

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL ROBLE (*Quercus humboldtii*) BAJO
DOS ARREGLOS AGROFORESTALES, EN LOS MUNICIPIOS DE PURACÉ Y
TIMBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA



PABLO EFRAÍN CAMPAÑA MONTENEGRO
HARVY ANDREY RIVERA BURBANO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2011

Copia Controlada

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL ROBLE (*Quercus humboldtii*) BAJO
DOS ARREGLOS AGROFORESTALES, EN LOS MUNICIPIOS DE PURACÉ Y
TIMBÍO, DEPARTAMENTO DEL CAUCA



PABLO EFRAÍN CAMPAÑA MONTENEGRO
HARVY ANDREY RIVERA BURBANO

Trabajo de Investigación

Director
Juan Carlos Villalba Malaver
Ing. Forestal

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2011

Nota de aceptación:

El director y los jurados, han leído el presente trabajo, han escuchado la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

Firma del director

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos:

A Dios y a nuestras familias por su apoyo incondicional en este proceso.

A nuestro director de trabajo de grado Ingeniero Juan Carlos Villalba Malaver, por su asesoramiento, acompañamiento y apoyo.

A los jurados M.Sc. Román Ospina Montealegre y al Dr. Román Stechauner Rohringer por sus correcciones y sugerencias a este trabajo.

A la comunidad Indígena los Coconucos y al señor Jesús Huber Cruz por brindarnos la oportunidad de implementar nuestros ensayos en sus predios.

A los profesores del programa de Ingeniería Forestal quienes estuvieron dispuestos a brindarnos su colaboración.

A todos nuestros compañeros y en especial a los que nos ayudaron en el proceso de establecimiento del ensayo

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.

GLOSARIO

ARREGLOS AGROFORESTALES: son sistemas productivos que integran árboles, ganado y pastos o forraje, en una misma unidad productiva. Estos arreglos están orientados a mejorar la productividad de las tierras y al mismo tiempo ser ecológicamente sustentable. Entre los principales beneficios se pueden enumerar la protección física del suelo, los efectos sobre el microclima, el reciclaje de nutrientes y la diversificación de la producción.

BOSQUES SECUNDARIOS: tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolló una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0.5 hectáreas, y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies.

CERCA VIVA: es una o algunas líneas de especies leñosas (ocasionalmente con no leñosas) que restringen el paso de personas y animales a una propiedad o parte de ella. Una cerca viva generalmente está asociada con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas, otras tecnologías agroforestales y viviendas.

CERTIFICADO DE INCENTIVO FORESTAL (CIF): en Colombia el Certificado de Incentivo Forestal es un aporte directo en dinero, como un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación, que consiste en una bonificación en efectivo de los costos de siembra de plantaciones forestales con fines protectores-productores en terrenos de aptitud forestal, del 50% si se plantan especies introducidas y un 75% si se plantan especies nativas. Por los costos totales netos de manejo del segundo hasta el quinto año se reconoce hasta un 50% para ambos casos.

CULTIVO EN CALLEJONES: el cultivo en callejones es la siembra de cultivos anuales en los espacios o callejones entre líneas de árboles, generalmente de crecimiento rápido y fijadores de nitrógeno, que son podados a intervalos regulares para evitar competencia con los cultivos, proveer biomasa que suple nutrientes a los cultivos y suprime el crecimiento de las malezas.

DEFOLIACIÓN: caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, contaminación ambiental o acción humana.

DENSIDAD DE SIEMBRA: se llama densidad de siembra a la medida que establece la cantidad de plantas que se cultivan en un espacio determinado. Usualmente la densidad de siembra se mide con el número de plantas sembradas en una hectárea, es decir, en 10000 m².

DISEÑO EXPERIMENTAL: es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés.

DISTANCIA DE SIEMBRA: se llama distancia de siembra a la medida que establece la cantidad de plantas que se cultivan en una o más hileras.

FUENTE SEMILLERA: es un grupo de árboles de la misma especie o grupo de especies donde predominan individuos con características deseables a de conformación aceptable en cuanto a forma, vigor y sanidad, el cual es manejado técnicamente para aumentar y sostener la producción de la semilla en calidad y cantidad adecuadas.

PLÁNTULAS: plantas muy pequeñas, generalmente el resultado de la germinación de una semilla o del enraizamiento de un esqueje, en sus primeras semanas. Luego crecen y ya no son plántulas.

PRUEBA DE KOLMOGOROV-SMIRNOV: es una prueba no paramétrica que se puede utilizar para comparar una muestra con una distribución de probabilidad de referencia o para comparar dos muestras.

PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS: en estadística, la prueba de Kruskal-Wallis es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población.

RELACIÓN BENEFICIO-COSTO: es un método complementario, utilizado generalmente cuando hacemos análisis de valor actual y valor anual. Utilizado para determinar la viabilidad de los proyectos en base a la razón de los beneficios a los costos asociados al proyecto.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR): mide la rentabilidad como un porcentaje, calculado sobre los saldos no recuperados en cada período. Muestra el porcentaje de rentabilidad promedio por período, definida como aquella tasa que hace el valor actual neto (VAN) sea igual a cero. La TIR, complementa casi siempre la información proporcionada por el VAN.

VALOR ACTUAL NETO (VAN): mide la rentabilidad del proyecto en valores monetarios deducida la inversión. Actualiza a una determinada tasa de descuento los flujos futuros. Este indicador permite seleccionar la mejor alternativa de inversión entre grupos de alternativas mutuamente excluyentes.

RESUMEN

Para determinar el comportamiento en campo del Roble (*Quercus humboldtii*) en las fincas El Salado y Montereal pertenecientes a los Municipios de Puracé y Timbío respectivamente, se estableció un diseño experimental completamente al azar para cada finca, donde las densidades de siembra para el cultivo en callejones y las distancias de siembra para la cerca viva fueron los tratamientos del ensayo. Las variables de respuesta a evaluar durante el ensayo fueron el incremento en altura, el porcentaje de mortalidad y el porcentaje ponderado de defoliación. Al final de la investigación se estableció que en la Finca El Salado el cultivo en callejones con densidad de siembra a 3x3 metros fue el que mejor favoreció el incremento en altura de las plántulas, mientras que en la Finca Montereal el mejor incremento se presentó en la cerca viva con distancias de siembra de 5 metros. El mayor porcentaje de mortalidad en las dos fincas se registró en las cercas vivas al igual que el porcentaje ponderado de defoliación. En cuanto al análisis financiero realizado para cada arreglo agroforestal se determinó que el cultivo en callejones con distancias de siembra a 3x3 es el más rentable dado que presenta los mayores valores en cuanto al valor presente neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), y la relación beneficio-costos (B/C).

Palabras claves. Cultivo en callejones, cercas vivas, plántulas, densidades, distancias.

ABSTRACT

For determine the field performance of Roble (*Quercus humboldtii*) in the Salado and Montereal farms in the municipalities of Puracé and Timbío respectively, established a completely randomized experimental design for each farm, where the seeding for the alley cropping and planting distances were living close to the trial treatments. The response variables to evaluate during the trial were the increase in height, the mortality rate and the weighted percentage of defoliation. At the end of the investigation established that in the El Salado alley cropping with seeding to 3x3 meters was the best favored the increase in seedling height, while at the farm Montereal the best increase occurred in the living fence with planting distances of 5 meters. The highest percentage of mortality in the two farms was recorded in the hedgerows as the weighted percentage of defoliation. As for the financial analysis for each array was determined that the agroforestry alley cropping planting distances to 3x3 is the most viable because it shows the highest values in terms of net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and the benefit-cost ratio (B/C).

Key words. Alley cropping, live fences, seedling, densities, distances.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO REFERENCIAL	18
1.1 MUNICIPIO DE PURACÉ – COCONUCO	18
1.1.1 Economía del Municipio de Puracé	18
1.2 MUNICIPIO DE TIMBÍO	19
1.2.1 Economía del Municipio de Timbío	19
1.3 GENERALIDADES DE LA ESPECIE ROBLE (<i>Quercus humboldtii</i>)	20
1.3.1 Descripción botánica del <i>Quercus humboldtii</i>	20
1.3.2 Ecología y distribución	21
1.3.3 Plantación y manejo silvicultural	21
1.3.4 Estado de conservación	22
1.4 ESTADO DE ARTE DE LA INVESTIGACION FORESTAL EN LA ESPECIE ROBLE (<i>Quercus humboldtii</i>)	22
1.4.1 Avances en el conocimiento de robledales para el manejo	22
1.5 SISTEMAS AGROFORESTALES	24
1.6 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES	25
1.7 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES	25
1.7.1 Sistemas Silvopastoriles	26
1.7.1.1 Árboles maderables o frutales dispersos en potreros	26

1.7.1.2 Producción animal bajo plantaciones forestales o plantaciones de frutales	26
1.7.1.3 Praderas en callejones de árboles	26
1.7.2 Los sistemas agrosilvoculturales	26
1.7.2.1 Cultivos agrícolas en plantaciones forestales-Sistemas Taungya	27
1.7.2.2 Árboles en cultivos agrícolas	27
1.7.2.3 Cultivos agrícolas en callejones	27
1.7.3 Los sistemas agrosilvopastoriles	28
1.8 PLANTACIONES LINEALES	28
1.9 TIPOS DE PLANTACIONES LINEALES	28
1.9.1 Cercas vivas	28
1.9.2 Cortinas rompevientos	29
1.9.3 Barreras contra heladas	29
1.10 MAIZ DE CLIMA FRIO (<i>Zea mays</i> L.) ICA -V -508 AMARILLO CARMELITA”	30
1.11 FRIJOL DE CLIMA FRIO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) FRIJOL CERINZA	30
1.12 MAIZ DE CLIMA CALIDO (<i>Zea mays</i> L.) ICA – V -304 “AMARILLO GRANDE”	30
1.13 FRIJOL DE CLIMA CALIDO (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) CALIMA “ARBUSTIVO”	30
1.14 DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR	31
2. METODOLOGÍA	32
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	32
2.1.1 Localización geográfica Finca El Salado	32

2.1.2 Localización geográfica finca Montereal	32
2.2 SELECCIÓN DE LA ESPECIE	33
2.3 DESCRIPCION DEL DISEÑO EXPERIMENTAL	33
2.3.1 Diseño experimental	33
2.4 ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL ENSAYO	34
2.4.1 Fase de establecimiento	34
2.4.1.1 Limpieza del terreno	34
2.4.1.2 Trazado	35
2.4.1.3 Aclimatación	36
2.4.1.4 Plateo y Repique	36
2.4.1.5 Trasplante	37
2.4.1.6 Fertilización	37
2.4.2 Fase de seguimiento y evaluación	38
2.4.2.1 Incremento en altura	38
2.4.2.2 Porcentaje de mortalidad	38
2.4.2.3 Porcentaje ponderado de defoliación	38
2.5 ANÁLISIS FINANCIERO DE UNA PLANTACIÓN DE ROBLE (<i>Quercus humboldtii</i>) EN ARREGLOS AGROFORESTALES	39
2.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	42
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
3.1 RESULTADOS EN LA FINCA EL SALADO Y LA FINCA MONTEREAL	43
3.1.1 Análisis de la base de datos de los dos sitios	43
3.1.2 Incremento en altura	43

3.1.3 Porcentaje de mortalidad	44
3.1.4 Porcentaje ponderado de defoliación (PPD)	47
3.1.5 Análisis financiero de una plantación de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en arreglos agroforestales	49
3.1.5.1 Costos de establecimiento de los arreglos agroforestales en el primer año	50
3.1.5.2 Costos de establecimiento y mantenimiento de los arreglos agroforestales durante los 20 años	52
3.1.5.3 Ingresos obtenidos de la plantación de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en los 20 años	52
3.1.5.4 Indicadores financieros del proyecto	53
3.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
4. CONCLUSIONES	58
5. RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS	67

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Trabajos de investigación desarrollados con la especie Roble (<i>Quercus Humboldtii</i>)	23
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos para la evaluación de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en los arreglos agroforestales	33
Cuadro 3. Descripción del crecimiento diamétrico de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en el tiempo (años)	40
Cuadro 4. Volumen reportado para individuos de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en las diferentes categorías diamétricas	41
Cuadro 5. Porcentaje de mortalidad de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) para los tratamientos en cada sitio	45
Cuadro 6. Porcentaje ponderado de defoliación de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) para cada sitio	47
Cuadro 7. Costos de establecimiento de los arreglos agroforestales con Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en el primer año	50
Cuadro 8. Costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de los arreglos agroforestales en los 20 años	52
Cuadro 9. Ingresos de la plantación de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) por hectárea en cada uno de los arreglos agroforestales en los 20 años	53
Cuadro 10. Costos de establecimiento y mantenimiento de las cercas muertas durante 16 años	53
Cuadro 11. Indicadores financieros para cada arreglo agroforestal con Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	54

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio de Puracé	18
Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Timbío	19
Figura 3. Fotografía del Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	21
Figura 4. Limpieza realizada en la cerca viva	35
Figura 5. Distribución de los tratamientos en las dos fincas	35
Figura 6. Plántulas de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en periodo de aclimatación	36
Figura 7. Plateo y repique del sitio de siembra	36
Figura 8. Trasplante de las plántulas de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	37
Figura 9. Fertilización de las plántulas de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	37
Figura 10. Medición de altura para arboles de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	38
Figura 11. Defoliación causada por plagas al Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	39
Figura 12. Incremento promedio en altura por meses en los tratamientos para el Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Finca El Salado	44
Figura 13. Incremento promedio en altura por meses en los tratamientos para el Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Finca Montereal	44
Figura 14. Porcentaje de Mortalidad del Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en los arreglos agroforestales en la Finca El Salado	45
Figura 15. Porcentaje de Mortalidad del Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en los arreglos agroforestales en la Finca Montereal	46
Figura 16. Porcentaje de Mortalidad del Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en los tratamientos para la Finca El Salado	46

Figura 17. Porcentaje de Mortalidad del Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en los tratamientos para la Finca Montereal	47
Figura 18. Porcentaje ponderado de defoliación del <i>Quercus humboldtii</i> en los arreglos agroforestales para la Finca El Salado	48
Figura 19. Porcentaje ponderado de defoliación del <i>Quercus humboldtii</i> en los arreglos agroforestales para la Finca Montereal	48
Figura 20. Porcentaje ponderado de defoliación para <i>Quercus humboldtii</i> en los tratamientos en la etapa inicial y final del estudio para la Finca El Salado	49
Figura 21. Porcentaje ponderado de defoliación para <i>Quercus humboldtii</i> en los tratamientos en la etapa inicial y final del estudio para la Finca Montereal	49
Figura 22. Porcentaje de costo para cada ítem en los arreglos agroforestales con Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en el primer año	51

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Análisis de suelos para cada finca	67
Anexo B. Clasificación USDA para pendientes del terreno	68
Anexo C. Propiedades Físico–Químicas del abono orgánico Nitrafos	69
Anexo D. Formato de registro de datos de altura y mortalidad	70
Anexo E. Escala de defoliación y formula de TOWNSEND & HEUBERGER	71
Anexo F. Escala de clasificación de defoliación para Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	72
Anexo G. Formato de registro para el porcentaje ponderado de defoliación	73
Anexo H. Costos de establecimiento de la plantación de Roble en el primer año para los cuatro arreglos agroforestales	74
Anexo I. Costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación de Roble en los 20 años para los cuatro arreglos agroforestales	78
Anexo J. Flujo de Caja de la plantación de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) para los cuatro arreglos agroforestales	82

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales son prácticas que buscan la interacción del componente arbóreo con los cultivos transitorios y los animales, en un mismo espacio y tiempo de una manera simultánea, logrando así una mayor productividad y conservación del recurso en el tiempo.

La creciente deforestación ocasionada en las zonas tropicales se debe básicamente al aumento demográfico registrado en las últimas décadas y a las prácticas agropecuarias poco tecnificadas. La implementación de los sistemas agroforestales y su manejo forestal contribuyen a la estabilidad entre el factor edafológico y los cultivos transitorios asociados a especies leñosas, reduciendo así los impactos generados al suelo por procesos erosivos ocasionados por la tumba y la pérdida de microfauna por la quema y ayudando a la conservación del bosque.

La ley 1377 del 2010 emitida por el Congreso Nacional de la Republica de Colombia, estipula la reglamentación de las plantaciones forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales y nombra como entidad encargada para la formulación de políticas del sector forestal comercial y sistemas agroforestales al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural que es el ente encargado de la producción agropecuaria, forestal y piscícola.

En el Departamento del Cauca la falta de documentación e investigación acerca del comportamiento de la especie nativa Roble (*Quercus humboldtii*) implementada en sistemas agroforestales como cercas vivas y cultivos en callejones, hace necesario la realización de una investigación para establecer las ventajas que puede tener el Roble asociado a estos arreglos agroforestales para generar información del comportamiento en campo de la especie durante la fase de establecimiento.

Con lo anterior se pretende dar a conocer a las comunidades e instituciones la importancia de relacionar sus cultivos agrícolas con especies forestales, dando a entender que los sistemas agroforestales entre más se parezcan al ecosistema original en cuanto a su estructura y función tendrán más posibilidades de ser sustentables en el tiempo.

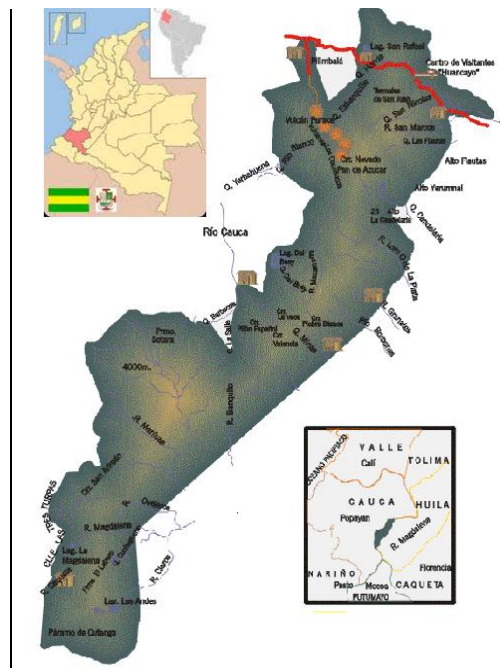
La investigación realizada generó información acerca del comportamiento en campo del Roble asociado a los arreglos agroforestales (cercas vivas y cultivos en callejones) evaluando el porcentaje de mortalidad, crecimiento en altura y estado de defoliación del Roble en las diferentes densidades y distancias de siembra del cultivo. También se respondió a la necesidad de establecer una línea base acerca de los costos y la viabilidad financiera que tiene la implementación de estos arreglos agroforestales en las comunidades del Departamento que tienen como fuente de sustento las actividades agrícolas.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 MUNICIPIO DE PURACÉ - COCONUCO

Su cabecera municipal Coconuco está localizada a los 02° 20' 53" de latitud norte y 76° 30' 03" de longitud oeste. Se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 2850 metros, su temperatura media anual es de 16°C. Precipitación media anual de 1811 mm. Distancia de Popayán 30 km. El área municipal es de 783 km² y limita por el Norte con los municipios de Popayán, Totoró y área en litigio con Huila, por el Este y el Sur con el departamento del Huila y por el Oeste con Sotaró y Popayán (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2010). La ubicación geográfica del municipio se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Ubicación geográfica del Municipio de Puracé



Fuente: INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, 2009

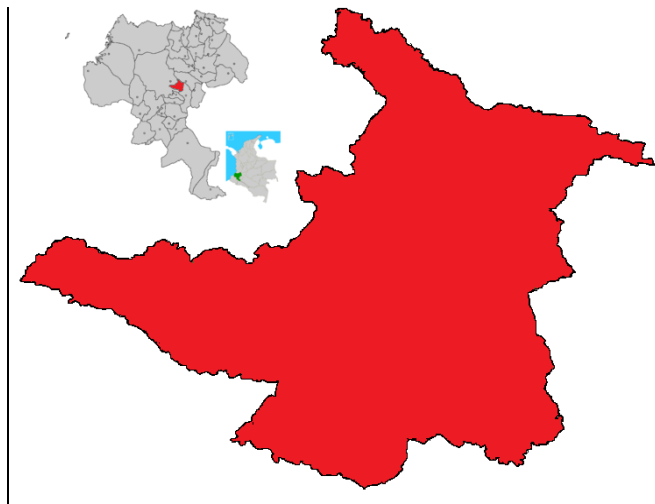
1.1.1 Economía del Municipio de Puracé. Las actividades económicas de mayor importancia son la agricultura, la ganadería, la minería y el comercio. Los principales cultivos son maíz (145 ha) y fríjol (120 ha). Se explotan minas de azufre, tiene registrados dos establecimientos industriales y dos comerciales. Las

actividades comerciales más destacadas en el municipio guardan relación con los productos de origen agropecuario (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2010).

1.2 MUNICIPIO DE TIMBÍO

El Municipio de Timbío, se encuentra situado en la región Andina, altiplano de la zona centro del Departamento del Cauca, mejor conocido como meseta de Popayán, en medio de las cordilleras Central y Occidental, al Suroccidente de la República de Colombia. Hace parte del Macizo Colombiano. La cabecera municipal se localiza a los 2°21'22" de Latitud Norte y 76°41'16" de Longitud Oeste a 13 kilómetros al sur de la ciudad de Popayán. Limita al Norte con el municipio de Popayán, al Sur con los municipios de Rosas y Sotará al Oriente con el municipio de Sotará y al Occidente con el Tambo. La superficie del Municipio de Timbío comprende una extensión de 20.502,9 Has (205 Km²), distribuidas en alturas entre 1000 y 2000 metros sobre el nivel del mar. Región Subandina y piso térmico templado húmedo (TH), con una temperatura que oscila entre 16 y 23°C y una precipitación media anual de 2026.5 mm. (Plan Básico de Ordenamiento Territorial, 2000.). La ubicación geográfica del municipio se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Ubicación geográfica del Municipio de Timbío



Fuente: INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, 2009

1.2.1 Economía del Municipio de Timbío. El Municipio de Timbío ha orientado su actividad económica hacia el sector agropecuario, presentando rendimientos bajos y sub-utilización de los suelos por falta de asesoría, maquinaria, equipo y tecnificación. En la actividad agrícola se nota una leve disminución en los cultivos

semestrales pero es notorio el aumento de la superficie sembrada en el segmento de los cultivos transitorios, destacándose el café con 2.295 hectáreas, frijol 301 hectárea, plátano 237 hectáreas, yuca 220 hectáreas y maíz 180 hectáreas (IGAC, 2010).

1.3 GENERALIDADES DE LA ESPECIE ROBLE (*Quercus humboldtii*)

El Roble (*Quercus humboldtii*) es una especie de gran importancia económica y ecológica y es conocido comúnmente como Roble, Roble Amarillo (Boyacá), Roble Negro (Cundinamarca), Roble Blanco (Valle del Cauca) (Pacheco, 1997).

1.3.1 Descripción botánica del *Quercus humboldtii*. El Roble es un árbol que pertenece a la familia FAGACEAE y se caracteriza por tener una copa con pubescencia vegetativa de posición lateral, protegida por catafilos o escamas ciliadas (Gentry, 1993).

Las hojas son simples, alternas, enteras, lanceoladas, coriáceas y delgadas, de ápice agudo, base cuneada de 10 a 20 cm de largo. Las flores son unisexuales, las masculinas en amento y las femeninas en cúpula. Presenta inflorescencias masculinas amentoides, estambres numerosos, cada estambre con dos sacos polínicos; las flores femeninas son axilares, solitarias y algunas juntas, de color crema. Sus frutos son una bellota o castaña ovalada, leñosa blanquecina con un diámetro de 2 a 3 cm y de 5 a 7 cm de longitud (Gentry, 1993).

El fuste de estos árboles alcanza una altura de 35 - 40 m, recto y cilíndrico y de 40 a 65 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho). La corteza del tronco es rugosa y de color marrón oscuro de una madera dura y pesada, duramen de color amarillo oscuro o grisáceo, olor y sabor no distintivos (Gentry, 1993). En la Figura 3 se presenta una imagen del Roble.

Figura 3. Fotografía del Roble (*Quercus humboldtii*)



1.3.2 Ecología y distribución. En bosques andinos naturales el Roble es una especie dominante, su regeneración natural se da en áreas donde hay una capa gruesa de hojarasca y donde hay una alta luminosidad. Generalmente esta especie se desarrolla a temperaturas entre 16 y 24°C y con una precipitación media anual de 1500 y 2500 mm/año, con una humedad relativa de 40 a 70 % y se encuentra a una altura entre 1900 y 3200 m.s.n.m. (Nieto y Rodríguez, 2003).

En Colombia existen poblaciones naturales de tamaño considerable en los Parques Nacionales Naturales Chingaza, Cueva de Los Guácharos, Farallones de Cali, Las Orquídeas, Munchique y Paramillo, y en los santuarios de fauna y flora Iguaque y Guanentá-Alto Río Fonce, así como en las reservas alto de San Miguel (Antioquia), Cachalú (Santander), Meremberg (Huila) y Piedras Blancas (Antioquia), (Cárdenas *et al*, 2006).

1.3.3 Plantación y manejo silvicultural. Las plantas pueden llevarse a campo al alcanzar una altura de 25 – 30 cm. La luz solar es muy importante para esta especie en su primera etapa de crecimiento, requiere periodos prolongados de sombrío en su estado juvenil, en la madurez presenta exigencias más grandes respecto que este factor lo que hace que el Roble llegue a dominar todas las demás especies que compiten con él, haciéndolo más exitoso para ganar las alturas y satisfacer sus requerimientos. Esta especie tiene una gran capacidad de rebrote en los tocones, siendo recomendable una altura de corte de 30 – 35 cm

del suelo para obtener una buena brotación. Si se efectúan podas selectivas deben realizarse entre los 3 – 5 años, dejando de 2 a 4 rebrotes de mejor vigor; este proceso debe ir acompañado de limpieas y selección de brotes (EL SEMILLERO, 2005).

1.3.4 Estado de conservación. De acuerdo con la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza para Colombia, esta especie se encuentra en la categoría vulnerable, debido que a pesar de tener una amplia distribución y conformar grandes bosques, se encuentra actualmente en un grado avanzado de amenaza debido a la extracción maderera, donde casi el 42% de sus poblaciones han sufrido intensos procesos de disminución de sus abundancias (Cárdenas, *et al.*, 2006).

El Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, por medio de la Resolución 096 del 2006 “la cual se modifican las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el INDERENA”, establece la veda en el aprovechamiento del (*Quercus humboldtii*), exceptuando individuos que se encuentren caídos o muertos por causas naturales, y dicta disposiciones ambientales para control de este aprovechamiento del Roble (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006)

Dentro de las medidas de conservación propuestas está utilizar la información generada por diversos estudios para generar planes de manejo para la conservación y el aprovechamiento sostenible de las especies. Incentivar el enriquecimiento con plántulas de la especie en áreas degradadas de su hábitat natural. Desarrollar programas de propagación en jardines botánicos (Agudelo, 2009).

1.4 ESTADO DE ARTE DE LA INVESTIGACION FORESTAL EN LA ESPECIE ROBLE (*Quercus humboldtii*)

Las caracterización florística de los Robledales, se destaca como el tema más estudiado, mientras que aspectos como la fitopatología, fisiología y biología reproductiva, cuentan con un número reducido de estudios (Sáenz, 2008).

1.4.1 Avances en el conocimiento de robledales para el manejo. A diferencia de los robledales de Centroamérica y Norteamérica, el conocimiento de Roble en Colombia es reducido. Los estudios realizados en los Robledales se han centrado básicamente en caracterizaciones tanto de flora como de fauna asociada. Aunque

se han adelantado estudios de estructura de la vegetación, aun no se cuenta con información suficiente en este tema que permita adelantar ejercicios completos de silvicultura (Sáenz, 2008).

Sin embargo, algunas de las investigaciones que se han desarrollado en estos ecosistemas aportan información de relevancia para el uso sostenible del recurso, la cual debe ser tomada en cuenta como punto de origen para el desarrollo de los planes de investigación y manejo (Sáenz, 2008). Algunos trabajos de investigación desarrollados con la especie Roble se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Trabajos de investigación desarrollados con la especie Roble (*Quercus Humboldtii*)

Tema de investigación	Trabajos de Investigación realizados
Composición y estructura de la Vegetación	Caracterización de la vegetación de los bosques de roble ubicados en la cuenca del Rio Guacha como indicador de heterogeneidad espacial.
	Catálogo de la flora vascular de los bosques subandinos de la Cuchilla (Santander, Colombia)
	Caracterización estructural de los bosques subandinos de la Cuchilla de Fara (Charatá, Santander)
	Caracterización de la comunidad epífita (familias BROMELIACEAE Y ORQUIDIACEAE) en bosque andino Reserva Biológica Cachalú (Boyacá – Santander, Colombia)
Biología reproductiva	Patrones de distribución espacial de las semillas y plántulas de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en dos bosques andinos colombianos de la Cordillera Oriental con características de intervención antrópica contrastantes
	Producción de semillas de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en dos bosques andinos de la cordillera Oriental Colombiana
Dinámica poblacional (Demografía, tasas de crecimiento y regeneración, tamaños poblacionales, densidades, reclutamiento)	Estudio de la productividad primaria aérea del <i>Quercus humboldtii</i> y <i>Colombobalanus excelsa</i> , en el corredor de conservación de Robles.
Variabilidad genética de las poblaciones del Roble	Conectividad del paisaje y estructura genética del Roble colombiano <i>Quercus humboldtii</i>
Ecología del paisaje (Fragmentación, conectividad)	Análisis del paisaje y de su influencia sobre la regeneración del roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la meseta de Popayán
	Análisis espacio-temporal del cambio en los bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) y su relación con la alfarería en Agua buena
Prácticas de manejo y conservación del bosque	Desarrollo de protocolos para el manejo de regeneración natural de <i>Quercus humboldtii</i> , <i>Colombobalanus excelsa</i> y <i>Geonoma orbignyana</i>
Diseño y validación de protocolos de domesticación de los Robledales	Estrategia de propagación de especies forestales dentro del corredor de conservación de Robles
	Ensayos de propagación de semillas de tres especies forestales

Cuadro 1. (Continuación)

Aspectos silviculturales (tasas de crecimiento, diámetros mínimos de corta, cuarteles de aprovechamiento)	Caracterización de la vegetación natural en claros de Roble, en el corredor de conservación de Robles
Zonificación ambiental de los ecosistemas asociados a los bosques de Roble del corredor	Zonificación forestal de los bosques de roble del corredor Guantiva
Aspectos fitosanitarios de los bosques de Roble	Herbivoría en bosques de Roble (<i>Q humboldtii</i>)
	Identificación de hongos fitopatógenos y antagonistas asociados a la especie Roble (<i>Q humboldtii</i>) en los municipios Encino (Santander), Arcabuco y Tipacoque (Boyacá)
Caracterización en los sistemas productivos asociados a los bosques de Roble del corredor	Evaluación actual del uso de especies forestales asociadas al bosque de Roble (<i>Quercus Humboldtii</i>)
	Caracterización del sistema de producción de carbón vegetal en Palermo
Valoración económica de los bienes y servicios ambientales generados por los Robledales	Valoración económica del servicio ambiental de regulación hídrica del bosque de Roble en la cuenca del río Guacha, (Encino, Santander)
Usos maderables y no maderables de los recursos del bosque	Caracterización de la oferta de productos forestales no maderables (PFNM) e identificación de usos tradicionales en los bosques de roble, vereda Ajizal, Moniquirá (Boyacá)
	Caracterización de productos forestales no maderables (PFNM) e identificación de usos tradicionales en la vereda El Uval, Onzaga (Santander)
Estrategias de fortalecimiento comunitario y asociatividad	Narrativas y redes sociales en torno a la conservación de los bosques de Roble

Fuente: SAENZ, 2008

1.5 SISTEMAS AGROFORESTALES

Los sistemas agroforestales, son una forma de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales, especies leñosas (árboles y arbustos), son utilizados en asociación deliberada con cultivos agrícolas y con animales, en un arreglo espacial (topológico) o cronológico (en el tiempo) en rotación con ambos, existen interacciones ecológicas y económicas entre los árboles y los otros componentes de manera simultánea o temporal de manera secuencial, que son compatibles con las condiciones socioculturales para mejorar las condiciones de vida de la región (Montagnini, 1992).

Las formas de producción agroforestal son aplicables tanto en ecosistemas frágiles como estables, a escala de campo agrícola, finca, región, a nivel de subsistencia o comerciales. El objetivo es diversificar la producción, controlar la agricultura migratoria, aumentar el nivel de materia orgánica en el suelo, fijar nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema, respetando el principio de sistema sostenido (Montagnini, 1992).

1.6 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Las especies vegetales leñosas son aquellas que poseen lignina como elemento de sus tejidos, e incluyen: árboles, helechos arborescentes, gramíneas, cactus gigantes, y arbustos como el café, entre otros. Los no leñosos poseen tejido vegetal poco o no lignificado, no presentan consistencia rígida, tienen porte bajo y su ciclo de vida es ligeramente inferior a un año. Este componente incluye cultivos agrícolas transitorios y semipermanentes, hierbas y praderas. El componente pecuario, incluye bovinos, ovinos, equinos, porcinos, insectos como abejas y gusanos como el de seda (Jiménez y Muschler, 2001).

Los propósitos de incorporar el componente leñoso pueden ser múltiples y diversos. Así, en algunos casos puede ser para incrementar la productividad del recurso suelo y el beneficio neto del sistema en el largo plazo; en otros, reducir el riesgo a través de la diversificación de las salidas del sistema o atenuar los efectos perjudiciales del estrés climático sobre plantas y animales (Jiménez y Muschler, 2001).

1.7 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Por la complejidad de los sistemas agroforestales existen diferentes criterios para su agrupación; entre los criterios de clasificación más frecuentes se tienen: el estructural, basado en la naturaleza de sus componentes, el de zonas agroecológicas donde el sistema existe y el escenario socioeconómico (escalas de producción, nivel de manejo del sistema). Sin embargo, estos criterios no son independientes ni excluyentes. La clasificación estructural es la más utilizada (Jiménez y Muschler citado por Gutiérrez, 2006). Según la presencia y naturaleza de sus componentes los sistemas agroforestales son: Sistemas Silvopastoriles, Agrosilvoculturales y Agrosilvopastoriles.

1.7.1 Sistemas silvopastoriles. Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de leñosas perennes (árboles o arbustos), que interactúa con el componente no leñoso (forrajeras herbáceas) y el componente animal, todos ellos bajo un sistema de manejo integral. Entre los arreglos silvopastoriles se tienen los árboles maderables o frutales dispersos en potreros, producción animal bajo plantaciones forestales o plantaciones de frutales y praderas en callejones de árboles (Pezo e Ibrahim, 1999).

1.7.1.1 Árboles maderables o frutales dispersos en potreros. Son especies leñosas dispersas en pastos o leguminosas forrajeras rastreras; se presenta pastoreo directo o cortes periódicos. Los árboles y arbustos son trasplantados en arreglos diversos en pasturas o son ecosistemas manejados donde animales pastorean permanentemente, en rotaciones o por temporadas, sujetos a condiciones climáticas o disponibilidad de pastos y material de ramoneo (Ospina, 2003).

Su función principal es aumentar la productividad del sistema y reducir el estrés calórico de plantas y animales, mediante sombrero parcial de leñosas al regular el microclima y proveer productos (forraje, frutas, madera, leña), además de pasto y animales. Las especies leñosas prestan también otros servicios como fijación de nitrógeno atmosférico y fósforo, mejoramiento de las condiciones de vida del suelo, diversificación del paisaje y refugio y alimento a la avifauna. Los animales proveen carne, leche, lana, pieles, plumas, estiércol y orina para abono. Los árboles en pasturas se encuentran ampliamente distribuidos en regiones tropicales húmedas, subhúmedas, semiáridas y áridas (Ospina, 2003).

1.7.1.2 Producción animal bajo plantaciones forestales o plantaciones de frutales. Es un arreglo en el cual se utilizan las plantaciones forestales o frutales para el pastoreo de animales. El componente animal se utiliza como controlador de las plantas invasoras del cultivo forestal y/ o de frutales; además ayudan a evitar los incendios forestales. (Pezo e Ibrahim, 1999).

1.7.1.3 Praderas en callejones de árboles. Son arreglos que utilizan árboles o arbustos sembrados en líneas paralelas que acompañan el forraje de corte o de pastoreo con el propósito de mejorar el ciclaje de nutrientes, prevenir la erosión y reducir el efecto del pisoteo de los animales sobre el suelo. (Pezo e Ibrahim, 1999).

1.7.2 Los sistemas agrosilvoculturales. Son una opción de producción agrícola, que integra cultivos agrícolas transitorios y semipermanentes con la presencia de

leñosas perennes (árboles, frutales, arbustos), todos bajo un manejo de sistema integral. Entre los arreglos agrosilvoculturales se tienen los cultivos agrícolas en plantaciones forestales (Sistema Taungya), árboles en cultivos agrícolas y los cultivos agrícolas en callejones (Jiménez y Muschler citado por Gutiérrez, 2006).

1.7.2.1 Cultivos agrícolas en plantaciones forestales-Sistemas Taungya.

Consiste en el establecimiento de cultivos agrícolas durante el desarrollo de los primeros años de una plantación forestal. Su función principal es la producción de maderas ordinarias o finas (generalmente una o dos especies forestales) asociadas con cultivos transitorios para autoconsumo y/o comercialización durante las fases iniciales de desarrollo de los árboles. Otras funciones son la acumulación de CO₂, liberación de oxígeno, cobertura permanente del suelo, generación de empleo rural. El sistema taungya se encuentra distribuido en regiones tropicales húmedas, subhúmedas y semiáridas (Ospina, 2003).

Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal superpuesto. La disposición horizontal del componente vegetal leñoso es mezclada ozonal (en cuadro y tresbolillo). La disposición vertical del componente vegetal es biestratificada (cuando están presentes los cultivos agrícolas) (Ospina, 2003).

El sistema taungya consiste en el desmonte de rastrojos o selvas para la siembra de cultivos transitorios, durante dos o tres años, en asociación con la plantación de especies forestales (una o dos); posteriormente la plantación ocupa toda el área durante 40 a 80 años, al final de los cuales se presenta aprovechamiento total (Ospina, 2003).

1.7.2.2 Árboles en cultivos agrícolas. Es el uso de árboles distribuidos al azar o de manera sistemática dentro o en los borde de las parcelas agrícolas. Ejemplo de estos arreglos son los árboles en linderos y los árboles dispersos en la parcela. (Jiménez y Muschler, 2001).

1.7.2.3 Cultivos agrícolas en callejones. El cultivo en callejones consiste en la asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales. Los árboles y arbustos se podan para evitar la sombra sobre los cultivos y los residuos se utilizan como abonos verdes para mejorar la fertilidad y como forrajes (Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2010).

Algunas de las ventajas de utilizar este tipo de sistemas son la diversificación de la producción, la regeneración de la fertilidad del suelo sobre todo con especies fijadoras de nitrógeno, se requieren menos insumos externos, mejora el ciclaje de nutrimentos, aumenta la productividad por unidad de superficie y la diversificación de la producción reduce los riesgos económicos. Uno de los mayores potenciales que se tiene con este tipo de sistemas es en zonas de ladera, la siembra de árboles en hileras perpendiculares a la pendiente, contribuyen a disminuir la erosión (Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2010).

1.7.3 Los sistemas agrosilvopastoriles. Son sistemas complejos que combinan componentes agrícolas, silvícolas y pecuarios con la finalidad de producir alimentos, plantas medicinales, forraje, madera, leña. Los huertos agroforestales son un buen ejemplo de los Sistemas agrosilvopastoriles, en donde se combinan plantas leñosas y no leñosas, cultivos y animales. (Pezo e Ibrahim, 1999).

1.8 PLANTACIONES LINEALES

Conjunto de plantas herbáceas, arbustivas o arbóreas, de una o varias especies, plantadas o reclutadas de la regeneración natural, a espaciamientos regulares o irregulares, distribuidas a lo largo de una o varias líneas paralelas de longitud variable, que siguen una trayectoria recta, curva o en ángulo, y que cumple objetivos definidos por el productor. (Centro Agronómico Tropical de Investigación, 2010).

1.9 TIPOS DE PLANTACIONES LINEALES

Según el Centro Agronómico Tropical de Investigación (CATIE) los tipos de plantaciones lineales más empleados son las cercas vivas, cortinas rompevientos y barreras contra heladas (Centro Agronómico Tropical de Investigación, 2010).

1.9.1 Cercas vivas. Es una barrera formada por vegetación permanente en forma densa o por postes vivos complementados con alambre. Su función principal es controlar el ingreso de animales y personas a las fincas, definir los límites de las propiedades y mantener animales en campos cultivados; además tiene funciones adicionales como producción de leña, forraje, madera y frutos. Las cercas vivas son aplicables en división de potreros y áreas agrícolas con presencia de animales y población rural alta o en zonas ganaderas de latifundio. (Pezo e Ibrahim, 1999).

Una cerca muerta es una posteadura con alambre de púas o una barrera apretada de cañas. A diferencia de ésta, las cercas vivas pueden tener varias líneas de alambre de púas donde las especies leñosas actúan como poste vivo o cuentan con un sofisticado enjambre de asociaciones vegetales de especies espinosas y no palatables para el ganado y otros animales; así protegen sembrados y viviendas y dividen lotes de pastura en rotación. También es frecuente encontrar mezcladas cerca muerta y cerca viva (Ospina, 2003).

La cerca viva se encuentra distribuida en regiones tropicales húmedas, subhúmedas, semiáridas y áridas. Esta tecnología agroforestal presenta arreglo temporal simultáneo. La disposición horizontal del componente vegetal es zonal (fila o sinuosa, que sigue la disposición de lotes o límites de fincas). La disposición vertical del componente vegetal es biestratificada o multiestratificada (Ospina, 2003). Los animales, cuando se presentan, pueden hacerlo de manera simultánea o con periodos de ausencia y con distintas densidades poblacionales. Es una tecnología principalmente de autoabastecimiento. De acuerdo con el propósito de su establecimiento (además del principal) y productos obtenidos, las cercas vivas pueden ser de varios tipos: forrajera, para leña, maderable, abonera, frutal, de conservación de la biodiversidad, de conservación del suelo, mixtas y multipropósito (Ospina, 1996). El establecimiento y manejo de las cercas vivas dependen de su tipo, competencia por luz, agua y nutrientes del suelo, cultivos, pastos, animales, efectos alelopáticos, mano de obra y disponibilidad de semilla (sexual y asexual) para siembra y resiembra (Ospina, 2003).

1.9.2 Cortinas rompevientos. Son franjas múltiples de árboles sembrados con el propósito de reducir el efecto negativo de los vientos sobre las praderas y los animales. (Pezo e Ibrahim, 1999). Las ventajas consisten en mantener el clima más estable y mayor producción en los cultivos y animales (Secretaría De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, 2010).

1.9.3 Barreras contra heladas. Son cercos muy densos y tupidos de altura mediana, formados principalmente por árboles, a veces acompañados de arbustos. Se establecen alrededor de los cultivos para neutralizar los efectos de las heladas, que suelen ocurrir en horas de la madrugada. En zonas de frío extremo, es preciso proteger el cerco recién establecido con un muro de piedras hasta que las plantas se hagan más grandes y resistentes. Dependiendo de las especies establecidas, se pueden obtener diversos productos, como leña, frutos y miel. (ALNICOLSA, 2004).

1.10 MAIZ DE CLIMA FRIO (*Zea mays* L.) ICA -V -508 “AMARILLO CARMELITA”

El maíz ICA-V-508 es una variedad mejorada por el Programa de Maíz y Sorgo del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, en el año de 1984, con grano de color amarillo tipo carmelita, apto para cultivo en regiones del país con clima frío, apropiado para el altiplano Cundiboyacence, el Oriente Antioqueño y otras similares (2000-2800 m.s.n.m.). La planta tiene una altura hasta el ápice de la espiga de 265 centímetros, presenta hojas grandes y anchas de color verde oscuro. La mazorca es cilíndrica y gruesa con una longitud de 15 centímetros y un diámetro de 5 centímetros, con 12 hileras de granos en promedio (SEMICOL, 2011).

1.11 FRIJOL DE CLIMA FRIO (*Phaseolus vulgaris* L.) FRIJOL CERINZA

Variedad que se caracteriza por su porte arbustivo, erecto con ramas laterales cortas, flores blancas y su buena tolerancia a enfermedades, tales como Antracnosis, roya, oídium, fusarium y mancha de la hoja, permitiendo un cultivo exitoso y competitivo. Semilla apropiada para cultivo en climas medios, en zonas como sabana Cundiboyacence, Antioquia, Cauca, Santander, Nariño y Huila (2200-2800 msnm) (SEMICOL, 2011).

1.12 MAÍZ DE CLIMA CALIDO (*Zea mays* L.) ICA -V -304 “AMARILLO GRANDE”

ICA –V-304. Es la primera variedad mejorada de maíz amarillo harinoso para clima medio teniendo un rendimiento de 1.0 y 1.5 ton/ha más que las variedades criollas utilizadas por los agricultores en la región (Cacao Socorrano). La variedad ICA –V-304, es el resultado del cruzamiento de la variedad regional Cacao Socorrano por ICA -H-302 e ICA- 303. Con una buena adaptación a los climas medios (1200-1800 msnm) (SEMICOL, 2011).

1.13 FRIJOL DE CLIMA CALIDO (*Phaseolus vulgaris* L.) CALIMA “ARBUSTIVO”

El frijol Calima es una variedad que se caracteriza por su porte arbustivo, erecto con una altura aproximada entre 45 a 55 cm y de buena disposición a la carga entre 18 y 44 vainas por planta, características heredadas de los frijoles parentales Perú 5, Algarrobo y Estrada, esta variedad fue liberada en el año 1966. La planta se caracteriza por tener hojas trifolioladas, flor blanca y 4 a 5 granos por vaina. La semilla es cilíndrica con bordes angulares que se caracteriza por un color rojo con

moteado claro. Frijol apropiado para cultivo en climas cálidos- medios (800-1800 msnm), en zonas como Antioquia, Santander, Nariño, Cauca y Huila (SEMICOL, 2011).

1.14 DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR

Este tipo de diseño experimental asume que las unidades experimentales de una población se asignan al azar a grupos que generalmente son llamados tratamientos. Este diseño es el más simple y se origina por la asignación aleatoria de los tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinado; su aplicación tiene mayor utilidad donde no hay fuentes de variación identificables, dado que todo el material experimental es homogéneo y la única fuente de varianza son los efectos atribuidos a los tratamientos (Little y Hills, 1976).

2. METODOLOGÍA

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en dos fincas del Departamento del Cauca. Un ensayo se efectuó en la Finca El Salado ubicada en la Vereda Pisochoago perteneciente al Municipio de Puracé propiedad del grupo Porvenir de la comunidad Indígena de los Coconucos y el otro ensayo se realizó en la Finca Montereal ubicada en la Vereda la Rivera perteneciente al Municipio de Timbío propiedad del señor Jesús Huber Cruz.

2.1.1 Localización geográfica Finca El Salado. La Finca El Salado se encuentra ubicada en el Municipio de Puracé en el Departamento del Cauca. El área de estudio de la investigación tiene una extensión de 0.3 hectáreas, con coordenadas geográficas 2°21'41.1" Latitud Norte y 76°29'51.1" Longitud Oeste y presenta una altura sobre el nivel del mar de 2354 metros.

El Municipio de Puracé presenta una temperatura media anual de 16°C y una precipitación media anual de 1811 mm (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2010). Según el análisis de suelo realizado para la finca El Salado, esta presenta suelos Franco – Arenosos (Ver Anexo A). El porcentaje de pendiente del terreno registrado en el área de estudio es del 47 %, según la clasificación de suelos USDA este terreno presenta una pendiente empinada (Ver Anexo B).

2.1.2 Localización geográfica Finca Montereal. La Finca Montereal se encuentra ubicada en el Municipio de Timbío en el Departamento del Cauca. El área de estudio de la investigación tiene una extensión de 0.3 hectáreas, con coordenadas geográficas 2°24'17.3" Latitud Norte y 76°39'07.4" Longitud Oeste y presenta una altura sobre el nivel del mar de 1831 metros.

El Municipio de Timbío presenta una temperatura media anual que oscila entre 16 y 23°C y una precipitación media anual de 2026.5 mm (IGAC, 2010). Según el análisis de suelo realizado para la Finca Montereal, esta presenta suelos Francos (Ver Anexo A). El porcentaje de pendiente del terreno registrado en el área de estudio es del 9%, según la clasificación de suelos USDA este terreno presenta una pendiente moderada a fuertemente inclinada (Ver Anexo B).

2.2 SELECCIÓN DE LA ESPECIE

Para la selección de la especie Roble (*Quercus humboldtii*) se tuvieron en cuenta parámetros como la temperatura, precipitación y la altitud donde la especie se puede establecer. El material vegetal empleado proviene de dos fuentes semilleras ubicadas en el Municipio de Popayán, en las veredas PISOJÉ ALTO y LA REJOYA. Los individuos sembrados en la Finca El Salado provienen de la fuente semillera de La Rejoja y presentaron una altura promedio inicial de 23.8 cm, y los individuos sembrados en la Finca Montereal provenientes de la fuente semillera PISOJÉ ALTO presentaron una altura promedio inicial de 25.1 cm. El material vegetal empleado al momento de la siembra contaba con 8 meses después de haber germinado, razón por la cual se optó por llevarlos a campo.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El método de siembra utilizado en el sistema agroforestal fue el cultivo en callejones con densidades de siembra de 3 x 3m y 5 x 5m, para la evaluación de las cercas vivas se utilizaron distancias de siembra de 3m y 5m.

2.3.1 Diseño experimental. Para la investigación se realizaron dos ensayos, uno por cada finca con fuentes semilleras diferentes y se utilizaron 360 árboles de Roble, 180 por cada sitio. El diseño utilizado fue un completo al azar donde los tratamientos fueron las distintas densidades de siembra en asociación con maíz y frijol, y las distancias de siembra en la plantación lineal. En el Cuadro 2 se detallan cada uno de los tratamientos y sus respectivas repeticiones, para cada municipio.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos para la evaluación de Roble (*Quercus humboldtii*) en los arreglos agroforestales

Municipio de Puracé				
Tratamiento	Densidades y distancias de siembra (m)	Nº de árboles por tratamiento	Repetición	Descripción
T ₁	3 x 3	15	3	Cultivo en callejones
T ₂	5 x 5	15	3	Cultivo en callejones
T ₃	3	15	3	Cerca viva
T ₄	5	15	3	Cerca viva

Cuadro 2. (Continuación)

Municipio de Timbío				
Tratamiento	Densidades y distancias de siembra (m)	N° de árboles por tratamiento	Repetición	Descripción
T ₁	3 x 3	15	3	Cultivo en callejones
T ₂	5 x 5	15	3	Cultivo en callejones
T ₃	3	15	3	Cerca viva
T ₄	5	15	3	Cerca viva

Las variables de respuesta fueron el incremento en altura, porcentaje de mortalidad y el porcentaje ponderado de defoliación, el registro de los datos de estas variables se efectuó cada mes. En cada finca se tuvo en cuenta el clima de la zona reportado en la literatura y se realizó el respectivo análisis de suelo para cada una de ellas. Las fuentes de variación a tener en cuenta para cada ensayo fueron las densidades de siembra en la asociación de los cultivos con Roble y las distancias de siembra en el arreglo lineal.

2.4 ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL ENSAYO

La investigación realizada en cada una de las fincas tuvo una duración de siete meses la cual incluyó una fase de establecimiento y una de seguimiento y evaluación que se describen a continuación.

2.4.1 Fase de establecimiento. Para el establecimiento de los arreglos agroforestales se seleccionó la especie Roble (*Quercus humboldtii*) dado que el programa de Ingeniería Forestal de la Universidad del Cauca viene realizando estudios con esta especie en los diferentes campos de investigación. También se optó por esta especie debido a que forma grandes asociaciones denominadas robledales y la madera obtenida es utilizada para la construcción de viviendas (vigas), cabos de herramientas, ebanistería y para la elaboración de carbón vegetal.

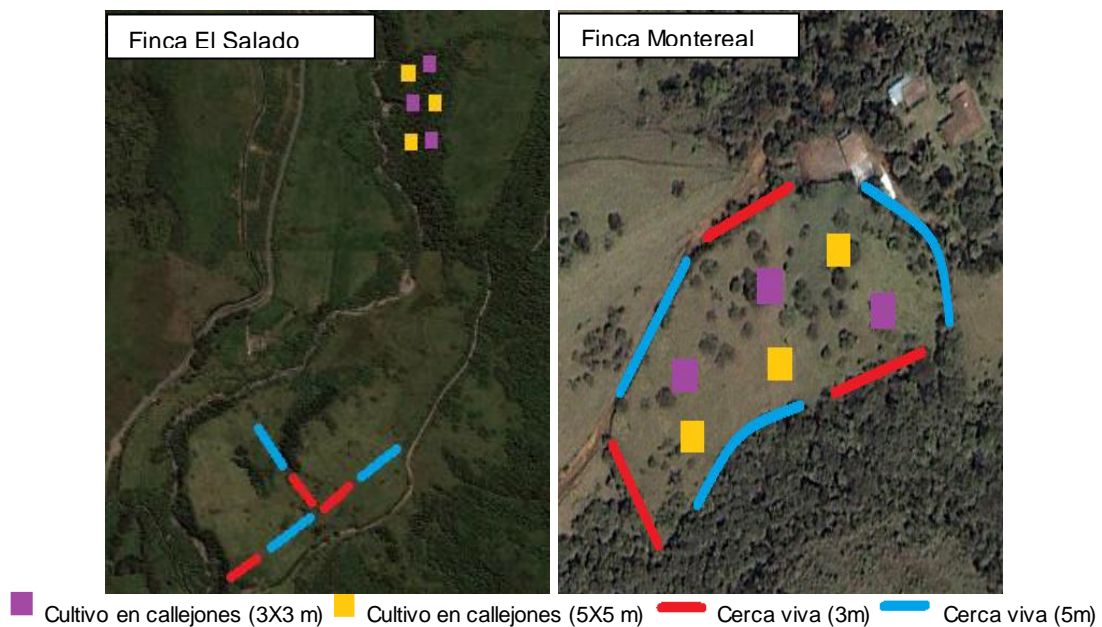
2.4.1.1 Limpieza del terreno. Una vez ubicados los sitios para el montaje del ensayo se realizó la limpieza respectiva para cada uno de ellos de forma manual con machete (Ver Figura 4).

Figura 4. Limpieza realizada en la cerca viva



2.4.1.2 Trazado. Teniendo en cuenta los arreglos agroforestales empleados en el ensayo se realizó un trazado de 3x3m y 5x5 metros para el cultivo en callejones y distancias de siembra de 3m y 5m para cercas vivas en cada uno de los ensayos, en la Figura 5 se muestra la distribución de los tratamientos en cada una de las fincas.

Figura 5. Distribución de los tratamientos en las dos fincas



2.4.1.3 Aclimatación. Los árboles pasaron por un periodo de aclimatación de 15 días en cada una de las fincas antes de la siembra, con el fin de garantizar que el material vegetal que se plantó en cada sitio tuviera las mismas condiciones de clima (Ver Figura 6).

Figura 6. Plántulas de Roble (*Quercus humboldtii*) en periodo de aclimatación



2.4.1.4 Plateo y Repique. En la Finca El Salado estas actividades se realizaron con la ayuda del Grupo Porvenir; en la Finca Montereal se empleó a un trabajador de la zona para estas labores. El plateo se realizó con azadón a 60x60 cm con un repique de 30x30x30 cm en el centro con barretón, con el fin de aflojar el suelo para permitir un buen desarrollo de las raíces de los individuos a plantar (Ver Figura 7)

Figura 7. Plateo y repique del sitio de siembra



2.4.1.5 Trasplante. En la Finca El Salado esta actividad se realizó con la ayuda del Grupo Porvenir y los estudiantes del curso de Silvicultura de Plantaciones de la Universidad del Cauca; Mientras que en la Finca Montereal se conto con la ayuda de un trabajador de la zona. El trasplante de los Robles se hizo desde las bolsas de polietileno al sitio de siembra en campo abierto, durante esta actividad se debe verificar que las raíces del árbol estén en buen estado, para proceder a rellenar con tierra y de forma compacta el hoyo donde se ubicaron (Ver Figura 8).

Figura 8. Trasplante de las plántulas de Roble (*Quercus humboldtii*)



2.4.1.6 Fertilización. La fertilización del material vegetal se realizó con el abono orgánico a base de gallinaza Nitrafos empleando 50 gr por cada plántula para la especie Roble. El método de fertilización empleado en nuestro ensayo fue el método en corona que consiste en hacer hoyos concéntricos al suelo a una distancia de 30 cm del tallo de la plántula y a una profundidad de 10 cm para no afectar el sistema radicular de las plántulas. Las especificaciones del abono orgánico se pueden ver en el Anexo C.

Figura 9. Fertilización de las plántulas de Roble (*Quercus humboldtii*)



2.4.2 Fase de seguimiento y evaluación. Una vez efectuada la siembra se procedió a realizar un seguimiento mensual durante ocho meses a cada uno de los 180 individuos sembrados para cada ensayo. Para la evaluación de las plántulas se tuvieron en cuenta las variables incremento en altura, porcentaje de mortalidad y porcentaje ponderado de defoliación.

2.4.2.1 Incremento en altura. La toma de datos de esta variable se hizo cada 30 días durante un periodo de ocho meses; para la medición de los individuos se utilizó un flexometro metálico ubicándolo de forma paralela al tallo de la plántula midiendo desde el suelo hasta el ápice como se muestra en la Figura 10. El Anexo D muestra el formato donde se registran los datos de campo.

Figura 10. Medición de altura para árboles de Roble (*Quercus humboldtii*)



2.4.2.2 Porcentaje de mortalidad. Para determinar la mortalidad en cada uno de los ensayos se realizó un seguimiento mensual a cada uno de los individuos con el fin de establecer el número de árboles muertos que se presentaron al final del estudio y así observar la adaptabilidad de las plántulas en cada finca. El Anexo D muestra el formato donde se registran los datos de campo.

2.4.2.3 Porcentaje ponderado de defoliación. Para la evaluación de esta variable se tiene en cuenta el daño causado por plagas defolioras a las plántulas de Roble (*Quercus humboldtii*) a través de una escala de defoliación, la formula de Townsend & Heuberger y una escala de clasificación de defoliación (Ver Anexo E y F) (Townsend & Heuberger, 1943). Para el registro de los datos de

esta variable se utilizó un formato con las distintas clasificaciones por categorías (Ver Anexo G). En la Figura 11 se muestra la defoliación que sufren las plántulas de Roble (*Quercus humboldtii*).

Figura 11. Defoliación causada por plagas al Roble (*Quercus humboldtii*)



2.5 ANÁLISIS FINANCIERO DE UNA PLANTACIÓN DE ROBLE (*Quercus humboldtii*) EN ARREGLOS AGROFORESTALES

Los costos iniciales del establecimiento y mantenimiento por hectárea se realizaron dependiendo de las distintas densidades y distancias de siembra utilizadas en los arreglos agroforestales. Los costos relacionados con el material vegetal leñoso (Roble) y material vegetal no leñoso (maíz y frijol), además de los insumos que estos necesitan para su establecimiento se proyectó por hectárea.

Se hizo una proyección de costos e ingresos por hectárea para la implementación y mantenimiento de los sistemas considerando una edad de rotación de 20 años para el Roble (*Quercus humboldtii*), con el fin de estimar el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio – costo (B/C), dando a conocer la viabilidad financiera de los proyectos implementados. La interpretación de cada uno de estos indicadores se realizó de acuerdo con lo establecido por Calvo (s. a).

Para realizar este tipo de análisis es necesario contar con el total del volumen en metros cúbicos de los árboles al final del turno forestal, dado que no existen estudios realizados sobre el crecimiento de esta especie en plantaciones forestales comerciales, se tomaron como referencia estudios sobre el crecimiento de Roble en bosques secundarios, con base en estos estudios se tomaron los diámetros de los individuos y se establecieron los metros cúbicos que se esperan tengan los árboles al final del aprovechamiento.

Para determinar el diámetro de los individuos en el año 20, se tomó como referencia el modelo matemático para crecimiento en diámetro realizado por León (2000). En el Cuadro 3 se presentan en detalle el tiempo en años y el diámetro proyectado para cada año.

Cuadro 3. Descripción del crecimiento diamétrico de Roble (*Quercus humboldtii*) en el tiempo (años)

Diámetro (cm)	Tiempo (años)	Incremento Diamétrico
12	0	0.17
12.85	5	0.17
14.58	10	0.17
17.19	15	0.21
21.41	20	0.25
27.75	25	0.30
36.72	30	0.29
46.67	35	0.33

Fuente: León, 2000

Con esta información y tomando como referencia el volumen en metros cúbicos registrado en bosques secundarios en el estudio de Becerra (1989) se calculó el volumen para el número de individuos establecidos en las distintas densidades y distancias de siembra del ensayo. En el Cuadro 4 se muestra en detalle el volumen de los individuos por categorías diamétricas registrado en el estudio de Becerra (1989).

Cuadro 4. Volumen reportado para individuos de Roble (*Quercus humboldtii*) en las diferentes categorías diamétricas

Categoría DAP	Intervalo DAP (cm)	N° Arboles	Volumen Total (m ³)	* Volumen por árbol en pie(m ³)	* Volumen por árbol aserrado (m ³)
I	8 – 10	98	7.81	0.08	0.03
II	10 – 15	32	4.27	0.13	0.05
III	15 – 20	1	0.35	0.35	0.14
IV	20 – 25	4	2.87	0.72	0.29

* Columnas incluidas por el estudio

Fuente: Becerra, 1989

Para el cultivo en callejones a 3x3 metros se proyecta realizar dos raleos al año 8 y 12 respectivamente con una intensidad de corta del 50% cada uno y se efectuara un aprovechamiento final, en el primer raleo los individuos extraídos fueron destinados a madera para postes debido a que en esta edad sus diámetros no alcanzan la medida estándar para la madera de aserrío. Para el segundo raleo y el aprovechamiento final la madera fue destinada para aserrío.

En cuanto al cultivo en callejones a 5x5 metros solo se realizara un raleo en el año 10 con una intensidad de corta del 50% y un aprovechamiento final, la madera obtenida en el primer raleo y el aprovechamiento final fue destinado para aserrío.

Para el arreglo agroforestal cerca viva en las dos distancias de siembra manejadas solo se realizó un aprovechamiento final, además se tiene en cuenta los beneficios de reemplazar las cercas muertas por cercas vivas durante 16 años. Para el cálculo de esta externalidad se tiene en cuenta el costo de establecimiento y mantenimiento de las cercas muertas durante 16 años y el ahorro que se generaría al sustituirla por cercas vivas.

El volumen por árbol aserrado esperado al final del turno será de 0.29 m³, este valor se multiplicara por el número de árboles en el aprovechamiento final y el resultado se multiplicara por \$600.060 que corresponde al precio del metro cubico de madera aserrada de Roble. La madera obtenida en el primer raleo del cultivo en callejones con densidad de siembra de 3x3 metros se venderá como postes y tendrá un valor de \$7.000, este valor se multiplicara por el número de árboles extraídos en este raleo.

2.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En el análisis de las variables de respuesta y el grado de correlación entre ellas se utilizó el programa estadístico SPSS. Los datos obtenidos en campo fueron sometidos a una prueba no paramétrica de Kolmogorov Smirnov (KS) y posteriormente se realizó la prueba de Kruskal-Wallis par la comparación de sitios y tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS EN LA FINCA EL SALADO Y LA FINCA MONTEREAL

Los datos obtenidos en campo se registraron mensualmente durante siete meses para las variables incremento en altura y porcentaje de mortalidad, para la variable porcentaje ponderado de defoliación se realizaron dos tomas de datos, la primera se efectuó a los dos meses después de establecido el ensayo y la final se efectuó en la última toma de datos.

3.1.1 Análisis de la base de datos de los dos sitios. Con los datos registrados para la variable incremento en altura en los dos sitios se realizó una prueba de normalidad y se determinó que los datos no cumplen con las normas para realizar un análisis paramétrico, por lo tanto se realizó un análisis no paramétrico con la prueba de Kolmogorov Smirnov (KS) para una sola muestra determinando diferencias significativas entre ellos, con un nivel de significancia $p < 0.05$.

3.1.2 Incremento en altura. Para el crecimiento en altura registrado en los cuatro tratamientos en la Finca El Salado y la Finca Montereal se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para K muestras independientes, estableciéndose diferencias significativas entre los tratamientos para cada sitio, con un nivel de significancia $p < 0.05$. En la Finca El Salado el tratamiento 1 reportó el mayor crecimiento promedio en altura con 89.34 cm, el menor incremento promedio lo presentó el tratamiento 3 con 29.27 cm. En la Finca Montereal el tratamiento 4 registró el mayor crecimiento promedio en altura con 54.48 cm y el menor incremento promedio lo presentó el tratamiento 2 con 39.5 cm. En las Figuras 12 y 13 se observa el incremento promedio en altura de los tratamientos en la etapa de medición en la Finca El Salado y la Finca Montereal.

Figura 12. Incremento promedio en altura por meses en los tratamientos para el Roble (*Quercus humboldtii*) en la Finca El Salado

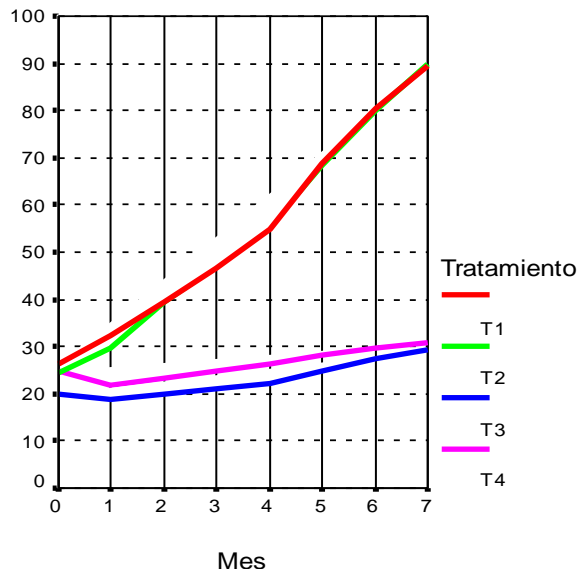
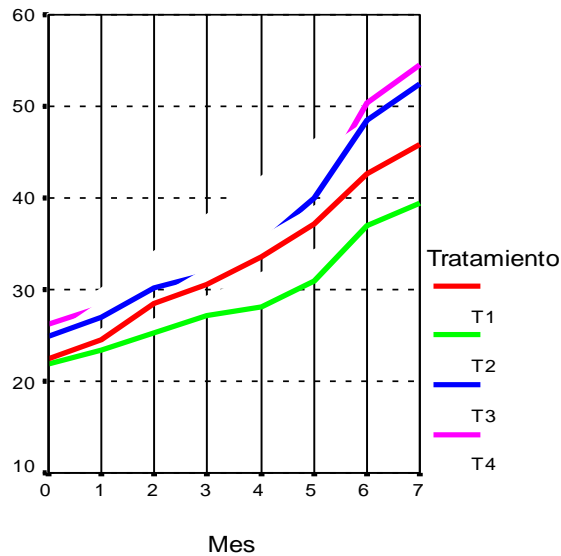


Figura 13. Incremento promedio en altura por meses en los tratamientos para el Roble (*Quercus humboldtii*) en la Finca Montereal



3.1.3 Porcentaje de mortalidad. Para el registro de datos de esta variable se hizo un seguimiento durante el ensayo a los dos sitios, estableciendo que el sitio 1 es la Finca El Salado y el sitio 2 es la Finca Montereal, para finalmente determinar el

número de plántulas muertas al final del estudio. El porcentaje de mortalidad registrado se detalla en el Cuadro 5 para cada tratamiento en cada sitio.

Cuadro 5 Porcentaje de mortalidad de Roble (*Quercus humboldtii*) para los tratamientos en cada sitio

Sitio	Tratamiento	Descripción	Arboles sembrados	Arboles Muertos	Mortalidad (%)
1	1	Cultivo en callejones 3X3	45	3	6.67
	2	Cultivo en callejones 5X5	45	1	2.22
	Subtotal		90	4	4.44
	3	Cerca viva a 3m	45	13	28.89
	4	Cerca viva a 5m	45	5	11.11
	Subtotal		90	18	20
Total		180	22	12.22	
2	1	Cultivo en callejones 3X3	45	1	2.22
	2	Cultivo en callejones 5X5	45	2	4.44
	Subtotal		90	3	3.33
	3	Cerca viva a 3m	45	12	26.67
	4	Cerca viva a 5m	45	9	20
	Subtotal		90	21	23.33
Total		180	33	18.33	

De los dos arreglos agroforestales que se establecieron en la Finca El Salado el que mayor porcentaje de mortalidad presento fue en la cerca viva con un 20% a diferencia del cultivo en callejones, que presento un porcentaje de mortalidad del 4.44%, en la Finca Montereal el mayor porcentaje de mortalidad se presentó en la cerca viva con un 23.33% y en el cultivo en callejones se presentó un porcentaje de mortalidad del 3.33%. En las Figuras 14 y 15 se muestra el porcentaje de mortalidad en los arreglos agroforestales de las dos fincas.

Figura 14. Porcentaje de Mortalidad del Roble (*Quercus humboldtii*) en los arreglos agroforestales en la Finca El Salado

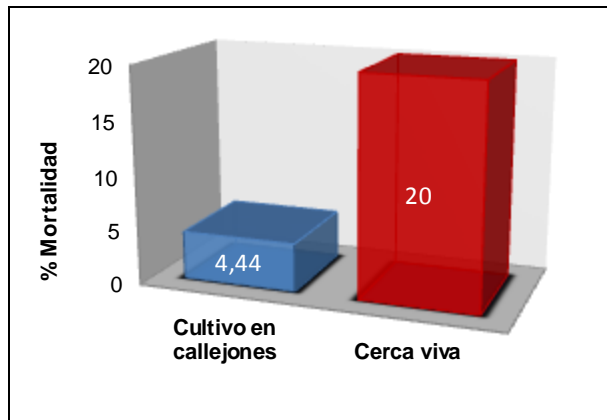
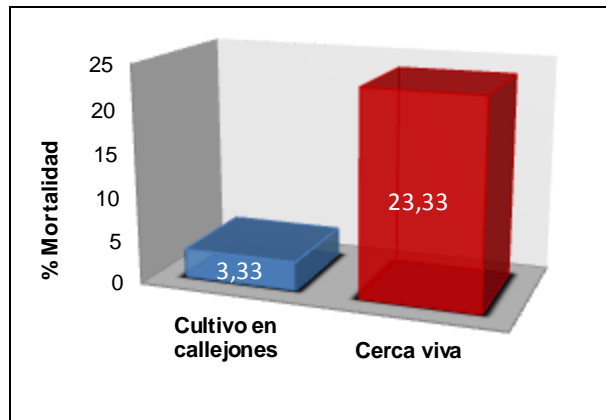


Figura 15. Porcentaje de Mortalidad del Roble (*Quercus humboldtii*) en los arreglos agroforestales en la Finca Montereal



De los cuatro tratamientos que se establecieron en la Finca El Salado el que mayor porcentaje de mortalidad presentó fue el tratamiento 3 con un porcentaje del 28.89%, el tratamiento con menor porcentaje de mortalidad registrado fue el tratamiento 2 con un 2.22% de mortalidad. En la Finca Montereal el tratamiento que presentó mayor porcentaje de mortalidad fue el tratamiento 3 con un porcentaje del 26.67%, y el tratamiento con menor porcentaje de mortalidad fue el tratamiento 1 con un 2.22% de mortalidad. En las Figuras 16 y 17 se muestra el porcentaje de mortalidad en cada tratamiento para cada finca.

Figura 16. Porcentaje de Mortalidad del Roble (*Quercus humboldtii*) en los tratamientos para la Finca El Salado

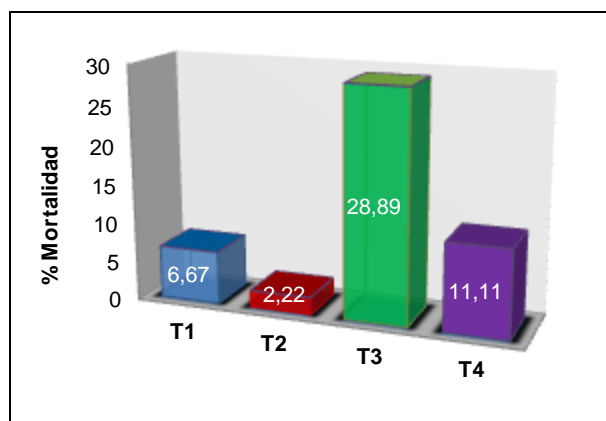
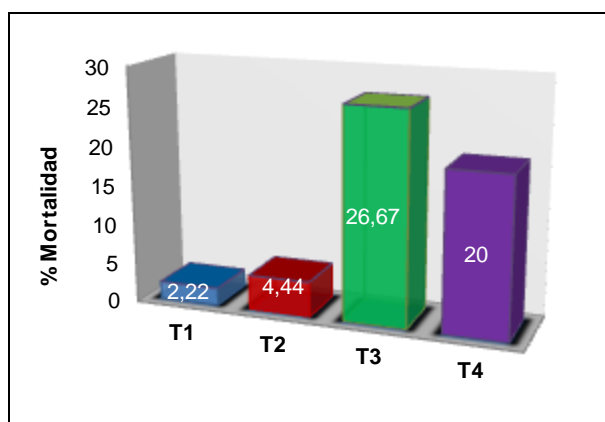


Figura 17. Porcentaje de Mortalidad del Roble (*Quercus humboldtii*) en los tratamientos para la Finca Montereal



3.1.4 Porcentaje ponderado de defoliación (PPD). Para el registro de datos de esta variable se hizo un seguimiento en dos tiempos, la primera toma de datos se realizó en el segundo mes después de establecido el ensayo y la segunda toma de datos se realizó en el último mes de medición, esto con el fin de comparar la defoliación de las plántulas al inicio y al final del estudio. El porcentaje ponderado de defoliación para cada sitio se detalla en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Porcentaje ponderado de defoliación de Roble (*Quercus humboldtii*) para cada sitio

Sitio	Tratamiento	Descripción	PPD Inicial (%)	PPD Final (%)
1	1	Cultivo en callejones 3X3	9.23	9.94
	2	Cultivo en callejones 5X5	9.22	7.09
	Promedio		9.23	8.52
	3	Cerca viva a 3m	14.78	11.76
	4	Cerca viva a 5m	15.37	14.15
	Promedio		15.10	12.96
2	1	Cultivo en callejones 3X3	9.43	7.81
	2	Cultivo en callejones 5X5	8.33	5.02
	Promedio		8.88	6.42
	3	Cerca viva a 3m	13.41	10.34
	4	Cerca viva a 5m	6.79	5.45
	Promedio		10.10	7.90

De los dos arreglos agroforestales que se establecieron en la Finca El Salado el que mayor porcentaje ponderado de defoliación presentó al inicio y final del ensayo fue la cerca viva con un 15.10% y un 12.96% respectivamente, a diferencia del cultivo en callejones, que presentó un porcentaje ponderado de defoliación inicial del 9.23%, y final del 8.52%. En la Finca Montereal el arreglo

agroforestal que presento el mayor porcentaje ponderado de defoliación al inicio y final del ensayo fue la cerca viva con un 10.10% y un 7.90% respectivamente, y el cultivo en callejones presento un porcentaje ponderado de defoliación inicial del 8.88% y final del 6.42%. En las Figuras 18 y 19 se muestra el porcentaje ponderado de defoliación en los arreglos agroforestales para cada sitio.

Figura 18. Porcentaje ponderado de defoliación del *Quercus humboldtii* en los arreglos agroforestales para la Finca El Salado

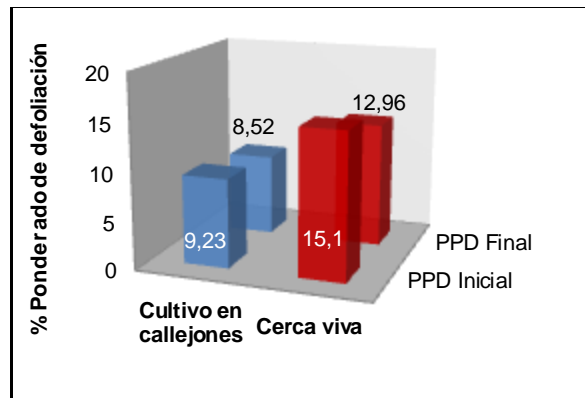
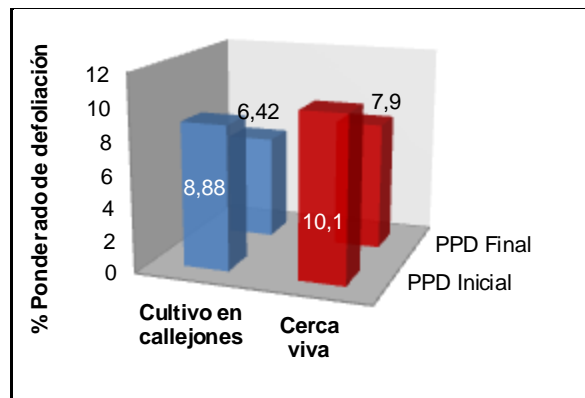


Figura 19. Porcentaje ponderado de defoliación del *Quercus humboldtii* en los arreglos agroforestales para la Finca Montereal



De los cuatro tratamientos que se establecieron en la Finca El Salado, el que mayor porcentaje ponderado de defoliación presento al inicio y final fue el tratamiento 4 con un porcentaje del 15.37% y 14.15% respectivamente, y el tratamiento con menor porcentaje ponderado de defoliación registrado al inicio y final fue el tratamiento 2 con un 9.22% y 7.09% respectivamente. En la Finca Montereal el tratamiento que mayor porcentaje ponderado de defoliación presento

al inicio y final fue el tratamiento 3 con un porcentaje del 13.41% y 10.34% respectivamente, el menor porcentaje ponderado de defoliación registrado al inicio fue para el tratamiento 4 con un 6.79% y en la toma de datos final el tratamiento 2 presento el menor porcentaje ponderado de defoliación con un 5.02%. En las Figuras 20 y 21 se muestra el porcentaje ponderado de defoliación en los tratamientos para cada sitio.

Figura 20. Porcentaje ponderado de defoliación para *Quercus humboldtii* en los tratamientos en la etapa inicial y final del estudio para la Finca El Salado

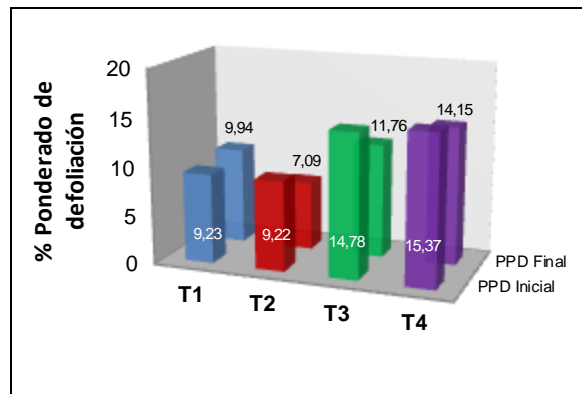
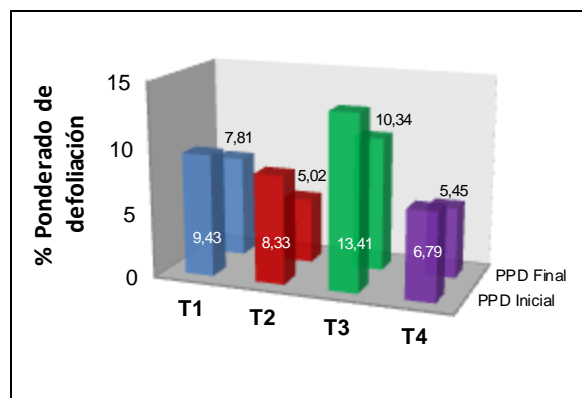


Figura 21. Porcentaje ponderado de defoliación para *Quercus humboldtii* en los tratamientos en la etapa inicial y final del estudio para la Finca Montereal



3.1.5 Análisis financiero de una plantación de Roble (*Quercus humboldtii*) en arreglos agroforestales. Para generar el análisis financiero se tuvieron en cuenta los costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación, además de los ingresos obtenidos en los arreglos agroforestales.

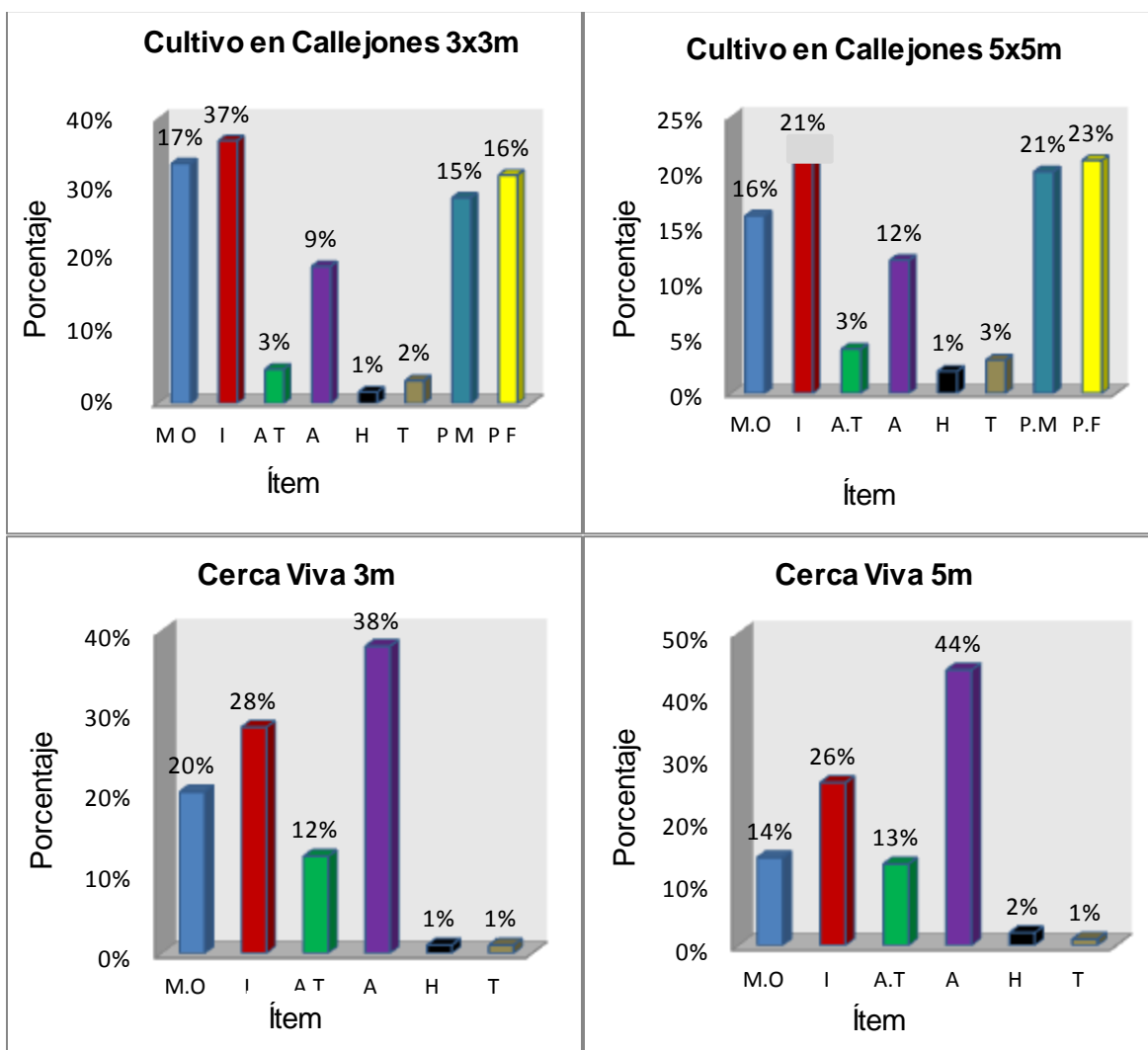
3.1.5.1 Costos de establecimiento de los arreglos agroforestales en el primer año. Los costos de establecimiento por hectárea de una plantación de Roble asociada a maíz y frijol durante el primer año para cada arreglo agroforestal se muestra en detalle en el Anexo H. En el Cuadro 7 se muestra un resumen de los costos de establecimiento y su respectivo porcentaje de equivalencia para cada ítem en la plantación de Roble durante el primer año, en cada uno de los arreglos agroforestales.

Cuadro 7. Costos de establecimiento de los arreglos agroforestales con Roble (*Quercus humboldtii*) en el primer año

Ítem	Cultivo callejones 3x3m		Cultivo callejones 5x5m		Cerca viva 3m		Cerca viva 5m	
	Valor (\$)	%	Valor (\$)	%	Valor (\$)	%	Valor (\$)	%
Mano de Obra	1.098.000	17	792.000	16	306.000	20	198.000	14
Insumos	2.412.000	37	1.070.000	21	436.000	28	356.500	26
Asistencia Técnica	180.000	3	180.000	3	180.000	12	180.000	13
Arrendamiento	600.000	9	600.000	12	600.000	38	600.000	44
Herramientas	70.000	1	70.000	1	21.000	1	21.000	2
Transporte	130.000	2	130.000	3	16.000	1	16.000	1
Producción Maíz	956.750	15	1.082.750	21	0	0	\$ 0	0
Producción Frijol	1.031.750	16	1.157.750	23	0	0	\$ 0	0
Total	6.478.500	100	5.082.500	100	1.559.000	100	1.371.500	100

Con lo anterior se puede ver que el cultivo en callejones con densidades de siembra de 3x3 metros es el que reporta los mayores costos de establecimiento con una inversión de \$6.478.500, por otra parte la cerca viva con distancias de siembra de 5 metros registro los menores costos de establecimiento con un monto de \$1.371.500. En la Figura 22 se observa el porcentaje de costo para cada ítem en los distintos arreglos agroforestales.

Figura 22. Porcentaje de costo para cada ítem en los arreglos agroforestales con Roble (*Quercus humboldtii*) en el primer año



M.O: Mano de obra I: Insumos A.T: Asistencia Técnica A: Arrendamiento H: Herramientas T: Transporte P.M: Producción de maíz P.F: Producción de frijol

Como se puede observar para el cultivo en callejones el mayor porcentaje de costo se presentó en el ítem de insumos, con un 37% para la densidad de siembra de 3x3 metros. Para la densidad de siembra de 5x5 metros el ítem de mayor porcentaje se presentó en los costos de producción de frijol. El menor porcentaje de costo en el cultivo en callejones para las dos densidades de siembra se presentó en el ítem de herramientas con 1%.

Para la cerca viva el mayor porcentaje de costo se presentó en el ítem de arrendamiento, con un 38% para la distancia de siembra de 3 metros y un 44% para la distancia de siembra de 5 metros. El menor porcentaje de costo en la cerca viva se registró en el ítem de transporte con 1% para las dos distancias de siembra.

3.1.5.2 Costos de establecimiento y mantenimiento de los arreglos agroforestales durante los 20 años. Los costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de una plantación de Roble asociada a maíz y frijol durante los 20 años para cada arreglo agroforestal se detallan en el Anexo I. En el Cuadro 8 se presenta un resumen de costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación de Roble asociada a maíz y frijol durante los 20 años.

Cuadro 8. Costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de los arreglos agroforestales en los 20 años

Ítem	Arreglo agroforestal			
	Cultivo en callejones 3x3m	Cultivo en callejones 5x5m	Cerca viva 3m	Cerca viva 5m
Costos directos (\$)	14'739.500	10'108.000	5'666.000	4'218.000
Costos indirectos (\$)	24'754.000	22'208.000	13'377.000	13'377.000
Costos totales de establecimiento y mantenimiento (\$)	39'493.500	32'316.000	19'043.000	17'595.000

El arreglo agroforestal que tiene mayores costos para el establecimiento y mantenimiento de la plantación durante los 20 años fue el cultivo en callejones a 3x3 metros con un total de \$39'493.500, y la cerca viva con distancia de 5 metros es la que presenta la menor cantidad de costos para su implementación con un total de \$17'595.000.

3.1.5.3 Ingresos obtenidos de la plantación de Roble (*Quercus humboldtii*) en los 20 años. Los ingresos por hectárea obtenidos por la venta de madera, venta de maíz, venta de frijol, el Certificado de Incentivo Forestal y las externalidades generadas por las cercas vivas en los diferentes arreglos agroforestales durante los 20 años, se presentan en el Cuadro 9. Los porcentajes para la aplicación del Certificado de Incentivo Forestal (CIF) para cada arreglo agroforestal se determinó mediante la Ley 139 de 1994 emitida por el Congreso de la República.

Cuadro 9. Ingresos de la plantación de Roble (*Quercus humboldtii*) por hectárea en cada uno de los arreglos agroforestales en los 20 años

Ítem	Arreglo Agroforestal			
	Cultivo en callejones 3x3m	Cultivo en callejones 5x5m	Cerca viva 3 m	Cerca viva 5 m
CIF (\$)	10'745.875	3'994.500	1'521.250	1'360.250
Venta de maíz (\$)	2'892.000	2'892.000	0	0
Venta de frijol (\$)	8'742.000	8'742.000	0	0
Venta de madera (\$)	75'770.788	52'121.212	29'439.394	17'575.758
Externalidad (\$)	0	0	3'184.000	1'952.000
Ingresos total (\$)	98'150.663	67'749.712	34'144.644	20'888.008

El mayor ingreso total lo reporta el cultivo en callejones con densidades de siembra de 3x3 metros con un total de \$98.150.663, el menor ingreso lo presenta la cerca viva a distancia de siembra de 5 metros con un monto total de \$20'888.008 pesos al final de los 20 años. Dado que las cercas vivas no tienen ingresos adicionales por la venta de maíz y frijol, estas representan un ahorro al generar externalidades por ser un sustituto de las cercas muertas a partir del año cuatro de establecida la plantación, en el Cuadro 10 se registran los costos de establecimiento y mantenimiento de las cercas muertas durante los 16 años.

Cuadro 10. Costos de establecimiento y mantenimiento de las cercas muertas durante 16 años

Ítem	Cerca muerta a 3 metros			Cerca muerta 5 metros		
	Cantidad	Unidad (\$)	Valor (\$)	Cantidad	Unidad (\$)	Valor (\$)
Postes	1064	2000	\$ 2.128.000	640	2000	\$ 1.280.000
Jornales	32	18.000	\$ 576.000	24	18.000	\$ 432.000
Transporte (Viajes)	16	30.000	\$ 480.000	8	30.000	\$ 240.000
		Ahorro	\$ 3.184.000		Ahorro	\$ 1.952.000

Como se observa en el Cuadro 10 la cerca viva con distancia de siembra de 3 metros presenta el mayor ahorro para el propietario con un monto de \$3'184.000 durante los 16 años, mientras que la cerca viva a 5 metros registra un ahorro de \$1'952.000 en ese mismo periodo.

3.1.5.4 Indicadores financieros del proyecto. Para establecer la rentabilidad de este tipo de proyectos se estableció el flujo de caja para cada arreglo agroforestal a partir de los costos totales de establecimiento y mantenimiento de la plantación,

además de los ingresos generados por cada arreglo agroforestal durante los 20 años (Ver Anexo J). Los indicadores financieros valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio – costo (B/C) se calcularon con la información del flujo de caja, los valores de cada uno de estos se presentan en el Cuadro 11 para cada uno de los arreglos agroforestales.

Cuadro 11. Indicadores financieros para cada arreglo agroforestal con Roble (*Quercus humboldtii*)

Arreglo Agroforestal	Tasa de interés del inversor	Indicadores Financieros		
		VAN	TIR	B/C
Cultivo en callejones (3x3 m)	10%	\$ 11'317.656	32%	1.5
Cultivo en callejones (5x5 m)	10%	\$ 5'545.590	20%	1,26
Cerca viva (3 metros)	10%	-\$ 2'341.203	7%	0,74
Cerca viva (5 metros)	10%	-\$ 3'973.547	2%	0,53

En el arreglo agroforestal cultivo en callejones a 3x3 metros se presentan los mayores valores de los indicadores financieros con un valor actual neto (VAN) de \$ 11'317.656, una tasa interna de retorno (TIR) del 32% y una relación beneficio–costo de 1.5. Por otra parte la cerca viva con distancia de siembra de 5 metros presento los menores valores de los indicadores financieros con un valor actual neto de -\$ 3'973.547, una tasa interna de retorno del 2% y una relación beneficio–costo de 0,53.

3.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta que la naturaleza de los datos obtenidos en las dos fincas presentan diferencias significativas, se pueden realizar comparaciones de sitio aunque el material vegetal plantado en cada finca sea de diferente fuente semillera, esto se debe a que las condiciones edafoclimaticas en cada finca son diferentes.

Para la comparación de los dos sitios se tuvo en cuenta el incremento en altura de los individuos realizando la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia $p < 0.05$, la cual arrojó diferencias significativas entre los datos; donde la Finca El Salado, caracterizada por presentar suelos franco–arenosos, pendiente del terreno mayor al 45% y rango altitudinal superior a los 2300 m.s.n.m., fue el sitio donde mejor comportamiento presentaron los individuos, en comparación con la Finca

Montereal que se caracteriza por tener suelos francos, pendiente del terreno del 9% y un rango altitudinal superior a los 1800 m.s.n.m.

El arreglo agroforestal que tuvo un mejor desempeño en altura para la Finca El Salado fue el cultivo en callejones con densidad de siembra de 3x3 metros correspondiente al tratamiento 1, siendo este el que presenta un mayor crecimiento en altura, posiblemente esto se debe a que el maíz y el frijol generaban mayor sombrío sobre los individuos de Roble con respecto a los individuos de la cerca viva desprovistos de sombra.

Con respecto a la Finca Montereal, el arreglo agroforestal que mayor incremento en altura presento fue la cerca viva con distancias de siembra de 5 m correspondientes al tratamiento 4, seguramente este comportamiento se deba a que existe una mayor cantidad de sombra en la mayoría de los individuos del tratamiento, producto de una franja de bosque que está asociada a los individuos de Roble, a diferencia del cultivo en callejones que tiene una menor cantidad de sombrío generado por el maíz y el frijol.

Dado que no hay investigaciones publicadas acerca del crecimiento en altura del Roble (*Quercus humboldtii*) en plantaciones forestales, tomamos como referencia para el incremento en altura el estudio realizado por Sepúlveda *et al.*, (s. a), con el fin de comparar crecimientos de la especie, y concuerdan que el Roble reporta un mejor crecimiento en el sitio donde se presenta rastrojo ya que este genera mayor sombrío en comparación con los individuos que estaban asociados con el pasto a campo abierto.

El arreglo agroforestal que tuvo un mayor porcentaje de mortalidad en la Finca el Salado fue la cerca viva con distancia de siembra de 3 m correspondiente al tratamiento 3, la causa principal de esta mortalidad fue el ramoneo del ganado en el lote donde estaba ubicado este tratamiento, otra posible razón para esta mortalidad pudo ser la falta de sombra hacia los individuos dado que se encontraban cultivados a campo abierto. Con relación a la Finca Montereal el mayor porcentaje de mortalidad lo presento la cerca viva con distancias de siembra de 3 m correspondientes al tratamiento 3, esto posiblemente se debe a que una parte de los individuos de este arreglo agroforestal carecían de sombra afectando su vitalidad.

El porcentaje de mortalidad registrado en nuestro estudio se contrasto con la investigación realizada por Pabón, citado por Agudelo & Ramírez (2000), la cual concluye que las semillas no presentan dificultades de germinación bajo el

sombrío de los árboles además de que los brinzales se desarrollan satisfactoriamente a plena sombra, pero después por falta de luz y la competencia con la vegetación asociada, una gran parte de las plantas mueren. Por lo tanto la luz solar es muy importante para esta especie en las primeras etapas de crecimiento.

La cerca viva registró el mayor porcentaje ponderado de defoliación en las dos fincas; en la Finca El Salado, el mayor porcentaje ponderado de defoliación al inicio y final del ensayo se presentó en la distancia de siembra de 5 m, perteneciente al tratamiento 4. En la Finca Montreal el mayor porcentaje ponderado de defoliación al inicio y final del ensayo se presentó en la distancia de siembra de 3 m perteneciente al tratamiento 3. Probablemente esto se debe a que los individuos de los tratamientos mencionados anteriormente carecían de sombra, razón por la cual el número de hojas era menor generando en el momento de la observación un mayor porcentaje de defoliación por parte de los insectos, en comparación con los individuos expuestos a la sombra, los cuales presentaban mayor número de hojas, reduciendo así su porcentaje de defoliación.

En cuanto a los costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de una plantación de Roble (*Quercus humboldtii*) durante los 20 años, el arreglo agroforestal cultivo en callejones con una densidad de siembra de 3x3 metros presentó los mayores costos de implementación, debido a que en este arreglo se empleó una mayor cantidad de plántulas, insumos y mano de obra, además de los costos de implementación del maíz y frijol. El arreglo agroforestal cerca viva con una distancia de siembra de 5 metros presentó el menor costo de establecimiento y mantenimiento de la plantación dado a que en este arreglo no existen los costos de implementación de maíz y frijol, además del menor uso de plántulas, insumos y mano de obra.

El arreglo agroforestal que presentó los mayores ingresos fue el cultivo en callejones a 3x3 metros, debido a que en este arreglo se aprovecharon más individuos en el transcurso de la plantación, además de los ingresos obtenidos por la venta de maíz y frijol. El arreglo agroforestal cerca viva con distancia de siembra de 5 metros registró los menores ingresos, dado a que en este arreglo existe un menor número de individuos para su aprovechamiento, además no registra ingresos generados por la venta de maíz y frijol; por otra parte la cerca viva genera un ingreso adicional producto de una externalidad que consiste en sustituir las cercas muertas por cercas vivas, obteniendo un ahorro de dinero en su implementación durante los 20 años.

En el análisis financiero se utilizó la tasa de interés anual propuesta por el inversor del 10%, esta tasa de interés esta por encima de la tasa real anual calculada que es del 8.82%, este porcentaje puede variar en el transcurso del proyecto dado que este depende de la variación de la tasa nominal y la tasa de inflación. El arreglo agroforestal cultivo en callejones en sus dos densidades de siembra presenta un VAN positiva, una TIR mayor a la tasa de interés propuesta por el inversor y una B/C mayor a 1, lo que significa que este arreglo es viable financieramente. Para determinar la mayor viabilidad financiera de estas dos densidades de siembra se escogen los mayores valores registrados en cada uno de los indicadores financieros, para este caso el cultivo en callejones a 3x3 metros es el arreglo agroforestal más viable económicamente, esto coincide con lo dicho por Calvo (s.a), indicando que en este tipo de proyectos el más viable será el que presente los valores más altos en los indicadores financieros calculados.

En cuanto a la cerca viva en sus dos distancias de siembra presentan un VAN negativa, con una TIR menor a la tasa de interés propuesta por el inversor y una B/C menor a 1, esto implica que este arreglo agroforestal no es viable financieramente.

4. CONCLUSIONES

En la Finca El Salado el arreglo agroforestal que mejor respondió a la variable incremento en altura fue el cultivo en callejones con densidades de siembra de 3x3 metros, por otra parte la cerca viva con distancias de siembra de 3 metros fue la que presentó el menor incremento en altura. Para la Finca Montereal el mayor crecimiento lo reportó el arreglo agroforestal cerca viva con distancias de siembra de 5 metros y el menor aumento en altura lo registró el cultivo en callejones con densidades de siembra de 5x5 metros.

En las Fincas El Salado y Montereal, el mayor porcentaje de mortalidad se registró en el arreglo agroforestal cercas vivas, y el menor porcentaje de mortalidad lo presentó el arreglo agroforestal cultivo en callejones para la Finca El Salado y la Finca Montereal.

Los datos registrados para el porcentaje ponderado de defoliación en la Finca El Salado reflejan que el arreglo agroforestal cerca viva, tanto en la observación inicial como final presenta una mayor defoliación, y el menor porcentaje ponderado de defoliación se presenta en el cultivo en callejones para la observación inicial y final. La observación inicial y final en el porcentaje ponderado de defoliación para la Finca Montereal muestra que el arreglo agroforestal cerca viva presenta la mayor defoliación, y la menor defoliación se registró en el cultivo en callejones.

El mayor costo de establecimiento y mantenimiento por hectárea de una plantación de Roble (*Quercus humboldtii*) durante los 20 años lo registra el arreglo agroforestal cultivo en callejones con una densidad de siembra de 3x3 metros. El menor costo de establecimiento y mantenimiento de la plantación lo registra el arreglo agroforestal cerca viva con una distancia de siembra de 5 metros.

El arreglo agroforestal cultivo en callejones con una densidad de siembra de 3x3 metros presenta la mayor cantidad de ingresos totales por hectárea en los 20 años de la plantación, esto se debe a que en este arreglo existe un mayor volumen de madera para la venta, además de los ingresos generados por la comercialización del maíz y frijol, y el aporte recibido por el Certificado de Incentivo Forestal (CIF). La cerca viva a distancia de siembra de 5 metros, es el arreglo agroforestal que presenta los menores ingresos totales por hectárea debido a que existe un menor volumen de madera para la venta, no existe comercialización de maíz y frijol, y el aporte del Certificado de Incentivo Forestal (CIF) es menor.

Los mayores valores de los indicadores financieros (VAN, TIR y B/C) los registro el arreglo agroforestal cultivo en callejones a 3x3 metros, indicando que hay una viabilidad financiera para la implementación de este arreglo. Por otra parte la cerca viva con distancia de siembra de 5 metros presento los menores valores de los indicadores financieros, dando a entender que la implementación de este arreglo no es viable financieramente.

5. RECOMENDACIONES

Para el establecimiento y mantenimiento de los arreglos agroforestales es necesario llevar a cabo seguimientos semestrales durante los primeros 4 años, cuando la plantación este asociada a los cultivos transitorios, después de este tiempo cuando la plantación de Roble no este asociada a ningún otro cultivo, se recomienda efectuar seguimientos anualmente.

Continuar con procesos investigativos en los cuales esté implicado la especie Roble (*Quercus humboldtii*) asociados a cultivos transitorios, debido a que esta especie genera y aporta una gran cantidad de materia orgánica en su primera etapa de implementación beneficiando a esta clase de cultivos.

Efectuar toma de datos anuales a los parámetros de rodal (altura, DAP, área basal y volumen) en cada arreglo agroforestal y así obtener una información más detallada y confiable, mediante la cual se pueda generar modelos matemáticos para estos parámetros en una plantación comercial de Roble.

Realizar limpiezas mensuales a los cultivos transitorios para garantizar una menor competencia entre ellos y la maleza, previniendo así el arribo de nuevas plagas que afecten la productividad de la plantación de Roble y los cultivos transitorios.

Después de los 4 primeros años hacer rotación de cultivos transitorios con especies que puedan adaptarse a las condiciones edafoclimaticas propias de los Municipios de Puracé y Timbío asociadas al Roble, con el fin de generar mayores ingresos netos e incentivar así la implementación de plantaciones comerciales de Roble en estas zonas.

Realizar investigaciones relacionadas con sistemas agroforestales que involucren los diferentes cultivos transitorios asociados al Roble, para determinar su viabilidad económica realizando los respectivos análisis financieros.

Es importante seguir las recomendaciones descritas en los análisis de suelos en cuanto a la fertilización para cada una de las zonas donde se implementara las plantaciones comerciales de Roble.

En zonas donde exista la presencia de ganado es necesario aislar por completo este componente de los cultivos, garantizando así un mayor rendimiento de la plantación de Roble y los cultivos transitorios.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, María Isabel. Biomasa aérea y contenido de carbono en bosques de *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*: corredor de conservación de Robles Guantiva – La Rusia Iguaque. Trabajo de grado para optar por el título de Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Santiago de Cali.: Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ciencias Básicas. 2009. 25 p.

ALNICOLSA PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES. Sistemas agroforestales para el manejo de cuencas en zonas andinas semiáridas. [En línea]. [Citado 21 Junio de 2010]. 1p. Disponible en internet: <http://taninos.tripod.com/agroforestal.htm>

BECERRA, Jorge. Estructura y Crecimiento de un Bosque Secundario de Roble. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería Forestal. Colombia. 1989.

CALVO, Gustavo. Economía de Sistemas Agroforestales. Instituto Costarricense de Electricidad. San José, Costa Rica. p. 6-9.

CÁRDENAS, Dairon y SALINAS, Nelson. Libro Rojo de plantas de Colombia. Especies Maderables Amenazadas I parte. La Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. 169 p.

CÁRDENAS, Dairon; SALINAS, N; GARCÍA, N; SUA, S; MONTERO, I y LÓPEZ, R. *Q humboldtii*. Fichas de especies maderables amenazadas. Sistema de Información de Biodiversidad. 2006. [En línea]. [Citado 26 Mayo de 2011]. Internet: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=252&method=displayAA>

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN (CATIE). Análisis de plantaciones lineales. [Diapositivas].Turrialba: Catie, 2010. 61 diapositivas.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Ley 139 (21, Junio, 1994). Por la cual se crea el certificado de incentivo forestal y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 1994

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Ley 1377 (8, Enero, 2010). Por medio de la cual reglamenta la actividad de reforestación comercial. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2010.

EL SEMILLERO. Adaptación, usos, madera, rendimientos y silvicultura de 95 especies. Bogotá D.C. 2005. [En línea]. [Citado 26 Mayo de 2011]. p. 1-7. Internet: http://elsemillero.net/nuevo/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=204

GENTRY, Alwyn H. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America: With Supplementary Notes on Herbaceous Taxa. Publicado en asociación con Conservation International. The University of Chicago Press. New York, 1993. 920 p.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Información General del Municipio de Puracé, por ALCALDIA MUNICIPAL DE PURACÉ. Nuestro Municipio, Información General, [En línea]. 2010. [Citado 25 Mayo de 2011]. En Internet: <http://www.purace-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=f>

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Información General del Municipio de Timbío, ALCALDIA MUNICIPAL DE TIMBÍO. Nuestro Municipio, Información General, [En línea]. 2010. [Citado 25 Mayo de 2011]. Disponible en Internet: <http://timbio-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx-1405919&m=f>

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Mapa Geográfico – Municipio de Puracé, ALCALDIA MUNICIPAL DE PURACÉ. Nuestro Municipio. Mapas, [En línea]. Noviembre, 2009. [Citado en 25 Mayo de 2011]. Disponible en Internet: <http://www.purace-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx1-&x=1659823>

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Mapa Geográfico – Municipio de Timbío, ALCALDIA MUNICIPAL DE TIMBÍO. Nuestro Municipio. Mapas, [En línea]. Octubre, 2009. [Citado en 25 Mayo de 2011]. Disponible en Internet: <http://timbio-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx--1405919&m=f>

JIMÉNEZ, F, A., MUSCHLER, R., 2001. Agroforestería y recursos naturales. En Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. F. Jiménez, R. Muschler, E. Kopsell. Módulo de enseñanza agroforestal nº 6. CATIE. Costa Rica. Citado por

GUTIERREZ, Braulio. Diagnóstico y Diseño Participativo en sistemas Agroforestales. Bogotá D.C, 2006. p. 1-3.

LEÓN, J. D y GIRALDO, E. Crónica Forestal y del Medio Ambiente: Crecimiento diamétrico en robledales del norte y centro de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 2000. 130 p.

LITTLE, M, T.; HILLS, J, F. Métodos Estadísticos Para la Investigación. Diseño y Análisis de experimentos. México, 1976.

MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 096 del 2006. [En línea]. [Citado en 26 Mayo de 2011]. Disponible en internet: <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/RESOLUCIONES/RL009606.pdf>

MONTAGNINI, Florencia. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para Estudios Tropicales. San José. 1992. 622 p.

NIETO, V. M y RODRÍGUEZ, J. Tropical Tree Seed Manual. Parte II. Species description: *Quercus humboldtii* bonpl. Fagaceae (beech family). Corporación Nacional de Investigación forestal. Santa Fe de Bogotá. 2003. p. 680 – 682. [En línea]. [Citado en 26 Mayo de 2011]. Disponible en internet: <http://www.rngr.net/Publications/ttsm/Folder.2003-07-11.4726/pdf.2004-0316.0917/view>

OSPINA, Alfredo. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Santiago de Cali. : Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano – ACASOC, 2003. 19 p. (Serie Agroforestería). ISBN 958-33-4815-5.

OSPINA, Alfredo. Generalidades agroforestales de cercas vivas y barreras rompevientos. Documento interno. Cali, Colombia: Fundación Ecovivero, 1996. 40 p.

PABÓN ROJAS, P. Algunos Aspectos Sobre la Regeneración Natural de *Quercus humboldtii* Bonpl en los Bosques de la Sierra (Boyacá). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. 1968. Citado por Agudelo & Ramírez. Robledales de Colombia. [En línea]. [Citado en 23 Agosto de 2011]. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos11/roco/roco2.shtml>

PACHECO, Ricardo. El Roble (*Quercus humboldtii* Bonpland). Santa Fe de Bogotá, Jardín Botánico José Celestino Mutis. 1997.

PEZO, D., IBRAHIM, M. Sistemas Silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. CATIE-GTZ. Costa Rica. 1999.

PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE TIMBIO. Diagnostico Territorial. [En línea]. [Citado 25 Mayo de 2011]. Internet: <http://www.crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/timbio/3.PBOT%20TIMBIO%20DIAGNOSTICO%20TERRITORIAL.pdf>

SÁENZ, Fausto. Plan De Investigaciones: Prioridades de investigación para el manejo forestal sostenible de los bosques de Roble. Colombia. Fundación Natura. 2008. p. 21-56.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACION. Subsecretaria de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Sistemas Agroforestales (SAF). [En línea]. 2010. [Citado 21 de Junio de 2011]. p. 1-7. Disponible en Internet: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>



SEMICOL. Productos, Semillas, Agrícolas. Bogotá D.C. 2011. [En línea]. [Citado 29 Junio de 2011]. Internet: <http://www.semicol.co/semillas/agricolas/ver-todos-productos.html>



SEPÚLVEDA, Y.L., DÍAZ, C., OSORIO, N. MORENO, F., LEON, J. Efectos de la Iluminación y los Nutrientes Sobre el Crecimiento y Desarrollo de *Quercus humboldtii* en Vivero y en Campo. [En línea]. [Citado en 18 Agosto de 2011]. Disponible en Internet: <http://www.natura.org.co/.../227-efectos-de-la-iluminacion-y-los-nutrientes.html>

TOWNSEND, G. R., HEUBERGER, J. W. Methods For Estimating Losses Caused By Diseases In Fungicide Experiments. [En línea]. 1943. [Citado 6 julio de 2011]. Internet: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7803/1/D-39473.pdf>

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Manual de levantamiento de suelos. [En línea]. 1993. [Citado en 4 julio de 2011]. Disponible en Internet: http://www.mtc.gob.pe/porta/transportes/asuntos/proyectos/pvis/tramo_2/eia/etapa_i/5/5.3/5.3.8/suelos_y_capacidad_de_uso_mayor.pdf

Anexo A. Análisis de suelos para cada finca

 <p>Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca</p>		Nombre: Grupo Porvenir Finca: El Salado Tel / Fax: Vereda: Pisochoago Municipio: Puracé Dpto: Cauca		Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis : Completo		DD	MM	AA														
		17	5	2011	9	6	2011															
RESULTADOS DEL ANALISIS																						
Identif muestra	NºLab	Prof. (cm)	pH 1:2,5	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	CICe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					0-1000 (%)	1000-2000	2000-3000															
2	30534	0,2	5,82	0,6	11,00	35,0				3,40	0,91	1,22	0,49	6,02	0,22	0,9	10,3	12,8	4,8	T	0,7	
			D	C	A	A			C	F	A	F			C	D	D	A	A	F	B	
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION																						
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino.																						
RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION												OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES						Metodos de análisis				
Identif muestra	NºLab	Cultivo	Nutrientes puros en Kg/ Ha					Textura: Franco Arenoso						Si Hay evidencia de cenizas volcanicas. T=Trazas RECOMENDACIONES: S a 8 dias antes de la siembra o trasplante suministrar 1,0 kg/hueco de abono organico bien tratado y desinfectado, mas 20 gr de Urea. 30 dias despues de la siembra o trasplante suministrar por planta 20 gr de de Urea. A los seis meses aplicar 50 gr/árbol de abono 10-30-10, mas22 gr de Borax. Cada año incrementar el abono a 80 gr/árbol durante los primeros 3 años.								
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO															
2	30534	Establecer Roble																				
												Consulte con su Ing. Agronomo Asesor.						Acidez Intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B : Absorción Atómica y/o Azometin.				
																		 Vo Bº Director				
Carrera 6 Calle 22N Edificio OO.PP Departamentales Tel: 8237893-8231043-8235535																						

 <p>Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Minero Gobernación del Cauca</p>		Nombre: Grupo Porvenir Finca: El Salado Tel / Fax: Vereda: Pisochoago Municipio: Timbio Dpto: Cauca		Fecha entrada : Fecha salida : Material : Suelo Tipo de análisis : Completo		DD	MM	AA														
		17	5	2011	9	6	2011															
RESULTADOS DEL ANALISIS																						
Identif muestra	NºLab	Prof. (cm)	pH 1:2,5	N-total	M.O			P (ppm)	Sat Al (%)	Al	Ca	Mg	K	Na	CICe	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo
					0-1000 (%)	1000-2000	2000-3000															
2	30534	0,2	5,82	0,6	11,00	35,0				3,40	0,91	1,22	0,49	6,02	0,22	0,9	10,3	12,8	4,8	T	0,7	
			D	C	A	A			C	F	A	F			C	D	D	A	A	F	B	
CONSULTE AL AGRONOMO DE ASISTENCIA TECNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION																						
Interpretación de los resultados: A: Contenido "abundante" o alto más no excesivo. B: Contenido "suficiente" o adecuado. C: Contenido "moderado" o adecuado. D: Contenido "pobre" o deficiente. E: Valor muy alto "Excesivo" que puede ser perjudicial. F: Contenido infimo o "muy pobre". Para pH: A: Alcalino. B: Neutro. C: Ligeramente ácido. D: Moderadamente ácido. F: Fuertemente ácido. E: Muy alcalino.																						
RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION												OBSERVACIONES O RECOMENDACIONES						Metodos de análisis				
Identif muestra	NºLab	Cultivo	Nutrientes puros en Kg/ Ha					Textura: Franco Arenoso						Si Hay evidencia de cenizas volcanicas. T=Trazas RECOMENDACIONES: S a 8 dias antes de la siembra o trasplante suministrar 1,0 kg/hueco de abono organico bien tratado y desinfectado, mas 20 gr de Urea. 30 dias despues de la siembra o trasplante suministrar por planta 20 gr de de Urea. A los seis meses aplicar 50 gr/árbol de abono 10-30-10, mas22 gr de Borax. Cada año incrementar el abono a 80 gr/árbol durante los primeros 3 años.								
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO															
2	30534	Establecer Roble																				
												Consulte con su Ing. Agronomo Asesor.						Acidez Intercamb: KCl 1N; M.O: Walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K y Na: AcONH4 1N pH:7 Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Acido. B : Absorción Atómica y/o Azometin.				
																		 Vo Bº Director				
Carrera 6 Calle 22N Edificio OO.PP Departamentales Tel: 8237893-8231043-8235535																						

Anexo B. Clasificación USDA para pendientes del terreno

Símbolo	Rango de pendiente (%)	Término descriptivo
A	0 – 4	Plana a ligeramente inclinada
B	4 – 15	Moderada a fuertemente inclinada
C	15 – 25	Moderadamente empinada
D	25 – 50	Empinada
E	Mas de 50	Muy a extremadamente empinada

Fuente: Manual de Levantamiento de Suelos (Soil Survey Manual, USDA, 1993)

Anexo C. Propiedades Físico–Químicas del abono orgánico Nitrafos

Componentes	Características
Nitrógeno total	(N) 1.8%
Fosforo total	(p ₂ O ₅) 1.0%
potasio	(K ₂ O) 1.23%
Carbono Orgánico	18.1%
Relación carbono/Nitrógeno C/N	10.05
Cenizas	41.1%
Humedad máxima	20%
pH	7.4
Densidad gr/cm ³	0.33
Capacidad de intercambio catiónico	35 meg/100g
Capacidad de retención de humedad	189% mínimo
Salmonella ausente	en 25 g de producto
Enterobacterias totales	Menos de 1000 UFC/g

Anexo E. Escala de defoliación y formula de TOWNSEND & HEUBERGER

Valor	Daño causado (%)	Clasificación del daño
0	0	Nulo
1	1 – 19	Prácticamente nulo
2	20 – 39	Hoja con daño ligero
3	40 – 59	Hoja con daño medio
4	60 – 79	Hoja con daño grave
5	80 – 100	Hoja con daño muy grave

Formula de TOWNSEND & HEUBERGER

Método para estimar el porcentaje de defoliación causado por plagas defoliadoras.

$$PPD = \sum \frac{(n * v) * 100}{5 * N}$$

Donde:







PPD = Porcentaje Ponderado de Defoliación

n = Número de hojas de cada categoría

v = Valor numérico de la categoría (índice de escala)

N= Número total de hojas

Anexo F. Escala de clasificación de defoliación para Roble (*Quercus humboldtii*)

 <p>Nulo</p>	 <p>Prácticamente nulo</p>
 <p>Ligero</p>	 <p>Medio</p>
 <p>Grave</p>	 <p>Muy grave</p>

Anexo H. Costos de establecimiento de la plantación de Roble en el primer año para los cuatro arreglos agroforestales

Cultivo en Callejones 3X3m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	10	18000	180000
Trazado	Jornal	1	18000	18000
Plateo	Jornal	7	18000	126000
Ahoyado	Jornal	7	18000	126000
Fertilización	Jornal	5	18000	90000
Siembra	Jornal	6	18000	108000
Control fitosanitario	Jornal	3	18000	54000
Resiembra	Jornal	1	18000	18000
Limpias	Jornal	21	18000	378000
			Subtotal	1098000
1.2 Insumos				
Plántulas roble +10% reposición	Plántula	1222	500	611000
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	8	8000	64000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	6	23500	141000
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	2	11000	22000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	3	79000	237000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
			Subtotal	1190000
1.3 Asistencia técnica				
		2	90000	180000
			Subtotal	180000
2. Costos indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	12	50000	600000
Herramientas			70000	70000
Transporte de Insumos			130000	130000
Costos de producción de maíz			956750	956750
Costos de producción de frijol			1031750	1031750
			Subtotal	2788500
			TOTAL	5256500

Cultivo en Callejones 5X5m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	10	18000	180000
Trazado	Jornal	1	18000	18000
Plateo	Jornal	4	18000	72000
Ahoyado	Jornal	4	18000	72000
Fertilización	Jornal	3	18000	54000
Siembra	Jornal	4	18000	72000
Control fitosanitario	Jornal	2	18000	36000
Resiembra	Jornal	1	18000	18000
Limpias	Jornal	15	18000	270000
			Subtotal	792000
1.2 Insumos				
Plántulas roble +10% reposición	Plántula	440	1500	660000
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	8	8000	64000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	6	23500	141000
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	1	11000	11000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	1	79000	79000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
			Subtotal	1070000
1.3 Asistencia técnica		2	90000	180000
			Subtotal	180000
2. Costos indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	12	50000	600000
Herramientas			70000	70000
Transporte de Insumos			130000	130000
Costos de producción de maíz			2168750	1082750
Costos de producción de frijol			2243750	1157750
			Subtotal	3040500
			TOTAL	5082500

Cerca Viva 3m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	3	18000	54000
Trazado	Jornal	2	18000	36000
Plateo	Jornal	1	18000	18000
Ahoyado	Jornal	1	18000	18000
Fertilización	Jornal	1	18000	18000
Siembra	Jornal	1	18000	18000
Control fitosanitario	Jornal	3	18000	54000
Resiembra	Jornal	1	18000	18000
Limpias	Jornal	4	18000	72000
			Subtotal	306000
1.2 Insumos				
Plántulas roble +10% reposición	Plántula	133	1500	199500
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	1	8000	8000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	1	23500	23500
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	1	11000	11000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	1	79000	79000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
			Subtotal	436000
1.3 Asistencia técnica		2	90000	180000
			Subtotal	180000
2. Costos indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	12	50000	600000
Herramientas			21000	21000
Transporte de Insumos			16000	16000
			Subtotal	637000
			TOTAL	1559000

Cerca Viva 5m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	1	18000	18000
Trazado	Jornal	1	18000	18000
Plateo	Jornal	1	18000	18000
Ahoyado	Jornal	1	18000	18000
Fertilización	Jornal	1	18000	18000
Siembra	Jornal	1	18000	18000
Control fitosanitario	Jornal	2	18000	36000
Resiembra	Jornal	1	18000	18000
Limpias	Jornal	2	18000	36000
			Subtotal	198000
1.2 Insumos				
Plántulas roble +10% reposición	Plántula	80	1500	120000
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	1	8000	8000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	1	23500	23500
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	1	11000	11000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	1	79000	79000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
			Subtotal	356500
1.3 Asistencia técnica		2	90000	180000
			Subtotal	180000
2. Costos indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	12	50000	600000
Herramientas			21000	21000
Transporte de Insumos			16000	16000
			Subtotal	637000
			TOTAL	1371500

Anexo I. Costos de establecimiento y mantenimiento de la plantación de Roble en los 20 años para los cuatro arreglos agroforestales

Cultivo en Callejones 3x3m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	10	18000	180000
Trazado	Jornal	1	18000	18000
Plateo	Jornal	17	18000	306000
Ahoyado	Jornal	8	18000	144000
Fertilización	Jornal	16	18000	288000
Siembra	Jornal	8	18000	144000
Control fitosanitario	Jornal	60	18000	1080000
Resiembra	Jornal	6	18000	108000
Limpias	Jornal	228	18000	4104000
Podas de formación	Jornal	80	18000	1440000
Aprovechamiento final	Jornal	38	18000	684000
Descortezado	Jornal	75	18000	1350000
Carga al sitio de acopio	Jornal	35	18000	630000
Subtotal				10476000
1.2 Insumos				
Plántulas de roble +10% reposición	Plántula	1333	500	666500
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	8	8000	64000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	6	23500	141000
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	2	11000	22000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	15	79000	1185000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
Subtotal				2193500
1.3 Asistencia técnica				
		23	90000	2070000
Subtotal				2070000
2. Costos Indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	252	50000	12600000
Herramientas			1470000	1470000
Transporte de Insumos			2730000	2730000
Costos de producción de maíz			3827000	3827000
Costos de producción del frijol			4127000	4127000
Subtotal				24754000
TOTAL				39493500

Cultivo en Callejones 5x5m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	10	18000	180000
Trazado	Jornal	1	18000	18000
Plateo	Jornal	12	18000	216000
Ahoyado	Jornal	4	18000	72000
Fertilización	Jornal	11	18000	198000
Siembra	Jornal	4	18000	72000
Control fitosanitario	Jornal	40	18000	720000
Resiembra	Jornal	3	18000	54000
Limpias	Jornal	158	18000	2844000
Podas de formación	Jornal	45	18000	810000
Aprovechamiento final	Jornal	16	18000	288000
Descortezado	Jornal	32	18000	576000
Carga al sitio de acopio	Jornal	16	18000	288000
Subtotal				6336000
1.2 Insumos				
Plántulas de roble +10% reposición	Plántula	440	500	220000
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	8	8000	64000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	6	23500	141000
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	1	11000	11000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	9	79000	711000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
Subtotal				1262000
1.3 Asistencia técnica				
		23	90000	2070000
Subtotal				2070000
2. Costos Indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	252	50000	12600000
Herramientas			824000	824000
Transporte de Insumos			830000	830000
Costos de producción de maíz			3827000	3827000
Costos de producción del frijol			4127000	4127000
Subtotal				22208000
TOTAL				31876000

Cerca Viva 3m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	1	18000	18000
Trazado	Jornal	1	18000	18000
Plateo	Jornal	1	18000	18000
Ahoyado	Jornal	1	18000	18000
Fertilización	Jornal	4	18000	72000
Siembra	Jornal	4	18000	72000
Control fitosanitario	Jornal	38	18000	684000
Resiembra	Jornal	1	18000	18000
Limpias	Jornal	19	18000	342000
Podas de formación	Jornal	7	18000	126000
Aprovechamiento final	Jornal	2	18000	36000
Descortezado	Jornal	5	18000	90000
Carga al sitio de acopio	Jornal	2	18000	36000
			Subtotal	1548000
1.2 Insumos				
Plántulas roble +10% reposición	Plántula	95	500	47500
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	1	8000	8000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	1	23500	23500
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	1	11000	11000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	5	79000	395000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
			Subtotal	600000
1.3 Asistencia técnica				
		23	90000	2070000
			Subtotal	2070000
2. Costos Indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	252	50000	12600000
Herramientas			441000	441000
Transporte de Insumos			336000	336000
			Subtotal	13377000
			TOTAL	17595000

Cerca Viva 3m				
1. Costos directos				
Ítem	Unidad	Cantidad	\$ Unidad	\$ Total
1.1 Mano de obra				
Rocería	Jornal	1	18000	18000
Trazado	Jornal	1	18000	18000
Plateo	Jornal	1	18000	18000
Ahoyado	Jornal	1	18000	18000
Fertilización	Jornal	4	18000	72000
Siembra	Jornal	4	18000	72000
Control fitosanitario	Jornal	38	18000	684000
Resiembra	Jornal	1	18000	18000
Limpias	Jornal	19	18000	342000
Podas de formación	Jornal	7	18000	126000
Aprovechamiento final	Jornal	2	18000	36000
Descortezado	Jornal	5	18000	90000
Carga al sitio de acopio	Jornal	2	18000	36000
Subtotal				1548000
1.2 Insumos				
Plántulas roble +10% reposición	Plántula	95	500	47500
Fertilizante 1 (Cal)	Bulto	1	8000	8000
Fertilizante 2 (calfos)	Bulto	1	23500	23500
Fertilizante 3 (nitrafos)	Bulto	1	11000	11000
Fertilizante 4 (10 - 30 - 10)	Bulto	5	79000	395000
Fertilizante 5 (borax)	Bulto	1	115000	115000
Subtotal				600000
1.3 Asistencia técnica				
		23	90000	2070000
Subtotal				2070000
2. Costos Indirectos				
Arrendamiento del terreno	Mes	252	50000	12600000
Herramientas			441000	441000
Transporte de Insumos			336000	336000
Subtotal				13377000
TOTAL				17595000

Anexo J. Flujo de Caja de la plantación de Roble (*Quercus humboldtii*) para los cuatro arreglos agroforestales

año	ARREGLO AGROFORESTAL											
	Cultivo en Callejones 3X3			Cultivo en Callejones 5X5			Cerca Viva 3m			Cerca Viva 5m		
	Costo	Ingreso	Flujo	Costo	Ingreso	Flujo	Costo	Ingreso	Flujo	Costo	Ingreso	Flujo
0	5256500	0	-5256500	4830500	0	-4830500	1426000	0	-1426000	1299000	0	-1299000
1	3916000	7820375	3904375	3558500	5657250	2098750	1209000	604500	-604500	986000	493000	-493000
2	3770500	6097000	2326500	3334500	4711625	1377125	968000	242000	-726000	896000	224000	-672000
3	3770500	5844250	2073750	3244500	4689125	1444625	932000	233000	-699000	896000	224000	-672000
4	1412000	1885250	473250	1220000	305000	-915000	932000	631000	-301000	896000	468000	-428000
5	1412000	733000	-679000	1062000	265500	-796500	835000	208750	-626250	781000	195250	-585750
6	1412000	0	-1412000	1062000	0	-1062000	835000	398000	-437000	781000	244000	-537000
7	1412000	0	-1412000	1062000	0	-1062000	835000	0	-835000	781000	0	-781000
8	2258000	3892000	1634000	1062000	0	-1062000	835000	398000	-437000	781000	244000	-537000
9	1178000	0	-1178000	1062000	0	-1062000	835000	0	-835000	781000	0	-781000
10	1178000	0	-1178000	1548000	16969697	15421697	835000	398000	-437000	781000	244000	-537000
11	1178000	0	-1178000	882000	0	-882000	835000	0	-835000	781000	0	-781000
12	2258000	23545455	21287455	882000	0	-882000	835000	398000	-437000	781000	244000	-537000
13	1088000	0	-1088000	882000	0	-882000	835000	0	-835000	781000	0	-781000
14	1088000	0	-1088000	882000	0	-882000	835000	398000	-437000	781000	244000	-537000
15	1088000	0	-1088000	882000	0	-882000	835000	0	-835000	781000	0	-781000
16	1088000	0	-1088000	882000	0	-882000	835000	398000	-437000	781000	244000	-537000
17	1088000	0	-1088000	882000	0	-882000	835000	0	-835000	781000	0	-781000
18	1088000	0	-1088000	882000	0	-882000	835000	398000	-437000	781000	244000	-537000
19	1088000	0	-1088000	882000	0	-882000	835000	0	-835000	781000	0	-781000
20	1466000	48333333	46867333	1332000	35151515	33819515	1051000	29439394	28388394	907000	17575758	16668758
Total	39493500	98150663	58657163	32316000	67749712	35433712G	19043000	34144644	15101644	17595000	20888008	3293008