Plan de manejo para el aprovechamiento sostenible del componente arbóreo como parte del arreglo agroforestal, en la Granja Mar Agrícola de la Universidad de Nariño, en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño

Elizabeth Araujo Araujo

Universidad de Nariño

Facultad de Ciencias Agrícolas

Programa de Ingeniería Agroforestal

Tumaco

2019

Plan de manejo para el aprovechamiento sostenible del componente arbóreo como parte del arreglo agroforestal, en la Granja Mar Agrícola de la Universidad de Nariño, en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño

Elizabeth Araujo Araujo

Informe de pasantía empresarial, presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agroforestal

Director de pasantía:

Hugo Ferney Leonel, PhD

Asesor de pasantía:

Samia Del Mar Yela Lara

Universidad de Nariño

Facultad de Ciencias Agrícolas

Programa de Ingeniería Agroforestal

Tumaco

2019

Contenido.

1. Introducción 7

2. Estado actual del problema 9

3. Justificación 11

4. Objetivos 13

4.1 Objetivo general 13

4.2 Objetivos específicos 13

5. Marco teórico 14

5.1 Plan de manejo forestal 14

5.2 Aprovechamiento forestal 14

5.3 Importancia de los sistemas agroforestales 15

5.4 Cacao (*Theobrama cacao* L.) 17

5.5 Cedro (*Cedrela odorata* L.) 18

5.6 Plátano (*Musa paradisiaca* L.) 18

5.7 Laurel (*Cordia alliodora*) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.8 Tangaré (*Carapa guianensis*) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

5.9 Tachuelo (*Zanthoxylum tachuelo)* ..... **¡Error! Marcador no definido.**

6. Metodología 22

6.1 Localización 22

6.2 Proceso metodológico 22

7. Resultados 24

7.1 Estado actual de las especies forestales presentes en el arreglo agroforestal 24

7.1.1 Cedro (*Cedrela odorata* L) 24

7.1.2 Laurel (*Cordia alliodora*) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

7.1.3* Tangaré (*Carapa guianensis). ..... **¡Error! Marcador no definido.**

7.1.4 Tachuelo (*Zanthoxylum tachuelo*) ..... **¡Error! Marcador no definido.**

7.2 Mediciones dendrométricas de las especies del componente arbóreo. 30

7.3 Estrategia para al aprovechamiento sostenible de las especies en fincas forestales de Tumaco. 33

7.3.1 Establecimiento 34

7.3.2 Manejo del sistema 35
7.3.3 Diseño del sistema 40
7.3.4 Cosecha 40
8. Conclusiones 42
9. Recomendaciones 43
10. Bibliografía 44

Lista de figuras.

Figura 1 Calidad de fuste de Cedrela odorata L.....24

Figura 2 Calidad de fuste de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.)Oken.....26

Figura 3 Calidad del fuste de Carapa guianensis Aubl. 28

Figura 4 Calidad del fuste de Zanthoxylum rhoifolium Lam.....29

Figura 5. Diámetro a la altura del pecho (DAP) de las especies forestales.....30

Figura 6 Promedio de altura total y comercial de especies forestales.....31

Figura 7 Promedio de volumen total y comercial de especies forestales.....32

Figura 8 Promedio de área basal de especies forestales.....32

Figura 9 Alternativa de sistema agroforestal.....40

|

Lista de tablas.

Tabla 1. Distribución de especie en sistema agroforestal 33

Tabla 2 Costos de establecimiento del sistema agroforestal 34

Tabla 3 Costos del manejo del sistema 36

Tabla 4 Cronograma de actividades en la implementación del sistema agroforestal.....39

Tabla 5 Precios para cosecha de Theobroma cacao L.....41

Tabla 6 Costos cosecha Cordia alliodora (Ruiz & Pav.)Oken y Cedrela odorata L. 41

1. Introducción

El Plan de Manejo, se fundamenta en la sostenibilidad del recurso forestal y en la articulación y transparencia en las relaciones entre las comunidades dueñas de los bosques y el sector productivo, adoptando estrategias integrales con el enfoque de cadenas productivas como alternativa para lograr un mayor nivel de competitividad del sector forestal en un contexto nacional e internacional (Ordoñez, 2008). Además se orienta al aprovechamiento racional del recurso bosque que permita un suministro seguro y sostenido de madera como materia prima para un proceso de transformación eficiente, continuo rentable, mediante la adopción de prácticas y procesos enmarcados dentro de los principios de la certificación forestal voluntaria (Domínguez *et al*, 2011).

Anteriormente en la Granja Maragrícola fue aprobado un proyecto donde inicialmente fue establecer y evaluar técnica y económicamente arreglos Agroforestales con sombríos de maderables bajo las condiciones ambientales de la Granja en el municipio de Tumaco. De esta manera, se establecieron seis hectáreas de arreglos Agroforestales con cacao, plátano y las especies maderables, luego de eso se evaluaría el comportamiento agronómico y económico de los arreglos establecidos; de esta forma por medio de este proyecto se contribuiría al desarrollo de la región y al mismo tiempo dar a conocer el impacto de la profesión en la zona.

En la actualidad lo que en años anteriores fue establecido como arreglos Agroforestales hoy en día es totalmente incierto, donde se ha evidenciado su abandono y deterioro de las especies principalmente del componente arbóreo, que de una u otra manera pueden ser aprovechados de manera sostenible y así destacar y potencializar su madera en el mercado regional. De esta forma se pretende que por medio de una propuesta de un plan de manejo

forestal al componente arbóreo, se podrá aprovechar este recurso que garantice calidad de vida para aquellos que pertenezcan a la Granja, y aparte de eso contribuir por medio de estrategias o mecanismos para que otras fincas donde haya maderables sembrados puedan acceder a esta herramienta que es fundamental porque resguarda la calidad de las aguas y también evitan el deterioro de los suelos.

Por tal razón se realizara una propuesta de un Plan de Manejo Forestal para el componente arbóreo en el arreglo Agroforestal ya establecido en la Granja Maragrícola, donde se pueda acceder y aprovechar el recurso maderero y así evitar la extinción de las especies que de una u otra manera han sido de gran utilidad al sistema; esta propuesta se realizara a través de los siguientes objetivos: caracterizar el estado actual de cada una de las especies forestales presentes en el arreglo agroforestal, realizar mediciones dendrometrías de las especies del componente arbóreo, diseñar estrategias que contribuyan al aprovechamiento sostenible de las especies en fincas forestal de Tumaco.

2. Estado actual del problema

La pérdida de bosques y la ampliación de la frontera agrícola es uno de los principales generadores de problemas desde el aspecto ambiental y productivo en el país. El cual ha estado por el orden de las 336.000 has (hectáreas) anuales de bosques naturales. Igualmente la falta de planificación del sector forestal en el cual se ha venido desarrollando la actividad de la extracción ilegal de madera ha hecho que se empiecen a desarrollar estrategias en el aprovechamiento del recurso flora (Díaz, 2013).

La planificación forestal permite hacer un aprovechamiento forestal evitando problemas ambientales en los sitios en los cuales se desarrollan este tipo de proyectos, porque consecuencias como la pérdida de biodiversidad, la disminución de áreas de bosques presentes en ecosistemas estratégicos y la extinción de especies de flora y fauna, hace que sea fundamental el control a la actividad y el desarrollo estrategias de conservación y aprovechamiento sostenible (Restrepo, 2010).

De esta manera surgen los planes de manejo forestal, los cuales se consolidan como un marco metodológico, técnico y económico, en el cual se busca la caracterización de los aspectos ambientales en las unidades de producción maderera, la identificación de potencialidades del bosque en temas como su estructura y funciones ecológicas y la identificación de procesos de mitigación, remediación ambiental y compensación como soluciones a los posibles problemas ambientales que genere la actividad forestal (Vázquez, 2015)

El manejo silvicultural debe garantizar un aprovechamiento óptimo de la biomasa y la protección de la flora en estado de brinzal y latizal (árboles jóvenes). Para poder tener un desarrollo sostenible del cultivo forestal desde el aspecto ambiental y viabilidad económica

(Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2000). Por lo tanto la conservación y el manejo silvicultural planificado debe garantizar no solo la viabilidad económica sino también la sostenibilidad ambiental.

3. Justificación

El aprovechamiento y manejo de los ecosistemas forestales requiere considerar las relaciones directas e indirectas entre el ecosistema y los agentes externos que influyen en la oferta y calidad de recursos naturales asociados, para lo cual se necesita integrar y coordinar con otros intereses sectoriales su manejo, además, es importante considerar el conocimiento acumulado de comunidades locales y poblaciones nativas (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2000). En los ecosistemas forestales se reconoce el conjunto de relaciones y procesos ecológicos que en ellos intervienen, así como su capacidad productiva con el fin de compatibilizar las características propias de los ecosistemas forestales con el conjunto de deseos y aspiraciones de la sociedad en términos de la producción de bienes, servicios y valores que la sociedad manifiesta a través del reconocimiento y valoración de los mismos

El plan de manejo no solo debe constituir un documento de oficina. Este debe ser una herramienta clave en la descripción de aspectos claves como las características del ambiente de trabajo, los procedimientos y acciones a realizar en las jornadas y las especificaciones del proceso en temas de monitoreo, seguimiento y control de variables y procesos. (Díaz, 2013). Las transformaciones hechas en el ecosistema y especialmente en el recurso flora, hace importante que los planes de manejo forestal, sean una opción importante y estratégica para la gestión de los recursos forestales.

Los impactos ambientales hechos no solo por las acciones de tala ilegal y el conflicto armado, también la ampliación de la frontera agrícola, la implementación de paquetes tecnológicos agroindustriales ha generado impactos directos en los recursos forestales de nuestro

país. Estas problemáticas que están presenten de una forma latente en las comunidades y también en el productor maderero hace que sea importante el establecimiento, diseño y ejecución de planes de manejo forestal. Ya que estos buscan estrategias que permitan posicionar la silvicultura y la actividad forestal en la región.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Elaborar un plan de manejo forestal que permita el aprovechamiento sostenible del componente arbóreo como parte del Arreglo Agroforestal, ubicado en la Granja Maragrícola de la Universidad de Nariño, en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el estado actual de cada una de las especies forestales presentes en el arreglo agroforestal.
- Realizar mediciones dendrométricas de las especies del componente arbóreo.
- Diseñar una estrategia que contribuyan al aprovechamiento sostenible de las especies en fincas forestales de Tumaco.

5. Marco teórico

5.1 Plan de manejo forestal

El plan de manejo forestal es el instrumento que planifica la gestión del patrimonio ecológico o el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de un terreno determinado resguardando la calidad de las aguas y evitando el deterioro de los suelo (Corporación Nacional Forestal, 2010). Este tiene como objetivo el aprovechamiento del bosque nativo para la obtención de bienes madereros, no madereros considerando la multifuncionalidad de los bosques y la diversidad biológica.

5.2 Aprovechamiento forestal

Es la autorización que otorga la Autoridad Ambiental Competente, mediante acto administrativo a un usuario (toda persona natural o jurídica, pública o privada), para que extraiga los productos de la flora silvestre, el cual comprende desde la obtención hasta su transformación, conforme a los límites permisibles establecidos y a las normas ambientales vigentes.(Decreto 1076, 2015))

Existen tres (3) clases de aprovechamiento forestal:

- Únicos: se realizan una sola vez, en sitios donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal.

- Persistentes: Se efectúan con criterios de sostenibilidad y con la obligación de conservar el rendimiento normal del bosque con técnicas silvícola, que permitan su renovación.
- Domésticos: se efectúan exclusivamente para satisfacer necesidades vitales domésticas sin que se puedan comercializar los productos.

5.3 Importancia de los sistemas agroforestales

En muchos países los sistemas agroforestales se han desarrollado como modelo alternativo para mitigar la pobreza campesina, propiciando la conservación del medio a través de una producción económica y sostenible. Son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad (López, 2007).

Los SAF se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, y alterando al mínimo la estabilidad ecológica. Las actividades en SAF contribuyen a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción, y mejorar el nivel de vida de la población rural. En consecuencia, persiguen objetivos tanto ecológicos (servicios ambientales) como económicos y sociales (Wilkes, 2006).

La clasificación de los sistemas agroforestales toma en cuenta los componentes que la conforman y la distribución de éstos en el tiempo y en el espacio. De acuerdo a los tipos de

combinaciones de los componentes que los conforman, los sistemas se clasifican en tres tipos: Sistemas Silvoagrícolas, Sistemas agrosilvopastoriles, Sistemas silvopastoriles (Amurrio, 2009).

Sistemas silvoagrícolas: Estos sistemas son la combinación, espacial y secuencial, donde la leñosa perenne interactúa con cultivos agrícolas, es de forma que el agricultor obtendrá diversidad de beneficios y productos; dentro de los componentes se encuentran de tipo maderable, frutales, y el cultivo. En estos sistemas se combinan árboles y/o arbustos con cultivos agrícolas, en la misma unidad predial (Amurrio, 2009).

Sistemas agrosilvopastoriles: Sistema donde se combinan árboles con cultivos agrícolas y pastos para producción animal, en forma simultánea o en forma secuencial. Se puede combinar con el uso de cortinas rompevientos, árboles en hileras o cercas vivas (Oficina Nacional Forestal, ONF, 2013).

Los sistemas silvopastoriles: Están compuestos por gramíneas rastreras o erectas, árboles y arbustos leguminosos o no, y animales que se alimentan de los componentes forrajeros. Estos sistemas presentan una mayor productividad forrajera, por lo que mejoran la cantidad y calidad de la dieta animal. Lo anterior permite incrementar la producción de carne y leche, así como mejorar la reproducción en forma estable en el tiempo, con reducción de costos al no requerir insumos como los granos, concentrados y antiparasitarios (Santana y Valencia, 1998).

5.4 Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Clasificación taxonómica *Theobroma cacao* L.

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malvales

Familia: Malvaceae

Género: *Theobroma*

Árbol de pequeña talla perennifolio de 4 a 7 m de altura, hojas grandes, alternas, elípticas u oblongas de 15 a 35 cm de largo y de ancho a 15 cm; su tronco tiene un crecimiento dimórfico presenta muchas flores en racimos a lo largo del tronco y de las ramas de 0.5 a 1cm de diámetro y de 2 a 2,5 cm de largo. El fruto una baya grande comúnmente denominada mazorca de 15 a 30 cm de largo por 10 cm de grueso, de cada mazorca pueden salir de 30 a 40 semillas (CORDEAGROPAZ, 2001).

5.5 Cedro (*Cedrela odorata* L.)

Clasificación taxonómica *Cedrela odorata* L.

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliospsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: *Cedrela*

Es un árbol grande de hasta 40m de altura y hasta 20 m de diámetro, presenta raíces extendidas, profundas y superficiales, posee un fuste cilíndrico, hojas alternas y paripinadas de 30 a 50cm, flores femeninas. Frutos en capsulas, semillas de forma ovoide, comprimida de unos 5 a 6 mm de largo (Salazar, 2000).

5.6 Plátano (*Musa paradisiaca* L.)

Clasificación taxonómica *Musa paradisiaca* L.

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliopsida

Clase: Liliopsida

Orden: Zinguiberales

Familia: Musaceae

Género: *Musa*

Planta herbácea gigante con rizomas cortos y tallo aparentemente que resulta de la unión de las vainas foliares, cónico de 3, 5 a 7, 5 m de altura, esta planta posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30 a 40 cm. Las hojas se originan en el punto central de crecimiento terminal, sus hojas son grandes, verdes y dispuestas de 2 a 4 m de largo, hasta 1.5 m de ancho; las flores amarillentas irregulares, fruto en baya oblonga, donde los plátanos son polimórficos pudiendo contener de 5 a 20 manos, cada uno con 2 a 20 frutos (Espinosa, 2009)

5.7 LAUREL. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)Oken.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

Familia: Boraginaceae

Género: *Cordia*.

Su crecimiento se da en un amplio rango de condiciones ecológicas. Crece sobre lomeríos, pendientes, cañadas, terrenos bajos y llanos costeros. Se desarrolla favorablemente en climas cálido húmedos con temperaturas desde 18ºC como mínima y 32ºC como máxima; con precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm. Prospera mejor en suelos conocidos como rendzinas, vertisol pélico y luvisol crómico (FAO). Necesita un suelo muy bien drenado. Los suelos van desde arenas profundas e infértiles con poca materia orgánica a terrenos altos montañosos con suelos volcánicos profundos y fértiles de alto contenido orgánico. Suelos: aluvial, profundo negro arcilloso, cárstico (con roca aflorante), somero pedregoso, café claro arcilloso, pobre, profundo calizo, calcáreo bien drenado, raramente en suelo arenoso

5.8 TANGARE (*Carapa guianensis* Aubl.)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: *Carapa*

Tiene una copa muy densa y tronco grueso con raíces tabulares, de corteza lisa de color gris claro o castaño grisácea, a veces rojiza, con fisuras poco marcadas. Hojas paripinnadas, Panículas terminales o axilares de hasta 50 de largo, con flores subsésiles, fragantes. Fruto en cápsula tetrágona, de 7-10 cm de diámetro, de color marrón, lenticelada

5.9 TACHUELO *Zanthoxylum rhoifolium* Lam.

Reino: Plantae

Clase: Magnoliopsida

Subfamilia: Rutoideae o Toddalioidea

Orden: Sapindales

Familia: Rutaceae Juss.

Género: *Zanthoxylum L*.

Es un arbusto o pequeño árbol que alcanza un tamaño de 3–8 m de alto, los troncos y ramas armados con acúleos. Las hojas alternas están presentes agrupadas en los ápices de las ramitas, unifolioladas de apariencia simple, el folíolo irregularmente elíptico (raramente obovado), de 6-12.5 cm de largo y 3-6 cm de ancho, ápice redondeado a agudo, raquis terete.

6. Metodología

6.1 Localización

El municipio de Tumaco, se encuentra localizado a 1º49` de latitud norte y a 79º46` de longitud oeste del meridiano de Greenwich, al sur oeste de Colombia, con una temperatura promedio de 26°C humedad relativa de 87%, precipitación que oscila entre 2800 a los 35000 mm anuales, brillo sola de 1062 horas año, a una altura de 10 hasta 150 msnm, en el bosque húmedo tropical y muy húmedo tropical (Jiménez, 2006)

La Granja Maragrícola de la Universidad de Nariño, se encuentra a 22.5 Km del municipio de Tumaco, con una altura de 60 msnm, con temperatura media de 240C, humedad relativa de 80% y 2400 mm de precipitación anual. Cuenta con un área de 600 hectáreas donde existe en promedio 500 cabezas de Ganado de Carne e infraestructura para la producción de camarón (Universidad de Nariño, 2016).

6.2 Proceso metodológico

El proceso metodológico consistió en actividades que se desarrollaron para el cumplimiento de los objetivos de la presente pasantía, donde se consideraron los siguientes criterios:

1. Revisión de información secundaria, por medio de fuentes como artículos de investigación, noticias, plan de desarrollo departamental y municipal, historiales de la empresa.

2. Levantamiento de información primaria:

    a. Reconocimiento de la zona por medio de visitas a los diferentes espacios de la Granja Maragrícola

    b. Identificación del sistema agroforestal para levantamiento de información de especies forestales, por medio de un formato que permita caracterizar el estado actual de cada una.

    c. Diseño y aplicación de un formato de campo para toma de mediciones dendrométricas, con un inventario al 100% de las especies forestales presentes en los arreglos agroforestales que comprende 6 hectáreas de la Granja Maragrícola.

    d. Se organizó, tabuló y analizó la información recolectada en campo

    e. Con la información anteriormente suministrada se diseñaron estrategias que contribuyan al aprovechamiento sostenible de las especies en fincas forestales de Tumaco.

7. Resultados

7.1 Estado actual de las especies forestales presentes en el arreglo agroforestal

7.1.1 Cedro (*Cedrela odorata* L).

El cedro con relación a su estado actual se identificó que el fuste en un 80% es ligeramente curvado o torcido hacia alguno de sus lados. Sin embargo, es importante destacar que esta especie en un 3% hay presencia de troncos sin daño alguno y 17% de las especies tiene el tronco torcido o bifurcado especialmente con daños mecánicos y en menos cuantía por ataque de plagas y enfermedades (figura 1)

Figura 1 Calidad de fuste de *Cedrela odorata* L.

Fuente: Este estudio, 2018

El cultivo de *Cedrella odorata* L, es posible siempre y cuando sus requerimientos ecológicos se interpreten y combinen convenientemente, empleando a la vez medidas silviculturales adecuadas para el control del H. grandella Z., de acuerdo con las experiencias generadas en el país. Es así, como combinar la plantación del cedro con especies agrícolas o forestales de tal manera que estimulen el crecimiento, le ofrezcan protección inicial contra el barrenador de la yema terminal, su principal enemigo natural; los ataques se presentan con mayor intensidad durante los dos primeros años de edad.

La asociación agroforestal en zonas aluviales se presenta como la mejor alternativa para el cultivo de la especie, obteniéndose buenos incrementos en altura y diámetro, lo que económicamente se constituye en un complemento importante para el ingreso del campesino y por el valor que adquiere la tierra.

Aunque la madera de cedro es muy apreciada por su excelente calidad, principalmente en la fabricación de muebles, se ha comprobado que las propiedades físico mecánicas de la madera disponible en el mercado (procedente de árboles jóvenes de regeneración natural) no son óptimas. Debido al rápido crecimiento la especie es sometida a cortos turnos de aprovechamiento; sin embargo, se espera que a más edad la madera alcance una mayor maduración, y por tal, mejoren las propiedades físico-mecánicas (CONIF; 2014).

7.1.2 Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)Oken).

El laurel, con relación a su estado actual se identificó que el fuste en un 90% es ligeramente curvado o torcido hacia alguno de sus lados. Sin embargo, es importante destacar que esta especie en un 5% hay presencia de troncos sin daño alguno y 5% de las especies tiene el tronco torcido o bifurcado especialmente con daños mecánicos y en menos cuantía por ataque de plagas y enfermedades (figura 2).

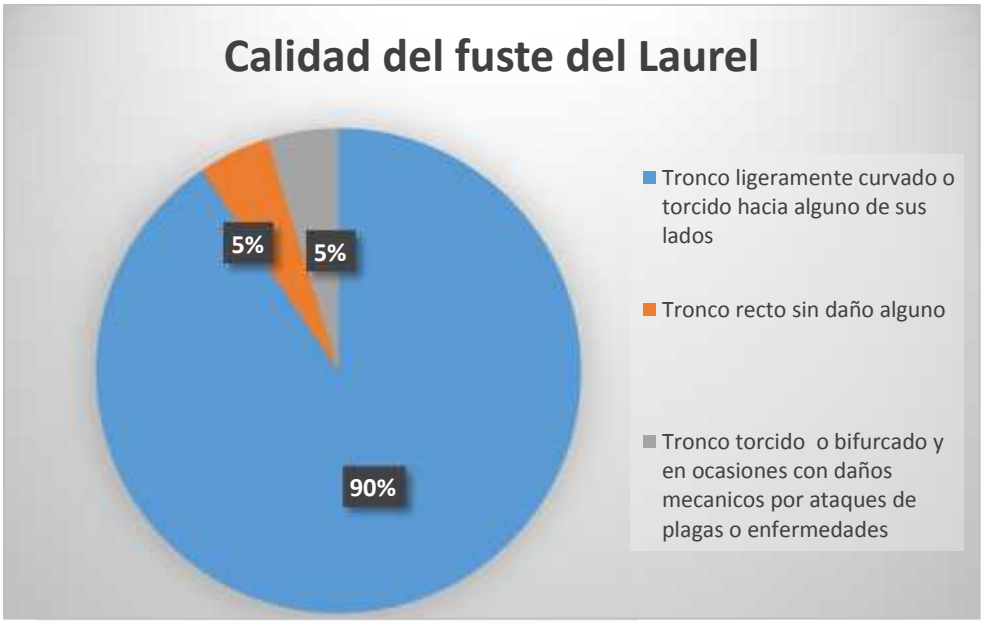

Figura 2 Calidad de fuste de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)Oken.

Fuente: Este estudio, 2018

Cordia alliodora (Ruiz & Pav.)Oken, cumple con las condiciones necesarias para convertirse en una de las más importantes especies maderables para las zonas bajas tropicales de Centro y Sur América, teniendo una distribución ecológica muy amplia y rápido crecimientos en varios tipos de suelos y pocos problemas relacionados a plagas y enfermedades (CONIF, 1999),

como se observó en los resultados de la figura anterior. Además, se utiliza tanto en plantaciones forestales como en sistemas agroforestales.

Se utiliza en como sombrío para café y se caracteriza por presentar una regeneración abundante, debido a que un árbol maduro produce gran cantidad de semillas, las que por su ligereza y órganos de dispersión alcanza grandes distanticas por el vientos. La floración en el municipio de Tumaco se presenta durante todo el año y la fructificación concentrada entre julio y diciembre (Cañada et al, 2014).

Con relación al crecimiento en Tumaco el distanciamiento de 2,5 m x 2,5 m y 3 m x 3 m; produce estancamientos. Por lo tanto, el laurel requiere amplio espacio para desarrollo radicular y crecimiento, permitiendo un óptimo aprovechamiento del volumen comercial para madera (Quinatoa, 2018). Es así, como las plantaciones estancadas presenta fustes delgados, más susceptibles a deformaciones causadas por la acción del viento; lo cual, se evidencia en los resultados de calidad del fuste, donde los mínimos distanciamientos causaron el crecimiento de fustes delgados, susceptibles a deformaciones en un 90%. Es así, como se considera que el distanciamiento ideal es de 4 m x 4 m, porque permite la eliminación de árboles defectuosos y selección de los mejores.

Finalmente, es importante mencionar que el laurel es un árbol que demanda mucha luz para su completo desarrollo y crecimiento rápido en altura, aunque puede subsistir bajo sombra y es muy apto para sistemas agroforestales por tener copa estrecha, produce madera de buena calidad, rescatando un amplio distanciamiento para aprovechamiento de los árboles (Moreno, 2018).

7.1.3 Tangaré (*Carapa guianensis* Aubl).

El tangaré con relación a su estado actual se identificó que el fuste en un 54% es ligeramente curvado o torcido hacia alguno de sus lados, un 44 % son troncos sin daño alguno y 2% de las especies tiene el tronco torcido o bifurcado especialmente con daños mecánicos y en menos cuantía por ataque de plagas y enfermedades (figura 3).

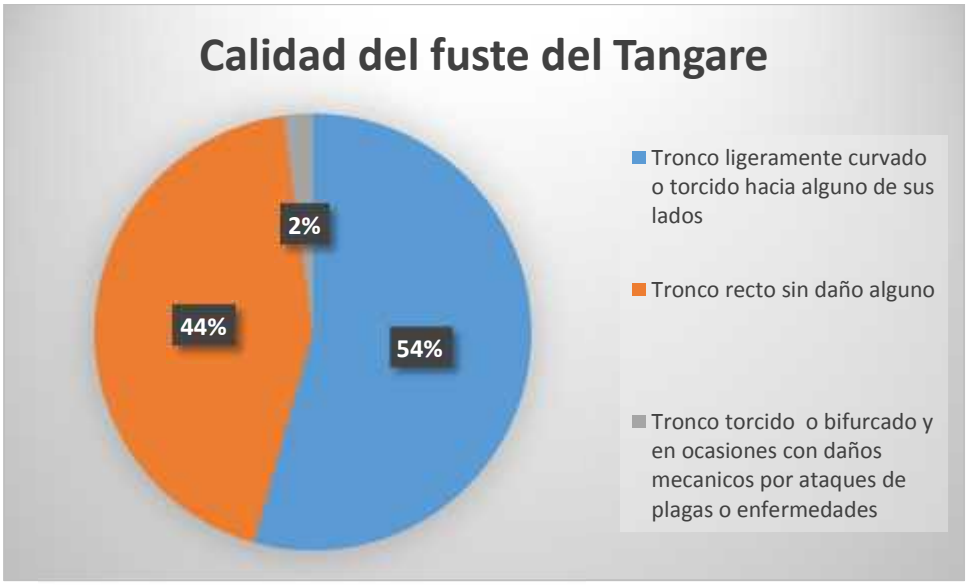

Figura 3 Calidad del fuste de Carapa guianensis Aubl.

Fuente: Este estudio, 2018

La especie de *Carapa guianensis* Aubl, es una de las que mejor desarrollo presenta, donde un 44% de sus especies tiene fuste recto sin daños de plagas, enfermedades o mal formaciones en el tronco. Es importante resaltar se utiliza intercalado con otros cultivos, ya que su crecimiento inicial no ocupa mucho espacio, también en mezcla con otras especies forestales o en enriquecimiento de bosques. Es una especie adecuada para linderos, debido a que tiene cierta capacidad de autopoda, y para cultivos en callejones (Farfán, 2012).

Por su susceptibilidad al ataque del barrenador de las meliáceas, no se recomienda para plantaciones puras, aunque crece bien bajo ese sistema si se aplican podas oportunas. Mayormente se utiliza intercalada con otros cultivos, ya que su crecimiento inicial no ocupa mucho espacio, y también en mezcla con otras especies forestales o en enriquecimiento de bosque (CATIE, 2015).

7.1.4 Tachuelo (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam).

El tachuelo con relación a su estado actual se identificó que el fuste en un 90% es ligeramente curvado o torcido hacia alguno de sus lados, un 10 % son troncos sin daño (Figura 4)

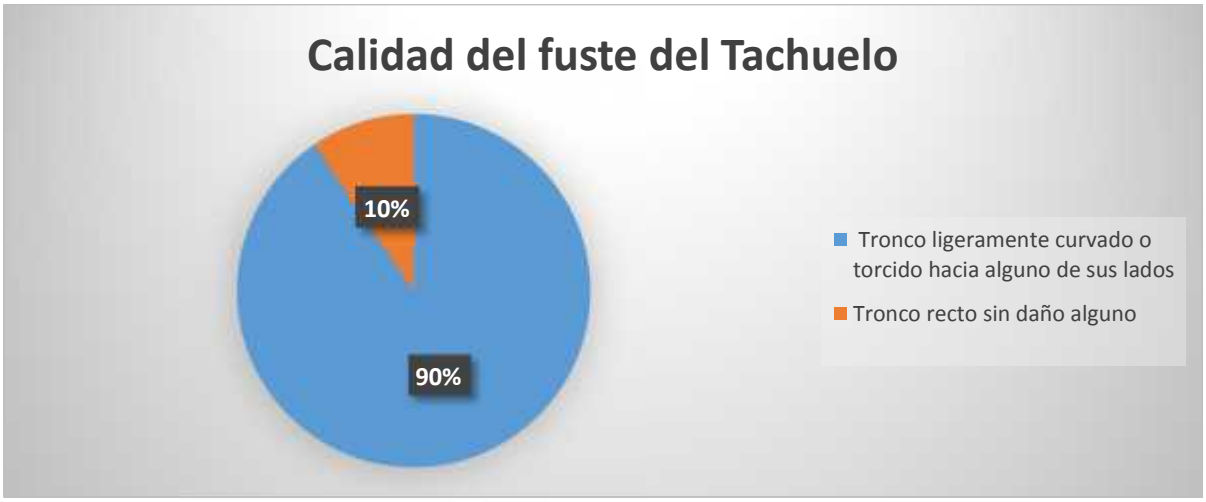

Figura 4 Calidad del fuste de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam.

Fuente: Este estudio, 2018.

La especie *Zantoxylum rhoifolium* Lam. (tachuelo) presenta una tasa de crecimiento relativamente buena, su arquitectura y espinas en el fuste la hacen apropiada para la siembra en

potreros, aunque no parece ser resistente a las quemas pero si susceptible a los daños fitosanitarios en el tallo. En el Guaviare la experiencia con esta especie se restringe al desarrollo en un ensayo silvopastoril. Es necesario continuar con el acopio de registros con esta especie, pues se constituye en una buena referencia a nivel nacional (CONIF, 1994).

7.2 Mediciones dendrométricas de las especies del componente arbóreo.

Se realiza la toma de datos correspondiente a 100% de las especies forestales presente en los arreglos forestales, donde el total es de 163, 74 pertenecen a cedro, 47 a tangare, 21 a laurel y 21 a tachuelo.

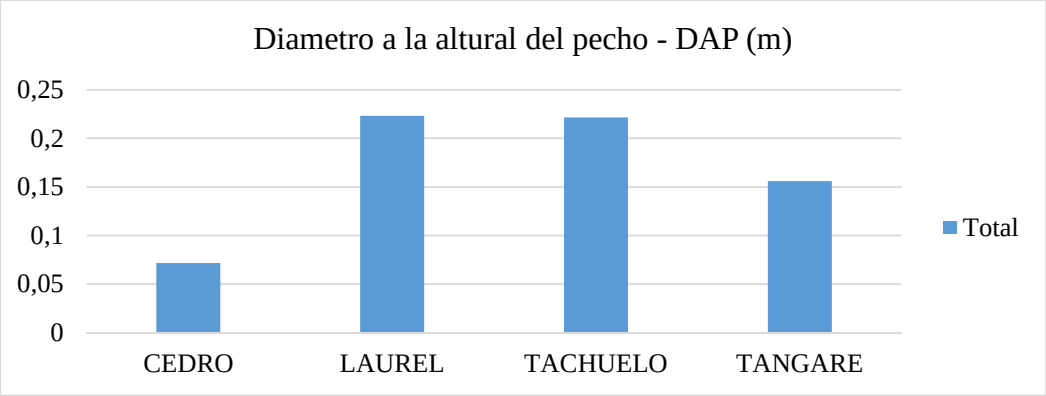

Figura 5. Diámetro a la altura del pecho (DAP) de las especies forestales

Fuente: Este estudio, 2018.

Como se observa en la figura 5, la especie con mayor diámetro a la altura de pecho es el Laurel con 0,223 m, valor muy cercano al tachuelo con 0,221 m; sin embargo el Cedro es la especie que menos valor tiene durante su etapa de crecimiento con un valor de 0,071 m.

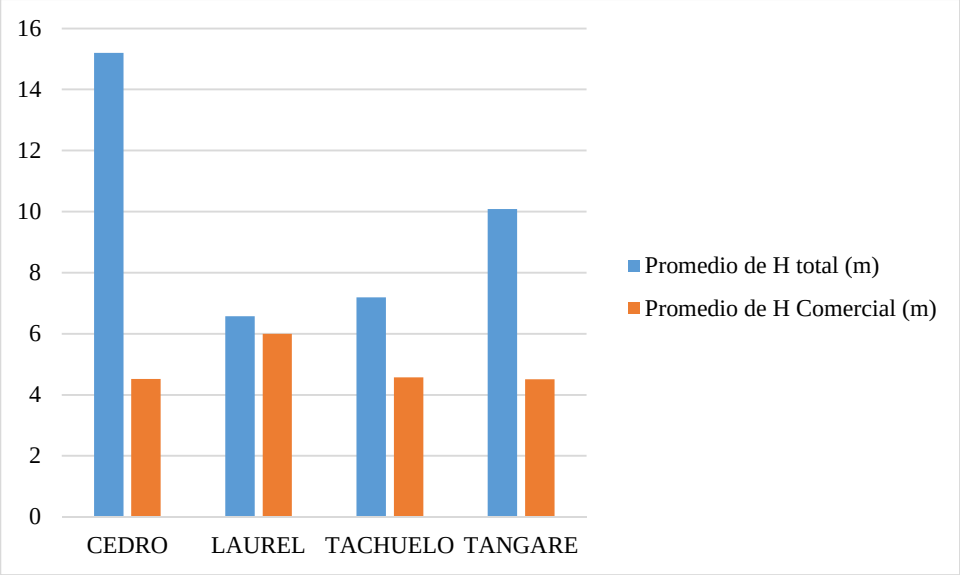

Figura 6 Promedio de altura total y comercial de especies forestales

Fuente: Este estudio, 2018

Con relación a la altura total el cedro obtuvo el mayor valor con un promedio de 15,202 m, sin embargo es evidente que las especies de cedro crecimiento verticalmente pero no realizaron un buen engrosamiento del fuste para procesos de aprovechamiento. Aún como el 80% de los fustes se encuentran con deformaciones, solo la altura comercial del cedro es 4,520 m, a diferencia del laurel con un mayor valor de altura comercial de 6 m.

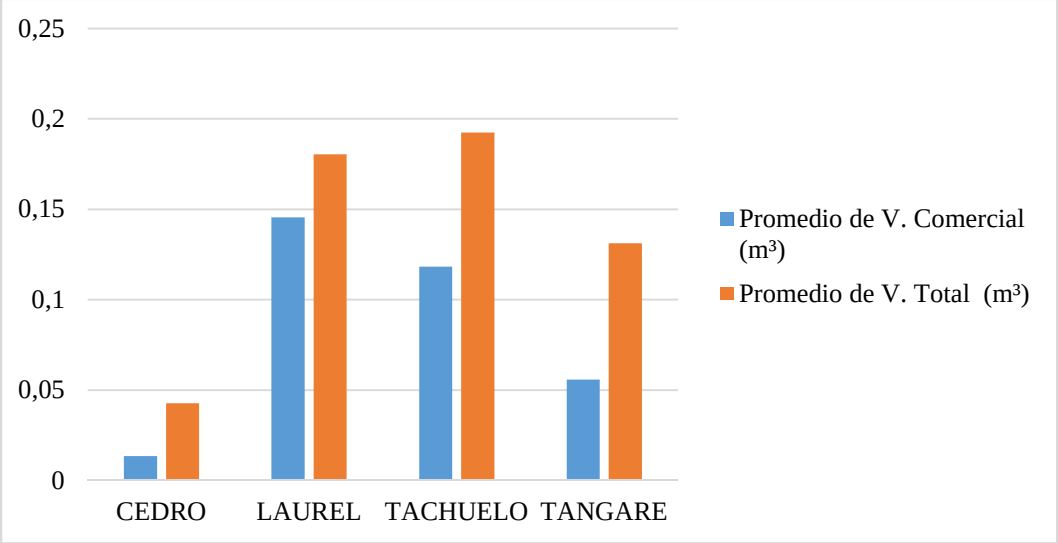

Figura 7 Promedio de volumen total y comercial de especies forestales

Fuente: Este estudio, 2018.

Para el caso del volumen total, la especie con mayor valor es el tachuelo con 0,192 (m3), aun así el laurel es la especie con más alto volumen comercial para el aprovechamiento forestal con un total de 0,145 (m3); aun es evidente el bajo promedio para el cedro con relación a su volumen.

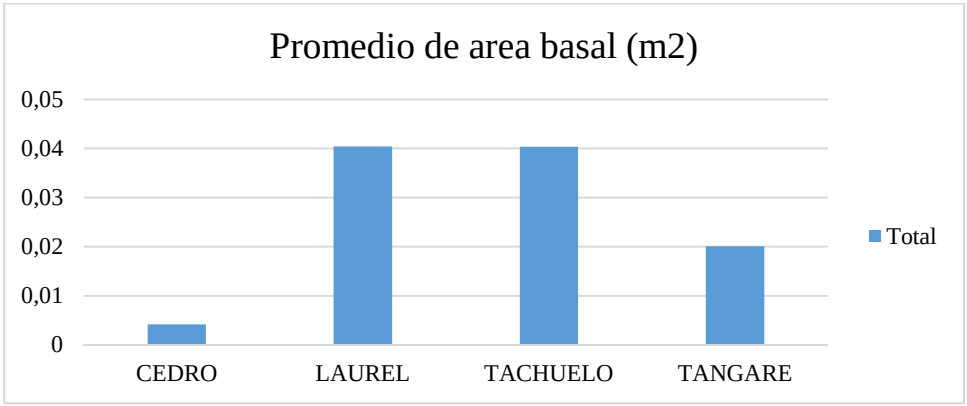

Figura 8 Promedio de área basal de especies forestales

Fuente: Este estudio, 2018

Con relación al área basal, nuevamente el laurel y el tachuelo tiene las mejores características, con unos valores para las dos especies en promedio de 0,40 m2, indicando mayor área transversal del fuste de los arboles Por lo tanto, las especies que aportan tanto en las dinámicas de los arreglos agroforestales y tienen mejores rendimiento en cuanto a aprovechamiento forestal son el laurel y el tachuelo, especies más óptimas para su manejo en fincas forestales de Tumaco.

7.3 Estrategia para al aprovechamiento sostenible de las especies en fincas forestales de Tumaco.

Este sistema Silvoagrícola entre la especie forestal *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)Oken y *Zanthoxylum rhoifolium* Lam, con cultivos como *Theobroma cacao* L (cacao) y *Mussa paradisiaca* L, los cuales le permiten al agricultor obtener en una misma área variedad de productos, lo cual se verá reflejado en sus ingresos económicos y contribución al medio ambiente.

Tabla 1. Distribución de especie en sistema agroforestal

Especie	Distancia de siembra	Número de plantas
***Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)Oken.**	15 m x 6 m (entre arboles) y 3 mx 1,5 m (entre árboles y plátano)	56 plantas

***Zanthoxylum rhoifolium* Lam.**	15 m x 6 m (entre arboles) y 3 mx 1,5 m (entre árboles y plátano)	56 plantas
***Theobroma cacao* L.**	3 m x 3 m	1000 plantas
***Mussa paradisiaca* L.**	3 m x 3 m	1000 plantas

Fuente: Este estudio, 2018

7.3.1 Establecimiento

Preparación o adecuación del terreno: la principal labor consiste en realizar la limpieza del área mediante la eliminación de las especies de árboles grandes y pequeños, eliminación de troncos y ramas que dificultan el traslado de las plántulas, y hoyados para la siembra de las palmas como del cacao, en algunos casos se requiere establecer un sistema de drenaje.

Tabla 2 Costos de establecimiento del sistema agroforestal

Costos de Inversión año 0 y año 1			
Labores	Inversión	año 1	Tota
preparación de siembra	512.000,00	-	512.000,00
Estaquillado	384.000,00	-	384.000,00

Siembra de plántulas de cacao	252.000,00	-	252.000,00
Siembra de sombra temporal	160.000,00	-	160.000,00
Siembra de sombra permanente	12.000,00	-	12.000,00
Resiembra plántulas de cacao	14.000,00	-	14.000,00
Poda de formación	-	-	-
Poda de mantenimiento	-	-	-
Control manual de malezas	1.728.000,00	1.728.000,00	3.456.000,00
Deshija y control de monilia	-	-	-
Aplicaciones foliares	384.000,00	384.000,00	768.000,00
Manejo y control de sombra	-	1.152.000,00	1.152.000,00
Total, mano de obra.	3.446.000,00	3.264.000,00	**6.710.000,00**

Fuente: Este estudio, 2018

7.3.2 Manejo del sistema

El manejo de este sistema está relacionado con las actividades que se le realiza a cada componente, por este motivo se pretende realizar solo una limpia general al componente forestal por año, y al componente agrícola 3 limpias y poda anual.

Tabla 3 Costos del manejo del sistema

AÑO	Actividades	Unidades	Valor unitario	Valor total	Valor año
1	2° Limpieza general del sistema	2 jornales	$ 40.000	$ 80.000	**$ 770.000**
	Poda de formación – cacao	2 jornales	$ 40.000	$ 80.000	
	3° Limpieza general del sistema	2 jornales	$ 40.000	$ 80.000	
	Compra de urea o cal	3 bultos	$ 15.000	$ 45.000	
	Aplicación de urea o cal	3 jornales	$ 40.000	$ 120.000	
	Compra de fertilizante orgánico 50Kg	4 bulto	$ 80.000	$ 320.000	
	Aplicación de fertilizante orgánico	3 jornales	$ 15.000	$ 45.000	
2	2° poda de formación y fitosanitaria	2 jornales	$ 45.000	$ 90.000	**$ 595.003**
	Plateos de cacao y limpieza del sistema	3 jornales	$ 45.000	$ 135.000	
	Compra de urea o cal	3 bultos	$ 15.000	$ 45.000	
	Aplicación de urea o cal	3 jornales	$ 40.001	$ 120.003	
	Fertilizante orgánico 50Kg	2 bultos	$ 80.000	$ 160.000	
	Aplicación de fertilizante orgánico	1 jornales	$ 45.000	$ 45.000	
	Limpieza del sistema	2 jornales	$ 50.000	$ 100.000	**$**
	Poda fitosanitaria	2 jornales	$ 50.000	$ 100.000	**2.975.003**
	Deschuponado	2 jornales	$ 50.000	$ 100.000	
	Compra de urea o cal	3 bultos	$ 15.000	$ 45.000	
	Aplicación de urea o cal	3 jornales	$ 40.001	$ 120.003	
	Fertilizante orgánico 50Kg	2 bultos	$ 80.000	$ 160.000	

3	Aplicación de fertilizante orgánico	1 jornales	$ 50.000	$ 50.000	
	Cosecha o aprovechamiento de cacao	20 jornales	$ 50.000	$ 1.000.000	
	Transporte de cosecha de cacao	Global	$ 200.000	$ 200.000	
	proceso de post cosecha – beneficio	1 operario	$ 150.000	$ 150.000	
	Cosecha o aprovechamiento de la palma	15 jornales	$ 50.000	$ 750.000	
	Transporte de cosecha de la palma	Global	$ 200.000	$ 200.000	
4	Limpieza del sistema	2 jornales	$ 55.000	$ 110.000	**$ 3.265.003**
	Poda fitosanitaria	2 jornales	$ 55.000	$ 110.000	
	Deschuponado	2 jornales	$ 55.000	$ 110.000	
	Compra de urea o cal	3 bultos	$ 15.000	$ 45.000	
	Aplicación de urea o cal	3 jornales	$ 40.001	$ 120.003	
	Fertilizante orgánico 50Kg	3 bultos	$ 80.000	$ 240.000	
	Aplicación de fertilizante orgánico	1 jornales	$ 55.000	$ 55.000	
	Cosecha o aprovechamiento de cacao (Anual)	20 jornales	$ 55.000	$ 1.100.000	
	Transporte de cosecha de cacao	Global	$ 200.000	$ 200.000	
	proceso de post cosecha – beneficio	1 jornales	$	$ 150.000	

			150.000		
	Cosecha o aprovechamiento de especies de la palma	15 jornales	$ 55.000	$ 825.000	
	Transporte de cosecha de la palma	Global	$ 200.000	$ 200.000	
5	Limpieza del sistema	2 jornales	$ 60.000	$ 120.000	**$ 3.390.000**
	Poda fitosanitaria	2 jornales	$ 60.000	$ 120.000	
	Deschuponado	2 jornales	$ 60.000	$ 120.000	
	Fertilizante orgánico 50Kg	4 bultos	$ 80.000	$ 320.000	
	Aplicación de fertilizante orgánico	1 jornales	$ 60.000	$ 60.000	
	Cosecha o aprovechamiento de cacao (año)	20 jornales	$ 60.000	$ 1.200.000	
	Transporte de cosecha de cacao	Global	$ 200.000	$ 200.000	
	proceso de post cosecha – beneficio	1 jornales	$ 150.000	$ 150.000	
	Cosecha o aprovechamiento de la palma	15 jornales	$ 60.000	$ 900.000	
	Transporte de cosecha de la palma	Global	$ 200.000	$ 200.000	

Fuente: Este estudio, 2018

Tabla 4 Cronograma de actividades en la implementación del sistema agroforestal

ACTIVIDADES	**MESES (UN AÑO)**					
	Mes 2	Mes 4	Mes 6	Mes 8	Mes10	Mes12
Planificación						
Limpieza del terreno						
Siembra						
Manejo de la plantación						
Podas de mantenimiento y formación						
Fertilización						
Resultado						

Fuente: Este estudio, 2018

7.3.3 Diseño del sistema

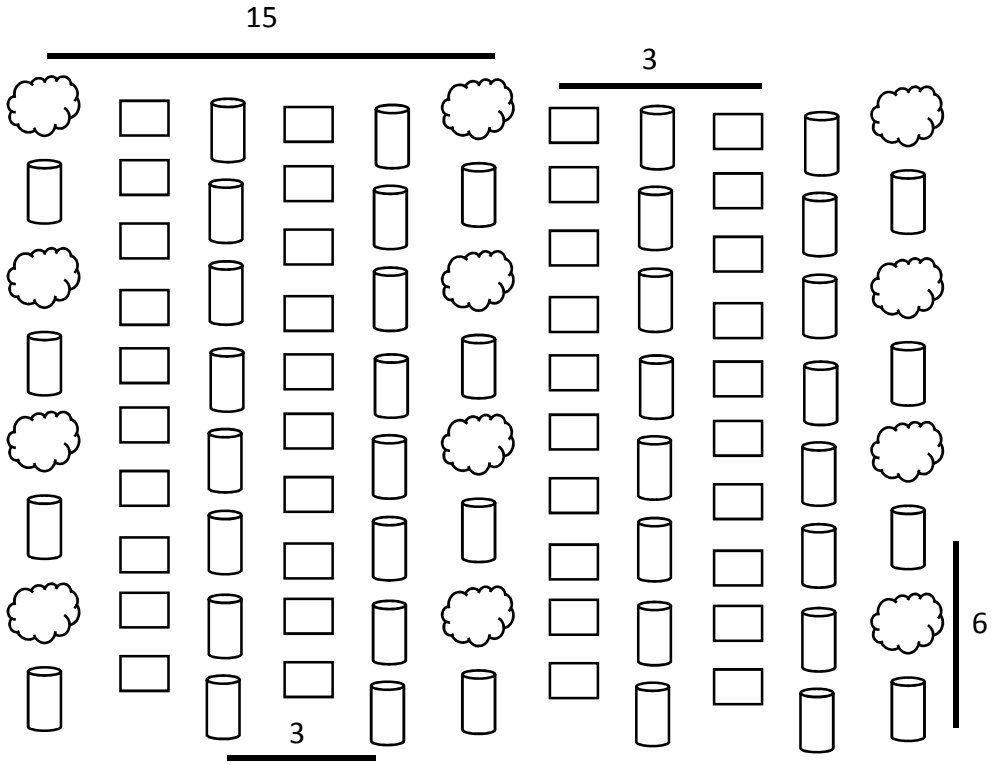

Figura 9 Alternativa de sistema agroforestal

Fuente: Este estudio, 2018

7.3.4 Cosecha

En el caso del costo, lo importante a analizar es que el cacao posee costos que no son en efectivo, especialmente después del primer año de establecimiento, por lo que la sensibilidad en costos se controla haciendo un trabajo eficiente. Este aspecto indica que se requiere capacitar al productor en las labores del cultivo para que sea eficiente y pueda mantener un bajo costo de producción. Para reducir el riesgo respecto a la baja en el precio, el productor debe mantener la calidad del producto y la cantidad de producción por árbol planificada. Una alternativa puede ser

asociarse con comercializadores de cacao y proveer cacao de calidad, como una medida que permite participar de la toma de decisiones en la comercialización y permite tener un mejor acceso al mercado y por lo tanto control del precio

Tabla 5 Precios para cosecha de Theobroma cacao L.

Tipo de cacao acopiado	Cantidad de cacao acopiado(kg)	Precio promedio de acopio ($)	Total, pagado ($)	Cantidad de cacao seco almacenado (kg)
Cacao en baba	13.000	2.500	32.500.000	4.333
Cacao seco corriente Mejorado	8.384	8.240	69.084.160	8.384
Total			101.584.160	12.717

Fuente: Este estudio, 2018

Tabla 6 Costos cosecha Cordia alliodora (Ruiz & Pav.)Oken y *Cedrela odorata* L.

Componente	Árbol por hectárea	Precio local promedio
Laurel negro	65	Lps. 8.00/pie tabla
Cedro	65	Lps.12.00/pie tabla

Fuente: Este estudio, 2018

8. Conclusiones

El crecimiento del árbol entre otros parámetros forestales como la base y ancho de corona pueden ser determinados mediante funciones matemáticas. Estos parámetros pueden también ser deducidos para describir este componente forestal de los sistemas agroforestales, cuando se dispone de parámetros que normalmente son tomados para la caracterización de masas forestales. Esto es el diámetro a la altura del pecho y estimación de altura, que normalmente son estimados para modelos de crecimiento, en este caso el laurel y tachuelo fueron las especies con mejores comportamientos en cuanto a crecimiento.

El laurel y tachuelo requieren amplio espacio para desarrollo radicular y crecimiento, permitiendo un óptimo aprovechamiento del volumen comercial para madera, es así, como las plantaciones estancadas presenta fustes delgados, más susceptibles a deformaciones causadas por la acción del viento; lo cual, se evidencia en los resultados de calidad del fuste, donde los mínimos distanciamientos causaron el crecimiento de fustes delgados; por lo tanto se considera ampliar el distanciamiento en la estrategia para aprovechamiento sostenible de las especies forestales.

9. Recomendaciones

- Estudiar el efecto de diferentes prácticas silviculturales y la rentabilidad de proyectos de sistemas agroforestales de las especies analizadas en el presente estudio, especialmente de laurel y tachuelo que presentaron los mejores resultados; además de estimar modelos de rendimiento forestal con bases de datos provenientes preferiblemente de mediciones en parcelas permanentes.
- Evaluar el posible efecto del cambio climático en el rendimiento forestal; aplicar otras especies forestales en la estrategia de aprovechamiento forestal del presente estudio.
- Analizar estrategias de adopción del sistema agroforestal propuesto. Es así como se requiere tomar en cuenta el conocimiento local para cada una de las especies que se proponen y analizan en este estudio, por ejemplo: las distancias de las especies de árboles sugeridas para el sistema agroforestal, tienen que involucrar la participación de las comunidades para el proceso de implementación del sistema y así incluir otras especies.

10. Bibliografía

Cañada, A; Vilcko, F; Rade, D; Zambrano, C y Molina, C. (2014). *Hacia una descripción de fuste para el Laurel Cordia alliodora en sistemas agroforestales en el Bosque Protector Sumaco, Ecuador*. Revista Avances en ciencias e ingenierías. 6(1): B36 – B43.

CATIE. (2015). *Carapa guianensis*. Disponible en: www.arbolesdecentroamerica.info/index.../63_ae7a0d2cea8d9da5991a49f9d2769df9: Consulta: Noviembre, 2018.

Corporación nacional forestal - CONIF (1994). *Investigaciones forestales y agroforestales en el departamento del Guaviare.* Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005027/GUAVIARE-1.pdf. Consulta: Noviembre, 2018.

Corporación nacional de investigación y fomento forestal - CONIF. (1999). *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: Experiencias en Colombia. Bogotá. 42 p.

Corporación nacional de investigación y fomento forestal - CONIF. (2014). *Cedrella odorata.* Experiencias en Colombia, Bogotá. 93 p.

Corporación Nacional Forestal (2010). *Protocolo de poblamiento forestal. Corporación Nacional Forestal,* Santiago (Chile).

Diaz, J. (2013). *Plan de manejo para el aprovechamiento forestal, finca San Pedro, municipio de San Vicente de Chucuri, departamento de Santander*. Trabajo de grao para obtener el

título de Magister de desarrollo sostenible y medio ambiente, universidad de Manizales. 94 p.

Domínguez, M; Zavala, J y Martínez, P. (2011). *Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental*. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.

Farfan, F (2012). A*rboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café.* Federación Nacional de Cafeteros. 88 p.

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2000). *Plan nacional de desarrollo forestal.* Bogota. Colombia. 71 p.

Moreno, Y. (2018). *Usos potenciales de las especies arbóreas y arbustivas asociadas al cultivo de cacao en la vereda Bajo Caranal, Municipio de Arauquita*. Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero forestal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia "UNAD". 133 p.

Ordoñez, J. (2008). *Como entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago por servicios ambientales*. Revista Ciencias 90(1): 37 – 42.

Quinatoa, J. (2018). *Evaluación de la variabilidad genética y dasométrica de nueve procedencias de Cordia alliodora r&p (laurel) en la estación Experimental Central De La Amazonia (EECA), Parroquia San Carlos, Cantón la Joya de los Sachas, Provincia de Orellana.* Trabajo de grado para obtener el título de ingeniero forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 89 p.

Restrepo, H. (2010). *Estimación del rendimiento forestal con información espacialmente explícita y análisis financiero de plantaciones forestales en Colombia. Trabajo de grado para el título de magister en bosques y conservación ambiental*. Universidad Nacional de Colombia. 101 p.

Universidad de Nariño. (2016). *Granja Maragrícola.* Disponible en: http://www.udenar.edu.co/project/granja-maragricola/. Consulta: Noviembre, 2018

Vázquez, V. (2015). *Manejo forestal comunitario, gobernanza y género en Hidalgo, México*. Revista mexicana de sociología. 77(4). 611 – 635 p.

Anexos

No. árbol	Nombre Común	Diámetro normal (cms)	Diámetro normal (cms)	Diámetro normal (mts)	Altura total (mts)	Altura comercial (mts)	Calidad de Fuste	AB (mts^2)	V (mts^3)
1	LAUREL	75	23,87	0,239	6	6	2	0,0448	0,1611
2	LAUREL	68	21,65	0,216	7	3	2	0,0368	0,0662
3	LAUREL	51	16,23	0,162	5	42	3	0,0207	0,5216
4	LAUREL	85	27,06	0,271	6	7	2	0,0575	0,2415
5	LAUREL	75	23,87	0,239	7	4	2	0,0448	0,1074
6	LAUREL	74	23,55	0,236	8	2	2	0,0436	0,0523
7	LAUREL	69	21,96	0,220	7	5	2	0,0379	0,1137
8	LAUREL	62	19,74	0,197	5	3	2	0,0306	0,0551
9	LAUREL	79	25,15	0,251	5	2	2	0,0497	0,0596
10	LAUREL	90	28,65	0,286	6	6	2	0,0645	0,2320
11	LAUREL	67	21,33	0,213	10	3	1	0,0357	0,0643
12	LAUREL	95	30,24	0,302	6	10	2	0,0718	0,4309
13	LAUREL	64	20,37	0,204	5	2	2	0,0326	0,0391
14	LAUREL	52	16,55	0,166	6	4	2	0,0215	0,0516
15	LAUREL	61	19,42	0,194	5	3	2	0,0296	0,0533
16	LAUREL	66	21,01	0,210	6	5	2	0,0347	0,1040
17	LAUREL	62	19,74	0,197	6	2	2	0,0306	0,0367
18	LAUREL	48	15,28	0,153	3	2	2	0,0183	0,0220
19	LAUREL	94	29,92	0,299	12	4	2	0,0703	0,1688
20	LAUREL	67	21,33	0,213	8	7	2	0,0357	0,1500
21	LAUREL	68	21,65	0,216	9	4	2	0,0368	0,0883
22						0		0,8484	2,8196

Anexo a. Formato de campo de la especie forestal Laurel (*Cordia alliodora (*Ruiz & Pav.)Oken).

No. árbol	Nombre Común	Diámetro normal (cms)	Diámetro normal (cms)	Diámetro normal (mts)	Altura total (mts)	Altura comercial (mts)	Calidad de Fuste	AB (mts^2)	V (mts^3)
1	TACHUELO	58	18,46	0,185	6	6	2	0,0268	0,0964
2	TACHUELO	55	17,51	0,175	8	2	2	0,0241	0,0289
3	TACHUELO	55	17,51	0,175	4	5	2	0,0241	0,0722
4	TACHUELO	67	21,33	0,213	5	4	2	0,0357	0,0857
5	TACHUELO	72	22,92	0,229	10	2	2	0,0413	0,0495
6	TACHUELO	68	21,65	0,216	7	7	2	0,0368	0,1545
7	TACHUELO	80	25,46	0,255	8	10	2	0,0509	0,3056
8	TACHUELO	80	25,46	0,255	10	6	2	0,0509	0,1833
9	TACHUELO	78	24,83	0,248	8	4	2	0,0484	0,1162
10	TACHUELO	98	31,19	0,312	10	7	2	0,0764	0,3210
11	TACHUELO	97	30,88	0,309	6	2	2	0,0749	0,0898
12	TACHUELO	82	26,10	0,261	7	3	2	0,0535	0,0963
13	TACHUELO	75	23,87	0,239	6	5	2	0,0448	0,1343
14	TACHUELO	45	14,32	0,143	4	7	2	0,0161	0,0677
15	TACHUELO	95	30,24	0,302	5	2	2	0,0718	0,0862
16	TACHUELO	70	22,28	0,223	7	4	2	0,0390	0,0936
17	TACHUELO	60	19,10	0,191	6	5	2	0,0286	0,0859
18	TACHUELO	61	19,42	0,194	8	3	2	0,0296	0,0533
19	TACHUELO	56	17,83	0,178	10	5	2	0,0250	0,0749
20	TACHUELO	59	18,78	0,188	10	2	1	0,0277	0,0332
21	TACHUELO	51	16,23	0,162	6	5	1	0,0207	0,0621

Anexo b. Formato de campo de la especie forestal Tachuelo (*Zanthoxylum rhoifolium* Lam).

Anexo c. Toma de datos de la especie Cedro (*Cedrela odorata* L).

Anexo d. Diámetro de la especie Laurel ***(****Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)Oken).

Anexo e. Altura comercial de la especie forestal Tachuelo *(Zanthoxylum rhoifolium* Lam).

Anexo f. Fuste de la especie Tangare ***(****Carapa guianensis* Aubl***).***