional sobre Sistemas Agroforestales. Costa Rica, Turrialba, 1993. p. 15

³ Ibid., p. 41

⁴ CONIF. Op. cit., p. 88

sobre los cultivos o la reducción de la productividad de los animales pastoreados”⁵.

“Adicionalmente éstas barreras proveen leña, madera y postes de pequeñas dimensiones, también pueden desempeñar funciones de delimitación como cercos”⁶.

Referente a explotaciones para el uso de la madera, el Bosque Productor es aquel destinado a una explotación racional con fines comerciales intensivos.

“Las plantaciones forestales en forma de bosque productor tienen como objetivo, la venta final de madera para pulpa, aserrío, ebanistería, triplex o aglomerados y tableros de partículas”⁷.

1.2 GENERALIDADES DEL EUCALIPTO

“El Eucalipto es una especie que se ha introducido en África, Asia, América del Sur y América Central. El género *Eucalyptus* comprende dos especies comerciales por su alto rendimiento volumétrico, el *Eucalyptus globulus*, y *Eucalyptus grandis* que es la especie de eucalipto mas plantada en el mundo”⁸.

“En Colombia el género *Eucalyptus* se ha desarrollado bien en los bosques húmedo premontano y húmedo tropical, siendo la especie mas cultivada en el Cauca, Valle del Cauca, Antioquia y Risaralda”⁹.

Como ya se mencionó el *Eucalyptus* es un género muy útil para la agricultura por su multiplicidad de usos. Por tanto es necesario conocer acerca de su descripción botánica y usos:

NOMBRE CIENTÍFICO: *Eucalyptus grandis*

FAMILIA : Myrtaceae

MORFOLOGÍA: es un árbol de 50 metros de altura y 2 metros de diámetro, fuste recto, libre de ramas hasta las dos terceras partes (2/3) de su altura, copa amplia,

⁵ Ibid., p. 88

⁶ CATIE, Op. cit, p. 71-72

⁷ CARDER. Certificado de Incentivo Forestal – CIF – Pereira, CARDER, 2001.p. 5

⁸ CONIF. Op. cit., P. 37

⁹ Ibid., p. 38

rota cuando crece en sitios abiertos, o estrecha y comprimida en plantaciones densas. Hojas alternas y colgantes¹⁰.

“Su corteza es caduca, de color blanco, desprendible en placas alargadas, sus flores son blancas y crecen en grupos, el fruto o cápsula es de forma cónica, con gran cantidad de semillas muy pequeñas”¹¹.

“El *Eucalyptus grandis* se encuentra cultivado desde los 600 a 2200 m.s.n.m. con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm anuales, esta especie es muy susceptible a heladas y temperaturas máxima de 32°C y mínima de 5°C”¹².

“Una razón de su notable éxito como especie exótica es la adaptabilidad de una u otra especie de eucalipto a una amplia gama de climas, desde los semidesérticos a los templados frío y alpinos”¹³.

“Los eucaliptos poseen características de crecimiento en vigor y agresividad que les permite participar en el rápido establecimiento de un importante recurso forestal en muchos países del mundo, en latitudes medias o mas bajas”¹⁴.

“Con relación a los suelos esta especie los prefiere húmedos, bien drenados, de textura franco - arenosa, con pH neutro a ácido y fertilidad alta. No se desarrolla bien en suelos compactados. No es exigente en suelos ricos en nutrientes; por el contrario se usa para recuperar zonas erosionadas o agotadas por el mal uso agropecuario”¹⁵.

“La propagación por semilla es la más utilizada, ya que en un kilogramo pueden haber 250.000 semillas de las cuales el 75% germina en un periodo de siete a diez días”¹⁶.

La madera de Eucalipto se trabaja en carpintería y ebanistería de mediana calidad, en fabricación de cajas de embalaje, los fustes se utilizan para postes de energía, telefónicos y cercas. Es una especie potencial para

¹⁰ TOKURA, Yuje et al. Especies forestales del Valle del Cauca. Bogotá, Lerner, 1996. p. 141

¹¹ CONIF.Op. cit., p. 39

¹² TOKURA. Op. cit., 141

¹³ DIAZ, Einar. Módulo de Dasometría. Ibagué, CARDER, 1994. p. 4

¹⁴ Ibid., p. 5

¹⁵ CONIF. Op. cit., p. 41

¹⁶ TOKURA. Op. cit., p. 141

producción de pulpa para papel en diferentes departamentos como Antioquia, Santander, Cauca, Valle del Cauca y Risaralda; a menudo se utiliza para chapas, pisos y viviendas, también para fines ambientales y recreativos. Además se ha reconocido como una especie melífera¹⁷.

“Si se desea utilizar el *Eucalyptus* para reforestación las distancias de siembra son: para bosque puro 4 m x 4 m y si se cultiva para leña y postes la distancia recomendada puede ser de 2 m x 2 m”¹⁸.

“Los últimos avances en propagación clonal han convertido en esta especie en ideal para varios propósitos de corto tiempo, pudiéndose aprovechar a los 6 años con excelentes rendimientos. Dependiendo de su uso y distancia de siembra la producción puede variar entre 20 y 50 m³/ha/año”¹⁹.

Es así como el Programa Smurfit Cartón de Colombia S.A. ha desarrollado clones de *Eucalyptus grandis* para la reforestación ya que poseen un vasto potencial para mejorar la calidad y la producción de madera.

“El programa recomienda esta especie para elevaciones entre 900 y 1800 m.s.n.m, sin embargo debido a la creciente demanda de fibra corta, hay un interés en plantar esta especie en condiciones extremas”²⁰.

Para definir y evaluar la especie en condiciones agrológicamente diferentes es necesario realizar inventarios forestales.

1.3 INVENTARIOS FORESTALES

“Los inventarios forestales son considerados como sinónimos de estimaciones de la cantidad de madera de un bosque; en éste sentido, el inventario forestal trata de describir la cantidad; calidad de los árboles de un bosque y muchas de las características de la zona de terreno donde crecen tales árboles”²¹.

“Para determinar la cantidad de madera de un bosque es necesario tener claro el concepto de diámetro, este se define como la medición del diámetro del fuste de

¹⁷ Ibid., p. 142

¹⁸ CONIF. Op. cit., p. 43

¹⁹ TOKURA. Op. cit., p. 141

²⁰ WRIGHT, J y ENDO, M. Densidad de la madera en 460 clones, en dieciséis ensayos de *Eucalyptus grandis* a los cuatro años de edad en Colombia. Smurfit Cartón de Colombia. Informe de investigación No. 156. 1993, p. 2

²¹ HUSCH, B. Planificación de un Inventario Forestal. FAO, Roma, 1971. p 3

un árbol a la altura de 1.30 metros sobre el nivel del suelo, su representación abreviada es D.A.P”²².

“Su medición se efectúa frecuentemente con cinta diamétrica, en lugar de forcípula, la cual consiste en una regla graduada con un brazo fijo y otro móvil para la medición directa. Presenta la ventaja de poder medir varios diámetros en caso de excesivas deformaciones con el fin de promediarlos”²³.

Según Díaz,

La cinta está graduada de una forma tal que se puede leer directamente el diámetro correspondiente a una circunferencia medida. la graduación de la cinta se determina usando la siguiente relación:

$$C = \pi * d$$

Donde:

C= calibración cinta

$$\pi = 3.1416$$

d= diámetro

Así mismo, la cantidad de madera de un bosque además del diámetro, requiere del conocimiento del Área Basal; por tanto Díaz, la define como la superficie de una sección transversal a la altura del pecho de uno o todos los árboles de un rodal. Se calcula mediante la fórmula:

$$AB = \pi/4 \times d^2$$

Donde:

AB= área basal

$$\pi = 3.1416$$

d= diámetro

De la misma forma, no menos importante la altura total y comercial juegan un papel muy importante en los cálculos maderables, por tanto se define la altura total como la distancia vertical entre el nivel del suelo y la cima del árbol y la altura comercial como la distancia entre el nivel del suelo y la posición terminal de la última porción utilizable del árbol²⁴.

²² DIAZ. Op., cit p.3

²³ SUAREZ, Jorge Hernando. Guía Técnica de Inventarios Forestales. Bogotá, CARDER, 2002. p. 21

²⁴ Ibid., p. 29

Para su medición se utiliza el Hipsómetro de Christen, que consiste en un listón metálico o de madera con una escala graduada entre dos pestañas.

Generalmente se gradúa y usa con una vara de 3 metros, que se coloca verticalmente contra el fuste del árbol.

La distancia del observador al árbol no necesita medirse, éste se coloca a una distancia tal que pueda verse fácilmente la cima y la base del árbol. El instrumento se sostiene entre el pulgar y el índice hasta que quede completamente vertical, el hipsómetro es luego movido hacia atrás y hacia delante del ojo hasta que los dos bordes de las pestañas estén en línea con la cima y la base del árbol. El punto en el cuál la línea de visión a la cima de la vara de 3 metros intercepta la regla indica la altura total del árbol²⁵.

Por último y teniendo en cuenta los factores definidos anteriormente se calcula el volumen del bosque o del árbol, éste es el parámetro más importante del inventario forestal como indicador del potencial o capacidad de producción del bosque, el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del D.A.P, la altura y el factor de forma.

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$V = AB \times H \times Ff$$

Donde:

V= Volumen total en m³

AB= Área basal en m²

H= Altura total o comercial en m

Ff= Factor de forma

El volumen de un inventario puede ser expresado como volumen por unidad de área y volumen total del área a inventariar en forma de volumen bruto y comercial²⁶.

Como se observa en la fórmula del cálculo del volumen, además del diámetro y de la altura, la forma del árbol tiene también influencia en su volumen. El fuste de los árboles no es un cilindro perfecto y por lo tanto su volumen no debe ser calculado como si así lo fuera. Por eso es necesario utilizar el factor de forma (Ff) en el cálculo del volumen. Para el caso de especies latifoliadas como *Eucalyptus* este factor es de 0.70²⁷.

²⁵ DIAZ. Op. cit., p. 10

²⁶ SUAREZ. Op. cit. p., 29

²⁷ AGUIRRE. Op. cit., p. 14-15

1.4 TABLAS DE VOLUMEN

1.4.1 Generalidades: Las tablas de volumen preparadas para especies individuales o grupo de especies, expresan en forma de tabla o de gráfico el volumen medio por árbol en términos de diámetro, diámetro y altura o diámetro, altura y forma.

Según que el volumen se expresa en función del diámetro (D.A.P.) solamente o en función del diámetro y la altura, la tabla se denominara “Tabla de Volumen Local” o “Tabla de Volumen Standard” respectivamente.

Estos dos tipos de tabla de volumen son los de uso mas corriente en la medición forestal y su preparación puede ser ya por métodos gráficos o por métodos matemáticos²⁸.

1.4.2 Tabla de Volumen Standard: Estas son llamadas también de doble entrada, expresan el volumen por árbol en términos de diámetro a la altura del pecho y altura o longitud del fuste comercial. Su construcción se basa en la medición de no menos de 100 árboles tipo, cuyas dimensiones deberán cubrir el rango total de diámetros y alturas encontradas en el bosque para el cual se elabora la tabla²⁹.

1.4.3 Construcción de la Tabla de Volumen por el Método Matemático: El uso de un procedimiento matemático depende o se subordina a la posibilidad de hallar una formula matemática adecuada que ajuste los datos del volumen por árbol, de tal manera que se acerque lo máximo posible de su verdadero valor en función del diámetro y la altura³⁰.

Dentro de la gama de modelos que generalmente se consideran en la elaboración de tablas de volumen standard se destacan fundamentalmente los “logarítmicos” y los “polinomiales”. Además de estos modelos existen otros que se han desarrollado y usado para la construcción de estas tablas, entre ellos merecen especial mención los siguientes:

- a. $V=a+bD+cDH+dD^2+cH+fD^2H$ (formula de W.H. Meyer para construcción de tablas de volumen en pies tablares)
- b. $V=a+bD^2+cH+dD^2H$ (formula de Stoate)
- c. $V=a+bD^2H$ (formula de variable combinada)

²⁸ ROJAS, Ángel. Dasometría práctica. Ibagué, Colombia, Universidad del Tolima, 1986. p. 81

²⁹ Ibid., p. 92

³⁰ Ibid., p. 93

Donde:

D,H= diámetro y altura respectivamente

a,b,c,d,f = parámetros

La fórmula de "Variable Combinada" ha demostrado ser bastante satisfactoria y la que resulta en una máxima contribución a la suma de cuadrados total. En muchos casos su empleo ha resultado ventajoso en relación con ciertos modelos polinomiales y logarítmicos. La variable compuesta o combinada que emplea a la vez diámetros y alturas puede ser: DH, D^2H^2 , D^2H , DH^2 ³¹.

Si D^2H , DH, D^2H^2 , DH^2 , se representa por X', la ecuación final toma la forma de una ecuación de regresión simple:

$$V=a+bX'$$

Donde:

V= Volumen estimado

b= Coeficiente de regresión

a= Intersección de la línea con el eje de las ordenadas

X'=Valores de la variable con base en la cual se hace la estimación del volumen (D.A.P, altura)

Solamente se necesita determinar los valores de los parámetros a y b para los cuales se emplean los valores de diámetro (D.A.P), altura y volumen³².

1.5 CONCEPTO DE CRECIMIENTO

Biológicamente el crecimiento es el conjunto de procesos en los cuales se aumenta la cantidad de sustancia viva de un organismo (aumento de biomasa).

"En los árboles el crecimiento se manifiesta como un aumento en la cantidad de madera, hojas y demás órganos de la planta, aunque para efectos silviculturales y económicos lo que importa mas es el aumento en volumen"³³.

Refiriéndose al incremento de árboles individuales, Rojas, anota que el valor del incremento se mide usualmente en términos de altura o longitud del fuste principal, diámetro, área basal y volumen. Este incremento esta influenciado por la

³¹ Ibid., p. 95

³² Ibid., p. 96-98

³³ VASQUEZ, Armando. Proyecto de investigación en el manejo de bosques. Universidad del Tolima, Buenaventura, Centro Forestal Tropical, 1980. p. 3

capacidad genética de las especies en interacción con el medio ambiente en el cual crece el árbol.

1.6 EL EUCALIPTO EN CERCAS VIVAS

Según SMURFIT,

el eucalipto *Eucalyptus grandis*, al utilizarse para cercas vivas ofrece las siguientes ventajas:

Produce maderas para diferentes usos, tales como postes, estacones, tutoreo de cultivos, madera redonda para construcción, madera para pulpa, leña, carbón, pisos de madera, palancas para minas, estructuras de cultivos de flores, madera aserrada para corrales de ganado, estibas.

Es un árbol de rápido crecimiento y permite colocar alambre de cercamiento a los 18 meses de sembrado.

Es una especie con alta capacidad de rebrote. A los 6 años puede cortarse a la altura del estacón de una cerca y manejar el rebrote para tener más cosechas de ellos.

Las cercas vivas evitan el tener que reponer los postes cada 1 o 2 años, convirtiéndose prácticamente en un cerco de por vida. Además suministran cosecha de madera cada 6 años.

Cumple la función como atenuante de ruidos en sitios de alto tráfico de vehículos y embellecimiento de carreteras veredales³⁴.

1.6.1 Rendimiento de *Eucalyptus grandis* en Cercas Vivas: Una cerca viva de eucalipto puede llegar a producir aproximadamente 120 toneladas por kilómetro cada 6 años.

Aún sin considerar el beneficio de la venta de madera en el año 6, se calcula que el ahorro mínimo que pueden obtener los agricultores es del orden de \$600 mil pesos por kilómetro, este ahorro está representado por la no reposición de estacones.

“Considerando el beneficio de la venta de madera, este rendimiento puede ascender a \$1.3 millones por kilómetro”³⁵.

³⁴ SMURFIT CARTON DE COLOMBIA, Cercos vivos con Eucalipto. Restrepo, Valle, SMURFIT cartón de Colombia, 1994. 12p.

³⁵ Ibid, p. 12

1.7 RENDIMIENTO DE *Eucalyptus grandis* EN PLANTACIÓN HOMOGENEA

Endo, M investigador de Smurfit Cartón de Colombia, 1993 reporta que,

en el municipio de Restrepo (Valle), esta especie en lotes comerciales de tres años tiene un rendimiento de 34 m³/ha/año con una altura de 13 metros y un D.A.P. de 10.1 centímetros.

La producción de esta especie en lotes comerciales de cuatro años tiene un incremento de 15.8 m³/ha/año en relación con el rendimiento a los tres años, es decir el volumen a esta edad es de 49.8 m³/ha/año, con una altura de 11.34 metros, incrementándose en 2.45 metros con relación a la altura observada a los tres años. El diámetro observado a esta edad es de 11.6 centímetros³⁶.

ENDO y LAMBETH, en Smurfit Cartón de Colombia, 1992 encontraron que,

en plantaciones de *Eucalyptus grandis* de tres años, establecidas en Popayán (Cauca), los rendimientos fueron de 68.4 m³/ha/año y de 0.062 m³/árbol, con una altura de 12.3 metros en promedio³⁷.

CONIF, reporta,

que en cooperación técnica con la Federación Nacional de Cafeteros, evaluaron plantaciones de dos procedencias de *E. grandis*, North of Coffs Harbour y Bellthorpe en dos sitios del departamento de Antioquia bajo dos rangos altitudinales (1300 y 1510 m.s.n.m), en donde los mejores rendimientos se reportaron en el sitio Grescol Antioquia (1300 m.s.n.m) con un crecimiento en volumen a los 5 años, de 60 y 54 m³/ha/año, con crecimientos en altura de 21.4 y 20.6 metros respectivamente y crecimientos en diámetros de 17.40 y 16.20 centímetros.

En el año 1981 evaluó en el municipio de Guaviare plantaciones de esta especie, encontrando a los 5 años de edad un volumen de 13 m³/ha/año, aclarando que estos bajos resultados se deben a que las plantaciones fueron establecidas en suelos con alta acidez, baja fertilidad, toxicidad por aluminio intercambiable y con baja disponibilidad de fósforo.

³⁶ ENDO, Masatoshi. Aumento del Crecimiento debido al control de la maleza en una plantación de *Eucalyptus grandis* de cuatro años de edad en Restrepo En: Smurfit Cartón de Colombia. Valle del Cauca. No. 155. (1993); 25 p.

³⁷ _____. y LAMBETH, Clements. Potencial promisorio del híbrido *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus urophylla* en Colombia. En: SMURFIT Cartón de Colombia. No. 152. (1992). p. 12

El rendimiento puede ser mayor por rebrote que por semilla. En Kenya por ejemplo, se ha obtenido en plantaciones por semilla 30 m³/ha/año y por rebrote 46 m³/ha/año³⁸.

1.8 EL EUCALIPTO EN SISTEMAS AGROFORESTALES

El Eucalipto *Eucalyptus grandis* se ha utilizado en la combinación con el cultivo de café *Coffea arábica* L. bajo el sistema de sombrío productivo, siendo esta una práctica muy aceptada por los caficultores.

CONIF reporta que,

Esta práctica ha sido probada por la entidad Smurfit Cartón de Colombia en el municipio de Restrepo, Valle del Cauca en donde el sistema evaluado fue cultivo de café variedad Colombia con sombrío de árboles de Eucalipto³⁹.

El café se sembró a 1.5 m x 2 m y el eucalipto a 7 m x 7 m. Los árboles de *Eucalyptus* presentaron alturas de hasta 6 metros en el primer año. Estos árboles tenían como objetivo la producción de pulpa en un turno de 8 años.

CONIF también reporta que,

la asociación de *E. Grandis* con cultivos agrícolas temporales como yuca, maíz y frijol empleando variadas distancias de siembra dependiendo de la región y la tradición⁴⁰.

³⁸ CONIF, Op. cit., p. 43

³⁹ Ibid., p. 43

⁴⁰ Ibid., p. 43

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el convenio CARDER (Corporación Autónoma Regional de Risaralda), Gobernación de Risaralda, Fondo Nacional de Regalías, Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda y se desarrollo en el núcleo uno del Proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos del departamento de Risaralda, conformado por los municipios de Apia, Santuario, Balboa y La Celia (Figura 1) en donde se evaluaron 3 arreglos tanto forestales como agroforestales: plantación homogénea, cercas vivas y asociación agroforestal Eucalipto - Café.

“Estos municipios se ubican al norte del departamento de Risaralda y según la Corporación Autónoma Regional de Risaralda los sitios donde se establecieron las investigaciones, presentan las siguientes características ambientales”⁴¹.

Municipio de Apia: presenta una temperatura promedio de 19°C con 1616 m.s.n.m y una precipitación de 2216 mm/año.

Municipio de Santuario: tiene una temperatura promedio de 20°C con una altura de 1575 m.s.n.m y una precipitación de 1565 mm/año.

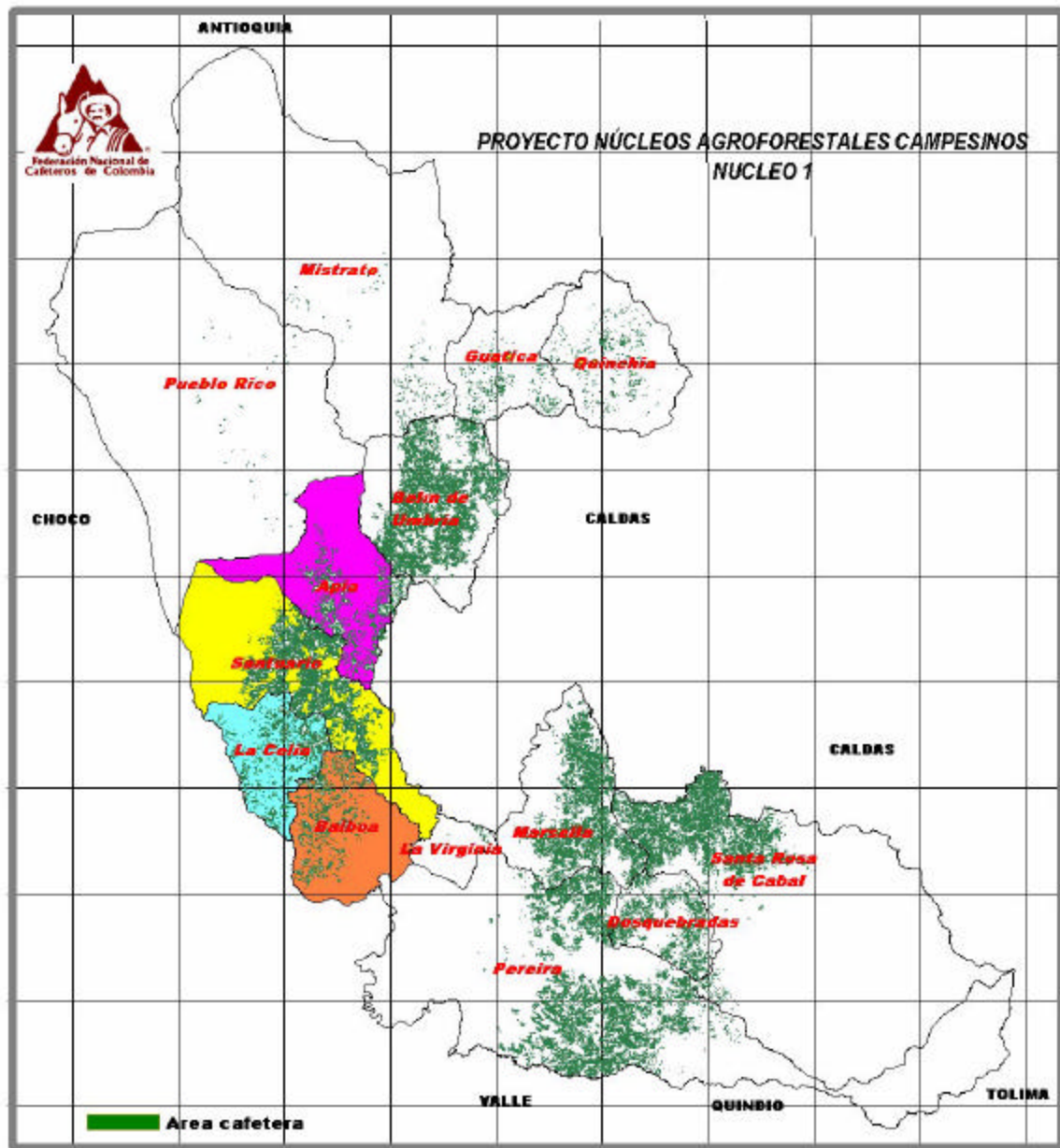
Municipio de Balboa: presenta temperatura promedio de 22°C, precipitación de 1882 mm/año y 1550 m.s.n.m.

Municipio de La Celia: presenta una temperatura promedio de 21°C, precipitaciones de 2273 mm/año y 1250 m.s.n.m.

Humedades Relativas para los municipios entre 70 y 82%.

⁴¹ CARDER. Op. cit., p. 23

Figura 1. Localización Geográfica de los municipios de Apia, Santuario, Balboa y La Celia en el Departamento de Risaralda



Fuente: Comité Departamental de Cafeteros de Risaralda.

2.2 METODOLOGÍA

El proceso metodológico para la realización de este estudio consistió en la recolección de información de los municipios de Apia, Santuario, Balboa y La Celia que conforman el núcleo uno del proyecto Núcleos Agroforestales Campesinos del departamento de Risaralda, relacionada con el número de fincas adscritas al proyecto y área sembrada de la especie *Eucaliptus grandis* en cada uno de los arreglos a partir del tercer año de establecimiento, para realizar un consolidado de esta información y posteriormente seleccionar los sitios de muestreo teniendo en cuenta el área sembrada por cada arreglo. Cuadro 1

Cuadro 1. Número de fincas y área sembrada de la especie *Eucaliptus grandis* en cada arreglo en los municipios de Apia, Santuario, Balboa y La Celia

MUNICIPIO	PLANTACIÓN HOMOGÉNEA		CERCAS VIVAS		ASOCIACIÓN EUCALIPTO-CAFE		TOTAL
	AREA(Ha s)	FINCA S	AREA(K m)	FINCA S	AREA(Ha s)	FINCA S	
NUCLEO1							
LA CELIA	3.04	6	57.8	94	0.46	1	101
SANTUARIO	38.8	2	36.3	50			52
APIA	72	20	123.75	159			179
BALBOA	1.98	9	42.06	91	5.46	3	103
TOTAL	115.82	37	259.91	394	5.92	4	435

Para la selección de las muestras se realizó un listado de fincas por cada arreglo en los cuatro municipios con números consecutivos, de la siguiente manera: para plantación homogénea el listado comprendió la numeración de 1 a 37, para el arreglo de cercas vivas la numeración fue de 1 a 394 y para la asociación agroforestal Eucalipto – Café fue de 1 a 4 fincas, seleccionando al azar el número de parcelas a muestrear por municipio y por arreglo.

Se trabajó con una intensidad de muestreo del 1% del área total de cada sistema, ya sea plantación homogénea, cercas vivas o asociación agroforestal, basándose en el ejemplo de un inventario forestal desarrollado con una intensidad del 1%. (Cuadro 2)

Fuente: OROZCO, L y BRUMER, C.

Cuadro 2. Unidades experimentales muestreadas por municipio e intensidad de muestreo

SISTEMA	AREA	INTENSIDAD (1%)	TAMAÑO PARCELA	NUMERO PARCELAS
PLANTACIÓN HOMOGENEA	115.82 Has	1.2	1000 m ²	12
CERCAS VIVAS	259.91 Km	2.6	100 m	26
ASOCIACIÓN EUCALIPTO-CAFE	5.92 Has	0.06	2500 m ²	3
TOTAL				41

Una vez definido el número de sitios a muestrear por arreglo y localidad se visitaron las plantaciones de *Eucalyptus grandis* a partir del tercer año de establecidas por el proyecto, trazadas e instaladas por los agricultores adscritos al proyecto en las cuales se tomaron mediciones de las variables de diámetro, altura (total y comercial) y algunas observaciones directas, estableciendo parcelas de diferente tamaño dependiendo del arreglo para el desarrollo de los inventarios forestales, así:

En plantaciones homogéneas se establecieron parcelas circulares de 18 metros de radio, con un área total de 1000 m². En el centro de la parcela se enterró una estaca de 30 cm de largo, la cual referenciaba el centro de la parcela, radiando a un distancia de 18 metros midiendo los árboles que quedaron incluidos dentro del círculo.

En aquellos sitios en donde las plantaciones estaban establecidas en laderas se establecieron parcelas rectangulares perpendiculares al cambio de la pendiente de 1000 m².

El número de individuos muestreados en este arreglo dependió de las distancias de siembra las cuáles variaban de 4 m x 4 m a 5 m x 5 m, totalizando de 40 a 60 individuos por parcela.

En el arreglo de cercas vivas se establecieron parcelas lineales de 100 metros para cada finca a muestrear. La muestra varió entre 25 a 30 individuos dependiendo de las distancias de siembra que oscilaban entre 3 m y 4 metros.

En la asociación Eucalipto – Café se trazaron parcelas de 50 m x 50 m por cada finca a muestrear. El número de individuos muestreados oscila entre 70 y 100 dependiendo de las distancias de siembra que oscilaron entre 5 m x 5 m y 6 m x 6 m.

2.3 DATOS A TOMAR

En el municipio de Apía se midieron 432 individuos, 221 en plantación homogénea y 211 en cercas vivas. En el municipio de Santuario se midieron 364 individuos, 120 en plantación homogénea y 244 en cercas vivas. En el municipio de Balboa se evaluaron 435 árboles, 154 en plantación homogénea, 164 en cercas vivas y 117 en la asociación agroforestal Eucalipto – Café y en el municipio de La Celia se evaluaron 399 árboles, 87 en plantación homogénea, 212 en cercas vivas y 100 en la asociación agroforestal, para un total de 1630 individuos muestreados en los cuatro municipios.

Las variables evaluadas fueron:

ALTURA: medida con hipsómetro de Crhisten Figura 2 y una regla auxiliar de 3 metros de longitud. (Figura 3)

DIÁMETRO: se midió el D.A.P a una altura de 1.30 m medidos a partir del suelo en todos los árboles que presentaron un diámetro mayor o igual a 10 cm con cinta diamétrica. (Figura 4)

Además de estas variables, en las plantaciones evaluadas se efectuaron observaciones sobre su forma (bifurcación y rectitud), daños mecánicos, daños causados por plagas o estado fitosanitario de la especie *Eucalyptus grandis* en cada uno de los arreglos.

Figura 2. Hipsómetro de Christen para medición de alturas. Municipio de Apía



Figura 3. Regla auxiliar de 3 m para medición de alturas. Municipio de Apía



Figura 4. Cinta diamétrica para medición de diámetros a la altura del pecho.
Municipio de Apía



