

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESTABLECIMIENTO DE UN COMPONENTE ARBÓREO DE
MARÍA (*CALOPHYLLUM LONGIFOLIUM*) EN UN SISTEMA
TAUNGYA. INSTITUTO PROFESIONAL Y TÉCNICO JOAQUINA H.
DE TORRIJOS. SOLOY. 2018**

**LISLLY ISABEL PITTÍ VIGIL
4 – 777 – 1605**

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2018

ESTABLECIMIENTO DE UN COMPONENTE ARBÓREO DE MARÍA
(*CALOPHYLLUM LONGIFOLIUM*) EN UN SISTEMA TAUNGYA.
INSTITUTO PROFESIONAL Y TÉCNICO JOAQUINA H. DE
TORRIJOS. SOLOY. 2018

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS

APROBADO:

PROF. M.Sc. OVIDIO NOVOA S.

DIRECTOR

PROF. M.Sc. JOSÉ PINEDA

ASESOR

PROF. M.Sc. AMILCAR BEITIA

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme realizar este trabajo y poner en mi camino a cada una de estas personas maravillosas que me regalaron su tiempo, apoyo y me enseñaron que siempre es bueno recibir ayuda.

A mis padres Luis Pittí y Dalis Vigil, mi hermano Luisito y mi abuela Amelia, gracias por su apoyo incondicional.

Al Instituto Profesional y Técnico Joaquina H. de Torrijos, por abrirme sus puertas, darme la oportunidad de realizar este trabajo en sus predios y brindarme el apoyo necesario.

A los estudiantes de este plantel por ayudarme a realizar las labores de campo, especialmente a los jóvenes de cuarto año, quienes cada martes y jueves me acompañaron a trabajar con su entusiasmo y valiosa ayuda.

A los profesores del IPT, Iván, Irma, Antonio, Guillermo, Marcos y Maricel, por su colaboración en las actividades en campo.

A los profesores Lisbeth Ramírez, Arquímedes Caballero y Margelys Cáceres, por recibirme con los brazos abiertos, cuidarme y apoyarme desde el primer día, gracias por sus consejos y enseñanzas.

A mi director de tesis, el profesor Ovidio Novoa, por ser un guía en mi camino, no solo en este trabajo, sino también en estos cuatros años de universidad, gracias

por las oportunidades que me ha brindado, su paciencia, apoyo, dedicación y mantener las puertas de su oficina siempre abiertas para todas mis preguntas.

A Alcides Ríos, por su apoyo incondicional, animarme y estar siempre dispuesto a ayudar, sin importar la hora o el cansancio.

A mis amigos Nicole Bonilla, Jessica Montero, Kenneth Barquero y Laura Valdés, quienes me ofrecieron su ayuda desinteresada. Gracias por estar presentes cuando lo necesite y madrugar para acompañarme a la parcela.

¡Muchas Gracias!

Lisly Isabel Pittí Vigil

DEDICATORIA

A los estudiantes del Instituto Profesional y Técnico Joaquina H. de Torrijos y todos aquellos con deseos de superación, que, a pesar de las dificultades asisten a sus clases con la esperanza de un futuro mejor.

¡Si pueden soñarlo, pueden lograrlo!

Lisly Isabel Pittí V.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PÁGINA DE APROBACIÓN	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	6
1.4.1. General	6
1.4.2. Específicos.....	6
1.5. Hipótesis de trabajo.....	6
1.6. Alcances y limitaciones	6
1.6.1. Alcances	6
1.6.2. Limitaciones	7
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Sistemas Agroforestales.....	8
2.1.1. Sistema Taungya	8
2.2. María (<i>Calophyllum longifolium</i>)	11
2.2.1. Descripción	11
2.2.2. Distribución	11
2.2.3. Manejo	12
2.2.4. Usos.....	12
3. MARCO METODOLÓGICO	14

3.1.	Descripción del área de estudio	14
3.1.1.	Localización geográfica	14
3.1.2.	Suelos	15
3.1.3.	Climatología	15
3.2.	Establecimiento del sistema <i>taungya</i>	16
3.2.1.	Limpieza del terreno	16
3.2.2.	Trazado de curvas a nivel	16
3.2.3.	Marcado del área de plantación y siembra	17
3.2.4.	Ahoyado y rodajea	18
3.2.5.	Plantación y siembra del cultivo	19
3.2.5.1.	Plantación de María	19
3.2.5.2.	Siembra del cultivo	19
3.3.	Manejo del sistema	20
3.3.1.	Fertilización	20
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.	CONCLUSIONES	31
6.	RECOMENDACIONES	32
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
8.	ANEXOS	38

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Pág.
I.	ALTURA INICIAL DE LOS PLANTONES DE MARÍA, IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.....	24
II.	ALTURA DE LOS PLANTONES DE MARÍA A LOS 60 DÍAS, IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.....	25
III.	FICHA TÉCNICA DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ, POROTO Y GUANDÚ.....	43
IV.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. SISTEMA <i>TAUNGYA</i> (I AÑO). IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.....	44
V.	CRONOGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES. IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1.	Plano de los Terrenos del Instituto Profesional Técnico Joaquina H. de Torrijos. 2018.....	14
2.	Densidad de siembra entre plantón, IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	18
3.	Esquema de siembra de maíz (<i>Zea mays</i>), IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	20
4.	Plantón defoliado IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	23
5.	Trazado de curvas a nivel. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	28
6.	Transporte de plantones. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018..	29
7.	Labor de plantación. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	29
8.	Medición de la altura inicial. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	29
9.	Presentación del sistema <i>taungya</i> . IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	30
10.	Mapa del sitio. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	40
11.	Hojas, fruto y tronco de <i>Calophyllum longifolium</i>	42
12.	Corte correcto de las ramas.....	47
13.	Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno inclinado..	50

14.	Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno plano.....	51
15	Limpieza del terreno. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	53
16	Transporte de plántones. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018..	53
17	Plantación y colocación de tierra orgánica. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	54
18	Medición de la pendiente del terreno. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	54
19	Plantón a los dos meses posterior al establecimiento. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	55
20	Siembra de maíz. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	55
21	Arreglo de la cerca. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		Pág.
1.	Plan de manejo del sistema <i>taungya</i>	38
2.	Fotografías de actividades durante el establecimiento del sistema <i>taungya</i>	53
3.	Mapa del área	57

**ESTABLECIMIENTO DE UN COMPONENTE ARBÓREO DE MARÍA
(*CALOPHYLLUM LONGIFOLIUM*) EN UN SISTEMA TAUNGYA, INSTITUTO
PROFESIONAL Y TÉCNICO JOAQUINA H. DE TORRIJOS. SOLOY. 2018**

Pittí, L. 2018. Establecimiento de un componente arbóreo de maría (*Calophyllum longifolium*) en un Sistema *Taungya*, Instituto Profesional y Técnico Joaquina H. De Torrijos. Soloy. 2018. Tesis Ingeniería en Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí, PA. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. 70 P.

RESUMEN

Las actividades agropecuarias actuales requieren prácticas que causen un impacto positivo al medio ambiente, es por ésto que se implementan los sistemas agroforestales, los cuales están compuestos por árboles, cultivos o animales en un espacio determinado. Entre estos sistemas se encuentra el *taungya*, que consiste en árboles y cultivos creciendo simultáneamente hasta que el componente arbóreo cause sombreamiento excesivo, impidiendo así el crecimiento de los cultivos y convirtiéndose en una plantación pura.

El objetivo del presente trabajo fue establecer un componente arbóreo *Calophyllum longifolium* en un sistema *taungya*; éste se llevó a cabo en el Instituto profesional y Técnico Joaquina H. de Torrijos, ubicado en el corregimiento de Soloy. En las actividades realizadas participaron los estudiantes de bachiller agropecuario, quienes aprendieron las labores que requirió el establecimiento del sistema y la importancia del mismo.

Como resultado del trabajo se plantaron 112 árboles, los cuales tuvieron un incremento de altura promedio de 2.2 centímetros en dos meses. Se obtuvo un 88.4 por ciento de sobrevivencia, sin embargo, se realizó una actividad de replantado para mantener la cantidad de árboles iniciales. Además, se elaboró un plan de manejo para el sistema establecido, con el fin de guiar las labores de mantenimiento y establecer un cronograma para que las actividades silvícolas se realicen en el tiempo correcto, garantizando así el crecimiento adecuado del componente arbóreo. El plan de manejo presenta la descripción de las actividades, de limpieza, poda, raleo, fertilización, monitoreo, protección del área y recolección de datos, siendo esta última fundamental para conocer el desarrollo de los árboles en el sitio hasta el momento de la cosecha y servir como fuente de información para la implementación de maría (*Calophyllum longifolium*) en proyectos forestales o la comparación de su rendimiento con otras especies maderables.

Palabras claves: *taungya*, componente arbóreo, manejo silvícola, *Calophyllum longifolium*.

**ESTABLISHMENT OF AN ARBOREAL COMPONENT OF MARIA
(*CALOPHYLLUM LONGIFOLIUM*) IN A TAUNGYA SYSTEM, JOAQUINA H.
DE TORRIJOS PROFESSIONAL AND TECHNICAL INSTITUTE. SOLOY. 2018**

Pitti, L. 2018. Establishment of an arboreal component of maria (*Calophyllum longifolium*) in a Taungya System, Joaquina H. De Torrijos Professional and Technical Institute. Soloy. 2018. Thesis Engineering in Watershed Management and Environment. Chiriquí, PA. Faculty of agricultural sciences. Panama University. 70 P.

ABSTRACT

The current agricultural activities require practices that cause a positive impact to the environment; this is why the agroforestry systems are implemented, which are composed of trees, crops or animals in a given space. Among these systems, is the taungya, which consists of trees and crops growing simultaneously until the tree component causes excessive shading, thus preventing the growth of crops and becoming a pure plantation.

The objective of the present project was to establish an arboreal component *Calophyllum longifolium* in a taungya system; this took place at the Joaquina H. de Torrijos Professional and Technical Institute, located in the village of Soloy. In the activities carried out, the students of agricultural high school participated, who learned the tasks that required the establishment of the system and the importance of it.

As a result of the project, 112 trees were planted, which had an average height increase of 2.2 centimeters in two months. An 88.4 percent survival was obtained; however, a replanting activity was carried out to maintain the number of initial trees. In addition, a management plan for the established system was drawn up, in order to guide the maintenance work and establish a schedule so that the forestry activities are carried out at the correct time, thus guaranteeing the adequate growth of the arboreal component. The management plan presents the description of the activities, cleaning, pruning, thinning, fertilization, monitoring, protection of the area and data collection, the latter being essential to know the development of the trees on the site until the time of harvest and serve as a source of information for the implementation of maria (*Calophyllum longifolium*) in forestry projects or the comparison of its yield with other timber species.

Keywords: taungya, arboreal component, silvicultural management, *Calophyllum longifolium*.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las actividades agropecuarias conforman un sector importante para la economía de Panamá, principalmente para la población que habita en las áreas rurales; sin embargo, en los últimos años se han observado diversos problemas que dificultan la producción, como la disminución de tierras aptas para la agricultura y ganadería, debido al crecimiento urbano, lo que provoca la expansión de la frontera agrícola y la utilización de laderas sin el manejo adecuado para garantizar la mitigación de los daños ambientales y optimizar la producción (MiAMBIENTE, 2010).

En Panamá, las prácticas para contrarrestar estos problemas no han sido utilizadas ampliamente; pero, las necesidades actuales han impulsado el desarrollo de proyectos que promueven los sistemas agroforestales en conjunto con propietarios de fincas e instituciones privadas y gubernamentales, como el proyecto para el desarrollo de sistemas agroforestales con cacao en el área de Bocas del Toro, que presentó el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y miembros del Consejo Nacional de la Empresa Privada (CONEP) (MIDA, 2015).

Es necesario establecer sistemas agroforestales como estrategias para la restauración de los suelos degradados y adecuar el manejo de la producción,

Estas técnicas siguen los principios de los sistemas agropecuarios sostenibles, los cuales buscan proteger y mejorar la calidad del entorno y de la vida de las personas, producir suficientes rubros y ser económicamente viable (Altieri y Labrador, 1994).

Implementar sistemas agroforestales constituye una respuesta a muchos problemas actuales. Como el sistema *taungya*, que atiende la necesidad de establecer plantaciones forestales y cultivar rubros simultáneamente en los primeros años, lo que proporciona beneficios económicos a corto plazo, hasta que el crecimiento de la especie forestal permita la producción del cultivo. Además, de este sistema se puede obtener información sobre el crecimiento y la adaptación de la especie maderable, datos que son considerados importantes para futuros establecimientos de sistemas similares y estudios o comparaciones de la especie *Calophyllum longifolium*.

1.2. Antecedentes

El sector agropecuario es el principal sustento de las poblaciones rurales, en las cuales se realizan las actividades agropecuarias de diferentes formas, ya que los productores poco a poco van cambiando sus técnicas de acuerdo con los conocimientos que adquieren a través de los años para producir de manera sostenible y obtener mayores beneficios. Sin embargo, para lograr ese cambio, las Instituciones gubernamentales juegan un papel muy importante para la enseñanza e implementación de sistemas de producción sostenibles.

En Panamá, se han llevado acciones para impulsar este objetivo, entre ellas, la creación de leyes que fomenten y ayuden al establecimiento de dichos sistemas por los productores, como la Ley N° 24 de 1992. Esta ley establece incentivos y reglamenta la actividad de reforestación en la República de Panamá” la cual busca incrementar todas las formas de reforestación, ya sea para fines comerciales, paisajísticos, ambientales, turísticos, agroforestales, silvopastoril, energéticos o cualquier otro.

Como alternativas de producción se encuentran los sistemas agroforestales, como el *taungya*, el cual ha sido estudiado en América Central desde los años sesenta, según registros del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, 1998). Este informe describe la asociación de la especie caoba (*Swietenia macrophylla*) con guandú (*Cajanus cajan*) en una finca de Chiriquí, obteniendo beneficios en el control de plagas, ya que después de un año y medio de establecimiento no se observaron ataques por *Hypsipyla*, en comparación con una plantación pura que sí sufrió daños, lo que proporciona una respuesta para contrarrestar el principal problema de las plantaciones con Meliáceas (CATIE, 1998).

Para 1996, la FAO realizó un informe del estado actual de los árboles fuera del bosque en Panamá, donde recolectó información sobre sistemas *taungya* en la finca Conjunto Musical Ritmo Montañero, con asociaciones entre teca-piña, teca-poroto y teca-maíz, dando como resultado múltiples beneficios, como el aumento de ganancias en comparación con los gastos, el sistema mejoró el control de la erosión y el control de las malezas (FAO, s.f.).

Además, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, sede Chiriquí, se ha utilizado en varias ocasiones el sistema agroforestal *taungya*. En 1992 se inició esta práctica con especies arbóreas como melina en asocio con maíz, yuca y guandú; eucalipto en asocio con maíz y yuca; teca en asocio con arroz, maíz y otoi y terminalia en asocio con maíz, frijol y yuca.

Estos plantones se ubicaron a una distancia de 4 metros entre hileras y 3 metros entre plantas, los costos de establecimiento fueron menores que la reforestación convencional en parcelas puras. Además, el porcentaje de sobrevivencia de los árboles en el primer año fue alto, con valores entre 80 por ciento y 100 por ciento. El proyecto tuvo un rendimiento aceptable a pesar de estar ubicado en suelos pobres (Aguilar y Osorio, 1992).

Como resultado de estas experiencias beneficiosas con este tipo de sistemas, las instituciones como el Ministerio de Desarrollo Agropecuario destacan la importancia de desarrollar sistemas de siembra con árboles maderables y frutales que aportan beneficios, ya que diversifican la producción y aumentan los ingresos con la comercialización de frutas de temporada o subproductos de los árboles. (MIDA, 2016).

1.3. Justificación

El establecimiento de sistemas agroforestales constituye una respuesta a problemas que afrontan los productores, ya que estos sistemas requieren prácticas que a largo plazo mejoran la calidad del entorno, procuran mantener la

producción en el tiempo y buscan aumentar la productividad (Altieri y Labrador, 1994).

Es importante transmitirles a los productores los conocimientos necesarios para su implementación, resaltando la existencia de varios sistemas que tienen diferentes objetivos de producción pero que, a su vez, todos cumplen el propósito de sostenibilidad. Es por ello, que se hace fundamental establecer modelos de sistemas agroforestales, como el *taungya*, en los Institutos profesionales y técnicos especializados en la educación agropecuaria, siendo estos los encargados de preparar a los jóvenes que serán el futuro de la actividad agropecuaria en Panamá.

Además, establecer estos proyectos en los planteles educativos proporcionan múltiples beneficios, destacando el conocimiento adquirido tanto teórico como práctico por partes de los estudiantes en temas de producción, conservación de suelos y sostenibilidad. Por lo que, el IPT Joaquina H. de Torrijos, ubicado dentro de la Comarca Ngäbe Buglé, es un instituto ideal para este proyecto, debido a la necesidad de producir rubros para su comedor y aprovechar de la mejor manera las tierras que poseen, principalmente las que tienen pendiente.

Asimismo, el sistema *taungya* brinda la oportunidad de generar información sobre la especie *Calophyllum longifolium*, de la cual no existe gran cantidad de datos en Panamá, por lo que se podrán realizar posteriores investigaciones acerca de los resultados obtenidos a lo largo del manejo del sistema.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

- Establecer el componente arbóreo *Calophyllum longifolium* en un sistema *taungya* en el Instituto Profesional y Técnico Joaquina H. de Torrijos, ubicado en el corregimiento de Soloy.

1.4.2. Específicos

- Diseñar y establecer un sistema *taungya*, compuesto por la especie forestal maría (*Calophyllum longifolium*), asociada al cultivo de maíz (*Zea mays*).
- Elaborar un plan de manejo que garantice el mantenimiento y aprovechamiento del sistema agroforestal *taungya* a futuro.
- Instruir a los miembros de la comunidad educativa del Instituto Profesional y Técnico Joaquina H. de Torrijos sobre el establecimiento y manejo del sistema antes expuesto.

1.5. Hipótesis de trabajo

Es posible establecer el componente arbóreo *Calophyllum longifolium* en un sistema *taungya* en el IPT Joaquina H. de Torrijos.

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Alcances

Se estableció un sistema *taungya*, el cual le proporcionará al IPT Joaquina H. de Torrijos beneficios económicos, ambientales, educativos e investigativos.

El sistema *taungya* contribuirá al control de erosión, dado que existe una pendiente en el terreno en el que se ubicó, el cultivo proveerá alimento para el

comedor escolar con la primera cosecha de maíz que se realizará este año. Posteriormente también se obtendrán rubros con el correcto manejo que le de la institución al sistema en los primeros años.

Además, el sistema sirve como modelo de enseñanza para los estudiantes del plantel, quienes observaron y participaron en todas las actividades de campo para el establecimiento del sistema y su manejo durante el primer ciclo de cosecha.

A largo plazo, este sistema tiene grandes alcances ya que, se espera que la plantación genere ingresos económicos por la comercialización de la madera que se obtendrá y que permita realizar posteriores investigaciones para evaluar el comportamiento de la especie arbórea y será una fuente de germoplasma, las cuales se podrán vender y reproducir.

1.6.2. Limitaciones

Las principales limitaciones para el establecimiento, fueron la distancia y el tiempo de trabajo, ya que el plantel educativo se encuentra dentro de la comarca Ngäbe Buglé, y es un recorrido de dos horas en vehículo. Además, las labores de campo solo se realizaron en las horas en que los estudiantes tenían destinadas a las prácticas en los proyectos, con un horario de 7:00 a.m. a 10:00 a.m.

Por otra parte, el área para el sistema *taungya* no contaba con la correcta protección de sus límites, lo que representaba un peligro si los animales entraban al lugar antes de reparar las cercas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sistemas Agroforestales

Según Mendieta y Rocha (2007) un sistema agroforestal es un sistema agropecuario compuesto por árboles, cultivos o animales, con límites definidos, componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, interacciones, entradas y salidas.

Estos brindan diversos beneficios y oportunidades a los productores que los establecen, como:

- Incremento de la productividad del área a través del ciclaje de nutrientes y de la protección del suelo, con bajo capital e insumos.
- Diversificación de la producción en un área determinada.
- Reducir la escorrentía superficial y erosión de suelo.
- Ayudar a recuperar suelos degradados.
- Reducir el daño por plagas y enfermedades.
- Aumento de ingresos económicas por la venta o autoconsumo de productos adicionales.

2.1.1. Sistema Taungya

El origen del sistema *taungya* se remonta al año 1856 en Birmania, como un método para reducir el costo de la reforestación de teca (*Tectona grandis*) que llevaba a cabo el departamento forestal, el cual estableció un acuerdo de cooperación con la tribu de los Karen, quienes sembraban la semilla de teca dentro de los cultivos tradicionales como arroz y algodón. Después de un año los

agricultores abandonaban las tierras, quedando establecidos los árboles (CATIE, 1994).

En la actualidad, los sistemas *taungya* consisten en árboles y cultivos creciendo simultáneamente durante el período de establecimiento de la plantación, hasta que el sombreado excesivo no permita el desarrollo del cultivo, lo que ocasiona el fin del sistema agroforestal y comienza una plantación forestal pura. (Mendieta y Rocha, 2007).

La obtención de madera es el principal fin del sistema, sin embargo, permitir el cultivo de especies anuales en las primeras etapas de la plantación, favorece el control de malezas, reduciendo así los costos de plantación y la venta de los rubros permite general ingresos extras (Mendieta y Rocha, 2007).

Beer, Kapp y Lucas (1994), citados por Iglesias (1999) distinguen entre *taungya* estatal y *taungya* privado. En el primero el estado controla el manejo del sistema en terrenos extensos, con la participación de la población rural; mientras que el *taungya* privado se realiza en terrenos propios del productor, quien es el dueño, tanto de los árboles como de los cultivos.

Es importante seguir ciertos criterios para la selección del cultivo agrícola y el componente arbóreo a utilizar dentro del sistema, con el fin de maximizar los beneficios y reducir la competencia. Según Mendieta y Rocha (2007) los criterios a seguir son:

- Cultivos de porte bajo.
- Especies fijadoras de nitrógeno o simbiosis con otros microbios.
- Tolerantes a sombra.

- Requerimiento de pocos insumos.
- De consumo y comercialización asegurada.
- Evitar especies trepadora.
- Evitar los cultivos de altos requerimientos de nutrientes sin fertilizar.
- Evitar raíces y tubérculos.

Criterios para la especie forestal:

- Fuste recto con poca ramificación.
- Copa estrecha.
- Autopoda.
- Densidad de siembra amplias.
- Para terrenos con pendientes, se recomienda el uso de especies con raíces profundas (CATIE, 1998).

Existen estudios que demuestran beneficios al establecer árboles con cultivos agrícolas, entre ellos está la reducción de la mortalidad de los plántones al tener un espaciamiento mayor entre ellos, el ritmo de crecimiento aumenta y se reduce la exposición del suelo por la presencia del cultivo, por lo que es una forma de conservación del recurso suelo (Mendieta y Rocha, 2007).

Mendieta y Rocha (2007) mencionan algunas especies agrícolas más utilizadas: frijol (*Phaseolus spp.*), (*Vigna spp.*), algodón (*Gossypium spp.*), guandú (*Cajanus spp.*), maíz (*Zea mays*), entre otras.

2.2. María (*Calophyllum longifolium*)

2.2.1. Descripción

María es un árbol con copa redondeada y densa. Posee un tronco recto y cilíndrico con una altura entre 20 a 40 metros y alcanza diámetros de 40 a 60 centímetros. Su corteza es gris con parches amarillentos a lo largo del fuste. Las hojas son simples y opuestas, coriáceas y presentan una nervadura secundaria fina y paralela (CTFS, 2018).

La especie es dioica, sus flores son de color blanco con estambres amarillos, numerosas y pequeñas, ligeramente perfumadas. Los frutos son drupas de 2.5 a 3 centímetros de largo, ovoides o esféricas, verde amarillentas en la madurez, de olor fragante, y una semilla grande por fruto, la cual es esféricas, de 1.7 a 2.2 centímetros de largo y ancho, de color blanco amarillentas (ACP, 2007).

2.2.2. Distribución

Calophyllum longifolium crece a bajas y medianas elevaciones, en climas secos, húmedos o muy húmedos con temperatura media de 25 grados centígrados.

Crece también cerca de ríos y arroyos en terrenos de suelo profundo y prospera en suelos con buen drenaje, derivados de material calizo. Alcanza su mejor crecimiento en pendientes ligeras o pronunciadas y a orilla de carreteras (ACP, 2017).

Se encuentra en las provincias de Bocas del Toro, Colón, Darién, Herrera, Panamá, Veraguas y la comarca de Kuna Yala. Es común observar la especie de en bosques de la vertiente del Caribe y de la isla de Coiba en Panamá (CTFS, 2018).

2.2.3. Manejo

Calophyllum longifolium es intolerante a la sombra durante la etapa de plántula, sin embargo, las plántulas bajo pleno sol pueden sufrir quemaduras por el sol durante la temporada seca.

Durante los dos primeros años presenta un mejor crecimiento bajo sombra ligera. Pero después del establecimiento exitoso, necesita pleno sol para el desarrollo más rápido. Tomando en cuenta estos datos, el árbol maría tiene tolerancia intermedia a la sombra.

El árbol florece y fructifica dos veces al año, de junio a octubre, y de noviembre a febrero. Las semillas se cosechan desde el suelo y no necesitan ningún tratamiento previo. Tienen un porcentaje de germinación de 70 a 80 por ciento y tardan aproximadamente ocho semanas en germinar.

En las áreas húmedas se debe realizar rodajeas en un radio de un metro alrededor de las plántulas, los tres primeros años, por lo menos una vez al año. A diferencia de las plántulas ubicadas en áreas secas, donde el desyerbado no es tan necesario.

Es recomendable realizar las podas al primer y tercer año para eliminar ramas bajas (ACP, 2007).

2.2.4. Usos

- La madera de *Calophyllum longifolium* es de excelente calidad y es utilizada para construcción de pisos, muebles finos, carpintería, contrachapad, trabajos de gabinetes, mangos de herramientas, construcción de puentes y durmientes de ferrocarril.

- Las semillas contienen un aceite que se utiliza como combustible para fines de iluminación.
- Recuperación de terrenos degradados.
- La especie se emplea como barrera rompevientos para las plantaciones y sombra y refugio del ganado, por lo que se puede utilizar en sistemas silvopastoriles (ACP, 2007).

El colegio se encuentra a una altitud de 162 metros sobre el nivel del mar, según información obtenida a través del programa GOOGLE EARTH (2018). Posee aproximadamente 72 hectáreas de terreno, dedicadas a diferentes actividades agropecuarias para la enseñanza de los estudiantes y la obtención de productos para proveer el comedor o para venta en beneficio del colegio.

La parcela destinada para el establecimiento del sistema tiene 2900 metros cuadrados, y no fue dividida para hacer comparaciones, por lo que no tuvo replicas o bloques.

3.1.2. Suelos

Según Jaramillo (1998), los suelos que predominan en el área comarcal Ngäbe Buglé se clasifican en Oxic Dystropept, estos son rojizos, arcillosos y erosionados, tienen poca pedregosidad, buen drenaje y presentan baja fertilidad.

Los principales usos que se le ha dado a la tierra son la ganadería y la agricultura migratoria.

El terreno presenta una pendiente pronunciada de 32 por ciento, y según la capacidad agrologica de los suelos, este se clasifica en clase VI (apto para la producción forestal y cultivos permanentes, como frutales y café) MiAMBIENTE 2010).

3.1.3. Climatología

De acuerdo con los datos climáticos históricos de la estación Soloy (110-008), el área recibe una precipitación promedio anual de 2779.6 milímetros (ETESA, 2018) y presenta 4 meses secos que van desde enero hasta abril.

Además, según la clasificación de Holdridge, se ubica en la zona de vida Bosque muy húmedo tropical (MiAMBIENTE, 2010).

3.2. Establecimiento del sistema *taungya*

3.2.1. Limpieza del terreno

Se realizó una limpieza manual del terreno, la cual consistió en eliminar las malezas y arbustos con machete y la remoción de troncos y material seco de cultivos anteriores, estos residuos se colocaron en los extremos de la parcela

3.2.2. Trazado de curvas a nivel

El terreno destinado para el establecimiento del sistema *taungya* presentó una pendiente pronunciada, por lo que se realizó el trazado de curvas de nivel, ya que la literatura recomienda realizar esta técnica de conservación de suelo para cualquier cultivo cuando la pendiente es mayor a cinco por ciento (FUNDESYRAM, s.f.).

Para la marcación de curvas de nivel se siguieron los siguientes pasos, tomados como referencia de la guía para la construcción y uso del Nivel A, elaborada por PCAC (s.f.):

- Se construyó un Nivel A y se calibró antes de utilizarlo.
- Se marcó una línea guía o línea madre, desde el punto más alto hasta el punto más bajo del terreno, con el fin de respetar la distancia entre curvas de nivel.
- Desde el punto más alto se clavaron estacas, alineadas a la guía madre, a cada dos pasos del Nivel A, que hicieron un total de cuatro metros.
- Para marcar las curvas se colocó una pata del nivel A pegada a la estaca de la línea madre, se buscó el nivel, moviendo el otro extremo. Cuando la plomada

estuvo a nivel, es decir con las dos patas a la misma altura, se clavó una estaca, de allí se continuó con el mismo procedimiento, ubicando una pata del aparato en la base de la última estaca clavada, buscando el nivel de la otra, hasta llegar al final de la parcela.

- Al finalizar el marcado, se corrigieron las estacas que sobresalían mucho de la curva, con el fin de suavizarla.

3.2.3. Marcado del área de plantación y siembra

Se realizó el marcado del sitio para plántones y el cultivo siguiendo las curvas de nivel trazadas.

Para la especie maderable se utilizó un distanciamiento de cuatro metros entre árboles y cuatro metros entre hileras (4x4). En cada espacio al que corresponde el plantón se colocó una estaca con cinta amarilla para su mejor localización.

Se plantaron 112 árboles, esto debido al exceso de sombra que existe en los límites de la parcela, lo cual redujo significativamente el área. Se utilizó un arreglo en tresbolillo, como se observa en la figura 2.

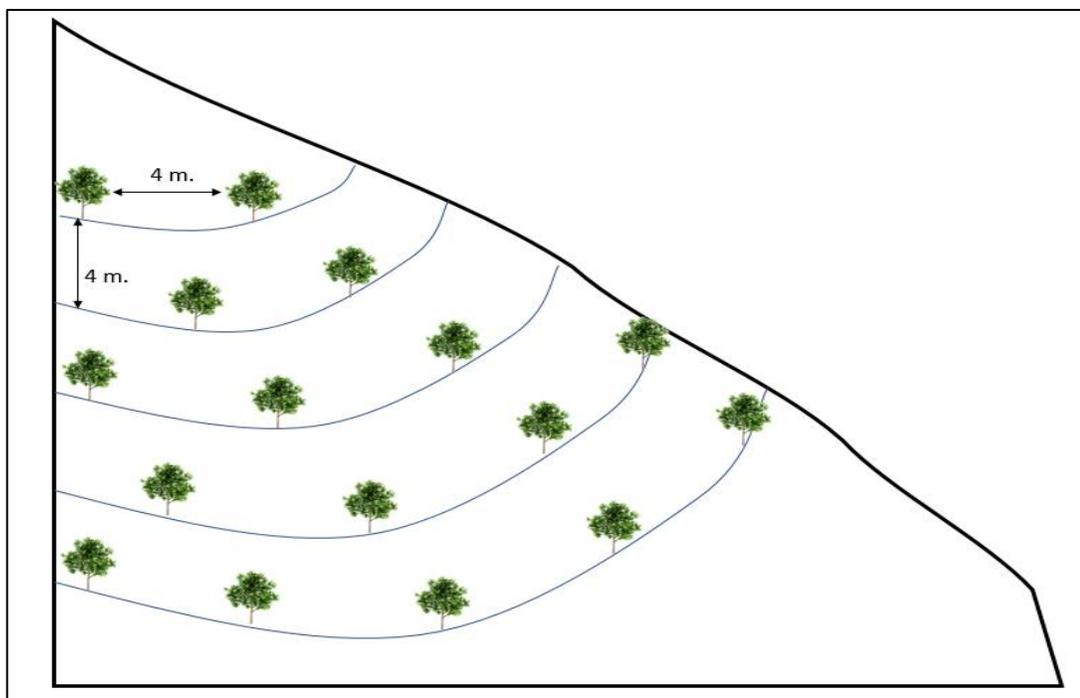


Figura 2. Distancia de siembra entre plantón, IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.

3.2.4. Ahoyado y rodajea

Se realizó el ahoyado para cada plantón en el lugar señalado por la estaca con cinta amarilla. Los hoyos se abrieron aproximadamente con 25 centímetros de ancho y 40 centímetros de profundidad. Esta característica del hoyo ayuda a que la planta tenga un área de crecimiento radicular en los primeros meses, lo que permite mejor absorción del agua (ACP, 2006).

Alrededor del plantón se realizó una rodajea (superficie circular de un metro de diámetro), que consistió en limpiar a ras de suelo toda la maleza existente. Esta labor se realizó para disminuir la competencia de la maleza sobre las plántulas (ACP, 2006).

Para los cultivos, se limpió con machete el callejón donde se establecieron.

3.2.5. Plantación y siembra del cultivo

3.2.5.1. Plantación de María

Para realizar la labor de plantado se procedió a retirar con mucho cuidado la bolsa para que el pilón de sustrato no se desmoronara. Posteriormente se colocó 150 gramos de abono, se cubrió con tierra negra orgánica para evitar el contacto directo con las raíces, y se colocó el plantón, llenando los espacios con tierra negra y apretando con las manos para eliminar los espacios de aire.

3.2.5.2. Siembra del cultivo

El cultivo que se utilizó fue el maíz (*Zea mays*). Según el MIDA (2015), la distancia de siembra recomendada va desde los 18 a los 22 centímetros entre plantas y de 80 a 90 centímetros entre hileras. Sin embargo, se utilizaron medidas más grandes para que el cultivo sea más manejable.

Entre hileras, se utilizó una distancia de dos metros y entre plantas 80 centímetros, como se observa en la figura 3. Se colocaron tres granos por golpe.

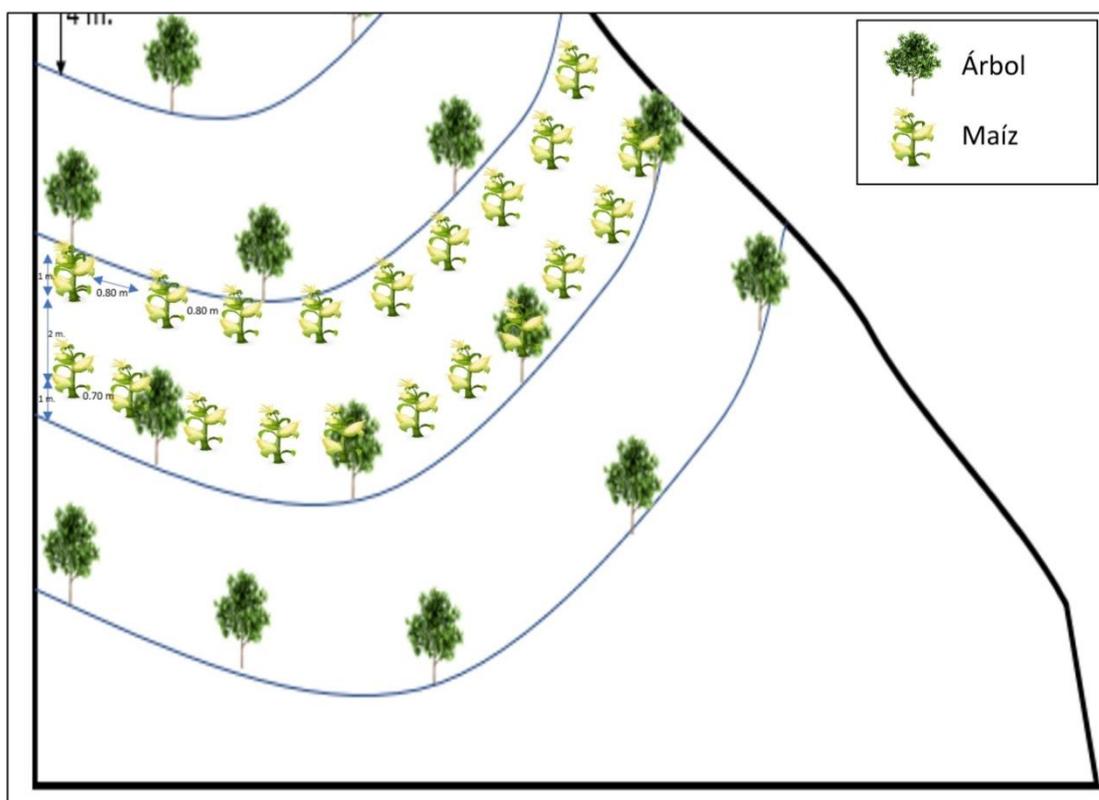


Figura 3. Esquema de siembra de maíz (*Zea mays*), IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.

3.3. Manejo del sistema

Después del establecimiento se realizó una aspersión cada 30 días, con insecticidas comerciales, haciendo preferencia en productos orgánicos para controlar plagas como grillos.

3.3.1. Fertilización

- Al momento de la siembra se realizó una fertilización con 12 – 24 – 12, en una proporción de 150 gramos por plantón y 7.5 gramos por planta de maíz.

- A los 25 días de la siembra se realizó una fertilización nitrogenada, colocando dos onzas dentro de un pequeño agujero hecho a lado del árbol.

Las actividades de rodajeas y podas se explican en el plan de manejo redactado.

3.4. Recolección de datos

En la recolección de datos se consideraron los parámetros de altura y porcentaje de sobrevivencia.

Se contó la cantidad de plántones que se encontraban vivos quince días después del establecimiento, con este dato se procedió a determinar el porcentaje de sobrevivencia y conocer la cantidad de plántones necesarios para realizar una jornada de replantado.

Para determinar el incremento de altura se realizaron dos mediciones para cada plánton, una al momento de la plantación y la segunda dos meses después del establecimiento. Los datos obtenidos se tabularon y promediaron para conocer el incremento promedio de altura que tuvo el componente arbóreo maría en dos meses.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Establecimiento del sistema *taungya*

El establecimiento del sistema *taungya* se realizó con base a las labores detalladas en la metodología, iniciando con la limpieza del terreno, la cual no tuvo ningún inconveniente. Posteriormente se trazaron las curvas a nivel con el uso de un Nivel A, y se procedió a realizar las demás actividades propuestas (marcación, plantación, siembra del cultivo, fertilización y manejo).

4.2. Crecimiento y desarrollo de María (*Calophyllum longifolium*)

El componente arbóreo maría obtuvo un 88.4 por ciento de sobrevivencia, clasificándose como un valor bueno.

La baja mortalidad que se presentó pudo ser causada por los siguientes aspectos:

- Los plántones muertos tenían pocas hojas, debido a inconvenientes en la labor de transporte lo que ocasiono que perdieran su follaje.
- Estos presentaron marchitez en las hojas que les quedaban y en los nuevos brotes.

Posteriormente se realizó un replantado para sustituir los plántones muertos, manteniendo un total de 112 árboles, los cuales presentaban buen aspecto luego de un mes de establecimiento.



Figura 4. Plantón defoliado. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.

4.2.1. Altura de los plantones

Una semana después de la labor de plantado se tomó las medidas de altura para cada plantón, las cuales oscilan entre 84.2 y 12 centímetros.

La diferencia de alturas tan marcadas se debe a que el 30 por ciento de los plantones utilizados fueron producidos en bolsas, por lo que tenían un mayor tamaño al momento de llevar a campo, y el 70 por ciento fueron producidos en contenedores N° 40, por lo cual presentaban menores alturas, pero gran cantidad de hojas.

CUADRO I. ALTURA INICIAL DE LOS PLANTONES DE MARÍA, IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.

N°	Altura (cm)						
1	31	31	17	61	18	91	54
2	34	32	24	62	18	92	22
3	53.2	33	21	63	19	93	19
4	23	34	17	64	19	94	47
5	36	35	17	65	24	95	29
6	69.5	36	17	66	79	96	65
7	22	37	49	67	70	97	35
8	38	38	29	68	20	98	45
9	32	39	25	69	19.5	99	23
10	33.1	40	29	70	76	100	23
11	20	41	26	71	20	101	25
12	33.1	42	23	72	15	102	23
13	22.5	43	69	73	12	103	22
14	44	44	38	74	12	104	24
15	54.8	45	26.5	75	21	105	15
16	25	46	32	76	18	106	23
17	15	47	26	77	19	107	17
18	72.1	48	42	78	14	108	28
19	58.5	49	16	79	28	109	55
20	27.3	50	22.1	80	22	110	22
21	23.3	51	14	81	23	111	15
22	52	52	21	82	23	112	22
23	34.3	53	24	83	81.2		
24	84.2	54	21	84	20		
25	60	55	22	85	44		
26	44	56	17	86	29		
27	22.5	57	20	87	30		
28	49	58	20	88	19		
29	21.1	59	62	89	21		
30	51	60	18	90	24		

CUADRO II. ALTURA DE LOS PLANTONES DE MARÍA A LOS 60 DÍAS, IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.

N°	Altura (cm)						
1	34	31	19	61	20.4	91	57.8
2	35	32	25	62	21	92	23
3	55	33	23	63	23	93	22
4	24.3	34	19.5	64	23.5	94	50.4
5	39	35	19	65	27	95	31
6	73	36	19	66	83	96	67.8
7	23.8	37	51	67	73	97	36
8	39	38	32.3	68	23	98	47
9	32.5	39	27	69	20	99	25.3
10	35	40	32	70	78	100	24
11	22	41	29	71	24	101	27.2
12	37	42	26.2	72	18.2	102	26.1
13	24	43	71	73	13	103	24.3
14	46.5	44	42	74	14.7	104	25.7
15	56	45	27.8	75	23	105	16
16	26	46	34	76	19.5	106	23.8
17	16.1	47	29	77	21.3	107	18
18	73	48	47	78	16	108	28.6
19	62	49	17	79	31	109	56
20	30	50	24	80	23	110	22.5
21	26	51	14.3	81	24.3	111	17.1
22	54.3	52	25	82	25	112	22.8
23	38	53	27	83	85		
24	86	54	22.7	84	22		
25	65	55	26.2	85	46		
26	45	56	19	86	30		
27	23.8	57	22	87	32		
28	51	58	23	88	21		
29	24	59	64.5	89	22.6		
30	53	60	20	90	25		

El cuadro I muestra la altura inicial de cada plantón, con un valor máximo de 84.2 centímetros y una altura mínima de 12 centímetros. La altura inicial promedio de la plantación es de 31.3 centímetros.

En el cuadro II se observan las medidas de altura de cada plantón, tomadas dos meses después del establecimiento.

En promedio el incremento de altura fue de 2.2 centímetros en dos meses. Se obtuvo una altura máxima de 86 centímetros y una altura mínima de 13 centímetros. La altura promedio de los 112 árboles fue de 33.5 centímetros.

4.3. Cultivo de maíz (*Zea mays*)

El cultivo asociado con la especie *Calophyllum longifolium* fue el maíz. Se utilizó la variedad Guararé, la cual presenta las siguientes características, según la ficha técnica del cultivo (MIDA 2015):

- Tiene un ciclo de cultivo 120 a 150 días
- Se siembra todo el año. En época lluviosa es preferible realizar la siembra en mayo y septiembre
- Requiere una temperatura óptima de 18 a 32 grados centígrados
- Se puede sembrar en elevaciones desde 0 a 3800 metros sobre el nivel del mar.

Se sembraron aproximadamente dos libras de semillas de maíz de manera manual, sin utilizar ningún tipo de maquinaria, evitando remover el suelo, lo cual puede ser causante de erosión por tratarse de un área con pendiente. Se realizó

una chapia para eliminar las malezas antes de la siembra y evitar la utilización de químicos.

4.4. Plan de manejo del sistema *taungya*

Para obtener un buen rendimiento y por ende productos de buena calidad, se debe seguir una serie de actividades silvícolas que propicien el correcto desarrollo de los componentes, por lo que se redactó un plan de manejo para el sistema establecido. Este será una guía para la institución, la cual se encargará del manejo y aprovechamiento de los cultivos y el componente arbóreo.

En el plan de manejo se describen las actividades a realizar y el tiempo en el que se recomiendan llevar a cabo, mediante un cronograma de actividades para el primer año y otro para los 10 primeros años de la plantación, donde se deben realizar la mayor parte de actividades esenciales para un adecuado desarrollo de los árboles. VER ANEXO 1.

4.5. Actividades de instrucción

4.5.1. Labores en campo

El sitio de establecimiento pertenece a una institución de enseñanza agropecuaria, donde se imparten materias con actividades en campo. Es por ello que los estudiantes participaron en todas las labores realizadas, donde aprendieron en que consiste cada una de ellas y su importancia.

En las actividades participaron los estudiantes de bachiller, principalmente los grupos de cuarto año y en menor frecuencia los grupos de quinto y sexto año. Ellos observaron y realizaron labores como:

- Limpieza del área
- Trazado de curvas a nivel con el instrumento “Nivel A”
- Toma de coordenadas geográficas
- Marcación del punto de plantación
- Transporte
- Plantación y fertilización
- Siembra de maíz
- Recolección de datos



Figura 5. Trazado de curvas a nivel. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.



Figura 6 y 7. Transporte de plantones y plantación. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.



Figura 8. Medición de la altura inicial. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018.

4.5.2. Presentación del Sistema *taungya*

Se realizó una exposición dirigida a los estudiantes de quinto y sexto año sobre el sistema *taungya*, donde se explicó su origen, en que consiste, las características que deben tener las especies y la descripción de las actividades que requiere el establecimiento. Se enfocó la explicación en la metodología del trabajo realizado.



Figura 9. Presentación del sistema *taungya*. IPT Joaquina H. de Torrijos. Soloy, 2018.

5. CONCLUSIONES

- La hipótesis de trabajo se cumplió, ya que la especie arbórea maría (*Calophyllum longifolium*) se estableció exitosamente en el sistema *taungya*, y esta fue asociada con maíz como primer ciclo de cultivo.
- Se establecieron 112 árboles, los cuales presentaron un incremento promedio en altura de 2.2 centímetros en dos meses. En este tiempo los árboles mostraron una correcta adaptación al sitio, y sólo hubo un 11.6 por ciento de mortalidad, provocado por afectaciones en la labor de transporte.
- Se elaboró un plan de manejo que servirá como guía para la realización de las labores silvícolas necesarias para el mantenimiento del sistema y la producción del cultivo en los primeros años.
- Los estudiantes obtuvieron nuevos conocimientos al participar de todas las actividades realizadas para el establecimiento y manejo del sistema *taungya*, donde aprendieron mediante la explicación y ejecución, en qué consistía cada labor y la importancia del sistema.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir el plan de manejo de sistema *taungya* expuesto en el documento, a fin de realizar las labores silvícolas en el tiempo adecuado para garantizar el correcto desarrollo del componente arbóreo y aprovechar los cuatro primeros años los ciclos de cultivo a establecerse.
- Se debe realizar la medición de los rasgos funcionales (DAP, altura total y comercial) del componente arbóreo anualmente, y llevar el registro de estos datos para conocer el desarrollo que tendrá la especie en el sitio.
- El Instituto requiere herramientas adecuadas para llevar a cabo la recolección de los rasgos funcionales en el sistema. Se recomienda la utilización de cinta diamétrica, forcípula, estadía o pistola Haga, las cuales no posee, por lo que es necesario la adquisición de las mismas
- Considerando que uno de los beneficios del sistema *taungya* es el mejoramiento del suelo, se debe realizar un estudio de este con el objetivo de comparar los resultados al finalizar el periodo del sistema.
- Se recomienda a la Institución educativa considerar el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles que sirvan al mejoramiento de los proyectos agropecuarios que se llevan a cabo y beneficien el aprendizaje de los estudiantes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACP (Autoridad del Canal de Panamá) 2006. Manual de Reforestación Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Volumen 1 (en línea). Consultado 21 abr. 2018. Disponible en: <http://www.micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2012/06/manual-de-reforestacion-vol1.pdf>
- ACP (Autoridad del Canal de Panamá) 2007. Manual de Reforestación: Especies Maderables Tradicionales. Volumen 2 (en línea). Consultado 3 oct. 2018. Disponible en: <http://www.cich.org/publicaciones/03/manual-reforestacion-vol2.pdf>
- Aguilar, N.; Osorio, J. 1992. El Sistema Agroforestal *Taungya*. David, Panamá. 1995
- Altieri M.; Labrador, J. 1994. Manejo y Diseño de Sistemas Agrícolas Sustentables (En línea). Consultado 20 mar. 2018. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juana_Labrador/publication/267775382_MANEJO_Y_DISENO_DE_SISTEMAS_AGRICOLAS_SUSTENTABLES/links/56ea95f608ae25ede8327e6e/MANEJO-Y-DISENO-DE-SISTEMAS-AGRICOLAS-SUSTENTABLES.pdf
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1994. Alternativas de Reforestación: *Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs plantaciones puras* (en línea). Consultado 19 abr. 2018.

Disponible en:

http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/266/Alternativas_de_reforestacion.pdf?sequence=1

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1998.

Sistema *Taungya* (en línea). Consultado 19 abr 2018. Disponible en:

https://books.google.com.pa/books?id=U5YOAQAIAAJ&pg=PR18&lpg=PR18&dq=sistema+taungya+en+panama&source=bl&ots=_TIUwOITXb&sig=4bPNY01M2tVt4bI4T9pGLGbv7k&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj3qcz2jMzbAhUL3FMKHf8KBC8Q6AEIlgQEwCw#v=snippet&q=panam%C3%A1&f=false

Correa, F. 2006. Plano de los terrenos del Instituto Profesional y Técnico Joaquina

H. de Torrijos. Soloy. Esc 1:3500

Cotler, H.; Fregoso, A. 2006. Sistemas de producción agropecuaria (en línea).

Consultado 15 abr. 2018. Disponible en:

http://www.emapas.inecc.gob.mx/download/lch_sistemas_de_produccion.pdf

CTFS (Centro de Ciencias Forestales del Trópico) 2018. Árboles, arbustos y

palmas de Panamá (en línea). Consultado 3 oct. 2018. Disponible en:

<http://ctfs.si.edu/webatlas/maintreeatlas.php>

ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.). 2018. Datos Climáticos

Históricos de la Estación Soloy (110-008) (En línea). Consultado 17 abr.

2018. Disponible en:

http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php?sensor=7

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) s.f. Estado actual de la información sobre arboles fuera del bosque (en línea). Consultado el 18 may. 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad395s/AD395s04.htm>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2004. Programa de evaluación de los recursos forestales (en línea) Consultado 14 oct 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/ae578s/AE578S00.htm#TopOfPage>

FUNDESYRAM (Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental) s.f. Siembra al contorno o en curvas a nivel (en línea). Consultado 21 abr. 2018. Disponible en: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=510>

IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2010. Adaptabilidad y estabilidad de 20 variedades de maíz, Panamá (en línea). Consultado 11 oct 2018. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000100002

Iglesias, J. M. 1999. Sistemas de producción agroforestales: conceptos generales y definiciones. Pastos y Forrajes, Vol. 4, No. 2. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, 2009. ProQuest Ebook Central. Consultado el 1 de oct de 2018. Disponible en: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/upanamasp/detail.action?docID=3179594>.

INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). 2010. Algunas características de la división política-administrativa en la República de Panamá, según provincia, comarca indígena y distrito: año 2010 (En línea). Consultado 15 abr. 2018. Disponible en: <https://www.contraloria.gob.pa/inec/archivos/P3521CARACTERISTICAS.pdf>

Jaramillo, Santander E. 1998. Los suelos del área Guaymí. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. 25 p.

Ley de Incentivos Forestales N° 24. Gaceta Oficial. Panamá. 23 nov. 1992

Mendieta, R.; Rocha, L. 2007. Sistemas Agroforestales (en línea). Consultado 18 abr. 2018. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_RENF08M538.pdf

MiAMBIENTE (Ministerio de Ambiente). 2010. Cuarto Informe Nacional de Panamá Ante el Convenio Sobre la Diversidad Biológica (en línea). Consultado 20 mar. 2018. Disponible en: http://www.miambiente.gob.pa/images/file/CUARTO_INFORME_NACIONAL.pdf

MiAMBIENTE (Ministerio de Ambiente, Panamá). 2010. Atlas Ambiental de la República de Panamá, Primera Edición (en línea). Consultado 16, abr. 2018. Disponible en: <http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/BibliotecaVirtual/mg/AtlasAmbiental.pdf>

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). 2015. CONEP presenta al MIDA proyecto para impulsar producción del cacao (En Línea). Consultado 20 mar. 2018. Disponible en: https://www.mida.gob.pa/noticias_id_3342.html

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). 2016. Panamá es sede por primera vez de reunión de representantes agroforestales (en Línea). Consultado 20 may. 2018. Disponible en: https://mida.gob.pa/noticias_id_3686.html

MIDA (Ministerio de Desarrollo Agropecuario). 2013. Transformación Agropecuaria Ley 25 (en Línea). Consultado 20 may. 2018. Disponible en: https://www.mida.gob.pa/proyectos_id_2054.html

OFI-CATIE (Instituto Forestal de Oxford – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas). 2003. Árboles de Centroamérica: Un Manual para Extensionistas (en línea). Consultado 19 abr. 2018. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a11445e/a11445e.pdf>

Resolución No. DM-0028. Gaceta Oficial. Panamá. 1 feb. 2018

PCAC (Programa de Campesino a Campesino) s.f. Construcción y Uso Del Nivel “A” (en línea) Consultado 21 abr. 2018. Disponible en: http://confras.com/documentos_b/Operativos/Serie%20de%20Campesino%20a%20Campesino-1.pdf

8. ANEXOS

ANEXO 1. PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA *TAUNGYA*

PLAN DE MANEJO DEL SISTEMA *TAUNGYA*

COMPONENTE ARBÓREA: MARÍA (*CALOPHYLLUM LONGIFOLIUM*)

**INSTITUTO PROFESIONAL Y TÉCNICO JOAQUINA H. DE TORRIJOS.
SOLOY, 2018**

1. INTRODUCCIÓN

En un sistema *taungya*, árboles y cultivos crecen simultáneamente durante la fase de establecimiento de la plantación. Su objetivo principal es obtener madera, sin embargo, los cultivos ofrecen beneficios adicionales.

Después del establecimiento del sistema es fundamental seguir un plan de manejo, el cual consiste en llevar a cabo una serie de actividades silvícolas (limpieza, poda, raleo, fertilización y protección) desde el año cero hasta el aprovechamiento, con el fin de garantizar el crecimiento adecuado de la especie arbórea maría (*Calophyllum longifolium*) y obtener un producto final de buena calidad.

La realización de las actividades en el tiempo correcto permitirá utilizar satisfactoriamente el sistema, cultivar hasta que el componente arbóreo lo permita y realizar el monitoreo apropiadamente para prevenir problemas o tratarlos rápidamente.

1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El área en el que se estableció el sistema *taungya* pertenece al Instituto Profesional y Técnico Joaquina H. de Torrijos. Se ubica en la comunidad de Jebai, corregimiento de Soloy, cabecera del distrito de Besikó, Comarca Ngäbe Buglé.

El sitio tiene una altitud de 162 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), presenta una pendiente pronunciada de 32 por ciento y un área total de 2900 metros cuadrados.

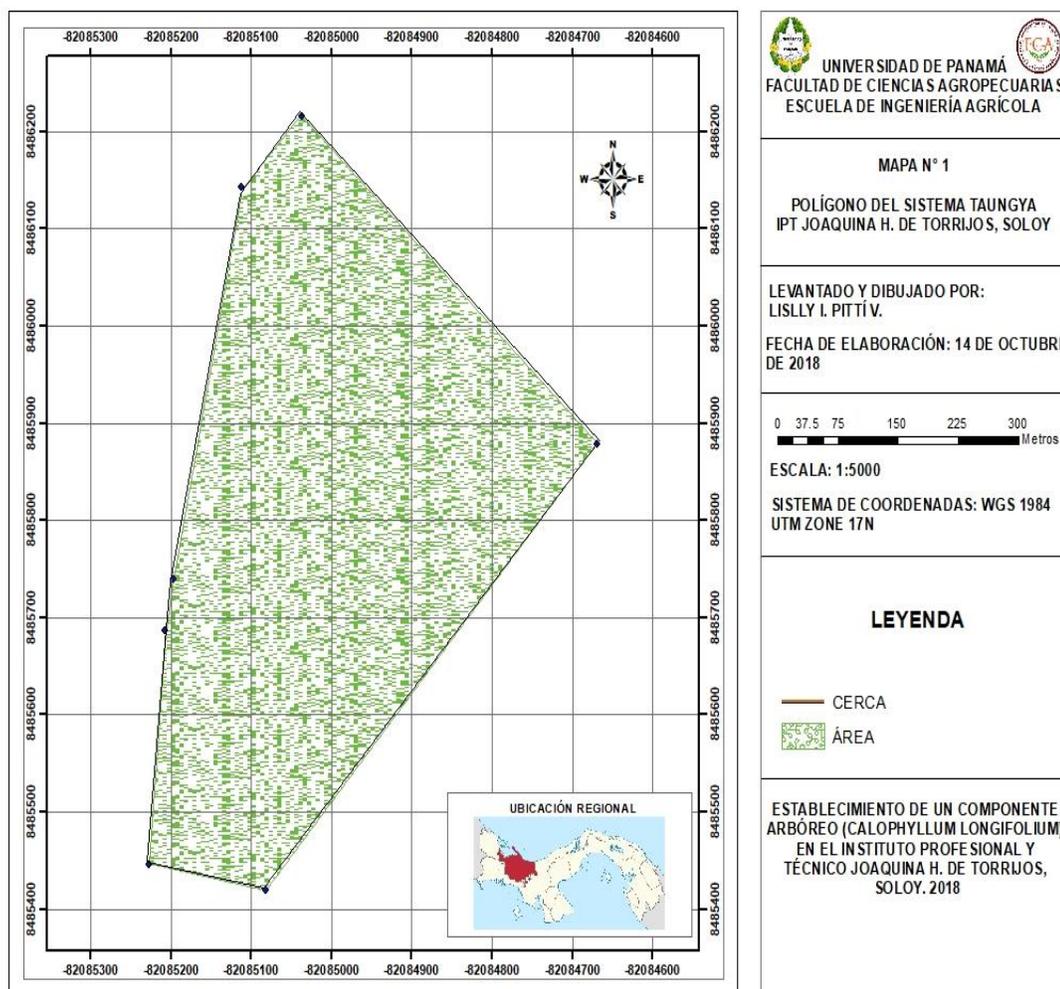


Figura 10. Mapa del sitio. IPT Joaquina H. de Torrijos, Soloy. 2018

Según su capacidad agrológica, pertenece a la clase VI (apto para la producción forestal y cultivos permanentes, como frutales y/o café). Presenta erosión y baja fertilidad.

Se ubica en la zona de vida Bosque muy húmedo tropical, según la clasificación de Holdridge. El área recibe una precipitación promedio anual de 2779.6

milímetros (ETESA, 2018) de acuerdo con los datos climáticos históricos de la estación Soloy (110-008),

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

2.1. MARÍA (*CALOPHYLLUM LONGIFOLIUM*)

Calophyllum longifolium presenta un copa redondeada y densa. Posee un tronco recto y cilíndrico con una altura entre 20 - 40 metros y alcanza diámetros de 40 - 60 centímetros. Su corteza es gris con parches amarillentos a lo largo del fuste. Las hojas son simples y opuestas, coriáceas y presentan una nervadura secundaria fina y paralela (CTFS, 2018).

La especie es dioica; sus flores son de color blanco con estambres amarillos, numerosas y pequeñas, ligeramente perfumadas. Los frutos son drupas de 2.5 - 3 centímetros de largo, ovoides o esféricas, verde amarillentas en la madurez, de olor fragante y una semilla grande por fruto, la cual es esféricas, de 1.7 - 2.2 centímetros de largo y ancho, de color blanco amarillentas (ACP, 2007).

Crece a bajas y medianas elevaciones, en climas secos, húmedos o muy húmedos con temperatura media de 25 grados centígrados. También prospera cerca de ríos y arroyos en terrenos de suelo profundo y en suelos con buen drenaje, derivados de material calizo. Alcanza su mejor crecimiento en pendientes ligeras o pronunciadas y a orilla de carreteras (ACP, 2017).

La especie es intolerante a la sombra durante la etapa de plántula, sin embargo, bajo pleno sol pueden sufrir quemaduras por el sol durante la temporada seca.

Durante los dos primeros años presenta un mejor crecimiento bajo sombra ligera. Pero después del establecimiento exitoso, necesita pleno sol para el desarrollo

más rápido. Tomando en cuenta estos datos, el árbol maría tiene tolerancia intermedia a la sombra.

El árbol florece y fructifica dos veces al año, de junio a octubre, y de noviembre a febrero. Las semillas se cosechan desde el suelo y no necesitan ningún tratamiento previo. Tienen un porcentaje de germinación de 70 a 80 por ciento y tardan aproximadamente ocho semanas en germinar.

La madera de *Calophyllum longifolium* es de excelente calidad y es utilizada para construcción de pisos, muebles finos, carpintería, contrachapad, trabajos de gabinetes, mangos de herramientas, construcción de puentes y durmientes de ferrocarril.



Fuente: CTFS, 2018

Figura 11. Hojas, fruto y tronco de *Calophyllum longifolium*.

2.2. CULTIVOS

CUADRO III. FICHA TÉCNICA DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ, POROTO Y GUANDÚ.

Nombre común	Maíz	Poroto	Guandú
Nombre científico	<i>Zea mays</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Cajanus cajan</i>
Ciclo de cultivo (días)	120 - 150 días	81 días	150 - 180 días
Época de siembra	Todo el año	Desde la segunda semana de octubre hasta la tercera semana de noviembre	A partir de mayo, con el inicio de las lluvias
Época de cosecha	Todo el año, según la época de siembra	Inicio de año (enero, febrero, marzo)	De noviembre a diciembre
Temperatura optima (°C)	18°C - 32°C	20°C - 25°C	24°C - 28°C
Elevación (m.s.n.m.)	De 0 - 3800 msnm	Desde 400 msnm hasta 1500 msnm	De 0 - 800 msnm
Precipitación (mm.)	De 600 - 750 mm	400 mm	De 700 mm hasta 2000 mm
pH optimo	5.5 – 7.0	6.0 - 6.8	5.0 – 7.0
Textura	Franco , Arcillo-arenoso, Arcilloso	Franco o franco arcilloso	Arenoso – franco, hasta arcilloso
Preparación del suelo	Utilizar herbicida quemante una semana antes de la siembra	Dejar cubierta vegetal	Dejar cubierta vegetal
Densidad de siembra		200000 plantas/ha	9000 a 26000 plantas/ha
	18 - 22 cm entre plantas y 80 a 90 cm entre hileras	20 cm entre plantas y 50 cm entre hileras	1 m entre plantas y 1.5 - 2 m. entre hileras
Fertilización	Utilizar 12 – 24 – 12 227,25 a razón de 272,70 Kg/ha a la siembra. Abono nitrogenado a razón de 227,25 - 272,70 kg/ha. a los 21 días y a los 35 días, con suelo húmedo.	Utilizar 18 – 46 – 0 al momento de la siembra o de 5 a 7 días después de la siembra a razón de 2.5 a 3.0 qq/ha	Utilizar 18 – 46 – 0 al mes de la siembra a razón de 1.5 qq/ha

(Fuente: IDIAP, 2015)

3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

3.1. ACTIVIDADES POR MES PARA EL PRIMER AÑO DEL SISTEMA TAUNGYA.

CUADRO IV. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES. SISTEMA TAUNGYA (1 AÑO). IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.

ACTIVIDAD		MES											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ÁRBOL	Limpieza					X						X	
	Rojadeas			X				X				X	
	Podas			X									
	Monitoreo fitosanitario	X			X			X			X		
	Fertilización			X									
	Protección contra fuego	X											
	Recolección de datos		X						X				
CULTIVO	Siembra de maíz							X					
	Siembra de guandú					X							
	Siembra de poroto										X		
	Fertilización					X		X			X		
	Cosecha										X	X	

3.2. ACTIVIDADES POR AÑO, PARA EL COMPONENTE ÁRBOREO

CUADRO V. CRONOGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES. IPT JOAQUINA H. DE TORRIJOS, SOLOY. 2018.

ACTIVIDADES	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Plantación	X										
Limpieza		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rodajeas		X	X	X	X	X					
Podas		X		X					X		
Raleos						X					
Fertilización						X					
Monitoreo fitosanitario		X	X	X	X	X	X	X			
Protección contra fuego		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Protección del perímetro		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de datos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

4.1. LIMPIEZA

La limpieza consistirá en la eliminación de las malezas mediante chapias con machete. Estas se deben hacer todos los años una o dos veces, sin embargo, los cuatro primeros años se recomienda realizar dos o tres limpiezas, en inicios de la época lluviosa y finalizando la misma.

En el área se observa un crecimiento acelerado de las malezas con las lluvias, esta situación se evitará en gran parte, los cuatro primeros años, con el manejo del cultivo en el sistema.

4.2. SIEMBRA DE LOS CULTIVOS

Se recomienda sembrar maíz, poroto y guandú, cultivos que son consumidos en el comedor escolar. Además, se pueden incluir otros rubros como el culantro, según las necesidades que presente la institución educativa.

Se realizará la rotación de los cultivos antes mencionados y se podrán sembrar entre dos y tres hileras de cultivo entre cada hilera de árboles.

4.3. RODAJEAS

Las rodajeas se realizarán eliminando las malezas que están alrededor del árbol, con un diámetro de un metro. En esta labor se pueden utilizar herramientas como machete o azadón y es necesario realizarla los cinco primeros años, ya que el género *Calophyllum* es de crecimiento lento y requiere un mayor control de malezas, por lo que se recomienda realizar rodajeas cada tres o cuatro meses.

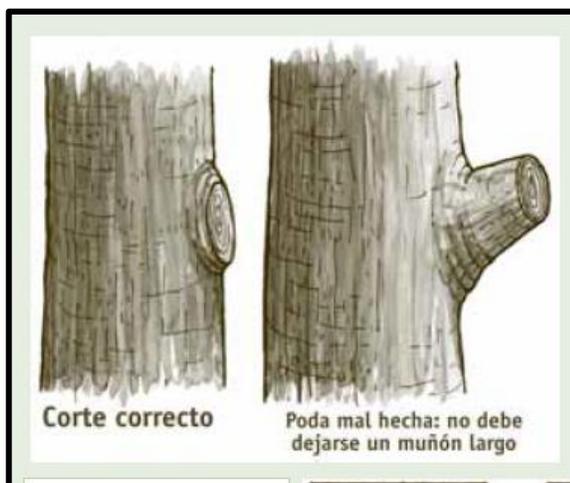
4.4. PODAS

La actividad de poda se llevará a cabo para eliminar las ramas bajas y evitar bifurcaciones, obteniendo así un tronco recto y libre de nudos, condición ideal para obtener madera de buena calidad (OFI-CATIE, 2003).

Las podas se deberán hacer en el tercer y octavo año, además, para el género *Calophyllum* se recomienda realizar una poda en el primer año.

La primera poda se realiza sólo hasta la mitad de la altura total del árbol, evitando eliminar demasiadas ramas vivas, lo que podría ocasionar deficiencia en el crecimiento.

Esta labor se realizará en época seca, donde la cicatrización es más rápida y el riesgo de presentar infecciones fungosas es más bajo. La poda de ramas secas se puede realizar en cualquier periodo del año, en caso de ser necesario, ya que la especie maría regularmente se autopoda.



Fuente: OFI-CATIE, 2003

Figura 12. Corte correcto de las ramas

4.5. RALEOS

El raleo se realiza para reducir el número de árboles en la plantación, con el objetivo de aumentar el espacio entre individuos y así concentrar el crecimiento en ellos (OFI-CATIE, 2003).

Se recomienda realizar un solo raleo en el año cinco, debido a la baja densidad de árboles establecidos.

La cantidad de árboles a ralearse puede determinarse mediante los datos dasométricos. Se realiza la medición de los diámetros de cada individuo y se procede a promediar, los árboles que se encuentren por debajo de la media obtenida se eliminarán, ya que no presentan un crecimiento adecuado. Esta acción garantizará que los árboles con buen desarrollo continúen correctamente.

Al momento en que se realizará la actividad de raleo se prioriza la eliminación de árboles que presenten las siguientes características:

- Bifurcaciones
- Plagas y enfermedades
- Supresión

4.6. FERTILIZACIÓN

Se recomienda fertilizar los árboles luego del raleo, en el año cinco. Esta acción estimulará el crecimiento y vigorizará los árboles.

Se puede utilizar abono completo, (N-P-K) 10-30-10, en dosis de 10 - 30 gramos por individuo, abriendo hoyos alrededor del árbol a una profundidad aproximada de 15 a 20 centímetros y colocando el abono.

Además, el género *Calophyllum* requiere una fertilización nitrogenada a los seis meses posterior al establecimiento, en dosis de 50 - 60 gramos por individuo.

4.7. MONITOREO FITOSANITARIO

El control fitosanitario se encarga de la prevención, control y eliminación de plagas y enfermedades. Este se debe hacer rigurosamente hasta los 7 primeros años de la plantación, realizando monitoreos para detectar afectaciones y contrarrestarlas.

Principalmente se realizará el control de arrieras, cada tres meses, los dos primeros años.

4.8. PROTECCIÓN CONTRA FUEGO

Se debe construir una faja corta fuego, la cual consiste en un área ancha libre de toda vegetación, con la función de evitar que el fuego entre en el área plantada.

Se recomienda establecer una faja de cinco metros de ancho alrededor de toda la parcela. Esta labor se debe realizar a inicios de la época seca, donde se presenta mayor riesgo de incendios forestales.

4.9. PROTECCIÓN DEL PERÍMETRO

Es necesario inspeccionar anualmente la condición en la que se encuentre la cerca de protección, con el fin de localizar daños y repararlos rápidamente. Esto evitará que el ganado se introduzca en el área y cause daño al componente arbóreo o al cultivo, en caso de que se encuentre.

4.10. RECOLECCIÓN DE DATOS

Se debe recopilar la información del crecimiento del componente arbóreo anualmente. Para esta actividad se debe medir el diámetro y la altura total de cada árbol, con estos datos se promedia el crecimiento de la plantación en el tiempo y se analiza su desarrollo. Esta información es importante como referencia para la comparación del crecimiento de *Calophyllum longifolium* en otros proyectos. Además, se debe anotar cualquier característica inusual que se observe en los

árboles, ya sea bajo rendimiento o la aparición de plagas o enfermedades, las cuales deben ser tratadas de inmediato.

4.10.1. DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP)

La medición del diámetro de cada árbol se debe realizar a la altura del pecho, de 1.50 metros sobre el terreno. Se debe utilizar una cinta diamétrica o una forcípula en el caso en el que los diámetros sean muy pequeños, posiblemente en los primeros años de edad.

También se puede utilizar una cinta métrica para realizar la medición sino se cuenta con los instrumentos mencionados anteriormente. Sin embargo, el resultado obtenido solo será la circunferencia y se debe convertir a DAP con la siguiente ecuación:

$$DAP = \frac{C}{\pi}$$

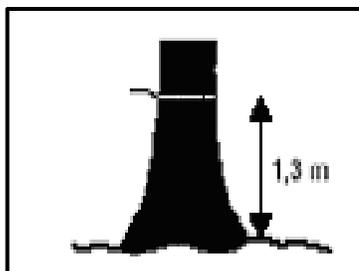
Siendo C, circunferencia; π el valor de 3.1416 y DAP, diámetro a altura del pecho.

Si el árbol se encuentra en un terreno inclinado, como es el caso del área en el que se estableció el sistema, se debe medir de la siguiente manera:



Fuente: FAO, 2004

Figura 13. Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno inclinado.



Fuente: FAO, 2004

Figura 14. Posición para la medición del DAP de un árbol en terreno plano.

4.11. APROVECHAMIENTO

El género *Calophyllum* es de crecimiento lento y se estima turnos de 30 – 40 años. Su madera es pesada y durable, por lo que tiene una gran variedad de usos y es comparada con la madera de Caoba (*Swietenia macrophylla*).

María se clasifica dentro de las maderas duras, por lo que su precio en tucas oscila entre 115.00 - 160.00 balboas, según la Resolución No. DM-0028 del 1 de febrero de 2016. Además, ese debe considerar que el precio de la madera aumenta a través de los años.

5. RECOMENDACIONES

Es fundamental llevar a cabo todas las actividades en el tiempo determinado, para un adecuado manejo del sistema establecido, con el fin de garantizar el correcto crecimiento de los árboles y así, obtener un producto final de buena calidad.

Es importante la recopilación de los datos dasométricos anualmente, hasta su aprovechamiento, para crear una base de datos del componente arbóreo

Calophyllum longifolium. Esta será una fuente de información que promueva la elección de la especie maderable en futuros proyectos y permita comparar su rendimiento con otras especies.

Se puede considerar establecer un sistema agroforestal de cacao bajo sombra o café de bajura bajo sombra, cuando el componente arbóreo pase los ocho años de edad, esto permitirá obtener ingresos adicionales mientras la plantación cumple su periodo de cosecha. Además, proporcionará mejoras a la condición del suelo, por ser un sistema agroforestal, y será una unidad de estudio para la institución.

Las especies mencionadas se pueden desarrollar en el sitio, ya que cumple con los requerimientos de estas.

ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE ACTIVIDADES DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA TAUNGYA.



Figura 15. Limpieza del terreno. IPT Joaquina H. de Torrijos. 2018



Figura 16. Transporte de plantones. IPT Joaquina H. de Torrijos. 2018



Figura 17. Plantación y colocación de tierra orgánica. IPT Joaquina H. de Torrijos. 2018



Figura 18. Medición de la pendiente del terreno. IPT Joaquina H. de Torrijos. 2018



Figura 19. Plantón a los dos meses posterior al establecimiento. IPT Joaquina H. de Torrijos. 2018



Figura 20. Siembra de maíz. IPT Joaquina H. de Torrijos. 2018



Figura 21. Arreglo de la cerca. IPT Joaquina H. de Torrijos. 2018

ANEXO 3. MAPA DEL ÁREA

