

EVALUACIÓN Y PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE MADERA Y BIOMASA DE LA
ESPECIE ABARCO (*Cariniana pyriformis Miers*), MEDIANTE UN ESTUDIO PILOTO EN
LA VEREDA SAN CRISTOBAL DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL GUAVIARE, COMO
ALTERNATIVA PRODUCTIVA PARA EL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE.

OLGA LUCIA CARRANZA VASQUEZ
ANGIE YISEL ZULUAGA BERNAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD”
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JOSÉ DEL GUAVIARE
2017

EVALUACIÓN Y PROYECCIÓN DEL VOLUMEN DE MADERA Y BIOMASA DE LA
ESPECIE ABARCO (*Cariniana pyriformis Miers*), MEDIANTE UN ESTUDIO PILOTO EN
LA VEREDA SAN CRISTOBAL DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL GUAVIARE, COMO
ALTERNATIVA PRODUCTIVA PARA EL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE.

OLGA LUCIA CARRANZA VASQUEZ
ANGIE YISEL ZULUAGA BERNAL

TRABAJO DE GRADO

ASESORA DE TRABAJO DE GRADO

BLANCA NINFA CARVAJAL AGUDELO

INGENIERIA FORESTAL
Esp. En producción y transformación de madera

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD”
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JOSÉ DEL GUAVIARE, COLOMBIA

2017

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San José del Guaviare, 23 de Junio de 2017

DEDICATORIA

Dedico este estudio a Dios por darme la vida, por ser mi guía, mi maestro y darme mucha sabiduría y entendimiento en este proceso de formación, a mi hija Marly Gineth, por ser mi motor de vida, a mi esposo Cesar Bernal, quien fue mi apoyo incondicional, impulsándome cada día a perseguir grandes sueños en la vida y a toda mi familia, quienes me apoyaron para la culminación de este trabajo de grado.

A ustedes dedico mi proyecto de pregrado, por tener fe, confianza y paciencia.

Olga Lucia Carranza Vásquez

A Dios por haberme dado la vida, la fortaleza y su bendición para culminar este proceso universitario y vencer cada uno de los obstáculos, a la memoria de mi padre Álvaro Antonio Zuluaga Q.E.P.D por sus ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaban y que me infundió siempre, que aunque ya no este conmigo es mi motivación para seguir adelante, a mi madre Rosa Mercedes Bernal por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y motivación, a mi esposo Rodrigo Moreno por su apoyo, paciencia y amor, a mis hermanos por su apoyo moral y consejos, y a toda mi familia por confiar y creer en mis capacidades.

Angie Yisel Zuluaga Bernal

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las personas que directa o indirectamente nos ayudaron en la realización de este trabajo, al ingeniero Raúl Antonio Gómez y John Ariza, por prestarnos sus instalaciones para llevar a cabo esta investigación y permitírnos ampliar nuestros conocimientos, a los Ingenieros Bernardo Giraldo Benavides y Víctor Rincón Guerrero, quienes nos brindaron apoyo profesional y nos enriquecieron con su experiencia y conocimientos.

Nuestro agradecimiento a la ingeniera Forestal Blanca Ninfa Carvajal Agudelo, porque su asesoría nos permitió direccionar los resultados de este estudio.

Infinitas gracias a Cesar Augusto Bernal Pérez, Administrador de empresas, quien nos apoyó en este proceso de estudio y con compromiso nos aportó sus conocimientos para culminar con éxito este programa de formación.

A la Universidad Nacional Abierta y Distancia, por ofrecernos esta carrera profesional, a la doctora Ana Isabel Gavilán Reina, directora del CCAV San José del Guaviare, quien nos apoyó y nos guió en el momento oportuno.

Con admiración y respeto a las doctoras Dilsa Sánchez Cagua y Viviana Escobar Bernal, profesionales estadísticas quienes brindaron todos sus conocimientos para la culminación y entrega del trabajo de grado.

A Cristian Mosquera y Edilberto Ávila Sánchez quienes nos aportaron conocimiento y experiencia desde sus empresas madereras.

Olga Lucia Carranza Vásquez
Angie Yisel Zuluaga Bernal

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE ILUSTRACIONES	12
LISTA DE ANEXOS	13
RESUMEN	14
SUMMARY	15
INTRODUCCIÓN	16
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
4. JUSTIFICACIÓN	19
5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	21
6. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	21
7. OBJETIVOS	22
7.1 General	22
7.2 Específicos	22
8. MARCO TEÓRICO	23
8.1 Descripción de la especie objeto de estudio	25
8.2 Distribución Geográfica	26
8.3 Zona de Vida	26
8.4 Floración y Fructificación	28
8.5 Sistema de recolección y procesamiento de frutos	28
8.6 Almacenamiento de las Semillas	28
8.7 Siembra y Germinación	29
8.8 Manejo de las Plántulas	29
8.9 Plagas y Enfermedades	30
8.10 Usos Principales	30
8.11 Descripción Organoléptica de la Madera	30
9. MARCO CONCEPTUAL	31
9.1 Biomasa	31
9.2 Volumen	31
9.3 Volumen en pie	31

9.4 Metro cúbico (m ³)	31
9.5 Madera en pie	31
9.6 Fuste	31
9.7 Altura comercial	31
9.8 Altura total	32
9.9 DAP	32
9.10 Entresaca	32
10. METODOLOGÍA	33
10.1 Área de Estudio	33
10.2 El Clima	35
10.3 El Suelo	36
10.4 Variables de Medición	37
10.5 Método de Medición y Muestra mediante un Modelo Matemático.	37
10.6 Captura de Datos	41
10.7 Volumen de la Madera	42
10.8 Biomasa	42
10.9 Entresacas	42
11. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	44
11.1 Evaluación de la tasa de crecimiento	44
11.1.2. Resultados promedio de las mediciones por variable	44
11.1.3 Variaciones promedio por periodo	46
11.1.4 Crecimiento total de las variables en las mediciones	48
11.1.5 Análisis de las mediciones	49
11.2 Proyección del Volumen de Madera en una Hectárea	51
11.2.1 Modelo de regresión SINCHI	52
11.2.2 Modelo de regresión lineal simple	52
11.2.2.1 Correlación entre las variables independientes	56
11.2.2.2 Modelos de diámetro y alturas	57
11.2.3 Proyección de Volumen	63
11.3 Biomasa producida en una (1) hectárea por la especie forestal <i>Cariniana pyriformis</i>	66
11.3.1 Modelo Instituto SINCHI	67

11.3.2	Modelo de regresión lineal simple	68
11.3.3	Proyección de biomasa	69
11.3.4	Beneficios que aportará al medio ambiente	70
11.4	Viabilidad económica del establecimiento del cultivo de abarco	73
11.4.1	Costos y gastos finca canagüey	74
11.4.2	Plan de fertilización año 6 al año 20	78
11.4.3	Proyección de costos y gastos	79
11.4.3.1	Otras variables de proyección de costos y gastos	89
11.4.3.2	Total costos y gastos del proyecto	91
11.4.4	Comercialización	91
11.4.5	Análisis y conclusiones financieras	92
12.	CONCLUSIONES	95
13.	RECOMENDACIONES	97
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	98
15.	ANEXOS	102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Promedios de las cuatro mediciones sobre las tres variables evaluadas	44
Tabla 2. Variación por periodo con un intervalo de 75 días, de las tres variables	46
Tabla 3. Variables explicativas	52
Tabla 4. Variables de medición, con los valores mínimo, máximo, media, mediana y varianza	53
Tabla 5. Resumen de la estadística del modelo para diámetro	58
Tabla 6. Resumen de la estadística del modelo para Altura comercial	59
Tabla 7. Resumen de la estadística del modelo para Altura total	60
Tabla 8. Variables respuesta, variable explicativa y valor estimado	62
Tabla 9. Combinación de modelos	62
Tabla 10. Entresacas por periodo	65
Tabla 11. Volumen m ³ por árbol y por hectárea de acuerdo a la edad	65
Tabla 12. Biomasa (kg/año/árbol/por Hectárea y por Toneladas)	69
Tabla 13. Total Biomasa producida	70
Tabla 14. Porcentaje de pérdida de volumen de madera por aserrío	73
Tabla 15. Costos y gastos de establecimiento por hectárea	74
Tabla 16. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 1	75
Tabla 17. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 2	75
Tabla 18. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 3	76
Tabla 19. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 4	77
Tabla 20. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 5	77
Tabla 21. Plan de fertilización y enmiendas en gramos por planta/año	78
Tabla 22. Promedio histórico del Índice de Precios al Consumidor (IPC)	79
Tabla 23. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 6	80
Tabla 24. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 7	81
Tabla 25. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 8	81
Tabla 26. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 9	82
Tabla 27. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 10	82
Tabla 28. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 11	83
Tabla 29. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 12	84

Tabla 30. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 13	84
Tabla 31. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 14	85
Tabla 32. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 15	85
Tabla 33. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 16	86
Tabla 34. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 17	86
Tabla 35. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 18	87
Tabla 36. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 19	87
Tabla 37. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 20	88
Tabla 38. Subtotal costos y gastos de establecimiento y sostenimiento	88
Tabla 39. Proyección de medidas	89
Tabla 40. Medidas comerciales de vigas de madera	90
Tabla 41. Gastos de explotación	90
Tabla 42. Gastos de transporte	91
Tabla 43. Total costos y gastos	91
Tabla 44. Precios de las vigas de madera	91
Tabla 45. Venta de madera año 20	92
Tabla 46. Análisis financiero	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Promedios de crecimiento en la variable DAP	44
Figura 2. Promedios de crecimiento en la variable altura comercial	45
Figura 3. Promedios de crecimiento en la variable altura total	46
Figura 4. Variación por periodo de DAP	47
Figura 5. Variación por periodo de altura comercial	47
Figura 6. Variación por periodo de altura total	48
Figura 7. Crecimiento total de las variables en el periodo de mediciones	49
Figura 8. Diámetro de acuerdo a la edad	53
Figura 9. Altura comercial de acuerdo a la edad	54
Figura 10. Altura total de acuerdo a la edad	54
Figura 11. Diámetro con puntos atípicos con valores altos y bajos	55
Figura 12. Altura comercial con datos atípicos	55
Figura 13. Altura total con datos atípicos	56
Figura 14. Correlación entre diámetro y altura total	57
Figura 15. Correlación entre diámetro y altura comercial es de ($cor= 0.633$)	57
Figura 16. Modelo del diámetro	59
Figura 17. Modelo de Altura Comercial	60
Figura 18. Modelo de Altura Total	62
Figura 19. Volumen por árbol en m^3 de acuerdo a la edad	63
Figura 20. Biomasa $kg/árbol$ en relación con la edad	67

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Clasificación Taxonómica	25
Ilustración 2. Largo y ancho del foliolo	27
Ilustración 3. Mapa del departamento del Guaviare	33
Ilustración 4. Mapa veredal San José del Guaviare - vereda San Cristóbal	34
Ilustración 5. Plano de la parcela	35
Ilustración 6. Medición de variables (Regla extensible)	37
Ilustración 7. Marcación y numeración de árboles	41
Ilustración 8. Recolección datos de variables	41
Ilustración 9. Medición de DAP (una altura de 1.30 m)	50
Ilustración 10. Medición de variable (Altura comercial)	51
Ilustración 11. Medición de variable (Altura total)	51

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de campo de recolección de datos.	102
Anexo 2. Certificación compra madera Abarco.	103
Anexo 3. Certificación de cotización del transporte de madera.	104
Anexo 4. Certificado Ica de cultivos forestales con fines comerciales.	105
Anexo 5. Comparación del cultivo desde el inicio hasta el final de la evaluación.	106
Anexo 6. Costos y gastos de establecimiento por hectárea, finca Canagüey año (0) 2012	107
Anexo 7. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 1	108
Anexo 8. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 2	108
Anexo 9. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 3	110
Anexo 10. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 4	111
Anexo 11. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 5	112

RESUMEN

El estudio se desarrolló en la finca Canagüey ubicada en la vereda San Cristóbal del municipio de San José del Guaviare, en una plantación forestal de 2 hectáreas, de la especie (*Cariniana pyriformis*) abarco, con cuatro años de establecida, se encuentra con una densidad de mil doscientos ochenta y tres (1283) arboles/Ha, para un total de 2566 individuos, de los cuales se tomó una muestra representativa de doscientos setenta y dos (272) individuos para ser evaluados; el objetivo fue determinar la proyección de madera disponible en m³ y la estimación de la biomasa a 20 años, se tuvieron en cuenta variables de medición como; DAP, altura comercial y altura total, las mediciones se realizaron con un intervalo de 75 días y se registraron cuatro mediciones en ocho meses evaluados.

En la evaluación del volumen de madera, proyectado a 20 años de la especie forestal (*Cariniana pyriformis*) se determinó que produce 1,35m³ por árbol. En la explotación final se culminaría con 569 individuos que producirían 770,259 m³ en pie por hectárea, para un total de 429,958 m³ netos. La comercialización se proyecta en el mercado de Villavicencio, Meta, por un valor de \$5.949.014 m³ en el año 2032, para un total de venta de explotación de \$2.557.828.351, se generan unos costos y gastos estimados en \$ 331.728.422, con los resultados obtenidos en este estudio se dio a conocer la viabilidad económica del cultivo de abarco que generaría una utilidad de \$ 2.226.099.928 por hectárea, que corresponde a una tasa de rentabilidad del 10%.

Además de ser una plantación que ofrece diferentes bienes y servicios ambientales; el aporte en biomasa es de 1.390,74 kg/árbol/año y de 791.328,23Kg por hectárea en el año 20 con 569 árboles y un aporte total en biomasa producida por 1283 individuos es de 1.002.194,29 Kg, equivalentes a 1.002,19 toneladas por hectárea durante el periodo del cultivo.

Palabras claves: Biomasa, volumen, m³, individuos, entresacas, DAP, Altura comercial, Altura total.

SUMMARY

The study is developed in the Canagüey farm located in San Cristobal, San José del Guaviare, in a forest plantation of 2 hectares of the species (*Cariniana pyriformis*) Abarco, with four years of established, it has a density of one thousand two hundred and eighty tree (1283) trees / hectare, for a total of 2566 individuals, of which a representative sample of two hundred seventy-two (272) individuals to be evaluated; The objective was to determine the projection of wood available in m³ and biomass estimate to 20 years, they were taken into account variables such as measurement; DAP, commercial height and total height, measurements were performed with an interval of 75 days and four measurements were recorded in eight months evaluated.

In evaluating the volume of timber, projected to 20 years of forest species (*Cariniana pyriformis*) was determined that produces 1,35m³ per tree. In the final operation will end up with 569 individuals which produce 770.259m³ feet per hectare for a total of 429.958 m³ net. The marketing is projected in Villavicencio, Meta, for a total value of \$ 5.949.014 m³ in the year 2032, for a total sales of \$2.557.828.351 the costs and expenses are estimated to be \$ 331.728.422 (2032 prices); with the results obtained in this study it is shown the economic viability of farming Abarco trees which would generate a utility \$ 2.226.099.928 per hectare, which corresponds to a rate of return of 10%.

Besides being a plantation that offers different environmental goods and services; the biomass contribution is 1.390.74 kg / tree / year and 791.328,23 Kg per hectare in year 20 with 569 trees and a total contribution in 1.283 individuals biomass is 1.002.194.29 kg produced, is equivalent to 1002.19 tons per hectare during the period of the crop.

Keywords: Biomass, volume, m³, individuals, entresacas, DAP, commercial height, Total height.

INTRODUCCIÓN

La Amazonia Colombiana ha sido asentamiento de diversos grupos étnicos, quienes han aprovechado y disfrutado múltiples bienes y servicios del bosque durante años, sin embargo, durante los últimos años, los bosques amazónicos han estado sujetos a la explotación indiscriminada de los recursos naturales, causando la deforestación para el desarrollo de la infraestructura como: construcción y desarrollo vial, actividades extractivas entre las que se encuentran ganadería extensiva, minería ilegal y explotación agrícola; debido al manejo que se le ha dado a los bosques cada día se presentan pérdidas en biodiversidad de fauna y flora. En razón a lo anterior se investigó sobre las bondades que ofrece la especie (*Cariniana pyriformis*) abarco, por ser una especie considerada como valiosa, adaptada a las condiciones climáticas de la región y en diversos estudios realizados por el instituto SINCHI, ha demostrado ser una especie de rápido crecimiento y productividad, por estos antecedentes sería una especie que brindaría a futuro una alternativa económica, aportando al desarrollo forestal en el departamento del Guaviare.

En la zona norte de la región Amazónica en Colombia, encontramos al departamento del Guaviare, del cual San José del Guaviare es la capital, por ser uno de los ecosistemas más importantes del planeta; con gran preocupación se observó que ha sido afectado por los diferentes procesos de alta intervención, debido a la tala y quema indiscriminadas para establecer cultivos agrícolas y ganadería extensiva, con pocas alternativas productivas, acordes al contexto ambiental, social y económico de la región.

Teniendo en cuenta lo anterior, se encontró que la especie abarco (*Cariniana pyriformis*), sería una alternativa económica para este departamento, siendo su madera muy apetecida en el mercado nacional por su alta calidad y durabilidad, muy apreciada con fines comerciales para la construcción, carrocerías, carpintería, muebles, pisos de vagones, pisos en general, empaques, chapas decorativas y triples.

En vista de la realidad económica que vive el departamento del Guaviare, existe la necesidad de proyectar un desarrollo económico en la región, promoviendo la investigación con alternativas amigables con el medio ambiente, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y garantizando mejores niveles de sostenibilidad ambiental, social y económica.

Se decidió evaluar y proyectar los rendimientos de madera y biomasa de la especie forestal (*Cariniana pyriformis*) abarco, ya que los estudios que existen de abarco en el departamento del Guaviare, fueron realizados en un sistema de enriquecimiento forestal y no existe un estudio realizado a un monocultivo de esta especie, con fines comerciales, donde se determine la viabilidad económica del cultivo, este estudio se realizó con el fin de contribuir desde lo académico a generar un valor a este producto, el cual servirá de apoyo a los interesados en la explotación maderera y al sector educativo.

Es importante resaltar que este cultivo fue establecido con fines comerciales, y se encuentra registrado ante el ICA y la CDA para ser explotado a largo plazo.

El presente estudio se desarrolló mediante la modalidad de proyecto aplicado, como alternativa de trabajo de grado y la línea de investigación implementada fue Desarrollo Rural.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento del Guaviare ha trascendido principalmente, en una economía de carácter ilícito, por lo que las familias campesinas se han dedicado a cultivar la hoja de coca y comercializar su base de forma ilegal, esto ha conllevado a que se cree una guerra territorial y de poder económico entre los diferentes actores de este conflicto. Sumado a esto; la deforestación de bosques para obtener grandes cantidades de tierra para la expansión agrícola y ganadería extensiva, han afectado significativamente el medio ambiente, generando pérdidas de cobertura vegetal, suelos degradados, pérdidas de biodiversidad, contaminación hídrica, atmosférica y cambio climático; debido al uso diferente que se le ha dado a la vocación del suelo, causando un impacto negativo desde el punto de vista ambiental, dejando de un lado la implementación de plantaciones forestales, de las cuales se tiene desconocimiento sobre los beneficios económicos que puede aportar a la región, por medio de la comercialización de servicios ambientales y madereros.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que en el departamento del Guaviare, no hay consolidada actualmente una economía legal y sostenible en el tiempo, que garantice condiciones de desarrollo y crecimiento económico a los habitantes del campo, así como tampoco actividades de prevención y mejoramiento de las condiciones ambientales.

A raíz de las dificultades socioeconómicas y ambientales presentadas en el Departamento, consecuencia de las malas prácticas desarrolladas por el hombre, se plantea generar un análisis sobre el cultivo de abarco en monocultivo, donde se pueda realizar una proyección del volumen de madera y el aporte en biomasa que esta generaría al medio ambiente, permitiendo a los empresarios del campo obtener ingresos económicos a largo plazo, así como; por medio de la producción maderera, cumplir con la función de recuperación de áreas degradadas, convirtiéndolas en áreas de captura de CO², pues almacenan carbono en la vegetación y en el suelo; lo que contribuye a mitigar el cambio climático, consolidando una economía lícita, sostenible y amigable con el medio ambiente, de una manera técnica, controlada y legal.

La ejecución de proyectos forestales con fines comerciales, se presenta como una oportunidad para el mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores y del medio ambiente en las zonas intervenidas.

4. JUSTIFICACIÓN

Según Giraldo, Zubieta, Vargas y Barrera (2013). En la región norte amazónica, el ecosistema forestal ha tenido innumerables cambios en composición, estructura, servicios y productos, por diferentes causas entre las cuales está la ocupación incontrolada por campesinos para desarrollar sistemas productivos ajenos a las condiciones del ecosistema como la ganadería, los cultivos ilícitos y formas de producción en monocultivos. En esta región, el componente de mayor importancia y riqueza es el bosque con todas las especies vegetales forestales, maderables, no maderables que posee, pero es a su vez, el de menor nivel de uso por los pobladores locales (Giraldo *et ál.* 2013).

Ante esta situación y con el objetivo de contribuir con la mitigación de los impactos ambientales y a la vez con los problemas socio económicos del departamento, se propone evaluar el volumen de madera y biomasa de la especie *Cariniana pyriformis*, lo que permitirá identificar las perspectivas económicas de un proyecto forestal establecido en la vereda San Cristóbal del municipio de San José del Guaviare; contribuyendo así con el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores, a partir del impacto positivo al medio ambiente y la obtención de ingresos económicos derivados de la producción de madera y aportes en biomasa.

En la plantación se ha identificado una buena adaptabilidad a las condiciones climatológicas y edafológicas presentes; dando así mayor seguridad al momento de la inversión inicial y disminuyendo los riesgos, en condiciones de un buen manejo agronómico a la plantación.

El CO² presente en la atmosfera se captura en los procesos metabólicos de las plantas a través de la fotosíntesis; en este proceso, el carbono atmosférico secuestrado nuevamente se expresa en términos de biomasa constituyendo follaje, ramas, raíces, troncos, flores y frutos. (Rodríguez, Jiménez, Aguirre y Treviño, 2006).

Dada la directa relación que tiene el contenido de carbono con el contenido de biomasa (aproximadamente el 50 %) surge la necesidad de la estimación de la biomasa con el fin de determinar la capacidad de captura de las plantaciones forestales (Brown, S. 1997).

Finalmente, con la investigación se pretende que los habitantes del departamento del Guaviare

encuentren una alternativa lícita y sostenible en el tiempo. Dicha plantación forestal generará ingresos económicos, por medio de la comercialización de la madera, ya sea en pie o piezas de maderas aserradas, también se podrá comercializar la venta de servicios ecosistémicos y captura de CO² en el corto plazo, con la biomasa producida, se pretende mitigar el cambio climático y a la vez generar conocimientos y teorías valiosas para el sector académico, social y empresarial, los cuales podrían ser implementados o tomados como punto de referencia para el desarrollo de futuras investigaciones.

5. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

En condiciones de planicie amazónica, mediante un pilotaje, en San José del Guaviare, ¿cuánto es el volumen de madera y biomasa de la especie *Cariniana pyriformis*, abarco producidos en monocultivo, en una hectárea, a 20 años?

6. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

En el estudio piloto realizado en la finca Canagüey de la vereda San Cristóbal del Municipio de San José del Guaviare, la especie *Cariniana pyriformis* abarco podrá alcanzar 400 m³/ Ha. de Madera a los 20 años y un aporte en biomasa de 49 kg/árbol/año, resultados obtenidos en otras investigaciones en el país.

7. OBJETIVOS

7.1 General

Evaluar y proyectar el volumen de madera y el aporte de biomasa de la especie forestal (*Cariniana pyriformis* Miers) abarco, como alternativa productiva para el departamento del Guaviare.

7.2 Específicos

- Evaluar la tasa de crecimiento en función de alturas y diámetro a la altura de pecho (DAP), de la especie forestal (*Cariniana pyriformis*).
- Determinar la proyección de volumen de madera, en una hectárea, de la especie forestal (*Cariniana pyriformis*), a veinte años.
- Estimar la biomasa producida en una hectárea, por la especie forestal (*Cariniana pyriformis*) y los beneficios que aportará al medio ambiente.
- Identificar la viabilidad económica del establecimiento de un cultivo de abarco (*Cariniana pyriformis*), como alternativa de producción maderera para el departamento del Guaviare.

8. MARCO TEÓRICO

El departamento del Guaviare corresponde a una de las mayores áreas de intervención en la Amazonia colombiana, la dinámica de intervención influenciada por los procesos de colonización que se han presentado en la región, ha provocado una fragmentación del paisaje, quedando como resultado pequeños parches de bosque. Estos parches cada vez más se han reducido, debido a la alta intervención de áreas que se han convertido en praderas con un proceso de degradación y posterior erosión completa de suelos, producto de una actividad que no corresponde a la vocación de los suelos de la Amazonia, siendo ésta de tipo forestal. Sin embargo, aún se conserva buena parte de estos bosques y es aquí donde el capital natural tiene un potencial importante, ya que estos bosques ofrecen bienes y servicios ambientales, de los cuales se pueden hacer encadenamientos de valor muy concretos para mercados específicos como la comercialización maderera y biomasa.

La conservación de la región amazónica correspondiente en su totalidad al Bosque Húmedo Tropical, lo categorizaremos teóricamente como el área boscosa en el cual se realizara el presente estudio, para el caso específico del departamento del Guaviare, mediante la ley 2 de 1959, se declaró todo el territorio parte del área de la Reserva Forestal de la Amazonia, sin embargo el proceso de colonización que se empezaba a generar en el territorio, específicamente en el interior del departamento, empezó a reclamar acciones de apoyo para el proceso de desarrollo, y dado esto se empezó a gestionar áreas de sustracción, la cual inicialmente fue de aproximadamente 181.200 hectáreas y dado el tiempo y avanzada colonización, esta área aumento a 221.000 hectáreas aproximadamente. Actualmente el departamento está organizado mediante áreas protegidas, áreas de sustracción, áreas de asentamientos indígenas y zona de área de reserva forestal. Cárdenas, Castaño, Zubieta y Jaramillo (como se citó en Fonseca, 2014).

Para cumplir este objetivo; la investigación se ha enfocado en la construcción de sistemas productivos sostenibles, con base en el conocimiento, valoración y usos de las especies forestales que permitan a los productores amazónicos el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos, en especial de la riqueza forestal, para mejorar sus condiciones de vida.

El instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI, fue creado en 1993, su objetivo misional es realizar investigaciones científicas sobre la realidad biológica, social y ecológica de la región amazónica para orientar y construir alternativas de solución en el marco del desarrollo sostenible (Giraldo *et ál.* 2013).

El SINCHI Guaviare, en la estación experimental el trueno, ha realizado diferentes tipos de ensayos forestales con sistema de campo abierto, rodeados de zonas de bosque y sistemas de coberturas boscosas con el establecimiento de especies forestales en líneas dentro de la matriz. En este proceso de conocimiento se mide, valoran y analizan las especies: Abarco (*Cariniana pyriformis*), Achapo (*Cedrelinga cateniformis*), Caoba (*Sweitenia macrophylla*), Pavito (*Jacaranda copaia*), Roble (*Tabebuia rosea*), Tachuelo (*Zanthoxylum* sp), Tortolito (*Schefflera morototoni*), Algarrobo (*Hymenaea blongifolia*), Arenillo (*Hymenolobium sericeum*), Bálsamo (*Myroxylon balsamum*), Brasil (*Aspidosperma excelsum*), Carapa (*Carapa guianensis*), Caruto (*Genipa americana*), Cedro macho (*Pachira quinata*), Cuyubi (*Miquartia guianensis*), Macano (*Terminalia amazónica*), Milpo (*Erismacynanthum*), Nocuito (*Vitex orinocensis*), Paloarco (*Tabebuia serratifolia*), Peine mono (*Apeibatibourbou*), Virola (*Virola peruviana*), Tres tablas (*Dialium guianensis*), Vochysia (*Vochysia ferruginea*) y Zapato (*Sterculiaceae* sp). El desarrollo de esta investigación durante 16 años continuos, con protocolos de medición precisos y analizados con herramientas estadísticas, ha permitido seleccionar un grupo importante de estas especies por su mejor comportamiento y mayores tasas de crecimiento, establecer las tendencias del crecimiento y se han definido las de mejor comportamiento para establecer en sistemas sostenibles productivos de la región, en este proceso de investigación se generaron relaciones entre las diferentes variables y se establecieron proyecciones de crecimiento con un alto grado de confiabilidad, que se constituyen en herramienta técnica valiosa para conocer la oferta del recurso forestal (Giraldo *et ál.* 2013).

Considerando la valoración del volumen para el conjunto del total de las especies forestales analizadas en la estación experimental, las principales especies corresponde a: Abarco (*Cariniana pyriformis*), Achapo (*Cedrelinga cateniformis*), Pavito (*Jacaranda copaia*), Tortolito (*Schefflera morototoni*), macano (*Terminalia amazonica*), Milpo (*Erismacynanthum*), Peinemono (*Apeibatibourbou*), Vochysia (*Vochysia ferruginea*), Roble (*Tabebuia*

rosea), estas especies registraron en promedio por árbol incrementos medios anuales en volumen desde el 0,083 m³/año hasta 0,0145 m³/año. Para la biomasa aérea total por especie se estableció que la principal especie es el abarco que en promedio por árbol acumula 49,0 kg de materia seca, le sigue el Achapo que acumula 30,0 kg/año y luego las especies Milpo, Pavito y Tortolito que en promedio acumulan por año anualmente 20,0 kg / año (Giraldo *et ál.* 2013).

Ensayo quince especies

Para las evaluaciones realizadas en el año 1993 y 2009, entre los 11 y 27 años de edad, la especie abarco presentó valores de incremento medio anual en diámetro entre 1,45 y 2,1cm/año, lo que permitió hacer una aproximación para su turno de aprovechamiento a los 20 años edad. Para la altura a los 27 años de edad, la especie abarco registro en promedio un incremento medio anual de 1,0 m/año y se comportó como la especie de mejor desarrollo expresando su potencial de adaptación y crecimiento a las condiciones medio ambientales de la región norte Amazónica. (Giraldo *et ál.* 2013, pág. 203).

“La especie abarco a los 27 años de edad presento un promedio de volumen por árbol de 1,68 m³. El volumen promedio por árbol a los 20 años para el abarco supero el valor de 1,0 m³” (Giraldo *et ál.* 2013, pág. 204).

8.1 Descripción de la especie objeto de estudio

Cariniana pyriformis (Abarco).

Nombre científico	<i>Cariniana pyriformis</i>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Familia	Lecythidaceae
Genero	Cariniana
Epíteto Especifico	pyriformis
Autor Epíteto Especifico	Miers

Fuente: Gómez y Toro, 2007.



Fuente: Autoras

Ilustración 1. Clasificación Taxonómica

Nombres comunes (Colombia): Abarco, Albarco, Caoba falsa, Caoba colombiana, Chibugá, Chibuyá, Cubano, Coco abarco (Colombia); Albarco, Jequitiba (Puerto Rico); Bacu (Venezuela); Cachimbo, Caspi (Perú); Ceru, Jjquitiba, Tauary (Brasil) (Gómez y Toro, 2007).

8.2 Distribución Geográfica

“Especie distribuida desde Perú oriental, norte de Bolivia y centro de Brasil hasta Venezuela y Colombia. En Colombia se encuentra en el valle del Magdalena, Costa Atlántica, Chocó, Costa Pacífica, bajo Atrato y región de Urabá” (Gómez *et ál.* 2007).

8.3 Zona de Vida

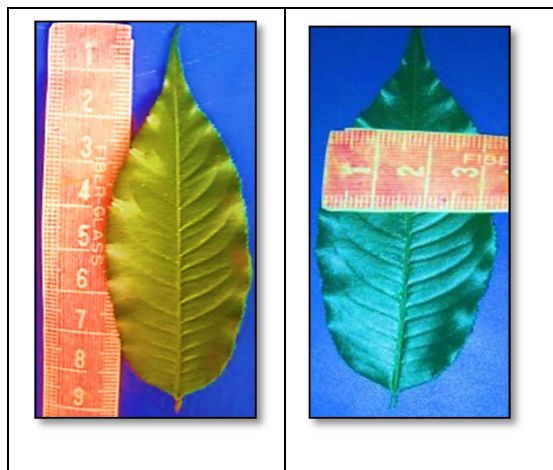
“Aunque prefiere la formación en bosque seco tropical (bs-T), también se la encuentra en el bosque húmedo tropical (bh-T)” (Gómez *et ál.* 2007).

El abarco se encuentra en las formaciones bosque húmedo y muy húmedo tropical, en alturas que van de 50 a 800 msnm, con temperaturas superiores a 24°C y precipitación anual de 2.000 a 5.000 mm. Crece bien en suelos moderadamente profundos, drenaje externo de bueno a muy bueno, de textura franco arcilloso o areno arcillosa, con pH ácido (entre 4 y 5). Se ubica principalmente en colinas y cañones de quebradas y ríos. En el departamento de Antioquia se le ha encontrado en los municipios de Anorí, Maceo, Nechí, Mutatá y San Luis, entre otros (Gómez *et ál.* 2007).

Arbol que puede alcanzar hasta 40 mts de altura y 2.0 m. de diametro, las raices son profundas y con bambas pobres. Tronco recto a conico, a veces delgado y esbelto, pero también puede ser corto y grueso, las ramas son delgadas y forman una copa cónica; cuando las ramas son gruesas la copa es semiesférica, Posee aletones poco desarrollados equiláteros y extendido, la corteza externa es de color marron oscuro, bastante fisurada, entrelazada, la cual se desprende en tiras largas que se usa como cordages. La corteza interna es de color blanco cremoso, de apariencia fibrosa (Gómez *et ál.* 2007).

“Hojas pequeñas simples, alternas, dispuestas en un mismo plano, con un pecíolo corto, de forma ovaladas a elíptico-lanceoladas, apice acuminado, con borde aserrado, glabras por

encima y con pelitos por el envés concentrados en las axilas de las nervaduras secundarias” (Gómez *et ál.* 2007). El foliolo presenta una longitud de 9 cm y de ancho 3cm.



Fuente: Autoras

Ilustración 2. Longitud y ancho del foliolo

“Las Flores blanco-amarillento, pequeñas, hermafroditas, dispuestas en panículas terminal y axilares, cáliz de 5 a 6 sépalos y corola con 5 a 6 pétalos, estambres numerosos unidos” (Gómez *et ál.* 2007).

El fruto es un pixidio leñoso, dehiscente, que tiene forma de cono truncado, con una tapa alargada y en forma de cuña, es de color café a café amarillento, mide de 6 a 8 cm de largo por 5 a 7 cm de diámetro en la parte más ancha. El fruto por dentro tiene tres lóculos (caras internas), donde se aprecian de tres a ocho cicatrices por cada uno de ellos dispuestas en dos filas. Dentro de estas cicatrices se alojan las semillas. Un fruto contiene en promedio, entre 15 y 9 semillas (Gómez *et ál.* 2007).

La semilla tiene forma piramidal, es de color café cuando está seca, mide, en promedio, 12,8 mm de longitud, 7,1 mm de ancho y 4,5 mm de espesor. Tiene un ala terminal con dimensiones promedias de 42,1 mm de largo por 17,7 mm de ancho. El número de semillas que se puede obtener por kilogramo varía según la procedencia entre 6230 y 7640 (Gómez *et ál.* 2007).

8.4 Floración y Fructificación

El abarco tiene un período de floración muy definido entre los meses de julio y septiembre, coincidiendo con la época de mayor precipitación. Algunos árboles presentan brote y caída de hojas durante esta época hasta en el 20% de su copa (Gómez *et ál.* 2007).

“Los frutos verdes se empiezan a observar desde el mes de septiembre y permanecen en el árbol hasta completar su desarrollo, el cual se alcanza de 6 a 7 meses después” (Gómez *et ál.* 2007).

“Los frutos maduros se registran principalmente entre marzo y abril, coincidiendo con el final de la temporada seca y el inicio de las lluvias” (Gómez *et ál.* 2007).

La mayor caída y brote de hojas se presenta durante la temporada de menor precipitación, la cual, como ya se anotó, coincide con la maduración de los frutos, algunos árboles pierden el 100% de su follaje, pero empiezan a recuperarlo una vez pasa la cosecha y se inician nuevamente las lluvias (Gómez *et ál.* 2007).

8.5 Sistema de recolección y procesamiento de frutos

Dado que los frutos de abarco son dehiscentes y dejan escapar fácilmente sus semillas aladas, se recomienda llevar a cabo la recolección una vez los frutos han tomado una coloración café y se ven los primeros abriéndose. La cosecha debe hacerse directamente del árbol utilizando un medio de escalado seguro y que no maltrate la corteza. (...) (Gómez *et ál.* 2007)

“Una vez colectados los frutos deberán extenderse al sol hasta que la línea de sutura de la tapa empiece a desprenderse y libere las semillas, el proceso puede acelerarse golpeando los frutos entre sí” (Gómez *et ál.* 2007).

8.6 Almacenamiento de las Semillas

Previo al almacenamiento, las semillas deben secarse a un contenido de humedad entre 7 y 10%, esto se puede conseguir extendiéndolas al sol durante 3 a 4 horas. Posteriormente para conservarlas se recomienda su almacenamiento en nevera o cuarto frío a temperaturas entre 4 y 7°C utilizando empaques herméticamente sellados. Semillas almacenadas durante 6 y 10

meses en nevera y puestas a germinar en un sustrato de tierra + arena (proporción 2:1) y en oscuridad, mostraron en ambos casos una potencia germinativa de 69% previa hidratación de las semillas durante 18 y 24 horas, respectivamente. No se recomienda mantenerlas a temperatura ambiente (Gómez *et ál.* 2007).

8.7 Siembra y Germinación

Aunque las semillas de abarco no requieren ningún tratamiento, se recomienda hidratarlas durante 18 a 24 horas para obtener una germinación más homogénea. La potencia germinativa de semillas frescas varía de acuerdo con el sustrato y la intensidad lumínica utilizada. Esto es, a plena exposición se obtiene un 66% cuando se usa como sustrato una mezcla de tierra + arena (proporción 2:1) y 59 % cuando se emplea arena de río; bajo estas condiciones la germinación inicia de 25 a 39 días después de la siembra y se completa 18 días más tarde. En semillas puestas a germinar en oscuridad la potencia germinativa que se alcanza en tierra + arena es de 73%, mientras en arena es de 65%, esta inicia de 21 a 28 días después de la siembra y concluye 20 días más tarde. De estos resultados se puede concluir que las semillas de abarco son no-fotoblásticas, es decir que para su germinación es indiferente la presencia o ausencia de luz, sin embargo la potencia germinativa de semillas sembradas en oscuridad supera en un 7% la de las semillas puestas a germinar a plena exposición (Gómez *et ál.* 2007).

La germinación es epigea, las plántulas crecen lentamente, 15 días después de su germinación el hipocótilo sólo ha alcanzado 1,5 cm de longitud y los cotiledones apenas están saliendo de la cubierta seminal. Cuarenta días después de la germinación los cotiledones se han expandido completamente exhibiendo una coloración rojiza, de 15 a 20 días más tarde inician la aparición las primeras hojas verdaderas (Gómez *et ál.* 2007).

8.8 Manejo de las Plántulas

El sustrato más recomendable para su propagación es tierra mezclada con arena en proporción 2:1. Como las plántulas son de crecimiento lento, se recomienda hacer el traslado a bolsa una vez se han expandido completamente los cotiledones, es decir, antes que las primeras hojas completen su desarrollo. Las plántulas estarán listas para trasplante a campo

cuando ya tengan un buen follaje y alcancen por lo menos 20 cm de altura, esto es, pasados 5 a 6 meses de permanencia en el vivero (Gómez *et ál.* 2007).

8.9 Plagas y Enfermedades

Hasta el momento no se ha observado ataque de plagas y enfermedades en las plántulas, sin embargo los frutos y semillas si tienen algunos enemigos naturales: los frutos maduros que aún no han hecho dehiscencia son perforados por loros quienes consumen algunas semillas y luego los dejan caer al suelo, donde son atacados por termites o comején (Isóptera: Termitidae) y por algunos hongos de los géneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* y *Spicaria*. Las semillas suelen ser devoradas por hormigas y algunos roedores (Gómez *et ál.* 2007).

8.10 Usos Principales

La madera es altamente valorada y utilizada en un sinfín de construcciones interiores y exteriores, carpintería, muebles, pisos de vagones, pisos en general, empaques, chapas decorativas y triples. Se emplea también en la fabricación de botes, canoas, traviesas, postes para líneas aéreas, carrocerías, construcción naval, chapas para contrachapado, implementos agrícolas, construcción de cerchas y como madera estructural (Gómez *et ál.* 2007).

8.11 Descripción Organoléptica de la Madera

Duramen castaño rojizo o castaño purpúreo, a veces con estrías o rayas de color más oscuro, no bien diferenciado de la albura de color castaño pálido. Brillo mediano a alto. Olor y sabor ausentes o no distintivos. Textura mediana. Grano de recto ha entrecruzado. Veteado acentuado, satinado, jaspeado, arcos superpuestos y en ocasiones bandas de coloración característica más oscuras (Gómez *et ál.* 2007).

9. MARCO CONCEPTUAL

9.1 Biomasa

La biomasa forestal es la cantidad total de materia viva existente en un ecosistema forestal. Incluye todos los componentes que forman el ecosistema, como árboles, arbustos y otros vegetales. Normalmente es expresada en toneladas de materia seca por hectárea, razón por la cual también se suele usar el concepto de densidad de biomasa para referirse a esta variable (Brown, S. 1997).

9.2 Volumen

“Cantidad de madera de una troza, bloque, tabla, tablón, pieza o árbol en pie, y su unidad de medida depende de la forma en que se evalúa, generalmente utilizando el metro cúbico (m^3).”. (Gutiérrez, Moreno y Villota, 2013)

9.3 Volumen en pie

“Cantidad de madera en metros cúbicos cuando el árbol está en el bosque, plantación o estado natural”. (Gutiérrez *et ál.* 2013)

9.4 Metro cúbico (m^3)

“El metro cúbico es una unidad de volumen y correspondería con el volumen de un cubo de un metro de arista (1 m de ancho x 1 m de largo x 1 m de alto)”. (Gutiérrez *et ál.* 2013)

9.5 Madera en pie

“Trozo del árbol en su estado natural que cumple funciones de prestar bienes y servicios ambientales”. (Gutiérrez *et ál.* 2013)

9.6 Fuste

“Es la parte del tronco que se comercializa, comprendida entre el tocón y el inicio de las primeras ramificaciones de la copa”. (Gutiérrez *et ál.* 2013)

9.7 Altura comercial

“Es la longitud de un tronco, desde su parte inferior o tocón hasta su extremo superior aprovechable, diámetro mínimo comercial, o donde empiezan las ramificaciones de la copa del árbol”. (Gutiérrez *et ál.* 2013)

9.8 Altura total

“Es la distancia vertical entre el nivel del suelo y el extremo superior del árbol o ápice de la copa”. (Gutiérrez *et ál.* 2013)

9.9 DAP

“Diámetro a la altura del pecho o diámetro normal, es el diámetro del árbol en pie medido del árbol en pie a 1,30 metros de altura sobre el nivel del suelo”. (Gutiérrez *et ál.* 2013)

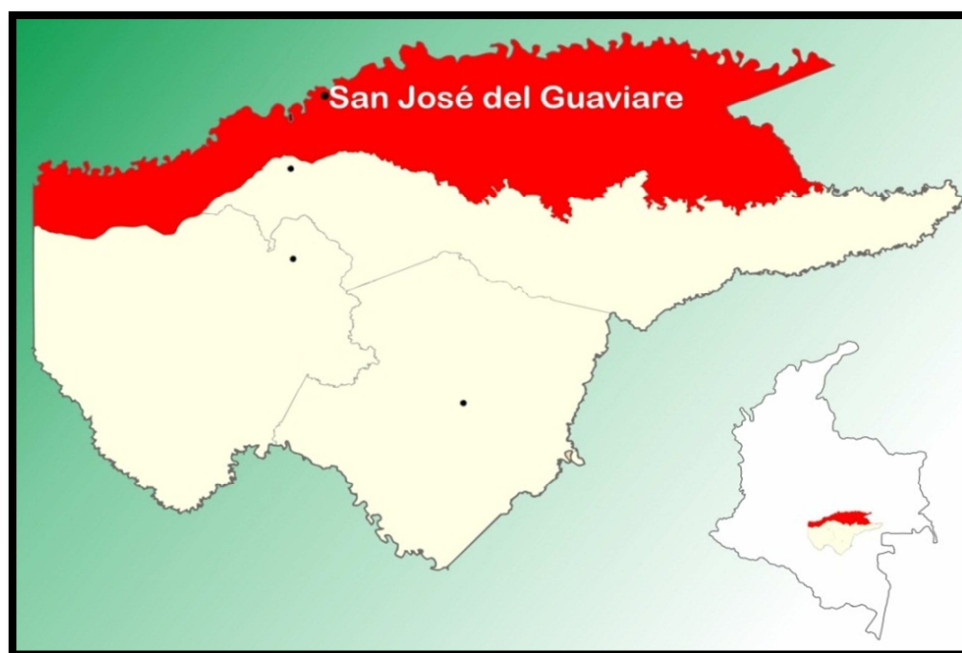
9.10 Entresaca

Medida de manejo de las plantaciones mediante las cuales se eliminan los arboles de menores dimensiones y menor calidad, tiene como fin primordial dejar para la cosecha final, los arboles mejores, para con ello, obtener un mayor volumen de madera y en consecuencia un mayor rendimiento económico (López, s. f.).

10. METODOLOGÍA

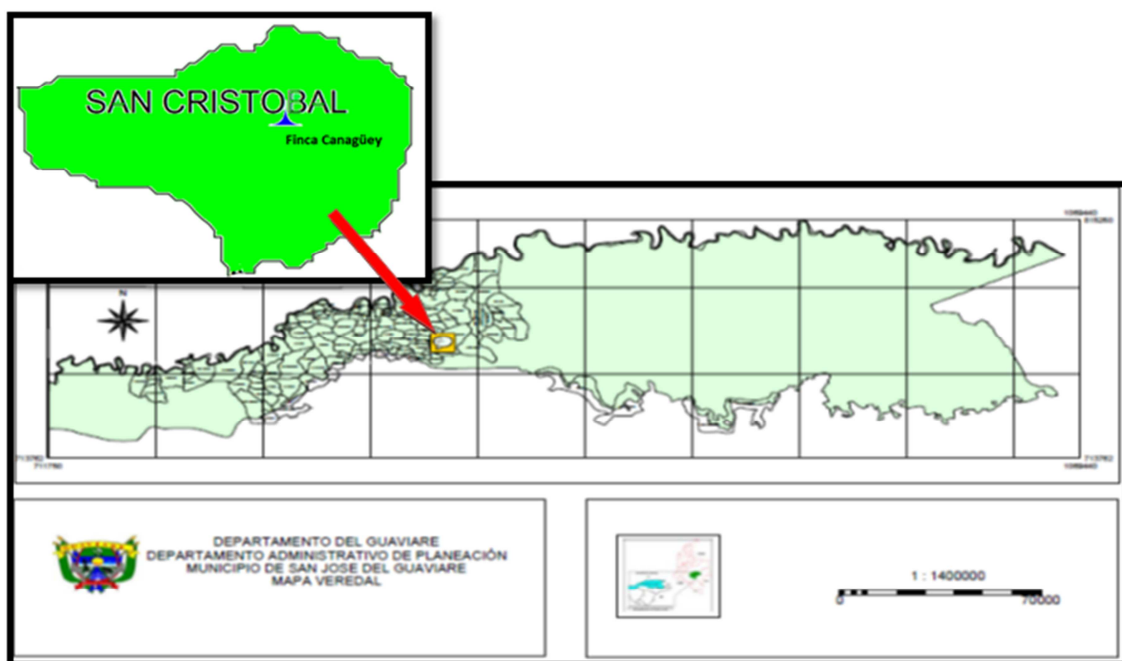
10.1 Área de Estudio

San José del Guaviare, es la capital del departamento del Guaviare, está localizada en la parte norte, con una extensión de 42.327 Km². La cabecera municipal está a 175 msnm aproximadamente a 400 Km al sur de la ciudad de Bogotá, con coordenadas 2°34'15"N 72°38'25"O (Alcaldía Municipal, San José del Guaviare, 2017).



Fuente: Alcaldía Municipal, San José del Guaviare, 2017.

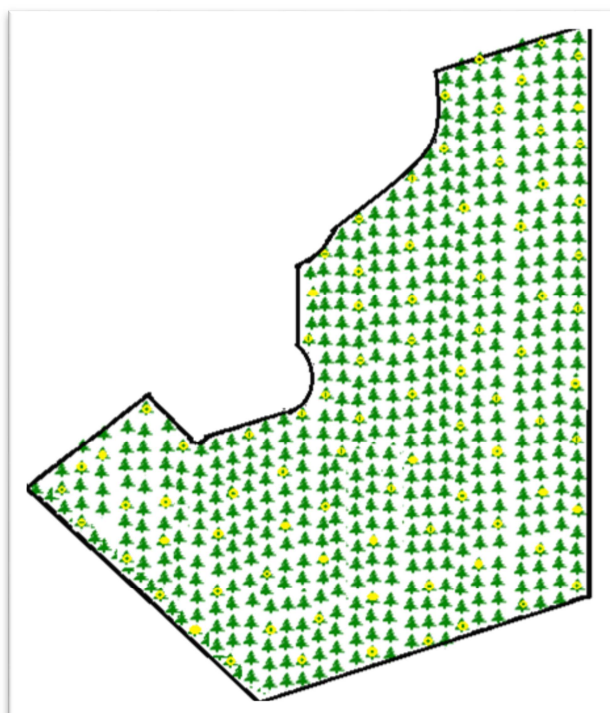
Ilustración 3. Mapa del departamento del Guaviare



Fuente: Gobernación del Guaviare, 2017.

Ilustración 4. Mapa veredal San José del Guaviare - vereda San Cristóbal

La investigación se llevó a cabo en la finca Canagüey, vereda San Cristóbal, propiedad de los señores Raúl Antonio Gómez y John Ariza. Esta se encuentra ubicada a 24 km del casco urbano de San José del Guaviare, aproximadamente a una hora, por la vía trocha la ganadera, y posteriormente se toma la vía hacia la vereda La Oriental y San Cristóbal, del municipio de San José del Guaviare. La parcela donde se encuentra establecido el cultivo es de dos (2) hectáreas y está ubicada en las coordenadas N 02° 29' 40.9'' W 072° 29' 04''.



Fuente: autoras

Ilustración 5. Plano de la parcela

10.2 El Clima

La zona en estudio se caracteriza por ser bosque húmedo tropical, según registros de los últimos 10 años suministrados por la estación meteorológica del IDEAM ubicada en La Estación Experimental El Trueno del Instituto SINCHI (sede San José del Guaviare), dentro del área de estudio; el régimen de la precipitación es monomodal, caracterizado por un periodo seco entre diciembre y febrero y uno lluvioso entre abril y julio, con algunas épocas intermedias de menor precipitación. La precipitación media anual es de 2.635 mm, con 204 días de lluvia durante el año respectivamente. La temperatura media anual es de 25,3 °C, la máxima de 33,4 °C y la mínima de 17,4 °C. El brillo solar es inferior a las 1.640 horas/año, lo que representa un promedio de menos de 5 horas diarias, debido a la alta nubosidad. La evaporación en la zona mantiene un promedio de 90,25 mm/año, muy inferior al promedio de la precipitación, y una evaporación total anual de 1.082 mm, en esta zona no se presenta un déficit de humedad a lo largo del año y ha presentado una humedad relativa del 85 %, se encuentra aproximadamente 175 msnm (García, A. 2015).

10.3 El Suelo

El suelo donde se realizó la investigación se clasifica entre los órdenes Ultisol. Se caracteriza por la acumulación de arcilla en el horizonte B y baja saturación de bases¹, con texturas entre franco y franco-arcilloso (primeros horizontes), caracterizados por ser químicamente pobres, de color rojizo, ácidos, lixiviados, sin reservas de minerales meteorizables, con saturación de bases menores al 35%, susceptibles a la compactación, comunes en clima húmedo y sin largas épocas secas. Estos suelos fijan P y complejos de Al y Fe, considerados poco favorables para el desarrollo de los cultivos, ya que son suelos de baja fertilidad (Niuwenhuyse, A. 2005).

Los minerales de arcilla que se encuentran en Ultisoles son principalmente caolinita y gibbsita (1:1) así como algunos minerales de arcilla 2:1 (Grunwald, 2013). Es debido a la presencia de Caolinita que estos suelos presentan una alta fijación de fósforo lo que resulta en bajos niveles de P disponible (Arévalo y Gauggel, 2010).

La vereda san Cristóbal, donde se realizó el estudio se categoriza en un suelo LVC, suelos en las ondulaciones del paisaje de lomerío estructural; profundos, bien drenados, con texturas finas y medianas, derivados de arcillolitas y limolitas del terciario con presencia localizada de corazas y gravillas petroféricas; tienen saturación de aluminio muy alta; reacción extremadamente ácida y fertilidad natural muy baja (Arguello y Peña, 2013).

Se encuentra en suelos de clase VI, siendo tierras en relieve desde plano hasta moderadamente ondulado, con pendientes menores 0 -3, 3- 7 y 7- 12%. Tienen limitaciones como moderada susceptibilidad a la erosión, acidez extrema, altos y muy altos contenidos de aluminio, poca profundidad efectiva por gravillas y contactos petroféricos y texturas gruesas en sectores. Son aptas para cultivos permanentes y ganadería extensiva, sistemas agrosilvopastoriles de tipo arbóreo o arbustivo como caucho, cacao y palma de aceite mezclados con pastos mejorados; sistemas agroforestales, silvopastoriles y agrosilvopastoriles. También para cultivos mutiestratos fácilmente adaptables Inchi, seje, guaraná, babasú, chontaduro, múltiples nueces, entre otros. Se debe mantener la vegetación existente. Debe tenerse en cuenta la aplicación periódica de enmiendas (cales) y fertilizantes, la utilización de especies tolerantes a los altos contenidos de aluminio (...) en los suelos de

texturas gruesas muy susceptibles a la degradación, debe mantenerse con bajo nivel de uso (...) para evitar la erosión la pérdida de la estructura, sus pocas bases de cambio y la escasa materia orgánica (García y Arguello, 2013).

10.4 Variables de Medición

Las variables que se tuvieron en cuenta en el desarrollo de la investigación, y de acuerdo a los objetivos, fueron: altura total, altura comercial y diámetro. Para medir el diámetro, se tuvo como referencia una altura de 1.30 m (DAP), esta se registró, utilizando la cinta métrica, la altura total y comercial se midió con una regla extensible.



Fuente: autoras

Ilustración 6. Medición de variables (Regla extensible)

10.5 Método de Medición y Muestra mediante un Modelo Matemático.

Para la realización de esta investigación se hizo un estudio piloto o premuestreo, ya que fue necesario calcular algunas variables a partir de datos reales. Con el fin de obtener resultados óptimos en la captura de datos, se determinó un nivel de confianza del 93,31% por lo tanto el margen error será del 6,69 %para la parcela. El modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático, es el siguiente:

$$n = \frac{t^2 * cv^2}{E^2 + \frac{t^2 * cv^2}{N}}$$

n = Número de unidades muestrales

E = Error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

t = Valor que se obtiene de las tablas de “t” de Student, generalmente se usa $t = 0.05$.

N = Total de unidades muestrales en toda la población.

CV = Coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un muestreo piloto (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para despejar la formula se debe hallar el coeficiente de variación, en el cual se desarrolló un premuestro, que consistió en tomar variables de medición (DAP), a 100 individuos de la parcela; dando como resultado un promedio de 9,91 cm de DAP.

Posteriormente se determina una desviación estándar de: 1,295.

Para el coeficiente de variación se tuvo en cuenta la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} * 100 \%$$

Dónde:

cv = coeficiente de variación

σ = desviación estándar

μ = media aritmética o promedio

$$cv = \frac{1,29}{9,91} * 100 = 13,07$$

$$cv = 13,07$$

Después de obtener el coeficiente de variación se procede a despejar la fórmula matemática.

$$n = \frac{t^2 * cv^2}{E^2 + \frac{t^2 * cv^2}{N}}$$

Tenemos,

$$n = \frac{1,6604^2 * 13,07^2}{6,65^2 + \frac{1,6604^2 * 13,07^2}{2566}}$$

$$n = \frac{2,756 * 170,824}{44,2225 + \frac{2,756 * 170,798}{2566}}$$

$$n = \frac{470,793}{44,2225 + 0,1834}$$

$$n = \frac{470,793}{44,4059} = 10,60 \%$$

$$n = 10,60 \%$$

$$2566 \rightarrow 100$$

$$10,60 \rightarrow X$$

$$\frac{2566 * 10,60}{100} = 271,996 \approx \mathbf{272}$$

$n = 10,60\%$ equivale a **272** individuos a muestrear

$$E = 6,69 \%$$

t = valor del estadístico t . Para el cálculo del valor de t , se usa $t = 0.05$, se requiere contar con los grados de libertad (**$n-1$**). En este caso n sería igual a las $100 - 1 = 99$ grados de libertad (gl).

$$N = 2.566$$

$$CV = 13,07$$

Se tendrá en cuenta una muestra representativa del 10,60 % de los individuos de la parcela de dos hectáreas, lo que corresponde a 272 individuos.

Para la medición y seguimiento de la parcela, se realizara la toma de variables cada 75 días, por medio del método de muestreo probabilístico sistemático: Los elementos se seleccionan de la población en un intervalo uniforme que se mide respecto del tiempo, orden y espacio. Se emplea si existe una lista ordenada de los elementos de la población o cuando se sabe cuántos elementos componen esa población.

“La técnica consiste en tomar cada (k) elementos de una lista que contiene todos los elementos de una población, eligiéndose al azar el primer elemento de la muestra” (Cantoni, 2009)

Este tipo de muestreo se utiliza cuando el tamaño de la población es grande y la tabla de números aleatorios no es suficiente para contar esa población. También es usado en poblaciones pequeñas donde la selección sistemática facilita la identificación de los componentes de la muestra.

El procedimiento es el siguiente:

- Identifique y defina la población.
- Realice el cálculo de la muestra.
- Asegúrese de que cada uno de los componentes de la población esté enumerada.
- Proceda al cálculo del intervalo numérico que servirá de base para la selección de la muestra. Este se calcula dividiendo (N/m) el total de la población (N) por la muestra (m).
- Sortee un número del uno al cinco (intervalo) por la que se iniciará la selección de los componentes de la muestra.
- Proceda a conformar la muestra. Si sorteo del uno al cinco resultara el número 4 y dado que el número de intervalo es 5, la primera unidad seleccionada será 4 y el siguiente sumando 5, será 9, 14, 19 y así sucesivamente hasta completar los 100 elementos que componen la muestra. Pineda *et ál.* 1994: 116 (citado por Bradford y Austin, citado por López, 2004).

Teniendo en cuenta el método descrito y con el propósito de abarcar la mayor parte del terreno de la parcela, se identificaron los primeros 10 árboles del primer surco del 1 al 10, luego se tomaron diez balotas con la misma cantidad de números en su interior y completamente al azar se seleccionó uno de ellos. Luego para seleccionar los árboles a analizar, se tomó el número de individuo resultante del sorteo que fue el número 1. Después de realizar el sorteo se sacó al azar la balota N° 10, lo que indicó tomar la muestra cada 10 árboles siguiendo el orden de los surcos, terminando con un total de 272 individuos que correspondería a la muestra. Se marcaron los árboles de color amarillo y posteriormente cada uno se enumeró, como se muestra en la siguiente ilustración.



Fuente: autoras

Ilustración 7. Marcación y numeración de árboles

10.6 Captura de Datos

Los datos recolectados en campo se tomaron en planillas en físico de forma legible y posteriormente se llevaron a plantillas en Excel, permitiendo la tabulación adecuada y completa de la información, propendiendo por la organización de la información en donde se generaron conclusiones en el resultado de esta investigación.



Fuente: autoras

Ilustración 8. Recolección datos de variables

10.7 Volumen de la Madera

Con base en los datos recolectados se procedió a calcular los metros cúbicos de madera por ha. El volumen de los árboles en pie se calcula con base en su altura comercial y su diámetro.

La fórmula para medir el volumen de un árbol en pie es:

$$\text{Volumen} = 0,02531 + 0,32394 * D^2 H$$

Dónde:

V = Volumen del árbol en pie en m³

D^2 = Diámetro a la Altura del Pecho (1.30m)

h = Altura del árbol en m. (Giraldo *et ál.* 2013)

Se realiza con el fin de estimar el volumen de madera que se pretende comercializar a 20 años.

10.8 Biomasa

Con base en los datos recolectados se procederá a calcular la biomasa por ha.

La biomasa en árboles en pie, se calcula con base en su diámetro y altura total.

La fórmula para medir la biomasa de un árbol en pie es:

$$\text{Biomasa} = 389,68 * (D^2 H^{0,7754})$$

D^2 = Diámetro a la Altura del Pecho (1.30m)

h = Altura del árbol en m. (Giraldo *et ál.* 2013)

10.9 Entresacas

Teniendo en cuenta que el cultivo estudiado fue establecido en monocultivo con fines comerciales, mediante la metodología de siembra en tres bolillos (3 x3), se programan entresacas como medida de manejo fitosanitario del cultivo y con el fin de eliminar los árboles de menores dimensiones y de menor calidad, tiene como fin primordial dejar para la cosecha final, los árboles mejores, para con ello obtener un mayor volumen de madera y en consecuencia, un mayor rendimiento económico. De conformidad con recomendaciones técnicas y para efectos de proyecciones de volumen y biomasa, se pretende realizar las entresacas en los años 6, 9, 12, 15 y 18, con un porcentaje del 15% cada vez, sobre la cantidad de individuos remanentes, que

corresponde a 714 árboles entresacados, quedando para la explotación un 44,3%, es decir 569 individuos, en el año 20. La primera entresaca se debe realizar netamente como medida de manejo fitosanitario, pues esta madera por su inmadurez no es comercializable. La madera producida de las restantes cuatro (4) entresacas podrá ser utilizada por el productor en diferentes actividades de la finca, como; postes para cerca, mejoramiento de la vivienda e instalaciones, entre otros, así como también la puede comercializar en el mercado local con estos mismos fines, lo que podría generar un ingreso económico para suplir costos y obligaciones dentro de su unidad productiva.

Para el desarrollo de la proyección de volumen de madera, se tendrá en cuenta solamente la explotación que se realizaría en el año 20, periodo planteado para la comercialización de la madera producida.

Para la proyección de biomasa, se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en cada entresaca, sumándose al resultado de la explotación en el año 20.

11. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

11.1 Evaluación de la tasa de crecimiento

Se evaluó una (1) parcela de abarco (*Cariniana pyriformis*) de la familia botánica (Lecythidaceae), con 2.566 individuos, se realizaron 4 mediciones, cada una con un intervalo de 75 días en los siguientes meses (marzo, junio, septiembre y noviembre de 2016); tomando como variables DAP, altura comercial y altura total, la muestra fue de (272) individuos, con una edad de 3,9 años. De acuerdo a esto y con el fin de evaluar la tasa de crecimiento en función de alturas y diámetro de la especie, se tuvo en cuenta los datos recolectados en las cuatro mediciones del tercer y cuarto año, las cuales iniciaron en el mes de marzo, esto debido a que no se contó con los datos de los años anteriores.

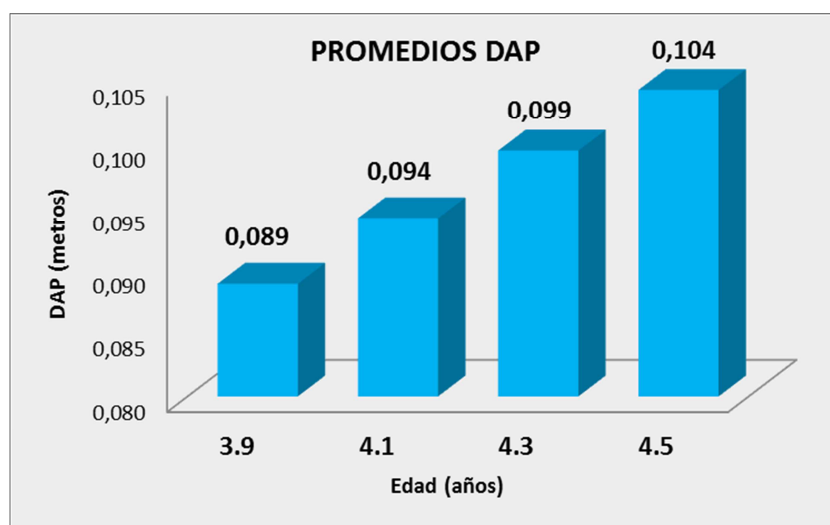
Con los resultados obtenidos de las cuatro mediciones realizadas en el año tres y cuatro, se halló el promedio de crecimiento por cada variable tomada (DAP, altura comercial y altura total), así mismo y con el ánimo de realizar seguimiento, se registraron las variaciones de forma individual de una medición a otra. En este sentido se da a conocer el incremento que tuvo la parcela en los ocho meses evaluados, con base en los promedios obtenidos desde la primera medición hasta la cuarta.

11.1.2. Resultados promedio de las mediciones por variable

Tabla 1. Promedios de las cuatro mediciones sobre las tres variables evaluadas

Mediciones	Edad (años)	PROMEDIOS POR MEDICIÓN		
		D.A.P (m)	Altura comercial (m)	Altura total (m)
1	3.9	0,089	4,01	7,29
2	4.1	0,094	4,06	7,75
3	4.3	0,099	4,09	8,30
4	4.5	0,104	4,14	8,72
Incremento en los 8 meses		0,015	0,121	1,429

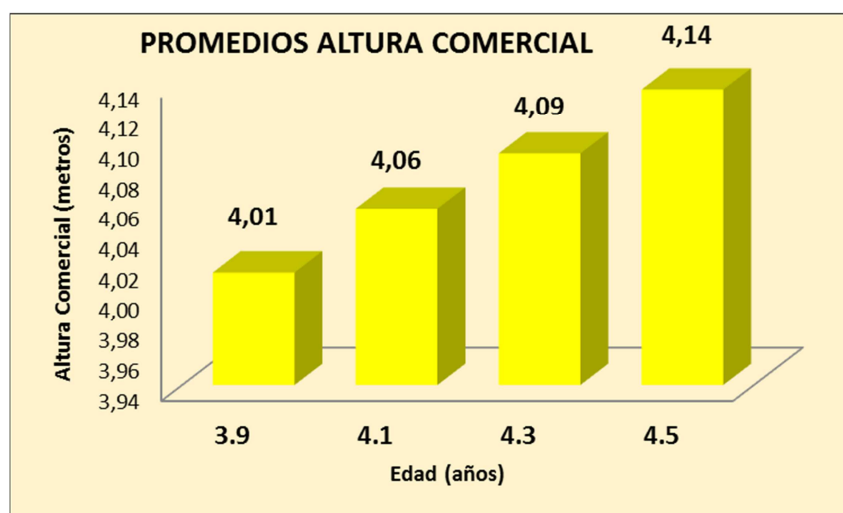
Fuente: autoras



Fuente: autoras

Figura 1. Promedios de crecimiento en la variable DAP

El diámetro en las cuatro mediciones tuvo el mismo promedio de crecimiento 0,05 metros, con un intervalo de 75 días.

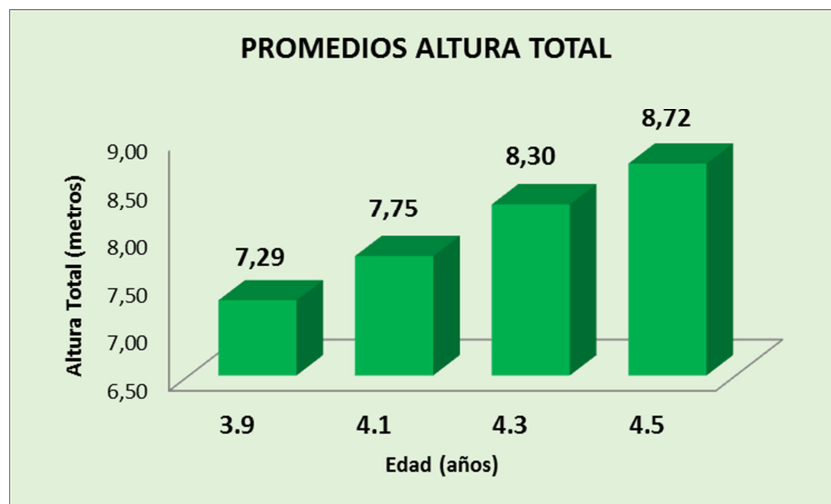


Fuente: autoras

Figura 2. Promedios de crecimiento en la variable altura comercial

Se observó que la altura comercial tuvo la siguiente variabilidad por periodo: de 3,9 a 4,1 años aumento en promedio 0,05 metros, de 4,1 a 4,3 años aumento en promedio 0,03 metros y

de 4,3 a 4,5 años aumento 0,05 metros, como se observó el crecimiento de esta variable no fue constante en todos los periodos, la altura comercial tuvo poca variación en cada periodo.



Fuente: autoras

Figura 3. Promedios de crecimiento en la variable altura total

Según la figura anterior los individuos se comportaron de manera similar en las diferentes mediciones, se puede decir que crecieron en promedio entre 0,42 a 0,55 metros de una medición a otra.

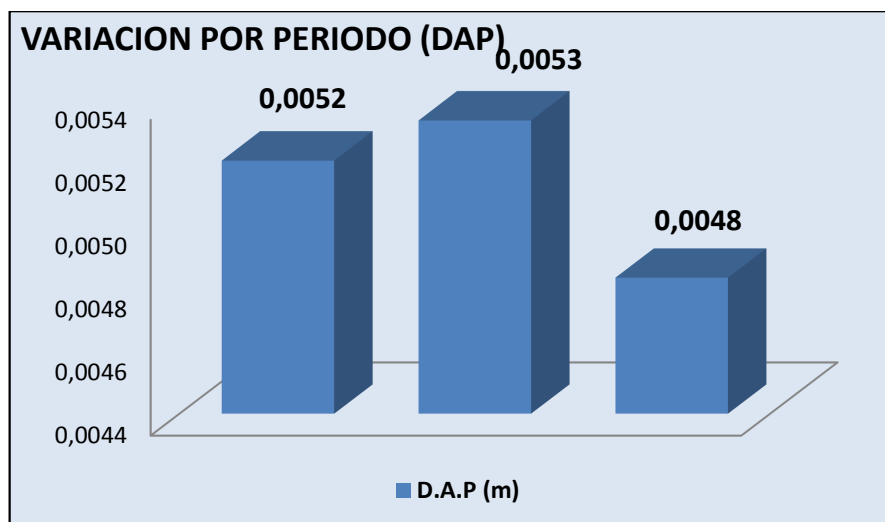
11.1.3 Variaciones promedio por periodo

Tabla 2. Variación por periodo con un intervalo de 75 días, de las tres variables

VARIACIONES POR PERIODO			
N° MEDICIONES	D.A.P (m)	ALTURA COMERCIAL (m)	ALTURA TOTAL (m)
1	N/A	N/A	N/A
2	0,0052	0,042	0,46
3	0,0053	0,036	0,55
4	0,0048	0,043	0,42
Promedios por variable	0,0051	0,040	0,476

Fuente: autoras

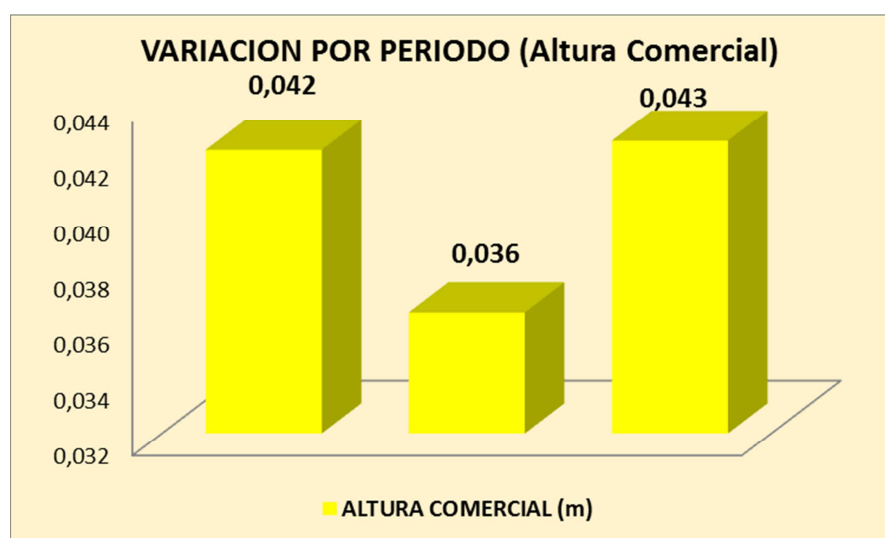
Con base en la tabla anterior, se realiza la siguiente representación gráfica sobre el incremento presentado por cada una de las variables en cada medición:



Fuente: autoras

Figura 4. Variación por periodo de DAP

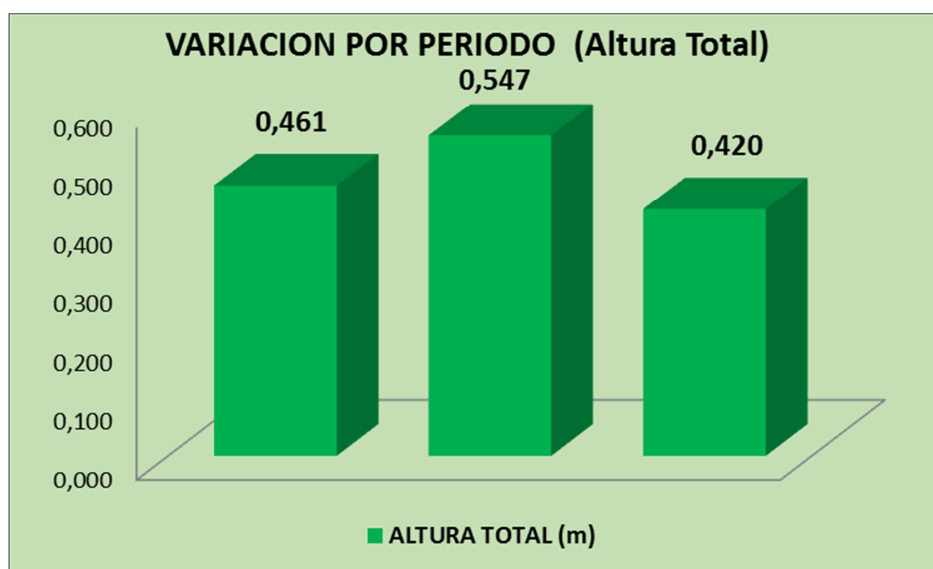
En relación al DAP, el crecimiento promedio de una medición a otra estuvo en 0,0051 metros, es decir de 5 mm en promedio, sin embargo se observó que el promedio de crecimiento de una medición a otra no fue constante.



Fuente: autoras

Figura 5. Variación por periodo de altura comercial

La altura comercial de la parcela en los meses de junio a septiembre es decir de los 4,1 a 4,3 años tuvo menor crecimiento en comparación con los otros periodos evaluados. El crecimiento promedio por periodo de esta variable fue de 0,040 metros, es decir de 4 cm.



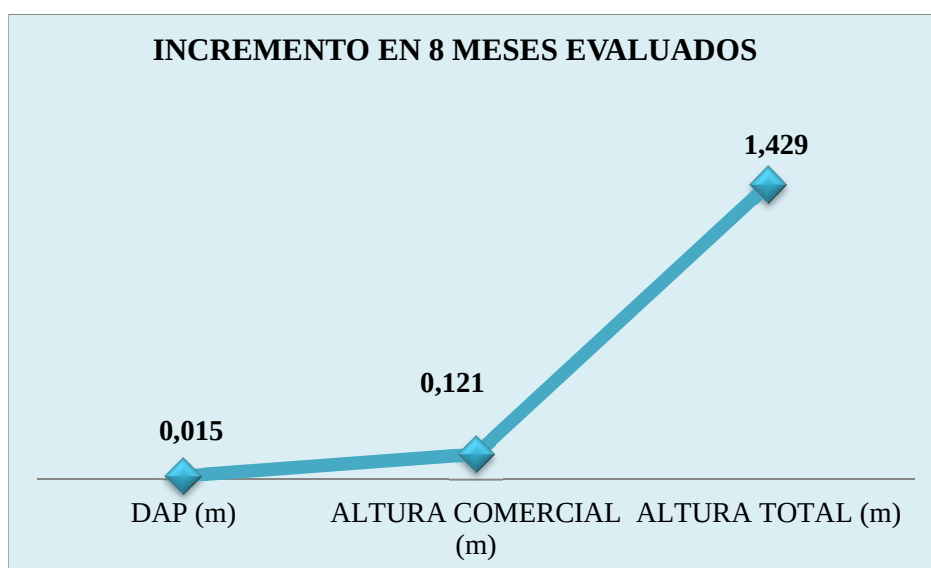
Fuente: autoras

Figura 6. Variación por periodo de altura total

La altura total obtuvo un buen crecimiento en todos los periodos evaluados, varió entre 0,42 a 0,54 metros, su crecimiento disminuyó de septiembre a noviembre. El crecimiento promedio fue de 0,476 metros por periodo, lo que corresponde a 47,6 cm.

11.1.4 Crecimiento total de las variables en las mediciones

Con el fin de conocer el crecimiento de las variables durante los ocho meses que duró el estudio, se presenta la siguiente gráfica que muestra el comportamiento en dicho periodo de cada variable analizada:



Fuente: autoras

Figura 7. Crecimiento total de las variables en el periodo de mediciones

11.1.5 Análisis de las mediciones

La parcela se evaluó desde el mes de marzo a noviembre de 2016, es decir ocho meses evaluados, teniendo como resultados incrementos en DAP de 0,015 metros (1,5 cm), en altura comercial 0,12 metros (12 cm) y altura total de 1,42 metros (142 cm).

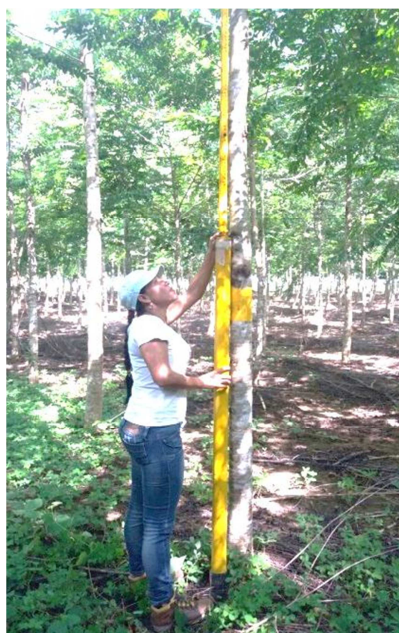
Según los resultados obtenidos de la parcela, los individuos se comportaron de manera similar dependiendo de cada variable analizada. El DAP se comportó de manera estable presentando en todos los periodos un crecimiento promedio de 0,005 metros es decir 5 mm en la parcela.



Fuente: autoras

Ilustración 9. Medición de DAP (una altura de 1.30 m)

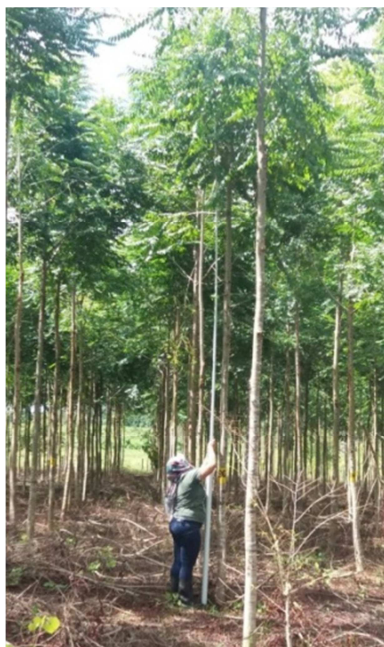
La altura comercial es una de las variables en las que se observó menor crecimiento de un periodo a otro, crecieron entre 0,03 a 0,05 metros, es decir de 3 a 5 cm, el abarco es un árbol que requiere trimestralmente una poda de formación para ir ganando crecimiento y grosor en el fuste.



Fuente: autoras

Ilustración 10. Medición de variable (Altura comercial)

En el periodo de mediciones de las variables de estudio, la altura total fue la que mejor comportamiento presentó en cuanto a crecimiento, toda vez que los árboles cuentan con las condiciones climatológicas apropiadas, en cuanto a los requerimientos edafológicos; algunos son propios de la región, solo se consideró necesario aplicar algunos elementos menores y mayores necesarios para un mejor desarrollo, los individuos se comportaron de manera similar en las diferentes mediciones, crecieron en promedio entre 0,42 a 0,55 metros de un periodo a otro, siendo siempre la altura total la variable con mayores tasas de crecimiento.



Fuente: autoras

Ilustración 11. Medición de variable (Altura total)

11.2 Proyección del Volumen de Madera en una Hectárea

De acuerdo a los datos recolectados en las cuatro (4) mediciones realizadas con un intervalo de tiempo de 75 días, sobre 272 árboles, con una edad de 3,9 años, donde se obtuvo dimensiones de diámetro, altura comercial y altura total; se realiza una proyección a 20 años, que es la edad en que la madera alcanza su madurez y puede ser comercializada. Para determinar estas proyecciones es necesario aplicar y combinar un modelo de regresión SINCHI y un modelo de regresión lineal simple. Estos modelos aplican también para la proyección de biomasa.

11.2.1 Modelo de regresión SINCHI

Con base en los resultados obtenidos de cada una de las variables; se aplicó el modelo teórico del SINCHI, para hallar los m³ de madera, así:

Modelo Teórico SINCHI

$$\text{Volumen} = 0,02531 + 0,32394 * D^2 H$$

Teniendo en cuenta que para la investigación forestal se realizaron solo cuatro mediciones del árbol abarco, siendo una especie de tardío aprovechamiento, requiere de largos periodos de evaluación para la aplicación del modelo del SINCHI, (Los turnos de aprovechamiento son mayores a 20 años). Por tal razón se consideró pertinente realizar una combinación de modelos (modelo SINCHI y modelo de regresión lineal simple), donde se tuvo en cuenta el registro de variables de fácil medición como el diámetro y alturas, que se consideran como indicadores para determinar el crecimiento (Sánchez y Escobar, 2017).

11.2.2 Modelo de regresión lineal simple

El modelo planteado define los resultados de volumen y biomasa, los cuales se obtienen a partir de las tres variables:

Tabla 3. Variables explicativas

Variables Explicativas
Altura total (m)
Diámetro (m)
Altura comercial (m)

Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Modelo que se obtiene mediante la construcción de ecuaciones de regresión, donde se tienen en cuenta cada uno de los registros continuos de las variables explicativas, cada una de ellas son la construcción de una ecuación de regresión ($y = \alpha + \beta x$), corregidas a los datos recolectados. Es decir; los datos registrados son de árboles con edades de 3,9 años, situación que lleva a replantear cada una de las ecuaciones del SINCHI, donde los modelos planteados por esta

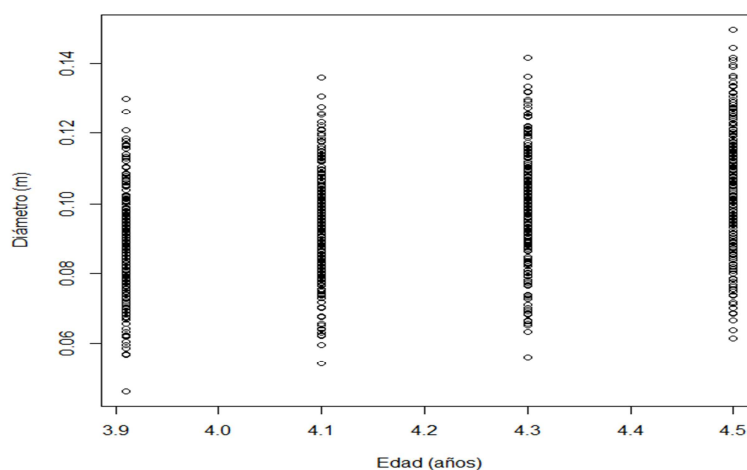
investigación, eran generados en arboles maderables donde intervenían edades de 11 a 27 años (Sánchez *et ál.* 2017).

Todos los resultados estadísticos se realizaron en el software estadístico **R versión 3.3.3**.

Tabla 4. Variables de medición, con los valores mínimo, máximo, media, mediana y varianza

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Varianza
Diámetro (m)	0.04	0.14	0.096	0.096	0.0002
Altura comercial (m)	2.38	6.18	4.075	4.04	0.489
Altura total (m)	4.43	11.62	8.011	8.035	1.4691

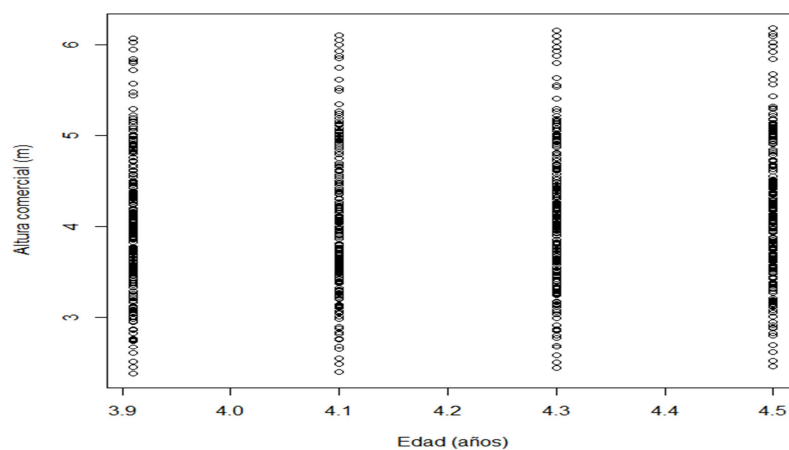
Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 8. Diámetro de acuerdo a la edad

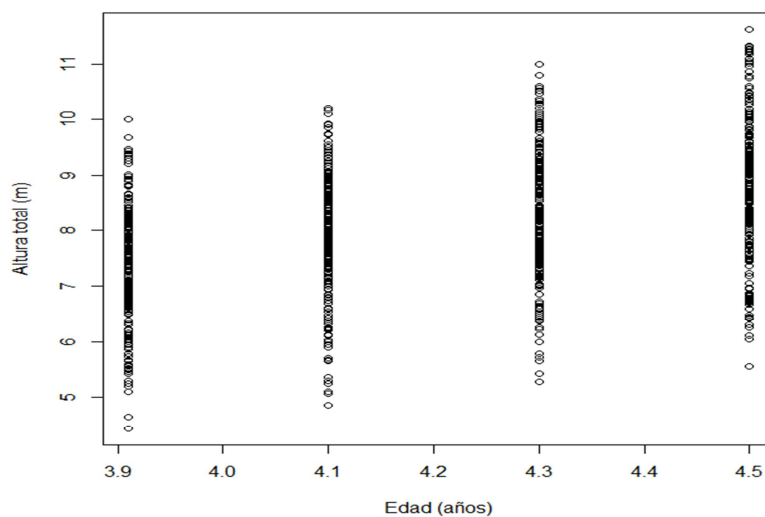
Las mediciones de la variable diámetro tiene un comportamiento muy estable al transcurrir cada 2,5 meses y es la variable explicativa con menos dispersión como se observa en el gráfico, su promedio es de 0,096 m y su desviación estándar es de 0,01414 m, es decir los valores están entre 0,08186 y 0,11014 m (Sánchez *et ál.* 2017).



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 9. Altura comercial de acuerdo a la edad

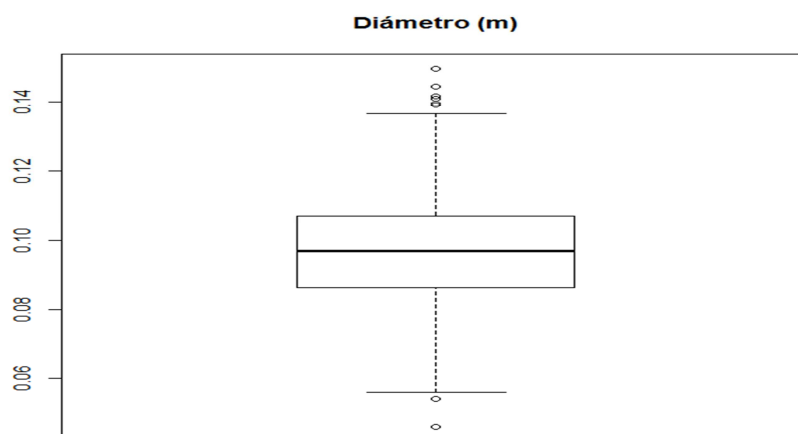
“En la figura anterior se observa la nube de puntos por cada periodo de medición de la variable altura comercial, donde la mayoría de puntos se encuentran cerca del promedio 4,075 m y su desviación estándar es de 0,69928 m”. (Sánchez *et ál.* 2017)



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

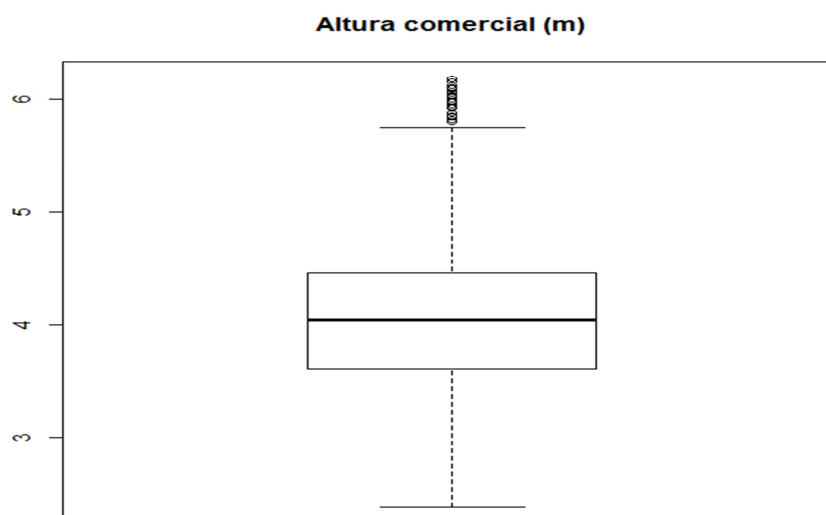
Figura 10. Altura total de acuerdo a la edad

Respecto a la variable altura total, tiene un comportamiento muy disperso, existen individuos muy pequeños o muy altos, pero la concentración de puntos está cerca de su promedio que es de 8,011 m y a una desviación estándar de 1,21206 m (Sánchez *et ál.* 2017).



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

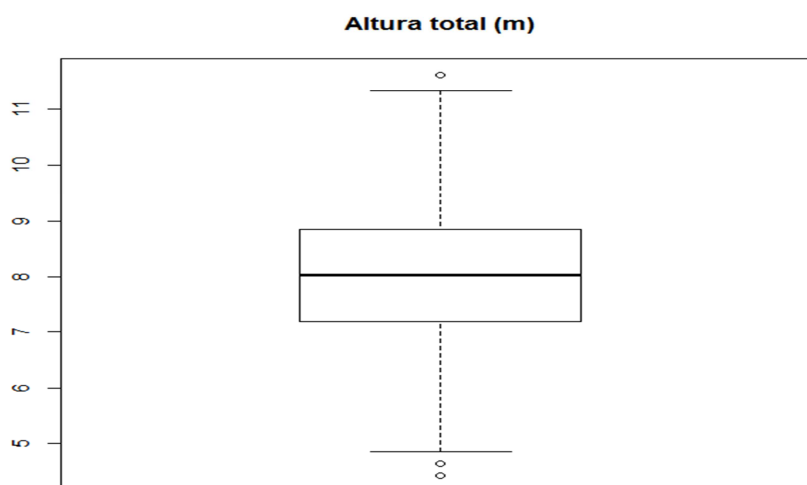
Figura 11. Diámetro con puntos atípicos con valores altos y bajos



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 12. Altura comercial con datos atípicos

“En la figura anterior se observa que en la parte superior existen varios puntos atípicos, nos indica que hay individuos con una altura comercial alejada del promedio” (Sánchez *et ál.* 2017).



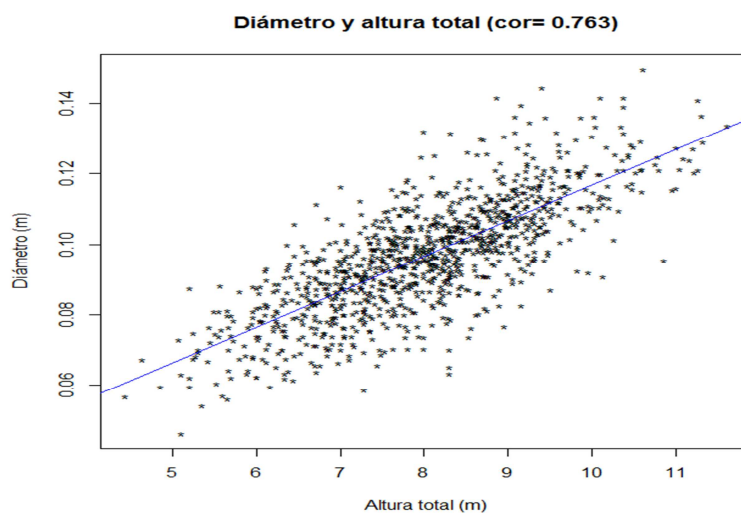
Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 13. Altura total con datos atípicos

En los tres gráficos anteriores (boxplot) para las tres variables (alturas y diámetro), se observa que la distribución de los datos en general es simétrica, sin embargo hay una cantidad considerable de puntos atípicos para cada medida, los datos atípicos son valores o muy bajos o muy altos de las medidas de interés. Estos se presentaron por diferenciación en labores culturales, condiciones climatológicas que afectaron su rama principal e inclusión de individuos con bajo desarrollo en la muestra (Sánchez *et ál.* 2017).

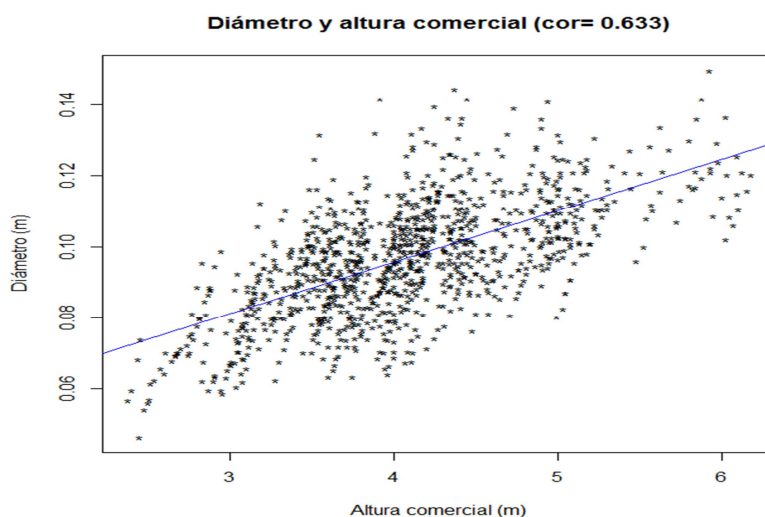
11.2.2.1 Correlación entre las variables independientes

La correlación es directa y positiva, es decir a medida que aumentó el diámetro aumentó la altura total. Comportamiento similar ocurre con altura comercial y diámetro, pero se evidencia una relación mayor entre diámetro y altura total con un valor de **cor = 0,763** (Sánchez *et ál.* 2017).



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 14. Correlación entre diámetro y altura total



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 15. Correlación entre diámetro y altura comercial es de (cor= 0.633)

11.2.2.2 Modelos de diámetro y alturas

Para efectos de modelar el comportamiento de las medidas tomadas (alturas y diámetro) con base en la edad del árbol se ajustan tres (3) modelos de regresión lineal simple sin intercepto (esto debido a que no tiene sentido pensar en medidas del árbol cuando la edad es igual a cero años).

Modelo lineal $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \varepsilon_i$ (Sánchez *et ál.* 2017).

En este modelo la variable a explicar es diámetro, altura comercial y altura total y la variable que explica es edad. Modelos que se obtuvieron con los 1.088 registros tomados de los 272 individuos, obteniendo como resultados:

Tabla 5. Resumen de la estadística del modelo para diámetro

```
>fitd<- lm(D.A.P ~ -1+EDAD)
> summary(fitd)

Call:
lm(formula = D.A.P ~ -1 + EDAD)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.043822 -0.009760  0.000170  0.009477  0.046101

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
EDAD 0.0230179  0.0001077   213.7  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

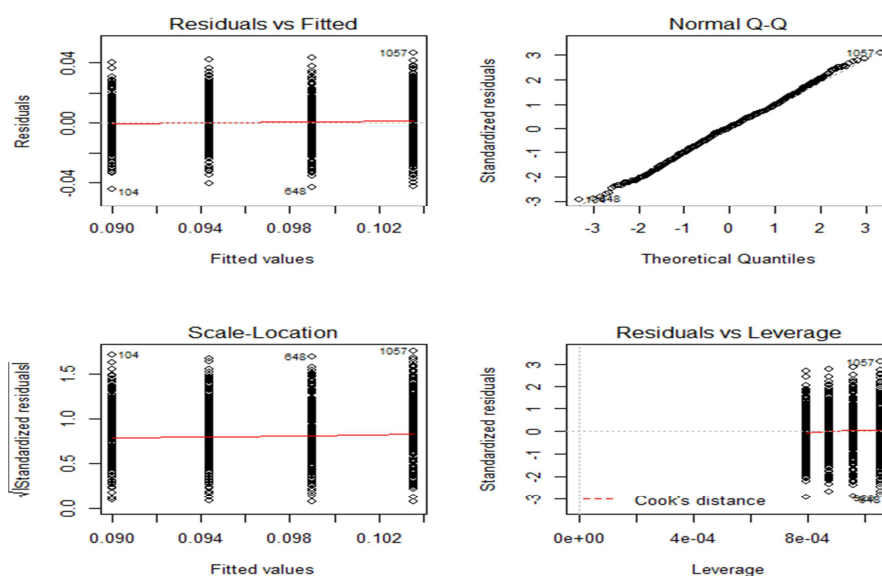
Residual standard error: 0.01495 on 1087 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9767, Adjusted R-squared: 0.9767
F-statistic: 4.566e+04 on 1 and 1087 DF, p-value: < 2.2e-16
```

Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

“El R-squared: 0.9767, significa que el 97 % de la variabilidad de DAP puede atribuirse a una relación lineal con edad y el valor de p- value: <2.2e-16 concluye que es significativo la variable edad en el modelo lineal” (Sánchez *et ál.* 2017). El modelo queda definido como:

Modelo de regresión lineal simple

Diámetro = 0.0230179*Edad



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 16. Modelo del diámetro

El modelo para el diámetro cumple los supuestos a pesar de tener un par de puntos influyentes.

Tabla 6. Resumen de la estadística del modelo para Altura comercial

```
>fitac<- lm(ALTURA.COMERCIAL ~ -1+EDAD)
> summary(fitac)

Call:
lm(formula = ALTURA.COMERCIAL ~ -1 + EDAD)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.89366 -0.49366 -0.04325  0.43333  2.28716

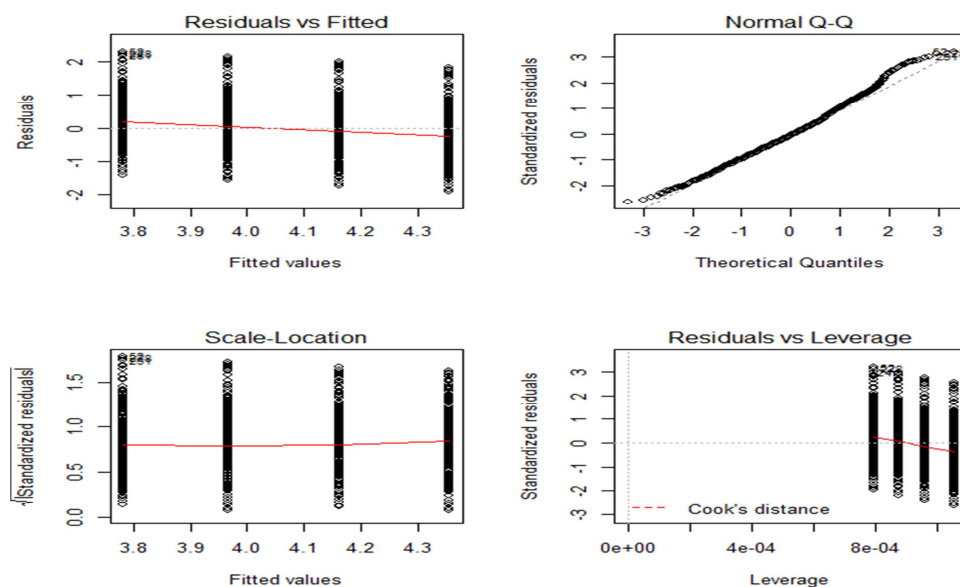
Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
EDAD  0.967479    0.005175   186.9  <2e-16 ***
---
Signif. Codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.7184 on 1087 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9698, Adjusted R-squared:  0.9698
F-statistic: 3.495e+04 on 1 and 1087 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Modelo de regresión lineal simple

$$\text{Altura comercial} = 0.967479 * \text{Edad}$$



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 17. Modelo de Altura Comercial

En los gráficos de diagnóstico del modelo lineal ajustado, se observó que en general el modelo es afectado por algunos puntos influyentes (datos atípicos que ya se vieron en el boxplot para la altura comercial), el supuesto de normalidad en los errores no se cumple, esto puede ser debido a que hay muchas medidas grandes que hacen que estos residuos no tengan una distribución normal, no obstante, para efectos prácticos y de pronóstico de volumen y biomasa se utilizará este modelo (Sánchez *et ál.* 2017).

Tabla 7. Resumen de la estadística del modelo para Altura total


```

>fitat<- lm(ALTURA.TOTAL ~ -1+EDAD)
>summary(fit)

Call:
lm(formula = ALTURA.TOTAL ~ -1 + EDAD)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.03513 -0.69357  0.04565  0.75048  3.03487

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
EDAD 1.907806     0.007866   242.6  <2e-16 ***
---
Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.092 on 1087 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9819, Adjusted R-squared:  0.9818
F-statistic: 5.883e+04 on 1 and 1087 DF, p-value: < 2.2e-16

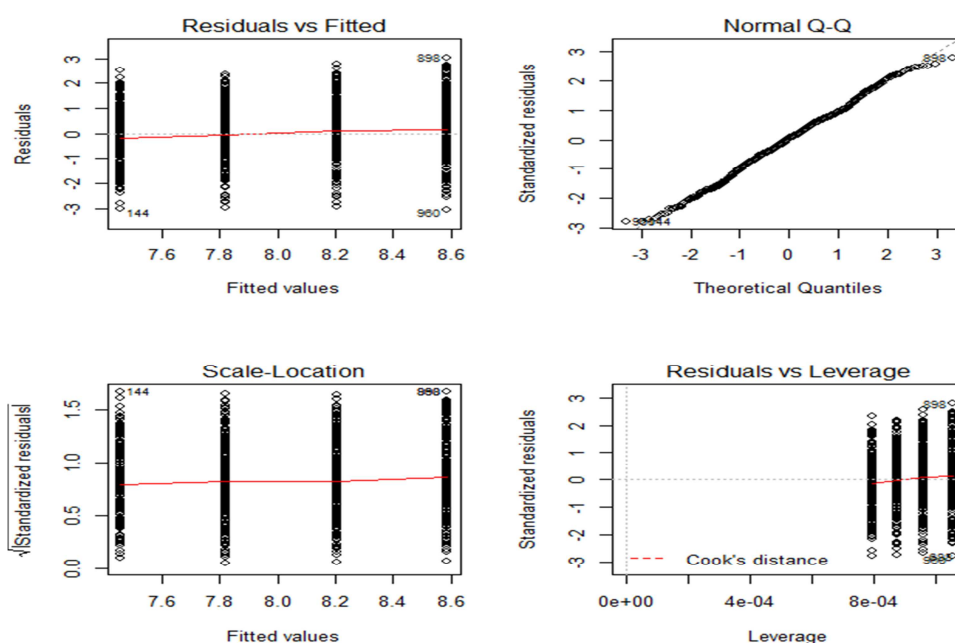
```

Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

“El 98 % de la variabilidad de altura total puede atribuirse a una relación lineal con edad y el valor de p-value: < 2.2e-16 concluye que es significativa la variable edad en el modelo lineal” (Sánchez et ál. 2017). El modelo queda definido como:

Modelo de regresión lineal simple

$$\text{Altura total} = 1.907806 * \text{Edad}$$



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 18. Modelo de Altura Total

El modelo lineal simple ajustado para la altura total cumple con los supuestos de normalidad en residuos, homocedasticidad y demás supuestos, aunque hay un par de puntos que podrían ser influyentes, el modelo es válido y cumple con los supuestos requeridos (Sánchez *et ál.* 2017).

Tabla 8. Variables respuesta, variable explicativa y valor estimado

Variable respuesta	Variable explicativa	Estimado/año/m
Diámetro	Edad	0.02
Altura comercial	Edad	0.9
Altura total	Edad	1.9

Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Según la interpretación de los modelos, por ejemplo, para el diámetro, cuando el árbol aumente su edad en un año se espera que el diámetro del árbol aumente en 0.02 metros, es decir 2 centímetros.

Para la altura comercial, cuando el árbol aumente su edad en un año, se espera que la altura comercial del árbol aumente en 0.9 metros, es decir 90 cm.

Para la altura total, cuando el árbol aumente su edad en un año se espera que la altura total del árbol aumente en 1.9 metros, es decir 190 cm (Sánchez *et ál.* 2017).

Tabla 9. Combinación de modelos

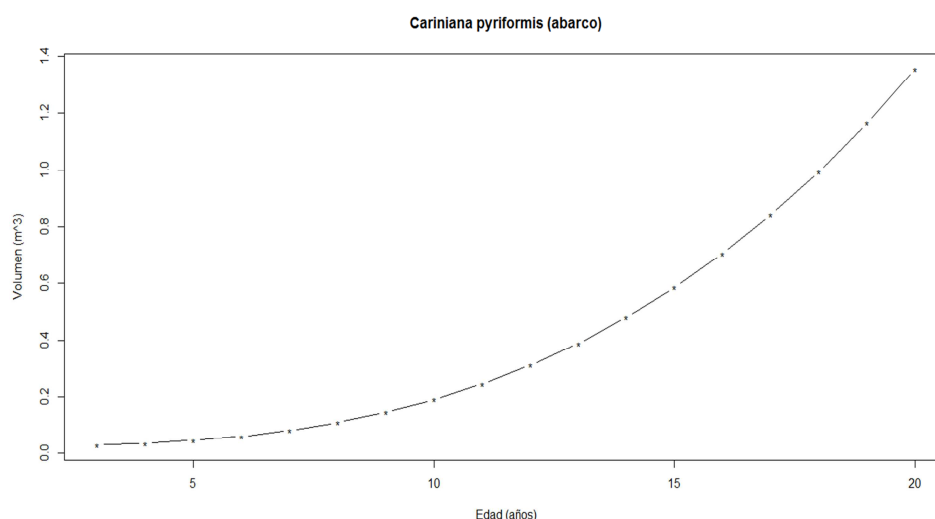
Modelos Investigación SINCHI (Abarco de 11-27 años)	Investigación Abarco (3,9 - 4,5 años)
Altura total = $15,025 * e^{0,0221*edad}$	Altura total = $1.907806 * Edad$
Altura comercial = $4,2316 * edad^{0,5536}$	Altura comercial = $0.967479 * Edad$
Diámetro = $16,904 * e^{0,0312*edad}$	Diámetro = $0.0230179 * Edad$

Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

En estos tres modelos de regresión se plantean en función de edad, justificación válida para que los modelos necesitaran un replanteamiento, ya que las variables explicativas tienen comportamientos distintos. En el caso particular de este estudio, son variables que tienen un comportamiento lineal (Sánchez *et ál.* 2017).

11.2.3 Proyección de Volumen

Haciendo uso de los modelos ajustados anteriormente, a continuación se determina de forma gráfica el pronóstico de volumen desde los 3 hasta los 20 años, proyección que se hace con los modelos teóricos de la investigación del SINCHI (Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas) y los modelos de regresión lineal simple (Sánchez *et ál.* 2017).



Fuente: Sánchez y Escobar, 2017.

Figura 19. Volumen por árbol en m^3 de acuerdo a la edad

Modelo Teórico SINCHI

$$\text{Volumen} = 0,02531 + 0,32394 * D^2 H$$

Dónde:

V = Volumen del árbol en pie en m^3

D²= Diámetro a la Altura del Pecho (1.30 m).

H= Altura del árbol en mts. (Giraldo *et ál.* 2013)

Se aplica el modelo para un árbol de tres (3) años de edad:

Modelo de regresión lineal simple
 Diámetro = $0.0230179 * \text{Edad}$

$$\text{DAP} = 0.0230179 * 3 = 0.0690537$$

$$\text{DAP} = 0.0690537^2 = 0.0047684134369$$

Modelo de regresión lineal simple
 Altura comercial = $0.967479 * \text{Edad}$

$$H = 0.967479 * 3 = 2.902437$$

$$V = 0,02531 + 0,32394 * (0.0047684134369 * 2.902437) = 0,0297933$$

$V = 0.029\text{m}^3$

 Por árbol.

Se aplica el modelo para un árbol de veinte (20) años de edad:

Modelo de regresión lineal simple
 Diámetro = $0.0230179 * \text{Edad}$

$$\text{DAP} = 0.0230179 * 20 = 0,46058$$

$$\text{DAP} = 0,46058^2 = 0.211929488164$$

Modelo de regresión lineal simple
 Altura comercial = $0.967479 * \text{Edad}$

$$H = 0.967479 * 20 = 19,34958$$

$$V = 0,02531 + 0,32394 * (0.211929488164 * 19,34958) = 1,35370$$

$V = 1,35\text{m}^3$

 Por árbol.

Para calcular y proyectar el volumen de madera a 20 años, es importante tener en cuenta las entresacas. El cultivo fue establecido bajo un modelo forestal con una alta densidad de siembra (3mx3m) en tres bolillos, buscando un mayor crecimiento por competencia de luz y nutrientes, es importante realizar entresacas a partir del año sexto en un 15% sobre la cantidad establecida y posteriormente sobre el remanente en la plantación, con un intervalo de tres años, dejando para la explotación final un 44,3%, permitiendo con esto seleccionar los mejores árboles y optimizar el aprovechamiento de la madera, así:

Tabla 10. Entresacas por periodo

ENTRESACAS POR PERIODO			
PERIODOS	CANT. ENTRESACAS (15% sobre remanente)	Nº ARBOLES/HA	% POR PERIODO
		1,283	
Año 6 (2017)	192	1,091	15.0
Año 9 (2020)	164	927	12.8
Año 12 (2023)	139	788	10.8
Año 15 (2026)	118	670	9.2
Año 18 (2029)	101	569	7.9
Año 20 (2032)	569	0	44.3

Fuente: autoras

Los árboles eliminados en estas actividades, posteriores a la del año 6, pueden ser usados en el comercio local para la elaboración de postes, adecuaciones de viviendas, corrales, entre otros.

Teniendo en cuenta que se realizan entresacas a partir del sexto año, según lo define la tabla anterior, de este mismo modo los costos y gastos se ven afectados, incurriendo en mano de obra adicional cada tres años, los cuales se incluyen en la proyección de costos del proyecto.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los anteriores modelos y de acuerdo a las entresacas proyectadas, se determina el volumen en m³ por árbol y por hectárea en función de edad y densidad en cada periodo, así:

Tabla 11. Volumen m³ por árbol y por hectárea de acuerdo a la edad

AÑO	CANTIDAD DE ARBOLES / HECTAREA	VOLUMEN M³/ARBOL	VOLUMEN M³ /HECTAREA
3	1283	0.030	38.225
4	1283	0.036	46.107

5	1283	0.046	59.103
6	1091	0.061	66.744
7	1091	0.082	89.751
8	1091	0.110	120.367
9	927	0.146	135.676
10	927	0.191	177.390
11	927	0.246	228.340
12	788	0.312	246.048
13	788	0.390	307.415
14	788	0.481	378.988
15	670	0.586	392.437
16	670	0.705	472.651
17	670	0.841	563.544
18	569	0.994	565.421
19	569	1.164	662.454
20	569	1.354	770.259

Fuente: Sánchez, Escobar y autoras, 2017.

De acuerdo a los análisis realizados y en concordancia con las condiciones edáficas y de manejo propuestos, se determinó que el volumen de madera proyectado en pie de la especie forestal (*Cariniana pyriformis*) abarco, para el año 20 es de 1,354 m³ por árbol y **770,259 m³** por hectárea, terminando el año 20 con una densidad 569 árboles. En el análisis económico (numeral 11.4) se tiene en cuenta las pérdidas de volumen de madera por aserrío.

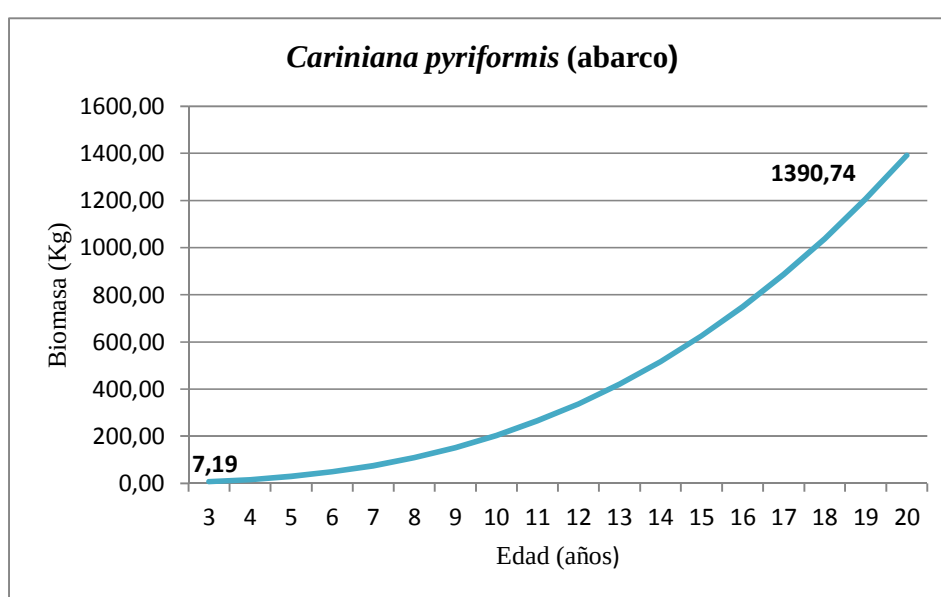
11.3 Biomasa producida en una (1) hectárea por la especie forestal *Cariniana pyriformis*

“La biomasa es un parámetro que se caracteriza por la capacidad de los ecosistemas para acumular materia orgánica a lo largo del tiempo” (Brown, 1986, Eamus *et ál.* 2000). “y está compuesta por el peso de la materia orgánica aérea y subterránea que existe en un ecosistema forestal” (Schlegel, Gayoso y Guerra, como se citó en Giraldo *et ál.* 2013).

Para la estimación de la biomasa en una (1) ha. de abarco (*Cariniana pyriformis*), que cuenta con una densidad de siembra de 1.283 individuos/ha, sembrados a una distancia de 3m x 3m (tres bolillos), se estimó la cantidad de biomasa producida en este monocultivo desde los 3 años hasta los 20 años y el aporte del mismo realizado al medio ambiente.

Para la estimación de la biomasa con árboles en pie se realizó con el modelo teórico del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) y el modelo de regresión lineal simple, determinado para modelar el comportamiento de las variables tomadas (DAP y alturas) y la variable que explica es edad, el modelo teórico del instituto se tomó para estimar la biomasa sin necesidad de generar la tala de árboles. (Véase 11.2.2 Modelo de regresión lineal simple).

En la siguiente figura se describe el proceso para determinar la biomasa por árbol en diferentes edades. Se utilizaron las variables diámetro (D) y altura total (H):



Fuente: autoras.

Figura 20. Biomasa kg/árbol en relación con la edad

La figura anterior explica que cuando el árbol alcanza una edad de 20 años logra un aporte de biomasa de 1.390,74kg. La biomasa del árbol aumenta de manera exponencial a medida que tiene más edad.

11.3.1 Modelo Instituto SINCHI

La fórmula para medir la biomasa de un árbol en pie es:

Modelo Teórico SINCHI

$$\text{Biomasa} = 389,68 \cdot (D^2 \cdot H^{0,7754})$$

D = Diámetro a la Altura del Pecho (1.30m)

H= Altura total del árbol en m. (Giraldo *et ál.* 2013)

11.3.2 Modelo de regresión lineal simple

Modelo de regresión lineal simple

$$\text{Diámetro} = 0,0230179 * \text{Edad}$$

Se aplica el modelo para un árbol de tres (3) años de edad:

Despejamos D^2 :

$$\text{DAP} = 0,0230179 * 3 = 0,0690537^2$$

$$\text{DAP} = 0,00476841348369$$

Modelo de regresión lineal simple

$$\text{Altura total} = 1,907806 * \text{Edad}$$

$$\text{H} = 1,907806 * 3 = 5,723418$$

$$\text{BIO} = 0,00476841348369 * 5,723418^{(0,7754)} * 389,68$$

$$\text{BIO} = \boxed{7,19 \text{ Kg}} \text{ por árbol.}$$

Se aplica el modelo para un árbol de veinte (20) años de edad:

Modelo Teórico SINCHI

$$\text{Biomasa} = 389,68 * (D^2 H^{0,7754})$$

Modelo de regresión lineal simple

$$\text{Diámetro} = 0,0230179 * \text{Edad}$$

Despejamos D^2 :

$$\text{DAP} = 0,0230179 * 20 = 0,460358^2$$

$$\text{DAP} = 0,211929488164$$

Modelo de regresión lineal simple

$$\text{Altura total} = 1,907806 * \text{Edad}$$

$$H = 1,907806 * 20 = 38,15612$$

$$\text{BIO} = 0,211929488164 * 38,15612^{\wedge} (0,7754) * 389,68$$

$$\text{BIO} = \boxed{1390,7 \text{ Kg}} \text{ por árbol.}$$

11.3.3 Proyección de biomasa

Tabla 12. Biomasa (kg/año/árbol/por Hectárea y por Toneladas)

EDAD (Años)	CANTIDAD DE ARBOLES / HECTAREA	BIOMASA Kg/ ARBOL	BIOMASA Kg/HECTAREA	BIOMASA TONELADAS/ HECTAREA
3	1283	7.19	9221.35	9.22
4	1283	15.97	20490.37	20.49
5	1283	29.67	38063.94	38.06
6	1091	49.21	53687.29	53.69
7	1091	75.48	82352.27	82.35
8	1091	109.35	119296.15	119.30
9	927	151.62	140556.24	140.56
10	927	203.13	188297.90	188.30
11	927	264.63	245316.49	245.32
12	788	336.92	265492.09	265.49
13	788	420.73	331535.73	331.54
14	788	516.81	407244.95	407.24
15	670	625.88	419338.00	419.34
16	670	748.65	501597.25	501.60
17	670	885.84	593510.60	593.51
18	569	1038.12	590692.31	590.69
19	569	1206.20	686326.47	686.33
20	569	1390.74	791328.23	791.33

Fuente: autoras

La biomasa producida por árbol en esta especie varió desde 7,19 kg a los 3 años, hasta 1.390,74 kg de biomasa proyectada al año 20 de establecidos.

Se observó un incremento por hectárea de 9.221,35 Kg en el año 3 con 1.283 árboles, hasta 791.328,23Kg en el año 20 con 569 árboles, lo que se traduce en un total de aporte de biomasa de 9,22 toneladas en el tercer año y 791,33 toneladas en el último año proyectado.

De acuerdo al análisis realizado en relación con la práctica de entresacas a partir de sexto año, cada tres años y una explotación en el año 20, se obtiene como resultado total proyectado en producción de biomasa por hectárea de la especie abarco (*Cariniana pyriformis*), lo siguiente:

Tabla 13. Total Biomasa producida

TOTAL BIOMASA PRODUCIDA EN 20 AÑOS/HECTÁREA				
Edad (Años)	Arboles entresacados	Biomasa Kg/Árbol	Biomasa Kg/hectárea	Biomasa toneladas/hectárea
6	192	29.67	5696.24	5.70
9	164	109.35	17932.69	17.93
12	139	264.63	36784.24	36.78
15	118	516.81	60983.38	60.98
18	101	885.84	89469.51	89.47
20	569	1390.74	791328.23	791.33
TOTALES			1002194.29	1002.19

Fuente: autoras

Observándose en la anterior tabla, una proyección total de producción de biomasa de 1.002.194,29 kg, equivalentes a **1.002,19** toneladas por hectárea. Para determinar este valor se tuvo en cuenta la cantidad de biomasa producida por cada árbol hasta el año en que es eliminado, los kilogramos producidos por cada individuo son acumulados desde el establecimiento hasta la eliminación.

11.3.4 Beneficios que aportará al medio ambiente

Una plantación forestal como es el cultivo de abarco, realiza el proceso de la fotosíntesis a través de las hojas, donde la luz solar, agua y el dióxido de carbono transforman la savia bruta en savia elaborada, constituyendo el alimento para las plantas, en este proceso se produce el oxígeno que es liberado por las hojas al medio ambiente.

La biomasa es de gran importancia ya que tiene muchos beneficios entre ellos que es una fuente de energía renovable y aporta mucho al medio ambiente uno de ellos es que ayuda a

mitigar la contaminación ambiental generada por el manejo inadecuado que el hombre le está dando a los recursos naturales.

Algunos de los beneficios:

Regulación del clima: Al ser una plantación forestal ayuda a la regulación del clima, gracias a la sombra que ofrecen a otras plantas, a los hongos y a la hojarasca, disminuyendo la evaporación causada por el sol, logrando retener gran parte del agua que cae y así crear un ambiente húmedo y fresco al interior.

Prevención de desastres: El sistema de enraizamiento y el dosel de la plantación ayudan a prevenir desastres de tipos de inundaciones y erosiones gracias a que interceptan gran parte de la precipitación que cae sobre ella. Ya que de no ser así, la lluvia caería directamente sobre el suelo, erosionándolos gradualmente y finalmente vaciando de nutrientes esenciales a la tierra. También la plantación ayuda a disminuir las velocidades del viento.

Disminución de la presión al bosque natural: al ser una plantación forestal le ayuda al bosque natural a mitigar y reducir la concentración de CO² en el aire.

Protección de cuencas hidrográficas: La plantación de *Cariniana pyriformis* ha ayudado proteger las cuencas y fuentes hidrográficas que hay cerca, gracias a que parte del agua se infiltra en el suelo y es retenida por la red de raíces de las plantas, que poco a poco se va escurriendo hasta llegar a las fuentes de agua. De esta forma, la hojarasca, los musgos, las plantas, los árboles y las raíces de los bosques regulan los caudales de las aguas.

Conservación de fauna: a esta plantación forestal ha llegado diversas especies de fauna, entre ellas pájaros de diversas clases, grillos, aves entre otros, gracias a que se contribuyó un poco en devolverles su hábitat natural.

Conservación del suelo: Gracias a las ramas y hojas que hay en los árboles, el suelo no se calienta y se retiene una mayor humedad, además los árboles están continuamente renovando sus hojas, cayendo estas y al descomponerse forman una capa vegetal llamada humus que nutre y fertiliza el suelo.

Preservación de microorganismos: Esta plantación forestal está ayudando a preservar los

microorganismos, ya que no quedan expuestos directamente al sol, ni a la lluvia, estos ayudan a descomponer los residuos de los árboles que hay plantados, como son las hojas, las virutas y ramas de las diferentes podas de formación del árbol, su descomposición depende de la actividad de los microorganismos, pero también de la macrofauna del suelo. Entre ellos las lombrices de tierra, los escarabajos, las termitas y las hormigas promueven la integración de los residuos dentro del suelo. Los microorganismos usan la materia orgánica como alimento y los productos de desechos producidos por los microorganismos se convierten en materia orgánica.

Mantienen e incrementan el contenido de materia orgánica y carbono en el suelo debido al trabajo que hacen los microorganismos que ayudan a descomponer cada uno de los elementos que hay disponibles en la plantación, aumentar el contenido de materia orgánica, además afloja al suelo aumentando la cantidad de espacios o poros.

Reducen el periodo de sequía: la plantación forestal de *Cariniana pyramidalis* con sus profundos sistemas de raíces, son capaces de extraer agua de zonas profundas del suelo. El agua se mueve por el árbol y es usada en la fotosíntesis, en el enfriamiento, y en otros procesos de crecimiento. Se evapora desde las hojas. En este ciclo, los árboles son "fuentes de agua" vivientes que redistribuyen el líquido: la humedad, que se quedaría atrapada en forma subterránea si no fuera por los árboles, es liberada a través de sus hojas hacia el aire, donde luego se condensa formando nubes y cae de nuevo en forma de lluvia. Sin árboles que distribuyan esta agua, el clima en muchas regiones sería mucho más seco. Esta reserva subterránea y constante de agua es liberada lenta y gradualmente por los árboles, ayudando a evitar las inundaciones y sequías estacionales.

El cultivo disminuye el desarrollo de arvenses, ya que al unir sus ramas no permite la entrada de luz solar lo que nos permite tener un cultivo limpio sin necesidad de aplicar productos químicos.

Además de convertirse en una oportunidad social y económica a través de la venta de servicios ambientales.

La producción y preservación de la biomasa, cada día está cobrando gran importancia; porque ayuda a la protección del medio ambiente a través de la captura de carbono, además ayuda a mitigar o prevenir la degradación del recurso natural suelo.

11.4 Viabilidad económica del establecimiento del cultivo de abarco

Teniendo en cuenta las características funcionales y de calidad de la madera de abarco, por lo que es apetecida en los mercados nacionales e internacionales, siendo “utilizada en un sin fin de construcciones interiores y exteriores, carpintería, muebles, pisos de vagones, pisos en general, empaques, chapas decorativas y triples, se emplea también en la fabricación de botes, canoas, traviesas, postes para líneas aéreas, carrocerías, construcción naval, chapas para contrachapado, implementos agrícolas, construcción de cerchas y como madera estructural” (Gómez *et ál.* 2007), se considera una alternativa económica a largo plazo para los productores de esta especie, pues existe mercado para la comercialización de la misma, contando también con los beneficios aportados al medio ambiente.

Para determinar la viabilidad económica del establecimiento de una hectárea de abarco en el departamento del Guaviare, como una alternativa económica a largo plazo para pequeños productores, se tuvo en cuenta el resultado de volumen de madera en pie producida, obtenido en el presente estudio (770,259 m³ por hectárea), así como las pérdidas por el aserrío de la misma, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 14. Porcentaje de pérdida de volumen de madera por aserrío

AÑO	CANTIDAD DE ARBORLES / HECTAREA	VOLUMEN M ³ /ARBOL	VOLUMEN M ³ /HECTAREA
20	569	1.354	770.259
	Pérdidas por aserrío 44,18%		340.300
	Volumen neto por hectárea		429.958

Según las consultas realizadas, los porcentajes de aserrío varían entre el 40% y el 50%, estos porcentajes dependen de la clase de madera (dura o blanda); también del tipo de sierra o aserradero utilizado, entre más modernos sean estos, menores serán los desperdicios.

De acuerdo a los resultados obtenidos en un estudio del coeficiente y calidad de aserrío del género *Pinus*, realizado en la región Sierra Sur, Oaxaca, México; se concluyó un porcentaje de pérdidas de volumen de madera por aserrío del **44.18%**. (Ortiz, Martínez, Vázquez, y Juárez,

2016). Siendo este el porcentaje que se tuvo en cuenta para la obtención del resultado final en volumen de madera comercializable.

De esta forma se concluye que el volumen neto de madera de abarco producida o aprovechada en una hectárea es de **429,9 m³**.

Es de aclarar que en estudios realizados en otras investigaciones, Silva, afirma que en el proyecto Carare – Opón “Con buen manejo y con semilla de árboles seleccionados es factible obtener rendimientos cercanos a los 20 metros cúbicos por hectárea por año, como puede verse en ensayos realizados en terrenos de la Reforestadora ‘Bosques del Futuro S.A.’” (Revista M y M El Mueble y la Madera, s.f).

Así mismo; se realizó una proyección financiera con base en la información suministrada por los señores Raúl Antonio Gómez y John Ariza, propietarios de la Finca Canagüey, los cuales corresponden a costos y gastos de establecimiento en mayo de 2012 y sostenimiento hasta el año 5, mayo de 2017 (ver anexos del 6 hasta 11). Posteriormente se realizó una proyección de costos y gastos desde el año 6 hasta el año 20 y de gastos de explotación, gastos de comercialización y precios de venta de la madera, con el fin de determinar la rentabilidad del cultivo de abarco.

11.4.1 Costos y gastos finca canagüey

Tabla 15. Costos y gastos de establecimiento por hectárea

ESTABLECIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 0 (Mayo 2012).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Adecuación y preparación del terreno (tumba, quema y encalado)	Jornal	50	\$ 37.000	\$ 1.850.000
Trazado y estacado	Jornal	22	\$ 37.000	\$ 814.000
Ahoyado	Jornal	15	\$ 37.000	\$ 555.000
Siembra	Jornal	40	\$ 37.000	\$ 1.480.000
Resiembra 10%	Jornal	6	\$ 37.000	\$ 222.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 4.921.000
Plántulas en bolsa	Unidad	1500	\$ 2.000	\$ 3.000.000
SUBTOTAL MATERIAL VEGETAL				\$ 3.000.000
Estacas para el trazado	Unidad	1300	\$ 200	\$ 260.000
Muestreo y análisis de suelos	Unidad	1	\$ 250.000	\$ 250.000

Transporte de plántulas	Plántula	1500	\$ 100	\$ 150.000
Gasolina (barreno, motosierra, guadañas y motobomba)	Galón	40	\$ 9.500	\$ 380.000
Aceite dos tiempos	Galón	2	\$ 48.000	\$ 96.000
Aceite quemado	Galón	10	\$ 5.000	\$ 50.000
Fibra agrícola para el trazado	Rollo	2	\$ 15.000	\$ 30.000
Registro ICA - cultivos forestales con fines comerciales	Unidad	1	\$ 0	\$ 0
SUBTOTAL GASTOS ESTABLECIMIENTO				\$ 1.216.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS ESTABLECIMIENTO				\$ 9.137.000

Fuente: Gómez, 2017

Tabla 16. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 1

SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 1 (Mayo 2013)				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante foliar	Kilo	24	\$ 7.500	\$ 180.000
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	12	\$ 85.000	\$ 1.020.000
Cal dolomita	Bulto	6	\$ 22.000	\$ 132.000
Insecticida de amplio espectro	Litro	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Herbicida sistémico	Galón	10	\$ 55.000	\$ 550.000
Gasolina/mixtura (guadaña)	Galón	25	\$ 12.000	\$ 300.000
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 2.362.000
Fertilización foliar	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Fertilización edáfica	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Encalado	Jornal	8	\$ 37.000	\$ 296.000
Control fitosanitario	Jornal	16	\$ 37.000	\$ 592.000
Control químico de arvenses	Jornal	20	\$ 37.000	\$ 740.000
Control mecánico de arvenses	Jornal	25	\$ 37.000	\$ 925.000
Podas de formación	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Asistencia profesional	Visitas	10	\$ 200.000	\$ 2.000.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 7.217.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 9.579.000

Fuente: Gómez, 2017

Tabla 17. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 2

SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 2 (Mayo 2014)				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante foliar	Kilo	24	\$ 7.500	\$ 180.000
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	12	\$ 85.000	\$ 1.020.000
Cal dolomita	Bulto	6	\$ 22.000	\$ 132.000
Insecticida de amplio espectro	Litro	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Herbicida sistémico	Galón	10	\$ 55.000	\$ 550.000
Gasolina/mixtura (guadaña)	Galón	25	\$ 12.000	\$ 300.000
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 2.362.000
Fertilización foliar	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Fertilización edáfica	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Encalado	Jornal	8	\$ 37.000	\$ 296.000
Control fitosanitario	Jornal	16	\$ 37.000	\$ 592.000
Control químico de arvenses	Jornal	20	\$ 37.000	\$ 740.000
Control mecánico de arvenses	Jornal	25	\$ 37.000	\$ 925.000
Podas de formación	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Asistencia profesional	Visitas	10	\$ 200.000	\$ 2.000.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 7.217.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 9.579.000

Fuente: Gómez, 2017

Tabla 18. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 3

SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 3 (Mayo 2015)				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante foliar	Kilo	24	\$ 7.500	\$ 180.000
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	12	\$ 85.000	\$ 1.020.000
Cal dolomita	Bulto	6	\$ 22.000	\$ 132.000
Insecticida de amplio espectro	Litro	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Herbicida sistémico	Galón	10	\$ 55.000	\$ 550.000
Gasolina/mixtura (guadaña)	Galón	25	\$ 12.000	\$ 300.000
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 2.362.000
Fertilización foliar	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Fertilización edáfica	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Encalado	Jornal	8	\$ 37.000	\$ 296.000
Control fitosanitario	Jornal	16	\$ 37.000	\$ 592.000
Control químico de arvenses	Jornal	20	\$ 37.000	\$ 740.000

Control mecánico de arvenses	Jornal	25	\$ 37.000	\$ 925.000
Podas de formación	Jornal	24	\$ 37.000	\$ 888.000
Asistencia profesional	Visitas	10	\$ 200.000	\$ 2.000.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 7.217.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 9.579.000

Fuente: Gómez, 2017

Tabla 19. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 4

COSTOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 4 (Mayo 2016)				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante foliar	Kilo	60	\$ 7.500	\$ 450.000
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50 kg	18	\$ 85.000	\$ 1.530.000
Cal dolomita	Bulto	6	\$ 22.000	\$ 132.000
Insecticida de amplio espectro	Litro	3	\$ 45.000	\$ 135.000
Herbicida sistémico	Galón	8	\$ 54.000	\$ 432.000
Gasolina/mixtura (guadaña)	Galón	20	\$ 12.000	\$ 240.000
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 2.919.000
Fertilización foliar	Jornal	36	\$ 37.000	\$ 1.332.000
Fertilización edáfica	Jornal	36	\$ 37.000	\$ 1.332.000
Encalado	Jornal	8	\$ 37.000	\$ 296.000
Control fitosanitario	Jornal	12	\$ 37.000	\$ 444.000
Control químico de arvenses	Jornal	16	\$ 37.000	\$ 592.000
Control mecánico de arvenses	Jornal	20	\$ 37.000	\$ 740.000
Podas de formación	Jornal	40	\$ 37.000	\$ 1.480.000
Asistencia profesional	Visitas	5	\$ 200.000	\$ 1.000.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 7.216.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 10.135.000

Fuente: Gómez, 2017

Tabla 20. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 5

SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 5 (Mayo 2017)				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante foliar	Kilo	78	\$ 7.500	\$ 585.000
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	18	\$ 85.000	\$ 1.530.000
Cal dolomita	Bulto	6	\$ 22.000	\$ 132.000

Insecticida de amplio espectro	Litro	4	\$ 45.000	\$ 180.000
Herbicida sistémico	Galón	8	\$ 52.000	\$ 416.000
Gasolina (guadaña)	Galón	12	\$ 9.500	\$ 114.000
Mixtura (guadaña)	Galón	1	\$ 48.000	\$ 48.000
Gasolina/mixtura (motosierra)	Galón	48	\$ 12.000	\$ 576.000
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 3.581.000
Fertilización foliar	Jornal	48	\$ 37.000	\$ 1.776.000
Fertilización edáfica	Jornal	36	\$ 37.000	\$ 1.332.000
Encalado	Jornal	8	\$ 37.000	\$ 296.000
Control fitosanitario	Jornal	8	\$ 37.000	\$ 296.000
Control químico de arvenses	Jornal	16	\$ 37.000	\$ 592.000
Control mecánico de arvenses	Jornal	16	\$ 37.000	\$ 592.000
Podas de formación	Jornal	48	\$ 37.000	\$ 1.776.000
Asistencia profesional	Visitas	5	\$ 200.000	\$ 1.000.000
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 7.660.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 11.241.000

Fuente: Gómez, 2017

Las tablas anteriores, corresponden a las inversiones realizadas por los propietarios del predio donde se encuentra la plantación estudiada, arroja un total invertido de \$59.250.000 por hectárea, desde el establecimiento del cultivo, hasta el sostenimiento del año quinto, teniendo en cuenta que están ejecutando un proyecto piloto en el Departamento del Guaviare. Este valor puede ser sujeto de variación, dependiendo de las condiciones particulares de cada inversión, tales como: localización geográfica, vías de acceso, estado del terreno a intervenir, condiciones físicas y químicas del suelo, manejo agronómico, control fitosanitario y agricultura implementada (química, biológica u orgánica).

11.4.2 Plan de fertilización año 6 al año 20

Con el fin de determinar los costos y gastos de sostenimiento a partir del año sexto, hasta el año 20, se debe tener en cuenta un plan de fertilización que iría acorde con las condiciones edafológicas del cultivo y los resultados de análisis de suelos. En este sentido se plantea la siguiente proyección de acuerdo a documentos técnicos nacionales para plantaciones forestales (Nieto, Torres, Bolívar y Ortiz, 2013).

Tabla 21. Plan de fertilización y enmiendas en gramos por planta/año

ENMIENDAS Y FERTILIZACION, EN GRAMOS POR PLANTA AL AÑO											
PRODUCTO	UN. MED	AÑO									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	gr/p/año	/	/	/	/	/	90	100	90	100	90
Fertilizante edáfico (elementos menores)	gr/p/año	/	/	/	/	/	50	40	50	40	50
Cal agrícola / dolomita	gr/p/año	/	/	/	/	/	254	273	254	273	254
PRODUCTO	UN. MED	AÑO									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	gr/p/año	100	90	100	90	100	90	100	90	100	90
Fertilizante edáfico (elementos menores)	gr/p/año	40	50	40	50	40	50	40	50	40	50
Cal agrícola / dolomita	gr/p/año	273	254	273	254	273	254	273	254	273	254

Fuente: autoras

La tabla anterior muestra la proyección de enmiendas y fertilización recomendada por las autoras desde el año sexto hasta el 20, resaltando que siempre se debe establecer un plan de fertilización de conformidad con los requerimientos nutricionales del suelo para la especie forestal abarco, evidenciados en un análisis químico de laboratorio que deberá realizarse por lo menos cada dos años.

Las dosis de fertilizantes por árbol, pueden distribuirse hasta en cuatro aplicaciones por año.

A partir del año 6, las dosis de fertilización y enmiendas se mantienen, Según; Nieto, Torres, Bolívar y Ortiz; “para plantaciones forestales se aplican hasta 100 kg de elementos mayores y hasta 50 kg de elementos menores por hectárea al año” (Nieto *et ál.* 2013), estas actividades se pueden realizar entre surcos. La cal dolomita se deberá aplicar 20 días antes de la primera fertilización de cada año (a comienzos de lluvias).

11.4.3 Proyección de costos y gastos

Para la realización de este ejercicio, se tuvo en cuenta la información del Índice de Precios al Consumidor (IPC) histórico de los últimos quince años, donde se determina un promedio ponderado del 4,74%, así:

Tabla 22. Promedio histórico del Índice de Precios al Consumidor (IPC)

VARIACION IPC HISTORICO	
AÑO	% IPC
2002	6,99
2003	6,49
2004	5,50
2005	4,85
2006	4,48
2007	5,69
2008	7,67
2009	2,00
2010	3,17
2011	3,73
2012	2,44
2013	1,94
2014	3,66
2015	6,77
2016	5,75
PROMEDIO HISTORICO	4,74

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2017)

Tabla 23. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 6

PROYECCION SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 6 (Mayo 2018)				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	2,0	\$ 77.000	\$ 151.213
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	1,2	\$ 75.000	\$ 88.940
Cal dolomita	Bulto	5,5	\$ 22.000	\$ 121.930
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 35.000	\$ 0
Gasolina/mixtura (motosierra)	Galón	41	\$ 12.000	\$ 492.000
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 854.083
Fertilización edáfica	Jornal	9	\$ 37.000	\$ 333.000
Encalado	Jornal	4	\$ 37.000	\$ 148.000
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 37.000	\$ 0
Podas de formación	Jornal	41	\$ 37.000	\$ 1.517.000
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 200.000	\$ 400.000
Gastos de administración	Mes	12	\$ 50.000	\$ 600.000
Primera entresaca/todo costo (192 individuos)	Jornal	3	\$ 75.000	\$ 225.000

SUBTOTAL MANO DE OBRA	\$ 3.223.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO	\$ 4.077.083

Fuente: autoras

En este año, se realiza la primer entresaca del 15% y los valores de fertilización y podas de formación se ajustan a 1.091 individuos. En los periodos o años subsiguientes se realiza el mismo ejercicio, teniendo en cuenta que cada tres años se adicionan los costos de las entresacas y se ajustan los costos de fertilización y podas de formación (estas podas se realizan hasta el año 10) a la cantidad de árboles remanentes en el cultivo.

Tabla 24. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 7

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 7 (Mayo 2019).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50 kg	2,2	\$ 80.650	\$ 175.978
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46 kg	0,9	\$ 78.555	\$ 74.525
Cal dolomita	Bulto	6,0	\$ 23.043	\$ 137.263
Insecticida de amplio espectro	Litro	1	\$ 36.659	\$ 36.659
Gasolina/mixtura (motosierra)	Galón	43	\$ 12.569	\$ 540.458
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 964.883
Fertilización edáfica	Jornal	9	\$ 38.754	\$ 348.784
Encalado	Jornal	4	\$ 38.754	\$ 155.015
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 38.754	\$ 38.754
Podas de formación	Jornal	43	\$ 38.754	\$ 1.666.413
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 209.480	\$ 418.960
Gastos de administración	Mes	12	\$ 52.370	\$ 628.440
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 3.256.367
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 4.221.249

Fuente: autoras

Tabla 25. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 8

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 8 (Mayo 2020).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	2,0	\$ 84.473	\$ 165.887
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	1,2	\$ 82.279	\$ 97.572

menores)				
Cal dolomita	Bulto	5,5	\$ 24.135	\$ 133.763
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 38.397	\$ 0
Gasolina/mixtura (motosierra)	Galón	45	\$ 13.165	\$ 592.405
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 989.627
Fertilización edáfica	Jornal	9	\$ 40.591	\$ 365.317
Encalado	Jornal	4	\$ 40.591	\$ 162.363
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 40.591	\$ 0
Podas de formación	Jornal	45	\$ 40.591	\$ 1.826.583
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 219.409	\$ 438.819
Gastos de administración	Mes	12	\$ 54.852	\$ 658.228
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 3.451.309
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 4.440.936

Fuente: autoras

Tabla 26. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 9

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 9 (Mayo 2021).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,9	\$ 88.477	\$ 164.036
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,8	\$ 86.179	\$ 69.467
Cal dolomita	Bulto	5,1	\$ 25.279	\$ 127.948
Insecticida de amplio espectro	Litro	1	\$ 40.217	\$ 40.217
Gasolina/mixtura (motosierra)	Galón	40	\$ 13.789	\$ 551.542
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 953.210
Fertilización edáfica	Jornal	7	\$ 42.515	\$ 297.603
Encalado	Jornal	3	\$ 42.515	\$ 127.544
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 42.515	\$ 42.515
Podas de formación	Jornal	40	\$ 42.515	\$ 1.700.589
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 229.809	\$ 459.619
Gastos de administración	Mes	12	\$ 57.452	\$ 689.428
Segunda entresaca/todo costo (164 individuos)	Jornal	4	\$ 86.179	\$ 344.714
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 3.662.012
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 4.615.222

Fuente: autoras

Tabla 27. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 10

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 10 (Mayo 2022).

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50 kg	1,7	\$ 92.670	\$ 154.630
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46 kg	1,0	\$ 90.263	\$ 90.950
Cal dolomita	Bulto	4,7	\$ 26.477	\$ 124.686
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 42.123	\$ 0
Gasolina/mixtura (motosierra)	Galón	42	\$ 14.442	\$ 606.570
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 976.835
Fertilización edáfica	Jornal	7	\$ 44.530	\$ 311.710
Encalado	Jornal	3	\$ 44.530	\$ 133.590
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 44.530	\$ 0
Podas de formación	Jornal	42	\$ 44.530	\$ 1.870.257
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 240.702	\$ 481.405
Gastos de administración	Mes	12	\$ 60.176	\$ 722.107
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 3.519.068
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 4.495.903

Fuente: autoras

Tabla 28. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 11

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 11 (Mayo 2023).

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,9	\$ 97.063	\$ 179.955
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,8	\$ 94.542	\$ 76.209
Cal dolomita	Bulto	5,1	\$ 27.732	\$ 140.365
Insecticida de amplio espectro	Litro	1	\$ 44.120	\$ 44.120
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 440.648
Fertilización edáfica	Jornal	7	\$ 46.641	\$ 326.485
Encalado	Jornal	3	\$ 46.641	\$ 139.922
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 46.641	\$ 46.641
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 252.112	\$ 504.223
Gastos de administración	Mes	12	\$ 63.028	\$ 756.335
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 1.773.605
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.214.253

Fuente: autoras

Tabla 29. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 12

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 12 (Mayo 2024).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,4	\$ 101.664	\$ 144.200
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,9	\$ 99.023	\$ 84.815
Cal dolomita	Bulto	4,0	\$ 29.047	\$ 116.275
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 46.211	\$ 0
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 345.291
Fertilización edáfica	Jornal	6	\$ 48.851	\$ 293.108
Encalado	Jornal	3	\$ 48.851	\$ 146.554
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 48.851	\$ 0
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 264.062	\$ 528.123
Gastos de administración	Mes	12	\$ 66.015	\$ 792.185
Entresacas/todo costo (139 individuos)	Jornal	5	\$ 99.023	\$ 495.116
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 2.255.087
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.600.378

Fuente: autoras

Tabla 30. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 13

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 13 (Mayo 2025).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,6	\$ 106.483	\$ 167.817
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,7	\$ 103.717	\$ 71.069
Cal dolomita	Bulto	4,3	\$ 30.424	\$ 130.897
Insecticida de amplio espectro	Litro	1	\$ 48.401	\$ 48.401
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 418.183
Fertilización edáfica	Jornal	6	\$ 51.167	\$ 307.002
Encalado	Jornal	3	\$ 51.167	\$ 153.501
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 51.167	\$ 51.167
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 276.578	\$ 553.156

Gastos de administración	Mes	12	\$ 69.145	\$ 829.735
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 1.894.561
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.312.744

Fuente: autoras

Tabla 31. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 14

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 14 (Mayo 2026).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,4	\$ 111.530	\$ 158.194
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,9	\$ 108.633	\$ 93.047
Cal dolomita	Bulto	4,0	\$ 31.866	\$ 127.560
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 50.695	\$ 0
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 378.800
Fertilización edáfica	Jornal	6	\$ 53.592	\$ 321.554
Encalado	Jornal	3	\$ 53.592	\$ 160.777
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 53.592	\$ 0
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 289.688	\$ 579.376
Gastos de administración	Mes	12	\$ 72.422	\$ 869.064
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 1.930.771
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.309.571

Fuente: autoras

Tabla 32. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 15

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 15 (Mayo 2027).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,3	\$ 116.816	\$ 156.534
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,6	\$ 113.782	\$ 66.291
Cal dolomita	Bulto	3,7	\$ 33.376	\$ 122.097
Insecticida de amplio espectro	Litro	1	\$ 53.098	\$ 53.098
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 398.019
Fertilización edáfica	Jornal	5	\$ 56.133	\$ 280.663
Encalado	Jornal	2	\$ 56.133	\$ 112.265
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 56.133	\$ 56.133
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 303.419	\$ 606.838

Gastos de administración	Mes	12	\$ 75.855	\$ 910.258
Entresacas/todo costo (118 individuos)	Jornal	6	\$ 113.782	\$ 682.693
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 2.648.850
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 3.046.869

Fuente: autoras

Tabla 33. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 16

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 16 (Mayo 2028).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,2	\$ 122.354	\$ 147.558
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,7	\$ 119.175	\$ 86.791
Cal dolomita	Bulto	3,4	\$ 34.958	\$ 118.984
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 55.615	\$ 0
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 353.333
Fertilización edáfica	Jornal	5	\$ 58.793	\$ 293.966
Encalado	Jornal	2	\$ 58.793	\$ 117.586
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 58.793	\$ 0
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 317.801	\$ 635.603
Gastos de administración	Mes	12	\$ 79.450	\$ 953.404
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 2.000.559
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.353.892

Fuente: autoras

Tabla 34. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 17

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 17 (Mayo 2029).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,3	\$ 128.153	\$ 171.725
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,6	\$ 124.824	\$ 72.724
Cal dolomita	Bulto	3,7	\$ 36.615	\$ 133.946
Insecticida de amplio espectro	Litro	1	\$ 58.251	\$ 58.251
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 436.646
Fertilización edáfica	Jornal	5	\$ 61.580	\$ 307.900
Encalado	Jornal	2	\$ 61.580	\$ 123.160
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 61.580	\$ 61.580

Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 332.865	\$ 665.730
Gastos de administración	Mes	12	\$ 83.216	\$ 998.595
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 2.156.966
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.593.612

Fuente: autoras

Tabla 35. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 18

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 18 (Mayo 2030).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,0	\$ 134.228	\$ 137.476
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,6	\$ 130.741	\$ 80.861
Cal dolomita	Bulto	2,9	\$ 38.351	\$ 110.854
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 61.013	\$ 0
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 329.190
Fertilización edáfica	Jornal	4	\$ 64.499	\$ 257.996
Encalado	Jornal	1	\$ 64.499	\$ 64.499
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 64.499	\$ 0
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 348.643	\$ 697.286
Gastos de administración	Mes	12	\$ 87.161	\$ 1.045.929
Entresacas/todo costo (101 individuos)	Jornal	7	\$ 130.741	\$ 915.188
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 2.980.897
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 3.310.087

Fuente: autoras

Tabla 36. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 19

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 19 (Mayo 2031).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,1	\$ 140.590	\$ 159.991
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,5	\$ 136.938	\$ 67.755
Cal dolomita	Bulto	3,1	\$ 40.169	\$ 124.793
Insecticida de amplio espectro	Litro	1	\$ 63.905	\$ 63.905
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 416.444

Fertilización edáfica	Jornal	4	\$ 67.556	\$ 270.225
Encalado	Jornal	1	\$ 67.556	\$ 67.556
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 67.556	\$ 67.556
Asistencia profesional	Visitas	2	\$ 365.169	\$ 730.337
Gastos de administración	Mes	12	\$ 91.292	\$ 1.095.506
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 2.231.180
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.647.624

Fuente: autoras

Tabla 37. Costos y gastos de sostenimiento en una (1) hectárea año 20

COSTOS PROYECTADOS SOSTENIMIENTO POR HECTÁREA, AÑO 20 (Mayo 2032).				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
Fertilizante edáfico (elementos mayores)	BultoX50kg	1,0	\$ 147.254	\$ 150.817
Fertilizante edáfico (elementos menores)	BultoX46kg	0,6	\$ 143.429	\$ 88.708
Cal dolomita	Bulto	2,9	\$ 42.073	\$ 121.611
Insecticida de amplio espectro	Litro	0	\$ 66.934	\$ 0
SUBTOTAL INSUMOS				\$ 361.137
Fertilización edáfica	Jornal	4	\$ 70.758	\$ 283.033
Encalado	Jornal	1	\$ 70.758	\$ 70.758
Control fitosanitario	Jornal	0	\$ 70.758	\$ 0
Asistencia profesional	Visitas	1	\$ 382.478	\$ 382.478
Gastos de administración	Mes	12	\$ 95.619	\$ 1.147.433
SUBTOTAL MANO DE OBRA				\$ 1.883.702
TOTAL COSTOS Y GASTOS SOSTENIMIENTO				\$ 2.244.839

Fuente: autoras

La siguiente tabla resume los costos de establecimiento y sostenimiento de una hectárea de abarco en el Departamento del Guaviare, incluyendo inversión histórica aportada por los propietarios del cultivo:

Tabla 38. Subtotal costos y gastos de establecimiento y sostenimiento

DETALLE	VR. TOTAL
Establecimiento año 0 (2012)	\$ 9.137.000
Sostenimiento año 1 (2013)	\$ 9.579.000
Sostenimiento año 2 (2014)	\$ 9.579.000
Sostenimiento año 3 (2015)	\$ 9.579.000

Sostenimiento año 4 (2016)	\$ 10.135.000
Sostenimiento año 5 (2017)	\$ 11.241.000
Subtotal histórico	\$ 59.250.000
Sostenimiento año 6 (2018)	\$ 4.077.083
Sostenimiento año 7 (2019) (IPC 2018: 4,74%)	\$ 4.221.249
Sostenimiento año 8 (2020) (IPC 2019: 4,74%)	\$ 4.440.936
Sostenimiento año 9 (2021) (IPC 2020: 4,74%)	\$ 4.615.222
Sostenimiento año 10 (2022) (IPC 2021: 4,74%)	\$ 4.495.903
Sostenimiento año 11 (2023) (IPC 2022: 4,74%)	\$ 2.214.253
Sostenimiento año 12 (2024) (IPC 2023: 4,74%)	\$ 2.600.378
Sostenimiento año 13 (2025) (IPC 2024: 4,74%)	\$ 2.312.744
Sostenimiento año 14 (2026) (IPC 2025: 4,74%)	\$ 2.309.571
Sostenimiento año 15 (2027) (IPC 2026: 4,74%)	\$ 3.046.869
Sostenimiento año 16 (2028) (IPC 2027: 4,74%)	\$ 2.353.892
Sostenimiento año 17 (2029) (IPC 2028: 4,74%)	\$ 2.593.612
Sostenimiento año 18 (2030) (IPC 2029: 4,74%)	\$ 3.310.087
Sostenimiento año 19 (2031) (IPC 2030: 4,74%)	\$ 2.647.624
Sostenimiento año 20 (2032) (IPC 2031: 4,74%)	\$ 2.244.839
Subtotal proyectado	\$ 47.484.262
Total costos y gastos establecimiento y sostenimiento	\$ 106.734.262

Fuente: autoras

Una vez cumplido el ciclo del cultivo, se contaría con 569 individuos en pie, los cuales serían aprovechados en la explotación final o año 20. Para la actividad de explotación y comercialización de la madera producida, se requieren gastos adicionales como el servicio de aserrío y transporte de la misma.

11.4.3.1 Otras variables de proyección de costos y gastos

Tabla 39. Proyección de medidas

Proyección de medidas por árbol en metros			
Variable	Año 3,9	Estimado/año	Año 20
Diámetro	0,08	0,02	0,40
Altura Comercial	3,51	0,90	18,00
Altura Total	7,41	1,90	38,00

Fuente: autoras

De acuerdo al anterior análisis se concluye principalmente que un árbol al año 20, contará con una altura comercial de 18 m.

Se determinó que la madera producida se comercializaría en la ciudad de Villavicencio.

Tabla 40. Medidas comerciales de vigas de madera

MEDIDAS COMERCIALES DE VIGAS DE MADERA DE 10X20cm		
MT DE LARGO	Nº DE PIEZAS	Nº VIGAS PARA 1M³
3	2,00	16,50
4	2,67	12,38
5	3,33	9,90
6	4,00	8,25
7	4,67	7,07
8	5,33	6,19

Fuente: autoras

De acuerdo a lo indagado con comerciantes de madera local y de Villavicencio, se pudo constatar que las medidas más comerciales en madera son de 10cm x 20cm x 6mts. Lo que indica que para obtener 1m³ de madera, se necesitan 8,25 vigas con estas dimensiones.

Modelo: **Viga de 10cm x 20cm x 6mts**

1m³ = **33** piezas comerciales (10cm x 10cm x 3m)

$10 * 20 = 200 \text{ cm}^2 / 3\text{m} = 66,666 * 6\text{m} = 4$ piezas de madera

$33 / 4 = 8,25 \approx 1 \text{ m}^3$

En relación a las tablas 39 y 40, se determina que para efectos de aprovechamiento eficiente, la madera se comercializará en piezas de 6m de longitud, evitando pérdidas dimensionales, puesto que la proyección de medidas en altura comercial corresponde a 18m en el año 20.

Con base en lo anterior y teniendo en cuenta que el servicio de aserrío para una viga de 10x20x6m, tiene actualmente un costo actual de \$15.000, se determinó y proyectó lo siguiente para el año 20:

Tabla 41. Gastos de explotación

PROYECCION GASTOS DE EXPLOTACION (IPC 4,74%)			
PERIODOS	M³/PERIODO	VR. ASERRADOR/M³	VR. TOTAL
Año 20 (2032)	429,958	\$ 247.876	\$ 106.576.181,3

Fuente: autoras

Para determinar y proyectar el valor del transporte a la ciudad de Villavicencio, se tuvo en cuenta la cotización anexa aportada por la empresa Industrias de Maderas la 22, donde se especifica que el valor actual del flete desde la finca del productor en San José del Guaviare hasta la ciudad de Villavicencio a todo costo es de \$2.500.000 (incluye cargue, descargue, peajes, etc.), en un camión doble troque de 20 toneladas, con capacidad para transportar 150 vigas de 10cm x 20cm x 6mts, es decir 18,18m³ por viaje. Esto indica que se requieren en la actualidad un total de 23,6 viajes para transportar 429,9m³ de madera producidas, generando el siguiente valor para el año 2032:

Tabla 42. Gastos de transporte proyectados

PROYECCION GASTOS DE TRANSPORTE (IPC 4,74%)			
PERIODOS	M³/PERIODO	COSTO FLETE/M³	VR. TOTAL
Año 20 (2032)	429,958	\$275.417	\$118.417.979,2

Fuente: autoras

11.4.3.2 Total costos y gastos del proyecto

Para determinar el total de los costos y gastos desde el establecimiento del cultivo de abarco hasta la comercialización de la madera, se tuvo en cuenta los subtotales identificados anteriormente. Lo que determina una inversión total de \$331.728.422.

Tabla 43. Total costos y gastos

TOTAL COSTOS Y GASTOS	
Subtotal costos y gastos	\$ 106.734.262
Gatos de explotación (569 árboles)	\$ 106.576.181
Gastos de comercialización	\$ 118.417.979
Guía remisión movilización de madera	\$ 0
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 331.728.422

Fuente: autoras

11.4.4 Comercialización

Los siguientes son los precios actuales de compra de madera abarco, suministrados por una empresa comercializadora de maderas de la ciudad de Villavicencio, Meta:

Tabla 44. Precios de las vigas de madera

Nº	MEDIDAS(Vigas)	M³	VALOR
1	10cmX20cmX3mt	0,060	\$160.000
2	10cmX20cmX4mt	0,080	\$225.000
3	10cmX20cmX5mt	0,101	\$290.000
4	10cmX20cmX6mt	0,120	\$360.000
5	10cmX20cmX7mt	0,141	\$440.000
6	10cmX20cmX8mt	0,160	\$550.000

Fuente: autoras

Estos valores corresponden a vigas en las diferentes medidas presentadas, sin embargo; para el presente análisis, se tuvo en cuenta solamente el valor en viga individual de 10cm x 20cm x 6mt que tiene actualmente un valor de \$360.000, determinándose un valor actual por m³ de \$2.970.000 ($\$360.000 * 8,25$ vigas para 1 m³).C. Mosquera (certificación Maderas Dimalla, 2017) y un valor proyectado al año 2032, con el incremento del IPC de \$5.949.014.

De esta forma se determina que por concepto de venta de la madera abarco producida en San José del Guaviare y comercializada en la ciudad de Villavicencio, en las condiciones definidas previamente, se estarían obteniendo ingresos en el año 20 (2032) por valor de \$ 2.557.828.351.

Tabla 45. Venta de madera año 20

PROYECCION DE VENTAS AÑO 20 (IPC 4,74%)			
PERIODO	M³/PERIODO	VR. VENTA/M³	VR. TOTAL
Año 20 (2032)	429,958	\$ 5.949.014	\$ 2.557.828.351

Fuente: autoras

11.4.5 Análisis y conclusiones financieras

Tabla 46. Análisis financiero

AÑO	EGRESOS	INGRESOS	TIR
0	-\$ 9.137.000	\$ 0	
1	-\$ 9.579.000	\$ 0	
2	-\$ 9.579.000	\$ 0	
3	-\$ 9.579.000	\$ 0	
4	-\$ 10.135.000	\$ 0	
5	-\$ 11.241.000	\$ 0	
6	-\$ 4.077.083	\$ 0	
7	-\$ 4.221.249	\$ 0	

8	-\$ 4.440.936	\$ 0	
9	-\$ 4.615.222	\$ 0	
10	-\$ 4.495.903	\$ 0	
11	-\$ 2.214.253	\$ 0	
12	-\$ 2.600.378	\$ 0	
13	-\$ 2.312.744	\$ 0	
14	-\$ 2.309.571	\$ 0	
15	-\$ 3.046.869	\$ 0	
16	-\$ 2.353.892	\$ 0	
17	-\$ 2.593.612	\$ 0	
18	-\$ 3.310.087	\$ 0	
19	-\$ 2.647.624	\$ 0	
20	-\$ 227.238.999	\$ 2.557.828.351	10%
TOTALES	-\$ 331.728.422	\$ 2.557.828.351	
UTILIDAD		\$ 2.226.099.928	

Fuente: autoras

De acuerdo al anterior flujo de caja proyectado según las consideraciones previas, se observa que teniendo en cuenta los egresos (costos y gastos) y los ingresos (ventas), con la implementación de una hectárea de abarco, se obtendría un retorno de la inversión únicamente en el año 20 (explotación final de 569 individuos), con una Tasa Interna de Retorno (TIR) o Tasa de rentabilidad del **10%**.

Los valores analizados se tomaron con precios suministrados por los señores Raúl Antonio Gómez y John Ariza, desde el establecimiento hasta el sostenimiento del cultivo en el año 5, luego se realizó la proyección de costos y gastos de sostenimiento desde el año sexto hasta el año 20, así como los gastos de explotación en el año 20 y gastos de comercialización; por lo que se proyecta generar una utilidad total de \$2.226.099.928. Se aclara que los valores de costos, gastos, ingresos y utilidades, corresponden a una proyección financiera con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) histórico, donde la utilidad proyectada equivale a un poder adquisitivo actual de \$1.127.957.499 y los costos y gastos totales a \$ 168.085.699 (año 2017), pues es simplemente una proyección del dinero sin alterar su capacidad de compra en el tiempo, ya que cada año varía el costo de vida de acuerdo a los indicadores económicos del país.

Es de aclarar que estas proyecciones se realizaron únicamente, teniendo en cuenta los datos y resultados obtenidos en el ejercicio de evaluación de la parcela de los señores Raúl Antonio Gómez y John Ariza, ubicada en zona rural del Municipio de San José del Guaviare.

Los rendimientos del cultivo de abarco dependen de las condiciones edafológicas y climáticas del lugar de establecimiento y de acuerdo a los requerimientos de la especie. Se deben tener en cuenta las variables mencionadas como: localización geográfica, vías de acceso, estado del terreno a intervenir, condiciones físicas y químicas del suelo, manejo agronómico, control fitosanitario y agricultura implementada (química, biológica u orgánica).

12. CONCLUSIONES

El abarco es una especie de la zona tropical, introducida al departamento del Guaviare en el año 1982, traída del Magdalena medio. Esta especie se ha adaptado muy bien a las condiciones agroclimáticas y edafológicas presentes en la región, no tiene enemigos naturales y hasta el momento no se han reportado problemas fitosanitarios que afecte el desarrollo y crecimiento del árbol.

Las plantaciones forestales son una alternativa para la región, porque se logra tener rendimientos en volumen de madera de 1,35 m³ por árbol a los 20 años, para un total 429,958 m³/ha netos, siendo la cantidad de madera aprovechada en la explotación final y unos ingresos por venta de la madera de \$2.557.828.351, incurriendo en unos costos y gastos que se estiman en \$331.728.422, La implementación de este cultivo forestal en las condiciones mencionadas, generaría una utilidad de \$2.226.099.928, de acuerdo a los ingresos y egresos proyectados. Con el establecimiento de una hectárea de abarco se obtendría una tasa de rentabilidad o (TIR) en el año 20 del 10%. Adicionalmente se puede ofrecer la venta de servicios ambientales que se podrían traducir en nuevas fuentes de ingresos.

En condiciones de planicie Amazónica, las tasas de crecimiento de la especie, son comparables o superiores a registros obtenidos en Colombia, así por ejemplo, Escobar, *et al*, sf; para la especie abarco en el departamento de Santander (Colombia), reportó a los 6 años de edad, incrementos medios anuales de 1,0 cm/año, valor muy bajo comparado con los registros obtenidos en la finca Canagüey, en san José del Guaviare; donde el crecimiento en diámetro fue de 0.02 metros, es decir 2 centímetros; en altura comercial de 0.9 metros, es decir 90 cm y para la altura total de 1.9 metros, es decir 190 cm/año.

Es de aclarar que aunque en la literatura del Instituto de Investigaciones Científicas SINCHI y CONIF, se mencionan costos basados en la comercialización de la madera en un sondeo de mercado local en el departamento, este estudio se realiza con la proyección de venta y comercialización de madera en la ciudad de Villavicencio, Meta, teniendo como referente la carta de intención (anexo 2, pág. 103), donde especifica los valores que están dispuestos a pagar por m³. Para el presente análisis se tuvo en cuenta solamente el valor de la viga individual de 10cm x 20cm x 6mt, equivalente a requerir de 8,25 vigas para obtener 1m³, teniendo actualmente un valor de \$360.000, lo que determina un valor actual por m³ de \$2.970.000, precios año 2017 y

un valor proyectado para el año 2032 de \$5.949.014. De acuerdo a los análisis realizados; el costo actual para producir y comercializar 1m³ de madera abarco desde San José del Guaviare hasta Villavicencio, Meta, es de \$390,935, equivalente a un costo proyectado de \$771.536 por 1m³, Aunque se aclara que estos precios dependen de la calidad de la madera y su madurez.

Este estudio piloto demuestra que las plantaciones forestales son una oportunidad social y económica para la población Guaviarense, además serían proyectos amigables con el medio ambiente, porque estaría ayudando a mitigar y a reducir la concentración de CO² en el aire, aportando 791,33 toneladas de biomasa en el último año con 569 árboles y un total de 1.002,19 toneladas por hectárea en 20 años, que es el tiempo que duraría la plantación.

A partir del análisis de los resultados obtenidos, se determina la viabilidad de realizar inversiones forestales con la especie abarco bajo estos modelos forestales; con un esquema de manejo de alta densidad de siembra, podas de formación, fertilización, entresacas y plan de manejo fitosanitario, se lograrían altos rendimientos económicos a largo plazo, además de grandes beneficios ambientales.

13. RECOMENDACIONES

- Sembrar barreras rompe vientos antes de la siembra del cultivo, para prevenir daños, como rompimiento de la copa.
- Realizar análisis de suelo cada dos (2) años, para determinar las necesidades requeridas del cultivo.
- Aplicar enmiendas, elementos mayores y menores de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.
- Realizar podas de formación cada tres (3) meses, por lo menos hasta realizar la primera entresaca fitosanitaria, para obtener mejor luminosidad y generar un mayor crecimiento en el diámetro del tallo del árbol.
- Para plantaciones forestales con fines comerciales se recomienda sembrar el abarco a una distancia de 3 x 3 m. Con una densidad de siembra de 1.283 árboles por ha. Con el fin de que haya competencia por luz y por nutrientes, obligándolos así a crecer; de igual manera se debe realizar entresacas a partir de los seis (6) años de edad, siendo la primera una entresaca fitosanitaria, con un intervalo posterior de tres años (3), terminando con una densidad de 569 árboles.
- A partir del año 4 se podría disminuir o eliminar el control de arvenses, ya que contaría con mayor cobertura foliar, lo que impide el crecimiento de las mimas por baja disponibilidad de luz.
- De acuerdo al desarrollo fitosanitario del cultivo desde el establecimiento, evaluar y definir la disminución del uso de insecticidas, siempre y cuando los resultados lo determinen. Esta consideración redundará en la disminución de costos de sostenimiento.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acero, D. L. E. (1982). *Propiedades, Usos y Nominación de Especies Vegetales de la Amazonía Colombiana*. DAINCO. Bogotá-Colombia. 177p.
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association* (6 ed.). México, D.F.: Editorial El Manual Moderno. www.apastyle.org
- Arévalo, G; Gauggel, C. (2010). *Curso de manejo de suelos y nutrición vegetal: manual de prácticas 2010*. 5 ed. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. 75 p.
- Alcaldía Municipal, San José del Guaviare. (2017). Recuperado de http://www.sanjosedelguaviare-guaviare.gov.co/mapas_municipio.shtml?apc=bcxx-1-&x=2741105
- Brown, S. (1997). *Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono*. XI congreso forestal mundial. US Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Western Ecology Division, pp. 13-22.
- Brown, S. (1997). *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer, Rep. No 134*. FAO, Rome. 55p.
- Cárdenas, L, D; Castaño, A, N; Zubieta, V, M y Jaramillo, E, M. (2008). *Flora de las formaciones rocosas de la serranía de la Lindosa*. Instituto Amazónico de Investigación Científicas SINCHI. 164 p.
- Cantoni, N. (2009). Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa, *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales* ISSN 1669-1555 Volumen 7, n° 2.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE (2017). *Índice de precio al consumidor (IPC)*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/ipc-historico>

- Escobar, M; Milagros, Sarmiento, S; Pablo, E; López, O y José L. CDMB. (sf). Potencial de especies forestales nativas para la reforestación en el área de jurisdicción de la Corporación CDMB, Santander.2p.
- Fonseca, S. (2014). Propuesta de tesis, *Análisis de la composición florística y estructural en relictos de bosque alto denso de tierra firme presentes en San José del Guaviare*, Proyecto Investigación en Relictos de bosque como estrategia para generar Bienes y Servicios ambientales en el departamento del Guaviare, (tesis de pregrado).Universidad del Tolima, San José del Guaviare, Colombia.
- Gasparri, I; Manghi, E; Montenegro, I; Parmuchi, L; Bono, L. y Strada, G. (2004). *Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales Argentinas*. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable 29 pp.
- Gómez, M y Toro, J, (2007). *Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque húmedo Tropical/Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA*. Medellín: CORANTIOQUIA. 71 P. (Boletín Técnico Biodiversidad No. 2). ISSN 2011-4087<http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/fenologia.pdf>
- Giraldo, B. B; Zubieta, V. M; Vargas, A. G y Barrera G.J; (2013) *Bases técnicas para el desarrollo forestal en el departamento del Guaviare, Amazonia colombiana*, san José del Guaviare, Colombia: primera edición.230 p.
- Gutiérrez, R, E; Moreno, O, R. y Villota, E, N. (2013), *guía de cubicación de madera*, Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER, Risaralda.
- García, A. (2015). *Análisis de composición, estructura y función del bosque en relictos del Guaviare*, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI. San José del Guaviare.
- Gobernación del Guaviare, (2017).Planeación Municipal, Mapa veredal, San José del Guaviare.

- Gómez, T. y Vergara, M. UTFSM. ELO-383 *Seminario de Electrónica Industrial*. “Biomasa Forestal”. Recuperado de <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/InformeBiomasa.pdf>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2013). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras escala 1.100.000*: departamento de Guaviare, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia. 329 p.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2013), *mapa capacidad de uso de las tierras*, En L. García y R. Argüello, *Estudio general de suelos y zonificación de tierras*, mapa escala 1.500.000: departamento de Guaviare, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2013), *mapa de suelos*, En R. Argüello y G. Peña, *Estudio general de suelos y zonificación de tierras*, mapa escala 1.500.000: departamento de Guaviare, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- López, P. L. (2004). *Población Muestra y Muestreo. Punto cero*, 09 (08), 69 - 74 .Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-027620040000100012&Ing=es&tIng=es
- López, G.O. (s.f) *Aprovechamiento y Uso de Madera obtenida de Entresacas de Plantaciones Forestales*. Recuperado de: <http://www.revista-mm.com>
- Mostacedo, Bonifacio; Fredericksen y Todd S. (2000). BOLFOP. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.
- Malagón, D. (2003). Ensayo sobre tipología de suelos colombianos - énfasis en génesis y aspectos ambientales. *Publicado en Revista académica Colombiana de la Ciencia*, Volumen 27, No. 104: 319- 341. Recuperado de http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_27/104/319-341.pdf
- Martínez, R. Anirebis y Leyva, G, A. (2014). *La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos*. Cultivos Tropicales, vol. 35, no. 1, p. 11-20.
- Niuwenhuyse, A. 2005. *Curso de manejo de suelos. Presentación “Taxonomía de suelos”*. CATIE. 60 p.

- Nieto, V. Torres, F. Bolívar, L y Ortiz, P. (2013). *Estudio de Costos de las Especies Forestales beneficiarias del CIF, de acuerdo con la Resolución 080 de 2013*. Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal-CONIF®, Bogotá.
- Ortiz B, R., Martinez, S., Vázquez R, D. y Juárez, W. (2016). Determinación del coeficiente y calidad de aserrío del género Pinus en la región Sierra Sur, Oaxaca, México. Colombia Forestal, 19(1), 79-93. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.1.a06>
- Quiceno, U. N; Tangarife, M, G. y Álvarez, L, R. (2015). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el Resguardo Indígena Piapoco Chigüiro-Chátare de Barrancominas, departamento del Guainía, (Colombia). *Revista Luna Azul*, 43, 171-202. Recuperado de http://200.21.104.25/lunazul/index.php?option=com_content&view=article&id=198
- Rodríguez, R. Jiménez, J. Aguirre, O. y Treviño, E. (2006). *Estimación del carbono almacenado en un bosque de niebla en Tamaulipas*, México. CIENCIA UANL 9: 179 p.
- Sánchez, D. y Escobar, V. (2017) Estadísticas, Modelo de regresión Lineal simple, software estadístico R versión 3.3.3. San José del Guaviare.
- Revista M &M El Mueble y la Madera (s.f) *Crecimiento del Abarco (Cariniana pyriiformis Miers)* bajo diferentes sistemas... Revisión de literatura sobre el Abarco *Cariniana pyriiformis Miers*... Recuperado de www.revista-mm.com/rev43/art2.htm - 22k - En caché - Páginas similares.
- Vega. L; (1994). *Investigaciones forestales y agroforestales en el departamento del Guaviare*, Ministerio de Agricultura – Conif, Santafé de Bogotá.

15. ANEXOS

Anexo 1. Formato de campo de recolección de datos.

		UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA "UNAD" ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE "ECAPMA" Evaluar y proyectar el volumen de madera y el aporte de biomasa de la especie forestal <i>Cariniana pyriformis</i> (abarco), como alternativa productiva en el municipio de San José del Guaviare.			
		Formato de recolección de datos de D.A.P, Altura Comercial y Altura Total del cultivo de Abarco (<i>Cariniana pyriformis</i>)			
Fecha:					Responsables: Olga Lucía Carranza Vasquez - Angie Yisel Zuluaga Bernal
Nº individuo	Circunf	D.A.P.	Altura comercial	Altura total	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Fuente: Autoras

Anexo 2. Certificación compra madera Abarco.

MADERAS DIMALLA

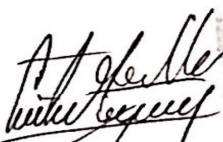
CERTIFICACION

Maderas Dimalla, certifica que en el ejercicio comercial de compra de madera, paga actualmente la pieza de madera de abarco puesta en las instalaciones de la empresa en la ciudad de Villavicencio, Meta, de la siguiente forma:

Nº	MEDIDAS(Bigas)	M²	VALOR
1	10cm X 20 cm X 3 mt	0,060	\$160.000
2	10cm X 20 cm X 4 mt	0,080	\$225.000
3	10cm X 20 cm X 5 mt	0,101	\$290.000
4	10cm X 20 cm X 6 mt	0,120	\$360.000
5	10cm X 20 cm X 7 mt	0,141	\$440.000
6	10cm X 20 cm X 8 mt	0,160	\$550.000

La presente se expide a solicitud de la señora Olga Lucía Carranza Vásquez, con fines académicos.

Dada en San José del Guaviare, a los 04 días del mes abril de 2017.


CRISTIAN MOSQUERA
 Representante Legal

Cra 18 N° 15c-80 Avenida los Maracos
Villavicencio, Meta
Celular: 313 8866403

Anexo 3. Certificación de cotización del transporte de madera.



CERTIFICACION

Industrias de maderas la 22, certifica que en el ejercicio comercial de compra y venta de madera, paga actualmente el viaje de madera a sus clientes en la ciudad de Villavicencio, Meta, a un valor a todo costo de \$2.500.000 en un camión doble troque de 20 toneladas, desde la finca del productor en zona rural de San José del Guaviare, hasta el depósito comprador ubicado en la ciudad de Villavicencio.

De igual forma certifica que un camión con estas especificaciones, transporta en este recorrido un total de 18,18 m³ de madera.

La presente se expide a solicitud de la señora Olga Lucía Carranza, con fines académicos.

Dada en San José del Guaviare, a los 5 días del mes abril de 2017.

Edilberto Avila Sanchez
EDILBERTO AVILA SANCHEZ
Representante Legal

Calle 22 N° 23ª-94 Barrio Bello Horizonte
San José del Guaviare
Tels: 313 8828275 – 313 4457815

Anexo 4. Certificado Ica de cultivos forestales con fines comerciales.

ica		REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO - ICA			
REGISTRO DE CULTIVOS FORESTALES Y SISTEMAS AGROFORESTALES CON FINES COMERCIALES					
Que el artículo 3 del Decreto 1498 de 2008 establece que todo sistema agroforestal o cultivo forestal con fines comerciales debe ser registrado ante el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural o ante la entidad que este delegue. Del mismo modo, el literal b del artículo 4 del Decreto 1498 de 2008, establece como criterio para otorgamiento de registros de sistemas agroforestales o cultivos forestales con fines comerciales, que el mismo se establezca dentro de planes nacionales y regionales que contemplen el desarrollo y fomento de plantaciones forestales de carácter productor y núcleos forestales, previamente definidos por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Que la Resolución 00182 de 2008 expedida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, modificada por la Resolución 240 de 2008, establece en su artículo 1 los requisitos que deben acompañar la solicitud de registro, los cuales fueron debidamente acreditados por el solicitante. Que el ICA ha efectuado la visita técnica correspondiente comprobando que el cultivo forestal y/o sistema agroforestal con fines comerciales corresponde a especies forestales establecidas con la mano del hombre, emitiendo concepto favorable para registro. El presente registro no otorga derechos para el aprovechamiento y movilización de bosques naturales o remanentes de bosque natural, ni aplica para áreas forestales protectoras, áreas de manejo especial o cualquier otra categoría de manejo de conservación o protección; así como ecosistemas estratégicos, tales como páramos, manglares, humedales y coberturas vegetales naturales secas y en general que tengan restricción ambiental, establecidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, por las Corporaciones Autónomas Regionales, por los Municipios, a través de los planes de ordenamiento territorial o cualquier otra autoridad con competencia en el tema. Así mismo, el presente registro no aplica para áreas de servidumbres de líneas de transmisión eléctrica acorde con lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas del Ministerio de Minas y Energía RETIE. Que los impactos ambientales que genere el aprovechamiento de productos contenidos en el registro de cultivos forestales y sistemas agroforestales con fines comerciales son de exclusivo conocimiento de la autoridad ambiental competente en cada jurisdicción.					
REGISTRO No.		18223479-95-13-12919			
INFORMACION DEL PREDIO					
Nombre predio	Matricula inmobiliaria No.	Coordenas geográficas			
CANAGUAY	48015397	Latitud: 2,29681	Longitud: -72,29152		
Departamento	Municipio	Vereda			
GUAVIARE	SAN JOSE DEL GUAVIARE	SAN CRISTOBAL			
Observaciones	Modificación	(06/08/2013)			
Predio registrado con concepto de no restricción ambiental de la Corporación Ambiental CDA					
INFORMACION DE LAS ESPECIES					
Sistema	N.Científico/Especie	Año establecimiento	Hectareas - No. árboles	Cantidad	Volumen M3
Plantación Forestal	Cariniana pyriformis	2012	Hectareas	2	0,50
INFORMACION DEL TITULAR DE REGISTRO					
Propietario o representante legal			Identificación:		
RAUL ANTONIO GOMEZ SANCHEZ			CEDULA 18223479		
Dirección			Departamento		
TRANSVERSAL 22 NRO 12B53			GUAVIARE		
Mail:			Teléfono		
rangos2010@hotmail.com			3144624258		
LUGAR Y FECHA EXPEDICION					
Seccional ICA		Ciudad		Fecha expedición	
Gerencia seccional Guaviare		San José del Guaviare		06/08/2013	
VIGENCIA DESDE (PARA LAS HECTAREAS O ARBOLES REGISTRADOS)					
CAROLA FERNANDA SANCHEZ CASTAÑEDA					
Nombre y firma del Gerente Seccional					
					
06/08/2013					

Anexo 5. Comparación del cultivo desde el inicio hasta el final de la evaluación.



Fuente: autoras

Ilustración 12. Cultivo en marzo de 2016



Fuente: autoras

Ilustración 13. Cultivo en noviembre de 2016

Anexo 6. Costos y gastos de establecimiento por hectárea, finca Canagüey año (0) 2012

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO POR HECTÁREA DE ABARCO (año 1)				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	V/TOTAL
MANO DE OBRA				
Levantamiento topográfico y geo-referenciación del cultivo	Unidad	1	-----	-----
Preparación del terreno (Rosa y quema)	Jornal	20	37.000	740.000
Repique, arrume y quema de leña	Jornal	30	37.000	1.110.000
Trazado para siembra	Jornal	22	37.000	814.000
Estacas para el trazado	Unidad	1.300	200	260.000
Añoyado	Jornal	15	37.000	600.000
Siembra	Jornal	40	37.000	1.480.000
Muestreo y análisis de suelo	Unidad	1	250.000	250.000
Plántulas	Unidad	1.500	2.000	3.000.000
Transporte de plántulas	Plántula	1.500	100	150.000
Gasolina barreno, motosierra, guadañas y motobomba	Galón	40	9.500	380.000
Aceite 2 tiempos	Galón	2	48.000	96.000
Aceite quemado	Galón	10	5.000	50.000
Fibra agrícola x trazado	Rollo	2	15.000	30.000
Resiembra +/- 5%	Jornal	6	37.000	222.000
			Total	\$9.182.000
COSTOS DE SOSTENIMIENTO ANUAL DE UNA HECTAREA CULTIVO DE ABARCO (año 1)				\$9.579.000
			Total	\$18.761.000



"QUIEN POSEE LOS BOSQUES TIENE LA SARTEN POR EL MANGO"

RAÚL ANTONIO GÓMEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Forestal T.P. No 25959019101CND

Cel. 314-4624258 Email. rangos2014@gmail.com

Anexo 7. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 1

COSTOS DE SOSTENIMIENTO ANUAL DE UNA HECTÁREA DE ABAFICO (año 1)					
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	FRECUENCIA ANUAL	V/UNITARIO	V/TOTAL
Fertilización foliar	Hectárea	1	6	178.000	1.068.000
Fertilización edáfica (al suelo)	Hectárea	1	6	318.000	1.908.000
Encalado	Hectárea	1	2	214.000	428.000
Control de plagas e insectos	Hectárea	1	4	193.000	772.000
Control químico de malezas	Hectárea	1	5	258.000	1.290.000
Control mecánico de malezas	Hectárea	1	5	245.000	1.225.000
Podas de formación	Hectárea	1	4	222.000	888.000
Asistencia profesional	Hectárea	1	Permanente	2.000.000	2.000.000
Total costos de sostenimiento al año					\$9.579.000
ACLARACIÓN DE LOS DETALLES					
Fertilización foliar					
Fertilizante foliar nitrogenado (crecer500)	Kilo	4	-----	7.500	30.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
3 grs. X árbol				Total	\$178.000
Fertilización edáfica (al suelo)					
Fertilizante edáfico triple 15 (15,15,15)	Bulto	2		85.000	170.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
77 grs x árbol				Total	\$318.000
Encalado					
Cal agrícola	Bulto	3		22.000	66.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
115 grs x árbol				Total	214.000
Control de plagas e insectos					
Insecticida de amplio espectro (furan)	Litro	1		45.000	45.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$193.000
Control químico de herbenses					
Herbicida sistémico (glifosato)	Galón	2		55.000	110.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$258.000
Control mecánico de herbenses					
Gasolina / mixtura	Día	5		12.000	60.000
Mano de obra	Jornal	5		37.000	187.000
				Total	245.000
Podas de formación					
Mano de obra	Jornal	6		37.000	\$222.000
				Total	\$222.000


 "QUIEN POSEE LOS BOSQUES TIENE LA SARTEN POR EL MANGO"
 RAÚL ANTONIO GÓMEZ SÁNCHEZ
 Ingeniero Forestal T.P. No 25959019101CND
 Cel. 314-4624258 Email. rangos2014@gmail.com

Anexo 8. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 2

COSTOS DE SOSTENIMIENTO ANUAL DE UNA HECTÁREA DE ABARCO (año 2)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	FRECUENCIA ANUAL	V/UNITARIO	V/TOTAL
Fertilización foliar	Hectárea	1	6	178.000	1.068.000
Fertilización edáfica (al suelo)	Hectárea	1	6	318.000	1.908.000
Encalado	Hectárea	1	2	214.000	428.000
Control de plagas e insectos	Hectárea	1	4	193.000	772.000
Control químico de malezas	Hectárea	1	5	258.000	1.290.000
Control mecánico de malezas	Hectárea	1	5	245.000	1.225.000
Podas de formación	Hectárea	1	4	222.000	888.000
Asistencia profesional	Hectárea	1	Permanente	2.000.000	2.000.000
Total costos de sostenimiento				año	\$9.579.000
ACLARACIÓN DE LOS DETALLES					
Fertilización foliar					
Fertilizante foliar nitrogenado (crecer500)	Kilo	4	-----	7.500	30.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
3 grs. X árbol				Total	\$178.000
Fertilización edáfica (al suelo)					
Fertilizante edáfico triple 15 (15,15,15)	Bulto	2		85.000	170.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
77 grs x árbol				Total	\$318.000
Encalado					
Cal agrícola	Bulto	3		22.000	66.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
115 grs x árbol				Total	214.000
Control de plagas e insectos					
Insecticida de amplio espectro (furadan)	Litro	1		45.000	45.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$193.000
Control químico de herbenses					
Herbicida sistémico (glifosato)	Galón	2		55.000	110.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$258.000
Control mecánico de herbenses					
Gasolina / mixtura	Día	5		12.000	60.000
Mano de obra	Jornal	5		37.000	187.000
				Total	245.000
Podas de formación					
Mano de obra	Jornal	6		37.000	\$222.000
				Total	\$222.000



"QUIEN POSEE LOS BOSQUES TIENE LA SARTEN POR EL MANCO"

RAÚL ANTONIO GÓMEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Forestal T.P. No 25959019101CND

Cel. 314-4624258 Email. rangos2014@gmail.com

Anexo 9. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 3

COSTOS DE SOSTENIMIENTO ANUAL DE UNA HECTÁREA DE ABARCO (año 3)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	FRECUENCIA ANUAL	V/UNITARIO	V/TOTAL
Fertilización foliar	Hectárea	1	6	178.000	1.068.000
Fertilización edáfica (al suelo)	Hectárea	1	6	318.000	1.908.000
Encalado	Hectárea	1	2	214.000	428.000
Control de plagas e insectos	Hectárea	1	4	193.000	772.000
Control químico de malezas	Hectárea	1	5	258.000	1.290.000
Control mecánico de malezas	Hectárea	1	5	145.000	1.225.000
Podas de formación	Hectárea	1	4	88.000	888.000
Asistencia profesional	Hectárea	1	Permanente	2.000.000	2.000.000
Total costos de sostenimiento al año					\$9.579.000
ACLARACIÓN DE LOS DETALLES					
Fertilización foliar					
Fertilizante foliar nitrogenado (crecer500)	Kilo	4		7.500	30.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
3 grs. X árbol				Total	\$178.000
Fertilización edáfica (al suelo)					
Fertilizante edáfico triple 15 (15,15,15)	Bulto	2		85.000	170.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
77 grs x árbol				Total	\$318.000
Encalado					
Cal agrícola	Bulto	3		22.000	66.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
115 grs x árbol				Total	214.000
Control de plagas e insectos					
Insecticida de amplio espectro (furadan)	Litro	1		45.000	45.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$193.000
Control químico de herbenses					
Herbicida sistémico (glifosato)	Galón	2		55.000	110.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$258.000
Control mecánico de herbenses					
Gasolina / mixtura	Día	5		12.000	60.000
Mano de obra	Jornal	5		37.000	187.000
				Total	245.000
Podas de formación					
Mano de obra	Jornal	6		37.000	\$222.000
				Total	\$222.000

"QUIEN POSEE LOS BOSQUES TIENE LA SARTEN POR EL MANO."

RAÚL ANTONIO GÓMEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Forestal T.P. No 25959019101CND
Cel. 314-4624258 Email. rangos2014@gmail.com

Anexo 10. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 4

COSTOS DE SOSTENIMIENTO ANUAL DE UNA HECTÁREA DE ABARCO (año 4)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	FRECUENCIA ANUAL	V/UNITARIO	V/TOTAL
Fertilización foliar	Hectárea	1	6	297.000	1.782.000
Fertilización edáfica (al suelo)	Hectárea	1	6	477.000	2.862.000
Encalado	Hectárea	1	2	214.000	428.000
Control de plagas e insectos	Hectárea	1	3	193.000	579.000
Control químico de malezas	Hectárea	1	4	6.000	1.024.000
Control mecánico de malezas	Hectárea	1	4	245.000	980.000
Podas de formación	Hectárea	1	4	490.000	1.960.000
Asistencia profesional	Hectárea	1	Permanente	1.000.000	1.000.000
Total costos de sostenimiento al año					\$10.615.000
ACLARACIÓN DE LOS DETALLES					
<i>Fertilización foliar</i>					
Fertilizante foliar nitrogenado (crecer500)	Kilo	10	-----	7.500	75.000
Mano de obra	Jornal	6		37.000	222.000
7.7 grs. X árbol				Total	\$297.000
<i>Fertilización edáfica (al suelo)</i>					
Fertilizante edáfico ABOTEC	Bulto	3		85.000	255.000
Mano de obra	Jornal	6		37.000	222.000
115 grs x árbol				Total	\$477.000
<i>Encalado</i>					
Cal agrícola	Bulto	3		22.000	66.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
115 grs x árbol				Total	214.000
<i>Control de plagas e insectos</i>					
Insecticida de amplio espectro (furadan)	Litro	1		45.000	45.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
0.76 c.c. x árbol				Total	\$193.000
<i>Control químico de herbenses</i>					
Herbicida sistémico (glifosato)	Galón	2		54.000	108.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$256.000
<i>Control mecánico de herbenses</i>					
Gasolina / mixtura	Día	5		12.000	60.000
Mano de obra	Jornal	5		37.000	187.000
				Total	245.000
<i>Podas de formación</i>					
Mano de obra	Jornal	10		37.000	\$370.000
Gasolina / mixtura	Día	10		12.000	120.000
				Total	\$490.000

"QUIEN POSEE LOS BOSQUES TIENE LA SARTEN POR EL MANGO"

RAUL ANTONIO GÓMEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Forestal T.P. No 25959019101CND

Cel. 314-4624258 Email. rangos2014@gmail.com

Anexo 11. Costos y gastos de sostenimiento por hectárea, finca Canagüey año 5

COSTOS DE SOSTENIMIENTO ANUAL DE UNA HECTÁREA DE ABARCO (año 5)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	FRECUENCIA ANUAL	V/UNITARIO	V/TOTAL
Fertilización foliar	Hectárea	1	6	393.500	2.361.000
Fertilización edáfica (al suelo)	Hectárea	1	6	477.000	2.862.000
Encalado	Hectárea	1	2	214.000	428.000
Control de plagas e insectos	Hectárea	1	2	238.000	476.000
Control químico de malezas	Hectárea	1	4	252.000	1.008.000
Control mecánico de malezas	Hectárea	1	4	188.500	754.000
Podas de formación	Hectárea	1	4	588.000	2.352.000
Asistencia profesional	Hectárea	1	Permanente	1.000.000	1.000.000
Total costos de sostenimiento al año					\$11.241.000
ACLARACIÓN DE LOS DETALLES					
Fertilización foliar					
Fertilizante foliar nitrogenado (crecer500)	Kilo	13		7.500	97.500
Mano de obra	Jornal	8		37.000	296.000
10 grs. X árbol				Total	\$393.500
Fertilización edáfica (al suelo)					
Fertilizante edáfico ABOTEC	Bulto	3		85.000	255.000
Mano de obra	Jornal	6		37.000	222.000
115 grs x árbol				Total	\$477.000
Encalado					
Cal agrícola	Bulto	3		22.000	66.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
115 grs x árbol				Total	214.000
Control de plagas e insectos					
Insecticida de amplio espectro (furan)	Litro	2		45.000	90.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
1.53 c.c. x árbol				Total	\$238.000
Control químico de herbenses					
Herbicida sistémico (glifosato)	Galón	2		52.000	104.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	\$252.000
Control mecánico de herbenses					
Gasolina x guadaña	Galón	3		9.500	28.500
Mixtura para la guadaña	Galón	¼		12.000	12.000
Mano de obra	Jornal	4		37.000	148.000
				Total	188.500
Podas de formación					
Mano de obra	Jornal	12		37.000	\$444.000
Gasolina / mixtura	Día	12		12.000	144.000
				Total	\$588.000

"QUIEN POSEE LOS BOSQUES TIENE LA SARTEN POR EL MANGO"

RAÚL ANTONIO GÓMEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Forestal T.P. No 25959019101CND
Cel. 314-4624258 Email. rangos2014@gmail.com