



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

**Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente**

Trabajo de Graduación

**Evaluación del estado actual de las
plantaciones forestales establecidas en el
Centro de Experimentación y Validación de
Tecnología El Plantel, Nindirí, Masaya, 2019**

Autores:

Br. Ossiel Méndez Ballesterero

Br. Marelin G. Muñoz Sánchez

Asesores:

Ing. MSc. Edwin A. Alonzo Serrano

Ing. M.C. Francisco G. Reyes Flores

Managua, Nicaragua

Abril, 2020



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Trabajo de Graduación

Evaluación del estado actual de las plantaciones forestales establecidas en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019

Autores:

Br. Ossiel Méndez Balletero

Br. Marelin Guissell Muñoz Sánchez

Asesores:

Ing. MSc. Edwin Antonio Alonzo Serrano

Ing. M.C. Francisco Giovanni Reyes Flores

Managua, Nicaragua
Abril, 2020



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Tribunal Examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al Título Profesional de:

Ingeniero Forestal

Dr. Álvaro Noguera

Ing. Oscar Valdivia

Ing. Bayardo González

Managua, Nicaragua

Abril, 2020

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2.- Objetivos específicos.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
3.1. Ubicación del área del estudio	4
3.1.1. Acceso	5
3.1.2. Clima	5
3.1.3. Suelo.....	5
3.1.4. Vegetación	5
3.2. Proceso Metodológico	6
3.2.1. Reconocimiento del área	6
3.2.2. Delimitación total de las plantaciones y establecimiento de unidades de muestreo ..	6
3.2.3. Limpieza de las parcelas.....	8
3.2.4. Inventario	9
3.2.5. Variables evaluadas.....	9
3.2.6. Variables Silviculturales.....	12
3.3. Incremento Medio Anual (IMA)	13
3.4. Análisis de datos.....	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	15
4.1. Resultados de la plantación de Teca en el plantel, Nindiri, Masaya, 2019.....	15

4.1.1. Distribución por clase diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea en la plantación de Teca	15
4.1.2 Iluminación por árbol en la plantación de Teca.....	15
4.1.3. Vigorosidad de árbol en la plantación de Teca.....	16
4.1.4. Calidad de fuste en la plantación de Teca	17
4.1.5. Volumen en la especie de Teca en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019	18
4.1.6. Promedio de IMA en altura y diámetro en la plantación de Teca en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019.....	18
4.2. Resultados de la plantación de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019	20
4.2.1. Distribución por clase diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea en la plantación de Neem	20
4.2.2. Iluminación por árbol en la plantación de Neem	21
4.2.3. Vigorosidad de árbol en la plantación de Neem	21
4.2.4. Calidad de fuste en la plantación de Neem.....	23
4.2.5. Volumen en la especie de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019.....	24
4.2.6. Promedio de IMA en altura y diámetro en la plantación de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019.....	24
4.3. Resultados de la plantación de Eucalipto en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019	24
4.3.1 Promedio de número de rebrote en la plantación de Eucalipto en el Plantel	24
4.4. Recomendaciones técnicas.....	26
4.4.1. Manejo forestal de las plantaciones	26
4.4.2. Mejora del componente forestal.....	26
4.4.3. Cercas vivas	26
4.4.4. Bancos forrajeros	26
4.4.5. Árboles dispersos en potreros	26
4.4.6. Rondas	27
4.4.7. Control de plagas	27
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES.....	29
VII. LITERATURA CITADA	30
VIII. ANEXOS	33

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso como principio de mi fe, quien me da la fuerza, perseverancia, sobre todo sabiduría de lo alto y salud, para superar los obstáculos que se me han presentado en la vida y lograr culminar mi carrera universitaria.

A mi padre Fabio Méndez Coleman, a mi abuelo Vicente Mendez y mi hermano Alexander Méndez Ballestero quienes ya no alcanzaron ver este gran logro en mi vida, los recuerdo con mucho amor y cada momentos inolvidables que disfrute con ellos los guardo en mi corazón, por brindarme su apoyo incondicional en la parte moral y económica hasta los últimos días de su vida, me siento muy orgulloso de ellos y considero que el mejor de los tributos, es recordarlos y seguir sus enseñanzas, los amo y que Dios los tenga en la gloria.

A mi adorada madre Sofía Ballestero Melgara, por ser una madre ejemplar, por su apoyo incondicional y creer siempre en mí, por ser el motor de mi vida el cual jamás se apagara sin importar el momento, la situación o circunstancia.

A Vilma Coleman mi amada abuela que es como mi segunda madre, por su apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida, a mi hermana Celin Méndez Ballestero y a mi pequeña Sofía Alexandra Méndez que son mi inspiración para seguir adelante, a mi compañera Rosani Carrillo Rivas por estar conmigo y apoyarme.

A mis amigos y compañero de clases generación 2014-2018, de Ingeniería forestal, por su amistad y cariño en todos estos años. A mi amiga y compañera de tesis que fue un honor trabajar con ella este trabajo de investigación donde compartimos buenos momentos, Marelin Guissell Muñoz Sánchez.

Br. Ossiel Méndez Ballestero

DEDICATORIA

A La Vida, por ser tan bella, tan efímera y por vibrar dentro de mis células.

A Iris Rosalba Sánchez J., mi madre amada, cuyo nombre rima con arcoíris y alba, por su apoyo incondicional, por creer siempre en mí, por siempre estar conmigo.

A Indira Tathiana Muñoz S., mi amada hermana, por su apoyo incondicional, por creer siempre en mí, por querer siempre lo mejor para mí. A mis sobrinos amados, Mayrind y Moisés.

A R. Elías Bravo Vázquez, por ser tan especial para mí, por sus ánimos y luz en mis días oscuros, por estar conmigo y creer en mí siempre.

A mi amigo y compañero de tesis, Ossiel Mendez Balletero, quien es un excelente colega y con quien fue un gran honor trabajar.

A mis amigos Sleydi Moncada, Cledys Zelaya, René Jarquín, Álvaro Gutiérrez, y Diomer Gutiérrez.

A mí, por toda la energía, desvelos, tiempo y esfuerzos invertidos en cada año de universidad.

Br. Marelin Guissell Muñoz Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos su infinito amor, misericordia, sabiduría y salud, por permitirnos lograr este gran triunfo profesional en la vida. Gracias señor.

A nuestros asesores, el **M.C. Francisco G. Reyes Flores** y el **MSc. Edwin A. Alonzo Serrano**, por brindarnos parte de su invaluable tiempo, energías, esfuerzo y valiosas orientaciones. Siempre estaremos agradecidos.

Al **Ing. Miguel Ríos**, coordinador de las fincas y centros de prácticas de la UNA, por sus esfuerzos, su tiempo e invaluable apoyo durante la etapa de campo del trabajo de culminación de estudios.

A los colaboradores del Centro de Experimentación y Validación de Tecnologías El Plantel, entre ellos **Fidelito** y **Don José**, que nos brindaron su apoyo, su sacrificio y arduo trabajo durante la etapa de campo del trabajo de investigación dentro de las plantaciones forestales.

A la Ing. **MSc. Emelina Tapia Lorío** coordinadora del proyecto “Plan de manejo diversificado y de mejoras de dos UEVT (Plantel y las Mercedes) y de los CFP de FARENA, propiedad de la UNA, con fines académicos, de investigación y de proyección social”, por apoyarnos durante la etapa de campo del trabajo de culminación de estudios.

Br. Ossiel Méndez Ballesteros

Br. Marelin Guissell Muñoz Sánchez

INDICE DE CUADROS

CUADRO

PÁGINA

1. Parámetros de IMA en la especie de Teca en El Plantel, Nindirí, Masaya, 2019. 18

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa de ubicación de El Plantel, municipio de Nindirí, Masaya, 2019	4
2. Diseño de parcelas en la plantación de Eucalipto N°1 el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019	7
3. Diseño de parcelas en la plantación de Neem el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019	7
4. Diseño de parcelas en la plantación de Eucalipto N°2 el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019	8
5. Limpieza de las parcelas en las plantaciones establecidas en el Plantel, 2019	8
6. Medición de diámetro a la altura del pecho, en las plantaciones del Plantel, 2019.....	9
7. Medición de altura en los árboles de las plantaciones del Plantel, 2019	10
8. Conteo de rebrotes en las plantaciones de Eucalipto del Plantel, 2019	10
9. Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea en la Plantación de Teca en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019.....	15
10. Iluminación por árbol en la plantación de Teca en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019	16
11. Vigorosidad de árbol en la plantación de Teca en el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019	17
12. Calidad de fuste en la plantación de Teca en el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019.....	18
13. Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea en la Plantación de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019	20
14. Iluminación por árbol en la plantación de neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019.....	21
15. Vigorosidad de árbol en la plantación de neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019.....	23
16. Calidad de fuste en la plantación de neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019	23
17. Promedio de numero de rebrote en las plantaciones de Eucalipto en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019	25

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1 Formato de campo para recolección de variables dasométricas y silviculturales en las plantaciones de Teca y Neem en El Plantel.....	34
2 Formato de campo para recolección de datos de numero de rebrotes en las plantaciones de Eucalipto en El Plantel	34
3 Descripción de las especies	35
4 Fotografías de las plantaciones en el Plantel, Nindiri, Masaya, 2019.....	39

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología El Plantel, Nindiri, Masaya, con el objetivo de evaluar el estado actual de las plantaciones forestales de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Azadirachta indica* A. Juss y *Tectona grandis* L. f., para conocer el incremento medio anual de las especies y proponer alternativas de manejo silvícola. Se realizó un inventario forestal con 6 unidades de muestreo de 20 x 50 metros y 3 de 10 x 50 metros, en donde se evaluaron variables dasométricas como altura, diámetro, número de rebrotes, y las condiciones silviculturales como calidad de fuste, grado de iluminación y vigorosidad; a través de los datos obtenidos en el inventario se infirió que el volumen para la plantación de *T. grandis* es de 88.74 m³ en 17 años con incremento de 5.227 m³ en volumen y un promedio de 0.928 m/año en altura, en diámetro con un promedio de 1.135 cm/año. En la especie de *A. indica* el rendimiento de volumen es de 272.438 m³/ha en 39 años con 6.98 m³/ha/año, el promedio de altura es de 0.279 m/año y 0.629 cm/año para la variable diámetro, en ambas plantaciones se consideraron bajos los valores de incremento. En las dos plantaciones de *E. camaldulensis* se obtuvo 5.14 y 4.377 rebrotes/árbol, respectivamente. En cuanto a las variables silviculturales en las plantaciones se observaron fustes levemente curvos y con iluminación vertical plena, lo cual influyó en el desarrollo de los individuos a través del tiempo. Se concluyó que la plantación de *T. grandis* se encontró en buen estado silvicultural; la plantación de *A. indica*, en muy mal estado silvicultural; y la plantación de *E. camaldulensis*, con buena capacidad de rebrote.

Palabras clave: Incremento Medio Anual, Volumen, Variables silviculturales.

ABSTRACT

This research was carried out at the El Plantel Technology Experimentation and Validation Center, Nindiri, Masaya. The aim was evaluating the current situation of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Azadirachta indica* A. Juss and *Tectona grandis* L. plantations. f., to know the annual average increase and to propose alternatives for silvicultural management. An inventory was carried out with 6 samplings of 20x50 meters and 3 of 10x50 meters, where dasometric variables were evaluated, such as height, diameter, number of sprouts, and silviculturals conditions such as stem quality, illumination and vigor; through the data obtained in the inventory was inferred that the volume for the *T. grandis*' plantation is 88.74 m³ in 17 years with an increase of 5.227 m³ in volume and an average of 0.928 m / year in height, in diameter with an average of 1.135 cm / year. The volume yield of *A. indica* is 272.438 m³ / ha in 39 years with 6.98 m³ / ha / year, the average height is 0.279 m / year and 0.629 cm / year for the variable diameter, in both plantations the increase values were considered low. In two *E. camaldulensis*' plantations, 5.14 and 4.377 sprouts/tree were obtained respectively. Regarding the silvicultural variables in the plantations, slightly curved stems and full vertical illumination were observed, which influenced the development of the individuals along the time. It was concluded that the *T. grandis* plantation was in a good silvicultural condition; the *A. indica*'s plantation, in a very bad silvicultural condition and the *E. camaldulensis*' plantation has a good regrowth capacity.

Keywords: Annual Average Increase, Volume, Forestry variables.

I. INTRODUCCION

En las últimas décadas, las plantaciones forestales han tomado mayor relevancia a nivel mundial, sin embargo, desde muchos siglos atrás ocupan un lugar de importancia en el uso de los suelos. “Las plantaciones forestales están llegando a un punto en que superarán a los bosques nativos en la producción de madera industrial en el mundo, con los consiguientes beneficios económicos, ambientales y sociales que ello implica” (Prado, 2015, p. 7).

Las plantaciones forestales de rápido crecimiento a nivel mundial alcanzan 110,56 millones de hectáreas, lo que corresponde al 53,9% de los bosques plantados de producción. En Asia donde se encuentra la mayor extensión de plantaciones productivas se totalizan 44,4 millones de hectáreas, la segunda región con mayor extensión de plantaciones forestales es Europa, seguida de la región América del Norte y Central con 21,65 y 17,65 millones de hectáreas (Prado, 2015, p. 13). “A nivel global, la superficie de bosques plantados “naturalizados” y plantaciones forestales es casi la misma, pero la tendencia indica que este balance está cambiando rápidamente en favor de estas últimas” (Prado, 2015, p. 7).

Nicaragua, es un país que cuenta con características atractivas para el desarrollo del sector forestal y el establecimiento de plantaciones forestales. “La posición geográfica de Nicaragua, así como el tipo de suelos y bosques permiten que el país tenga una ventaja comparativa respecto a los demás países de América Central” (Guevara, 2004).

Sin embargo, la posición ventajosa de Nicaragua respecto a otros países, no ha bastado para impulsar el desarrollo del sector forestal, su aporte a la economía nacional es bajo. La industria de la madera, muebles, corcho, papel y productos de papel, representan apenas unos 196 millones de córdobas, de los 4,842 millones que generó en valor agregado el sector industrial durante el año 2001 (Guevara, 2004).

Las plantaciones forestales desempeñan una labor muy importante en la captación de dióxido de carbono (CO₂), el CO₂ es utilizado por los árboles para realizar fotosíntesis, proceso por medio del cual producen compuestos orgánicos empleados en su crecimiento y desarrollo. Aproximadamente el 40% de la masa seca de las plantas consiste en carbono fijado mediante la fotosíntesis (Yepes y Buckeridge, 2011). Los servicios ecosistémicos son los beneficios que

las personas obtienen de los ecosistemas y pueden clasificarse como servicios de suministro, servicios de regulación y servicios culturales (Pramova *et al.*, 2012).

Por ello el Centro de Experimentación y Validación de Tecnologías “El Plantel” pretende convertirse en un agrosistema sostenible y proyectarse como un centro de referencia en la producción agraria y ambiental a nivel nacional, a través de la implementación de alternativas y estrategias adecuadas de mejora dirigidas hacia el componente forestal y animal.

En el presente trabajo de investigación se obtuvo información que servirá como base para evaluar su estado y desarrollo, así como para la toma de decisiones orientadas al manejo de las plantaciones, se consideró necesario realizar esta investigación debido a la poca información sobre la silvicultura y el manejo en este tipo de plantaciones en Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el estado actual de las plantaciones forestales de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) y Teca (*Tectona grandis* L. f.) establecidas dentro de la unidad de Experimentación y validación el Plantel.

2.2.- Objetivos específicos

1. Estimar el potencial de crecimiento de la masa arbórea a través del tiempo en la plantación de Teca (*Tectona grandis* L. f.) y Neem (*Azadirachta indica* A. Juss).
2. Valorar el estado actual de las plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) y Teca (*Tectona grandis* L. f.), a través de la recolección y análisis de variables dasométricas y silviculturales.
3. Generar recomendaciones técnicas para el aumento de la productividad y la toma de decisiones a futuro de las plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) y Teca (*Tectona grandis* L. f.)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área del estudio

La unidad de Experimentación y Evaluación El Platel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria se encuentra localizada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, en el Municipio de Nindirí, Departamento de Masaya y cuenta con un área de 167.085 ha. Las coordenadas geográficas ubican a la Unidad de Experimentación “El Platel” entre los 12°06’24” y 12°07’30” Latitud Norte y entre los 86°04’46” y los 86°05’27” Longitud Oeste (Somarriba, 1989, p. 2). (Figura 1)

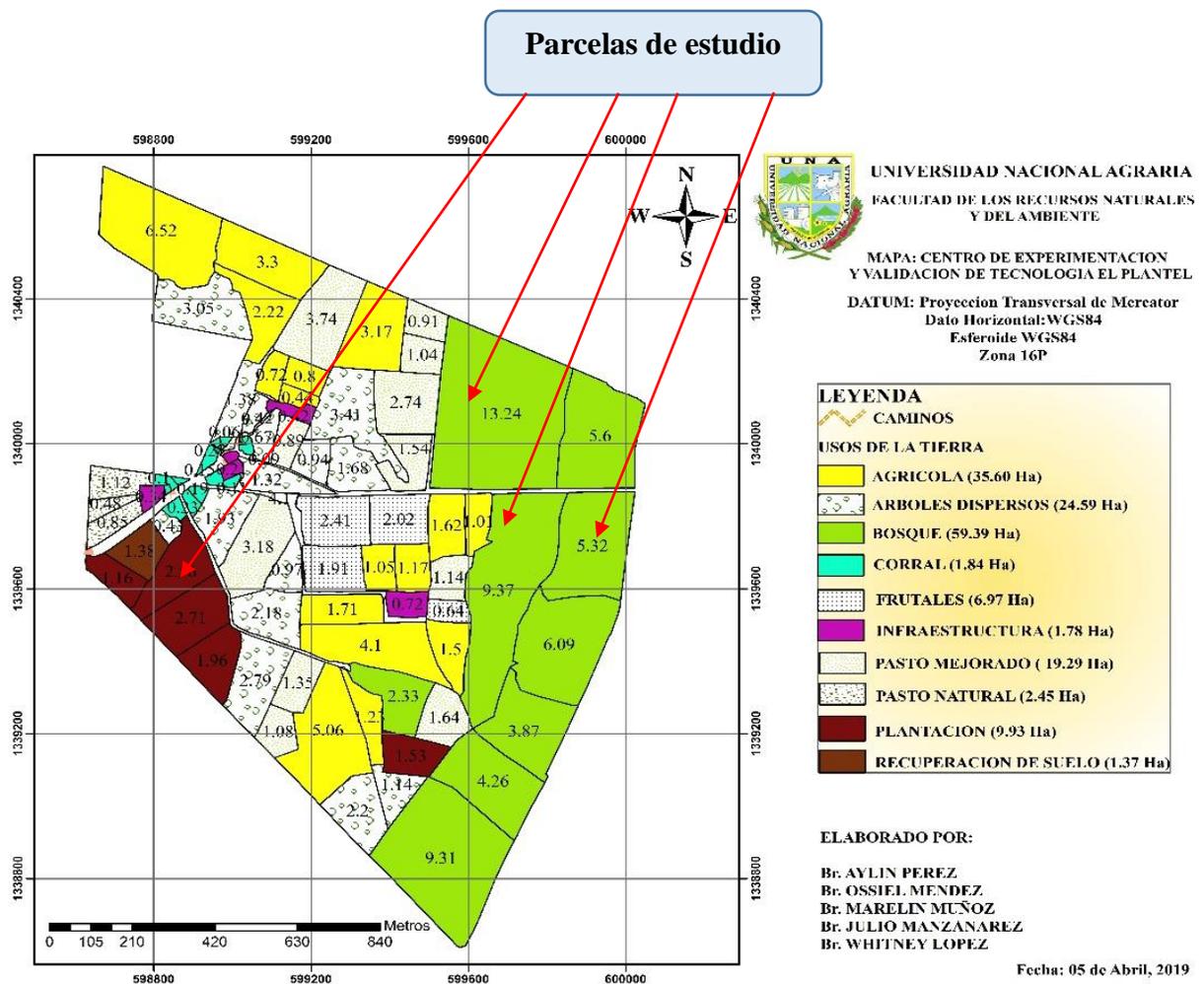


Figura 1. Mapa de ubicación de El Platel, municipio de Nindirí, Masaya, 2019

3.1.1. Acceso

La finca El Plantel cuenta con un fácil acceso debido a que está ubicada a las orillas de la carretera pavimentada que va de Tipitapa a Masaya, en el Km 30 (Somarriba, 1989).

3.1.2. Clima

De acuerdo con la clasificación de Koppen, el clima es tropical de sabana con transición a sub tropical, semi – húmedo. La precipitación varía de 600 mm a 1800 mm/año. Existe una marcada época seca durante seis meses Noviembre-Abril, durante la época seca, el promedio de precipitaciones de 0 - 3 mm. Los meses de mayor precipitación son los de septiembre y octubre en que ocurre un promedio de 200 a 250 mm de lluvia (Somarriba, 1989).

La temperatura mínima media corresponde al mes de diciembre con valores que varían entre 24.7°C y 25.2°C. La evaporación medio anual es de 2044 mm, el mes con mayores evaporaciones es abril. La variación mensual de la evaporación es opuesta a la marcha de precipitaciones y de los valores medios de la Humedad relativa predominantes, independientes de su velocidad son de componentes, este tiene velocidad promedio de 3.4 m/seg (12km/hora) (Somarriba, 1989).

3.1.3. Suelo

El área donde está localizada la finca El Plantel corresponde a una transición entre el bosque tropical, moderadamente denso y seco, y bosque tropical sub húmedo. Los factores formadores de los suelos son vulcanismo y tectonismo, los procesos formadores que han modelado son la erosión y la sedimentación. La textura varía desde arenosa a franco; en términos generales se considera que los suelos son bien drenados y con fertilidad aceptable (Somarriba, 1989). En “El Plantel” los suelos son de origen volcánico de superficiales a profundos.

3.1.4. Vegetación

Todas las planicies alrededor del sitio han sido intensamente deforestadas para la producción de leña y para el desarrollo de actividades agrícolas (CNE, 2001). La vegetación que aún prevalece está concentrada en las orillas de ríos y canales a lo largo de subdivisiones de

propiedades agrícolas. Se trata de bosque tropical seco, con prevalencia de espino (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.), chilamate (*Ficus insípida* spp), genizaro (*Albizia saman* (Jacq.) Muell.), jiñocuabo (*Bursera simarouba* (L.) Sarg.), güiligiüiste (*Karwinskia calderonii*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.), melero (*Thouinidium decandrum*), tigüilote (*Cordia dentata* Poir.), mango (*Mangifera indica*). La vegetación en el municipio varía, en la zona norte la vegetación es esencialmente de matorral bajo. Se extienden áreas de cultivos de pastos y árboles con fines energéticos.

3.2. Proceso Metodológico

3.2.1. Reconocimiento del área

Se realizó un recorrido de campo en las plantaciones de Eucalipto, Neem y Teca en la unidad experimental ‘El Plantel’, con el objetivo de seleccionar áreas dentro de las plantaciones para delimitar unidades de muestreo donde se realizaría el estudio.

3.2.2. Delimitación total de las plantaciones y establecimiento de unidades de muestreo

En la delimitación total de las plantaciones, se empleó un GPS garmin 64sx para la georreferenciación del perímetro. Posteriormente, los datos obtenidos fueron procesados en una tabla de Excel, de igual forma, se utilizó el programa de ArcGIS 10.2 para obtener el cálculo del área y generar un mapa del Centro de Experimentación y Validación el Plantel. (Figura 1)

En cada plantación de (Eucalipto N°1., Eucalipto N°2 y Neem,) se establecieron 3 unidades de muestreo, para un total de 9 unidades de muestreo rectangulares de fácil acceso y visibilidad. Para el establecimiento de éstas se utilizó cinta métrica, machete y estacas.

La plantación de Teca establecida en la Unidad de Experimentación y Validación, con distanciamiento de 4 m * 4 m, fue tomada como una parcela única, debido a que el área total es de 0.46 ha.

Eucalipto N° 1

En la plantación de Eucalipto con un área de 13.24 ha, se observó un diseño de bloques compactos, con distanciamiento de 3 m entre surco * 2 m entre árbol y 10 m entre bloques.

Fueron delimitadas 3 unidades de muestreo con dimensiones de 10 m de ancho * 50 m de largo, el tamaño de las parcelas fue de 0.05 ha. (Figura 2)

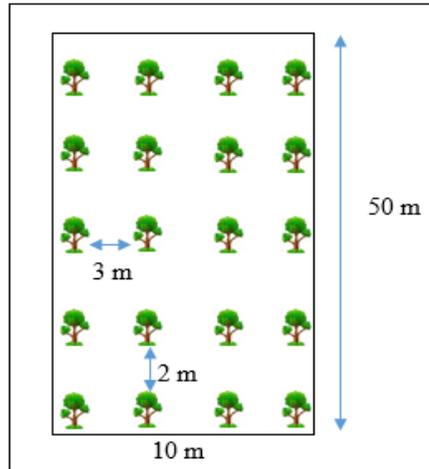


Figura 2. Diseño de parcelas en la plantación de Eucalipto N°1 el Plantel, Nindiri, Masaya, 2019

Neem

En la plantación de Neem con 5.32 ha, se observó un diseño, en hileras y con dimensiones de 6 m entre surco * 5 m entre árbol. Fueron delimitadas 3 unidades de muestreo con distancia de 20 m de ancho * 50 m de largo, dejando 10 m entre parcelas, el tamaño de las parcelas fue de 0.1 ha. (Figura 3)

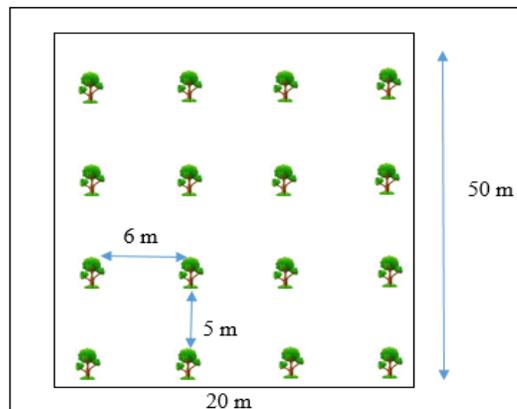


Figura 3. Diseño de parcelas en la plantación de Neem el Plantel, Nindiri, Masaya, 2019

Eucalipto N°2

En la plantación de Eucalipto con un área de 9.37 ha, se observó un diseño en hileras con espaciamiento de 3 m entre surco * 2 m entre árbol, para un total de 3 unidades de muestreo con dimensiones de 20 m de ancho * 50 m de largo, dejando 10 m entre parcelas, el tamaño de las parcelas fue de 0.1 ha. (Figura 4)

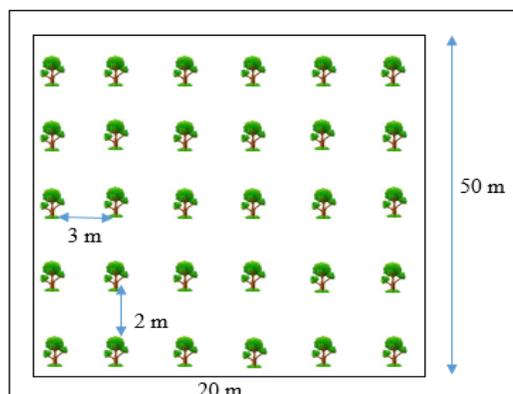


Figura 4. Diseño de parcelas en la plantación de Eucalipto N°2 el Plantel, Nindiri, Masaya, 2019

3.2.3. Limpieza de las parcelas

En las plantaciones de Eucalipto y Neem, se encontró exceso de maleza, por lo que fue necesario realizar una limpieza de éstas con el objetivo de facilitar el acceso. La limpieza fue realizada empleando machetes a través de tres colaboradores de ‘‘El Plantel’’. (Figura 5)



Figura 5. Limpieza de las parcelas en las plantaciones establecidas en el Plantel, 2019

3.2.4. Inventario

En las plantaciones establecidas en el Centro de Experimentación y Validación El Plantel fue realizado un inventario a través del método estadístico de censo para la plantación de Teca y un inventario por muestreo para las plantaciones de Neem y Eucalipto, donde se seleccionaron 3 parcelas en cada plantación, para un total de nueve parcelas, seis de estas de 1000 m² y 3 de 500 m². Se registró información acerca de la evaluación de todos los árboles presentes en las parcelas delimitadas, a través de la recolección de variables silviculturales y variables de medición dasométrica.

3.2.5. Variables evaluadas

A) Diámetro

Las mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP) fueron realizadas con una cinta diamétrica a 1,30 metros de altura sobre el nivel del suelo. Se tomaron (DAP) mayores a 10 cm en las plantaciones de Neem y Teca. En la plantación de Eucalipto no se tomó diámetro ni altura, dado que solo se encontraron rebrotes con diámetros menores a 10 cm. (Figura 6)



Figura 6. Medición de diámetro a la altura del pecho, en las plantaciones del Plantel, 2019

b) Altura

Esta variable estima el crecimiento de las especies, fue recolectada a través de una pistola Haga, a una distancia horizontal de 20 metros, desde la base del árbol hasta su ápice, en la plantación de Neem y Teca. (Figura 7)



Figura 7. Estimación de altura en los árboles de las plantaciones del Plantel, 2019

c) Rebrotos

Se realizó un conteo de rebrotos por tocón en las parcelas de Eucalipto N°1 y N°2, para la selección posterior se observó cuáles eran los rebrotos con mayor vigor, mejor forma, rectitud y desarrollo. (Figura 8)



Figura 8. Conteo de rebrotos en las plantaciones de Eucalipto del Plantel, 2019

d) Área Basal

Se refiere al área de la sección transversal del fuste del árbol a la altura de 1.30 metros del nivel del suelo, esta variable cuantitativa se generó a partir de las mediciones obtenidas de los diámetros con la siguiente ecuación (INAFOR, 2009).

$$AB = (\pi / 4) * DAP^2$$

Donde:

AB: Área Basal

π : 3.1416

DAP: Diámetro a la altura del pecho

e) Volumen

Para los cálculos de volumen se empleó fórmula general del cilindro con factor de forma 0.7 para las latifoliadas, las cuales se basan en estimaciones de árboles medidos. La función utilizada permitió estimar el volumen total y fue la siguiente (INAFOR, 2009).

$$Vol = AB * Ht * Ff$$

Donde:

V: Volumen total en m³

AB: Área Basal

Ht: Altura total

Ff: Factor de forma 0.7

f) Área basal por hectárea

El área basal por hectárea se estima con la sumatoria de área basal calculado, por el tamaño de la parcela, por cantidad de parcelas, para los cálculos se utilizó la siguiente formula, (CATIE, 2002, citado por Calderón y Solís, 2012).

$$AB/ha = 1/ Tp * Cp * \sum AB$$

Donde:

AB/ha: Área basal por hectárea

I: Constante

Tp: Tamaño de la parcela (ha)

Cp: Cantidad de parcela

$\sum AB$: sumatoria de área basal encontrado

g) Número de árboles por hectárea

Los datos adquiridos en las parcelas se procesaron con el programa Microsoft Excel 2013, después se procedió al cálculo de número de árboles por hectárea, con la sumatoria de los

árboles, por tamaño de parcela, por la cantidad de parcelas, y se utilizó la siguiente fórmula, (CATIE, 2002, citado por Calderón y Solís, 2012).

$$\text{Nar/ha} = 1/\text{Tp} * \text{Cp} * \sum \text{Nar}$$

Donde:

Nar/ha: Número de árboles por hectárea

I: Constante

Tp: Tamaño de la parcela (ha)

Cp: Cantidad de parcela

$\sum \text{Nar}$: Sumatoria del número de árboles de la parcela

h) Volumen por hectárea

Una vez obtenida toda la información de campo, se efectuaron los cálculos de volumen de cada árbol; la suma de estos volúmenes, por el tamaño de la parcela y cantidad de parcelas, proporcionó el volumen por hectárea, utilizando la siguiente fórmula, (CATIE, 2002, citado por Calderón y Solís, 2012).

$$\text{Vol/ha} = 1/\text{Tp} * \text{Cp} * \sum \text{vol}$$

Donde:

Vol. /ha: Volumen por hectárea (m³)

I: Constante

Tp: tamaño de la parcela (ha)

Cp: cantidad de parcelas

$\sum \text{vol}$: sumatoria del volumen encontrado

3.2.6. Variables Silviculturales

Estas variables (forma de fuste, grado de iluminación y vigorosidad,) se evaluaron en todos los individuos de las parcelas de Neem y Teca. Se observó a detalle las características físicas de los árboles, con estas variables se puede estimar la calidad de las plantaciones.

a) Calidad de fuste

La calidad del fuste se expresa numéricamente en tres categorías: con 1 para individuos con fuste recto, cilíndrico; con 2 para individuos cuyo fuste es un poco irregular, y con 3 los

individuos que presentan fustes con torceduras, nudos muy pronunciados que afectan la calidad del producto desde el punto de vista industrial, (Hutchinson, 1993).

1. Fuste recto
2. Fuste con alguna curvatura o levemente curvo.
3. Fuste con más de una curvatura.

b) Grado de iluminación

Para la toma de estas variables se procedió a la observación directa del árbol, utilizando un rango de calificación de 1 a 5, descrito a continuación. (Dawkins, 1958-1963, modificado por Hutchinson, 1993).

1. Iluminación vertical y lateral completa
2. Iluminación vertical plena
3. Iluminación vertical parcial
4. Iluminación oblicua
5. Sin iluminación

c) Vigoridad

Se refiere a las características físicas del árbol, desde la base hasta la copa, el estado de vigoridad del arbolado se determinó a simple vista, considerando tres categorías, según Hutchinson (1993). /Citado por Gómez y Rico, 2006).

1. Completamente vigoroso: los individuos sanos, con fuste recto, sin daño y copa circular.
2. Medianamente vigoroso: los árboles regularmente con fuste dañado, pudriciones y copa semicircular.
3. Con tendencia a morir: los individuos podridos, con nudos evidentes y copas deformes.

3.3. Incremento Medio Anual (IMA)

El incremento representa el crecimiento del árbol en determinado periodo, este puede variar en incrementos mayores y menores durante las diferentes etapas de su desarrollo. Conocer los incrementos que se dan anualmente en diferentes variables, aporta sustancialmente en la toma

de decisiones para el adecuado manejo de plantaciones forestales. Se calculó el IMA en las variables altura, diámetro, volumen y área basal, (Salgado y Silva, 2008).

El Incremento Medio Anual se define como el promedio anual que crece el árbol. Para realizar el cálculo se procedió a dividir el crecimiento acumulado entre la edad, (Comité Técnico Forestal, 2012). Las plantaciones de Neem y Eucalipto tienen 39 años de edad, fueron establecidas en 1,980 con el objetivo de liberar semillas de diferente procedencia, fue monitoreada solo durante los primeros meses de vida, posterior a ello, no se le ha brindado manejo forestal. La plantación de Teca tiene 17 años de edad establecida en el año 2,002.

$$\text{IMA} = \text{Volumen del árbol} / \text{Edad del árbol}$$

3.4. Análisis de datos

A partir de la información obtenida en campo de las 10 parcelas, se generó una base de datos con el programa Microsoft Excel 2013, se utilizó para determinar los promedios de las variables evaluadas por sitio de muestreo, el cálculo de área basal, volumen, incrementos medios anuales y variables silviculturales, así como, la elaboración de los gráficos para presentar los resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados de la plantación de Teca en el plantel, Nindiri, Masaya, 2019

4.1.1. Distribución por clase diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea en la plantación de Teca

De acuerdo con los resultados alcanzados en la plantación de Teca se presentan tres clases diamétricas, 146 árboles en la categoría de 10-19,9, 109 árboles en la categoría 20-29,9 y la categoría 30-39,9 contiene 4 árboles. Los árboles dentro de la plantación registraron bajos incrementos en cuanto a diámetro, esto se observa en la prevalencia de especies agrupadas en las categorías 10-19,9 y 20-29,9. Si le hubiesen aplicado raleos para disminuir su densidad en los primeros 15 años, la plantación presentaría incrementos mayores.

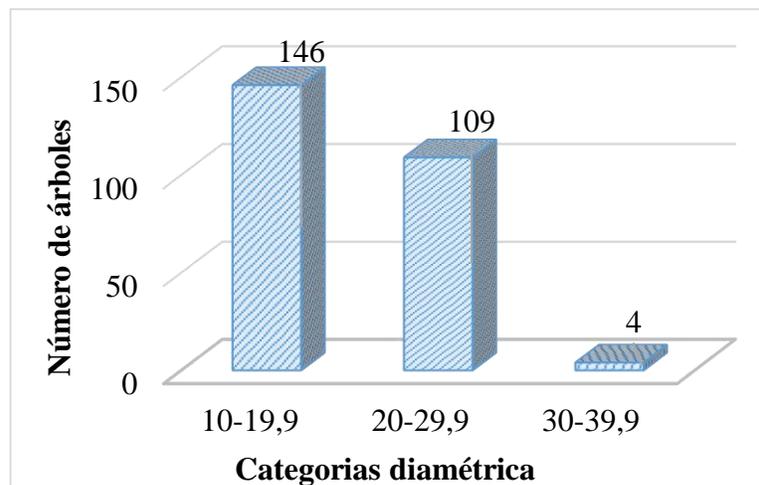


Figura 9. Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea en la Plantación de Teca en el plantel, Nindiri, Masaya, 2019

4.1.2 Iluminación por árbol en la plantación de Teca

En la figura 10, se presenta la evaluación del grado de iluminación que reciben los árboles en la plantación de Teca, 150 árboles se encuentran en la categoría número 1 que corresponde a árboles con iluminación vertical y lateral completa, y 109 se encuentran en la categoría número 2 que corresponde a árboles con iluminación vertical plena. Dentro de esta plantación la mayoría de los árboles reciben iluminación vertical y lateral plena, pero un considerable porcentaje de estos recibe iluminación vertical plena, pues no se le ha aplicado ninguna intervención con el objetivo de disminuir su densidad.

Dentro de la plantación no se encuentran árboles dentro de la categoría número 3 (iluminación vertical parcial), 4 (Iluminación oblicua) y 5 (sin iluminación). Se pudo observar que la mayoría de los árboles no tienen problemas de iluminación.

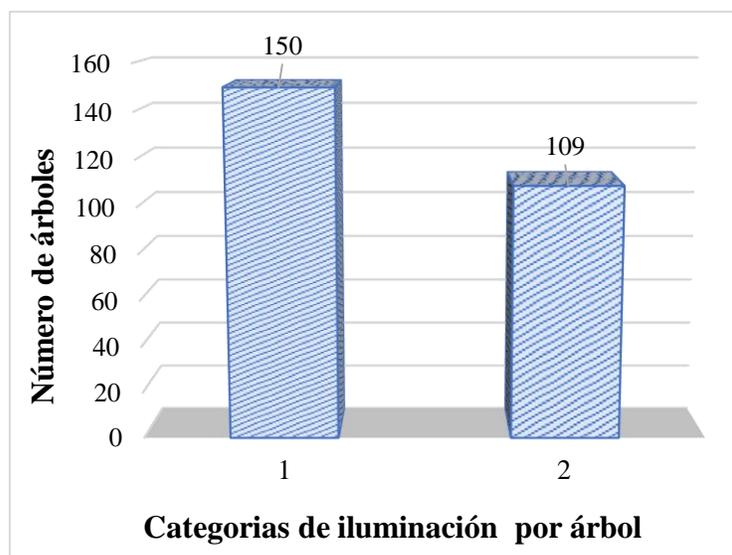


Figura 10. Iluminación por árbol en la plantación de Teca en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.1.3. Vigorosidad de árbol en la plantación de Teca

En la plantación de Teca, para un total de 259 árboles, 222 se encuentran dentro de la categoría 1 que corresponde a un árbol completamente vigoroso (con fuste recto, libre de daño, quebradura, pudriciones y copa circular); 33 árboles se encuentran en la categoría 2 que corresponde a un árbol medianamente vigoroso (con fuste dañado, pudriciones y copa semicircular) y 4 árboles se encuentran en la categoría 3 que corresponde a un árbol con tendencia a morir (podridos, con nudos evidentes y copas deformes). Por tanto, se puede apreciar que la mayoría de árboles se encuentran completamente vigorosos, con fuste recto y libre de daño, quebradura o pudriciones.

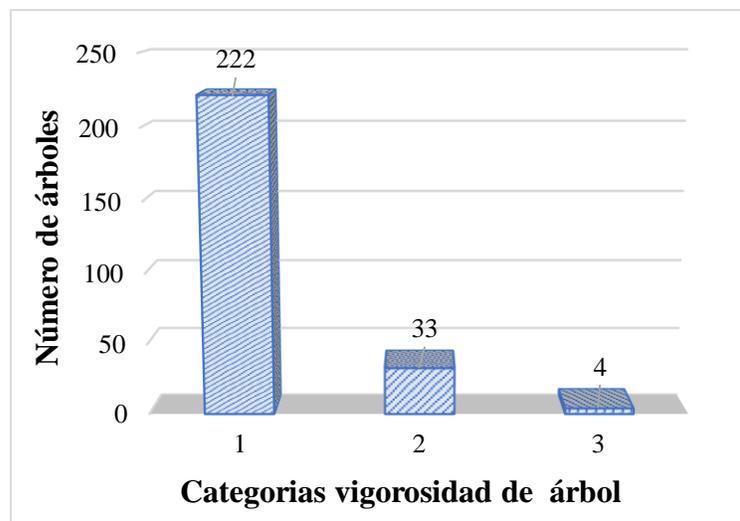


Figura 11. Vigorosidad de árbol en la plantación de Teca en el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.1.4. Calidad de fuste en la plantación de Teca

En la figura 12, correspondiente a la calidad de fuste en la plantación de Teca en el Plantel, se observa que 160 árboles se encuentran en la categoría número uno que corresponde a fuste recto sin ninguna curvatura, 94 se encuentran en la categoría número dos que corresponde a fuste con alguna curvatura o levemente curvo y 5 se encuentran en la categoría número 3 que corresponde a fuste con dos o más curvaturas. Los valores encontrados por Xol, (2017), son superior a los de El Plantel donde el 61.7 % de árboles presentan buena forma y pocos defectos.

En la evaluación del volumen de plantaciones de teca, realizada por Xol, (2017), en Guatemala, en las cuatro fincas evaluadas se encontró un promedio de 91.15% de árboles en la categoría número uno, 5.17% en la categoría número 2 y 3.68% de árboles en la categoría número 3, lo que indica que el mayor porcentaje de árboles presenta buenas formas y pocos defectos.

En la evaluación del crecimiento de plantaciones de teca realizada por Gonzales (2017), en Santiago de Cuba, se encontró para el área número dos, el 12% de árboles se encuentran bifurcados (fuste de categoría dos) y con daños mecánicos un 28% (fuste de categoría tres). En comparación con El Plantel se registra el 24% menos de árboles en la categoría número dos y

en la categoría número tres una diferencia de 10% más. Ambas plantaciones son similares en cuanto a características climáticas y de espaciamiento.

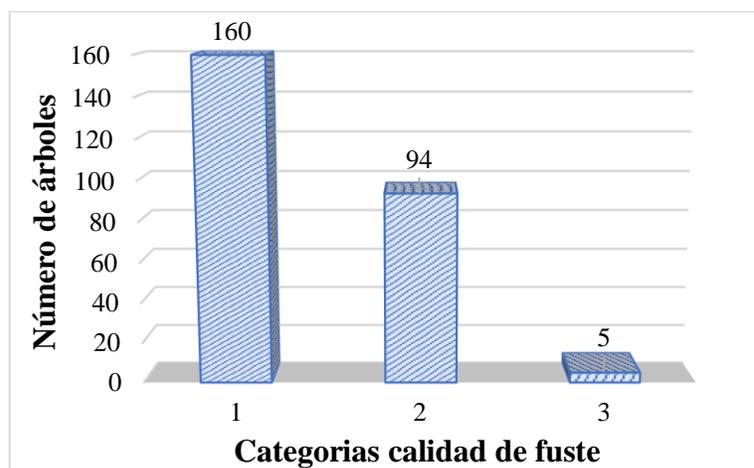


Figura 12. Calidad de fuste en la plantación de Teca en el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.1.5. Volumen en la especie de Teca en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

En la plantación de teca, se obtuvo un valor de 88.874 m³ y un incremento medio anual de 5.227 m³/año en un área de 0.46 ha. En comparación a los datos registrados por Gonzáles (2017), los de El Plantel son superior.

En los estudios realizados por Gonzáles (2017), en Santiago de Cuba, se reporta que en la evaluación de una plantación de 5 años y otra de trece se obtuvieron los siguientes resultados, en la de 5 años de edad 10.6560 m³/ha, con un incremento de 2.13 m³/ha/año y para la plantación de 13 años 90.0820 m³/ha, con un incremento de volumen de 6.92 m³/ha/año. Existen diferencias en el crecimiento de las especies como consecuencia de las diversas calidades de sitio, edad y densidad de población (Armijos, 2013).

4.1.6. Promedio de IMA en altura y diámetro en la plantación de Teca en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

Cuadro 1. Parámetros de IMA en la especie de Teca en El Plantel, Nindirí, Masaya, 2019

Especie	Parámetros IMA			
	DAP(cm/año)	Altura(m/año)	AB(m ² /año)	Vol.(m ³ /año)
<i>Tectona grandis</i> L. f.	1,1350	0,9283	0,0018	0,0202

En la plantación de Teca los valores obtenidos de incremento medio anual al compararlos con los de Bibiano *et al.* (2017), son superior en diámetro pero en altura es menor el incremento. En un estudio realizado por Gonzales (2017) encontró valores muy similares a los que presenta El Plantel, se puede inferir que esto fue causado porque las características de ambos sitios son también muy similares y el espaciamiento de ambas plantaciones es el mismo. Los resultados obtenidos en la plantación de teca al compararlos con tres niveles de productividad seleccionados por Camacho *et al.* (2013), se clasifican al de una productividad intermedia con índice de sitio 20, posiblemente la plantación se encuentre en este nivel debido a que las condiciones brindadas por el sitio no son inadecuadas y esta ha carecido de manejo silvicultural.

Bibiano *et al.* (2017), obtuvieron a través de la evaluación durante un año del crecimiento y desarrollo de dos plantaciones juveniles de 12 años de edad, en Tabasco, México, un IMA para diámetro considerablemente menor y para altura considerablemente mayor al obtenido en la plantación de teca. Bibiano *et al.* (2017) registraron un incremento en diámetro de 0.023 cm/año y en altura de 2.098 m/año. El espaciamiento en la plantación establecida en Tabasco es desde irregular a 3 * 3 m, por lo que presenta mayor densidad, esta pudo influir en que se presentaran menores incrementos en cuanto a diámetro y a la vez se presentaran mayores incrementos en cuanto a altura, pues en sitios con alta densidad se ve favorecida la competencia por luz solar, lo que estimula el crecimiento vertical en los árboles.

Mollinedo *et al.* (2016), obtuvieron un resumen de valores promedios para variables silvícolas directas por clase de crecimiento para 3 diferentes sitios donde fue evaluado el crecimiento de la teca en territorio guatemalteco. La base de datos empleada contiene valores provenientes de plantaciones con 17, 18, 19 y 20 años de edad, con un distanciamiento entre árboles de 3*3 m. El valor de incremento medio anual para la variable diámetro en la clase de crecimiento categorizado como bajo es de 1,65 cm/año y para la variable altura es de 1,34 m/año. Los valores obtenidos para estas variables en la plantación de teca coinciden con los presentados en la clase de crecimiento baja, esto puede deberse al hecho de que no se le ha brindado ningún manejo o mantenimiento y a que la temporada seca en el sitio es más prolongada que lo requerido por la especie, pues el crecimiento presentado a través del tiempo, es el resultado de los factores proporcionados a los árboles por el medio en el que se desempeñan.

Gonzales (2017) encontró valores de IMA para diámetro de 1.4 a 1.6 cm/año y para altura de 0.70 m/año y 0.96 m/año, en una plantación de 13 y 4 años de edad, con un distanciamiento de 4 * 4 m, establecida en Santiago de Cuba.

Camacho *et al.* (2013), seleccionaron tres niveles de productividad: bajo, intermedio y alto, asignaron a estas categorías índices de sitio de 15, 20 y 25. Para la edad de 17 años, obtuvieron un diámetro promedio de 24.33 cm y una altura de 17.60m, un IMA para altura de 1.04 m/año y para diámetro de 1.43 cm/año.

4.2. Resultados de la plantación de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.2.1. Distribución por clase diamétrica (cm) del número de árboles por hectárea en la plantación de Neem

En la figura 13, se describe cinco clases diamétricas para la plantación de neem, que presentan buena distribución del número de árboles por categoría diamétrica. Obteniendo como resultado 230 árboles en la categoría 10-19,9, en la 20-29,9 con 140 árboles, la categoría 30-39,9 con 130, y la categoría 40-49,9, con 50 árboles, y 10 árbol en la categoría de 50-59. La mayor cantidad de individuos se ubica en las clases diamétrica Esto indica que se puede aplicar un manejo forestal para mejorar el estado de la plantación.

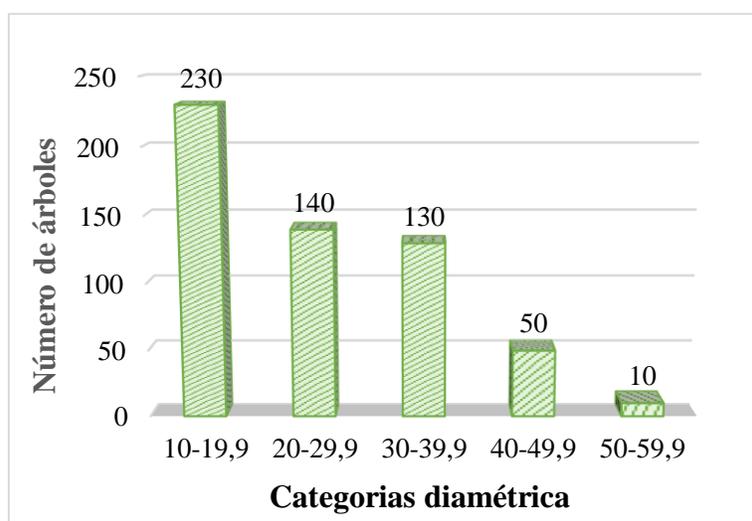


Figura 13. Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea en la Plantación de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.2.2. Iluminación por árbol en la plantación de Neem

En la figura 14, se presenta la evaluación del grado de iluminación que reciben los árboles en la plantación de neem, 7 árboles se encuentran en la categoría número 1 que corresponde a árboles con iluminación vertical y lateral completa, y 49 árboles se encuentran en la categoría número 2 que corresponde a árboles con iluminación vertical plena. La mayoría de árboles reciben iluminación vertical y una minoría iluminación vertical y lateral plena, esto es ocasionado por la numerosa regeneración natural que compite dentro de la plantación en conjunto con los árboles y la maleza.

Dentro de la plantación no se encontró árboles dentro de la categoría número 3 (iluminación vertical parcial), 4 (Iluminación oblicua) y 5 (sin iluminación). Se pudo observar que la mayoría de los árboles no tienen problemas de iluminación.

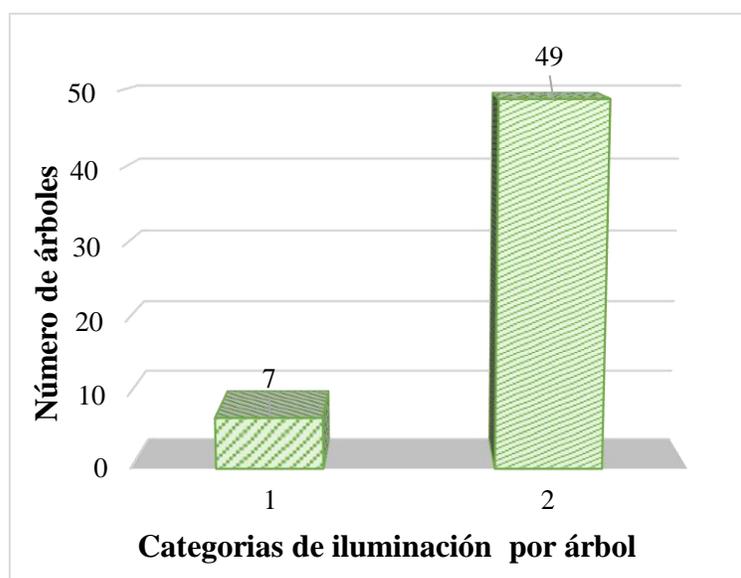


Figura 14. Iluminación por árbol en la plantación de neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.2.3. Vigorosidad de árbol en la plantación de Neem

En la figura 15, presenta las categorías 1, 2 y 3, empleadas para evaluar la vigorosidad del árbol. En la plantación de neem, para un total de 56 árboles, 1 árbol se encuentra en la categoría 1 que corresponde a un árbol completamente vigoroso (fuste recto, libre de daño,

quebradura, pudriciones y copa circular); 28 árboles se encuentran en la categoría 2 que corresponde a un fuste medianamente vigoroso (dañado, con pudriciones y copa semicircular) y 27 árboles se encuentran en la categoría 3 que corresponde a un árbol con tendencia a morir (podridos, con nudos evidentes y copas deformes).

La mayoría de los árboles observados se encuentran dañados, con pudriciones, copa semicircular, podridos, con nudos evidentes o copas deformes debido a numerosas intervenciones para aprovechar leña en las que se les han realizado malas podas a los árboles. En estos se aprecian numerosos muñones y chancro en algunas partes del fuste. Se consideró importante la inclusión de la variable vigorosidad en el estudio para la plantación de Neem, pues aporta al conocimiento de las condiciones en que se encuentra la plantación.

Los chancros pueden variar considerablemente de apariencia: algunos levantan bordes y producen cavidades, en tanto que otros parecen agallas o nudos (Boa, 2008, p. 22). Esta enfermedad afecta a la mayoría de los árboles de neem presentes en la plantación, además de pudriciones y crecimiento estancado, por esta razón el resultado apunta a una baja vigorosidad en los árboles. La poda mal hecha es una fuente común de problemas futuros ya que las superficies cortadas permiten la entrada de potenciales patógenos (Boa, 2008, p. 22).

Algunos síntomas de mala salud en árboles son fáciles de identificar, por ejemplo, hojas marchitas y tallos con cancro; pero otros no lo son y pueden ser difíciles de distinguir de eventos que ocurren durante el ciclo normal de crecimiento (Boa, 2008, p. 6). La mala poda permite la entrada de hongos y produce podredumbre del corazón (Boa, 2008, p. 6).

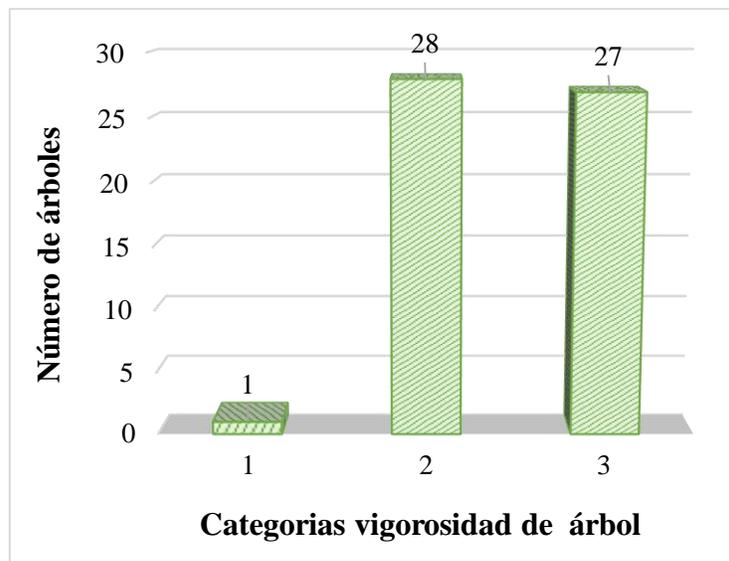


Figura 15. Vigorosidad de árbol en la plantación de neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.2.4. Calidad de fuste en la plantación de Neem

En la figura 16, que corresponde al gráfico de calidad de fuste en las plantaciones de neem del plantel, se puede observar que solamente 1 árbol se encuentra en la categoría número uno que corresponde a fustes completamente rectos, 33 se encuentran en la categoría número 2 que corresponde a fustes levemente curvos y 22 árboles dentro de la categoría número 3 que corresponde a fustes como 2 o más curvaturas.

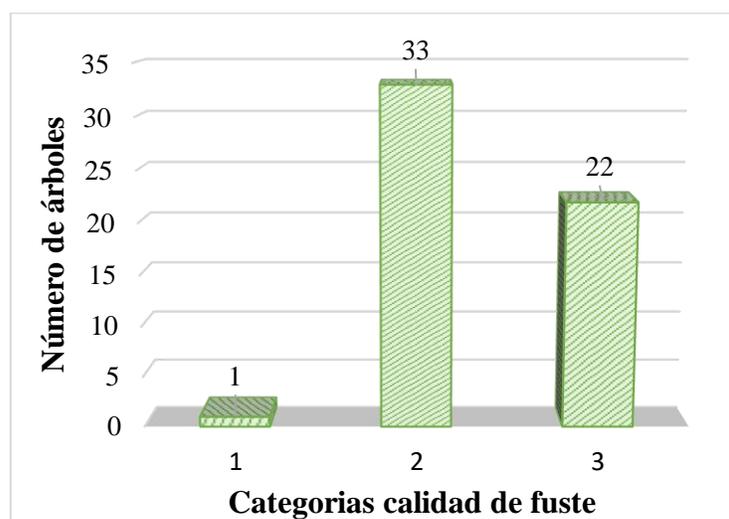


Figura 16. Calidad de fuste en la plantación de neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.2.5. Volumen en la especie de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

Se observa que en la plantación evaluada de Neem, tomando en cuenta el área basal, la altura y factor de forma 0.7, se obtuvo un volumen de 272.44 m³ por hectárea, en 39 años con 6.98 m³/ha/año, en un área de 5.32 ha con dimensiones de 6 m entre surco * 5 m entre árbol, estos resultados demuestran un bajo rendimiento, los cuales se asocian a la falta de manejo y cierto abandono observado en esta plantación.

4.2.6. Promedio de IMA en altura y diámetro en la plantación de Neem en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

En la plantación de neem se obtuvo valores promedio de incremento medio anual en las variables de medición dasométrica altura y diámetro, que corresponden a 0.279 m/año para la variable altura y 0.629 cm/año para el diámetro. Los valores de IMA encontrados por INIFAP (2001), son mayores a los que presenta la plantación de Neem en El Plantel debido a que las plantaciones de Neem del estudio son muy jóvenes y las de El Plantel son maduras y a una determinada edad el crecimiento de los árboles presenta poco incremento, además ha influido en el bajo crecimiento el hecho de que no se les ha brindado ningún manejo silvicultural y han sido intervenidas para el aprovechamiento de leña en numerosas ocasiones sin ninguna planificación, ni adecuada poda.

INIFAP (2001), obtuvo valores de IMA para altura de 2.44 m/año y para diámetro de 6.66 cm/año en plantaciones de Neem propagadas por medio de semilla e IMA para altura de 1.84 m/año y para diámetro de 5.93 cm/año en plantas de Neem, a un distanciamiento de 8 * 8 m con una edad de 4 años en San José del Cabo, México.

4.3. Resultados de la plantación de Eucalipto en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.3.1 Promedio de número de rebrote en la plantación de Eucalipto en el Plantel

En la figura 17, se puede observar el promedio de número de rebrote, este presenta una diferencia entre la plantación de Eucalipto número 1 y la plantación número 2. Con 5.14 rebrotes/árbol en la plantación de Eucalipto número 1 y 4.37 rebrotes/árbol en la plantación de Eucalipto número 2. Esta pequeña variación entre el número de rebrotes de ambas parcelas, puede deberse al diseño empleado para el establecimiento de las mismas, ya que la plantación

de Eucalipto número 1 se encuentra establecida en un diseño de bloques compactos, con 10 m entre bloques, la plantación de Eucalipto número 2 se encuentra establecida en un diseño en hileras con un espaciamiento de 3 m entre surco.

En esta variación entre la agresividad de rebrote de la plantación de Eucalipto número 1 y la plantación número 2, pudo influir también, el hecho de que la plantación número 2 ha sido intervenida en numerosas ocasiones para la extracción de leña y postes y la plantación número uno con menos frecuencia.

Al analizar la dinámica de brotación de tres especies en Chile, Ríos *et al* (2017), encontraron que la especie *Eucalyptus denticulata*. Mostró una capacidad de tres rebrotes, con máximo de siete y ocho en los otros tocones. Los valores mencionados anteriormente son similares a los encontrados en las plantaciones de Eucalipto del plantel, donde se registró un promedio de 5.1 y 4.4 rebrotes por tocón.

Nieto (2015), través de su estudio acerca de la influencia del manejo silvicultural en la producción de madera rolliza y leña de *Eucalyptus camaldulensis*, registró en Quezalaguaque, Nicaragua una incidencia de 2.5 rebrotes por tocón en promedio, este valor es inferior a los valores encontrados en el plantel.

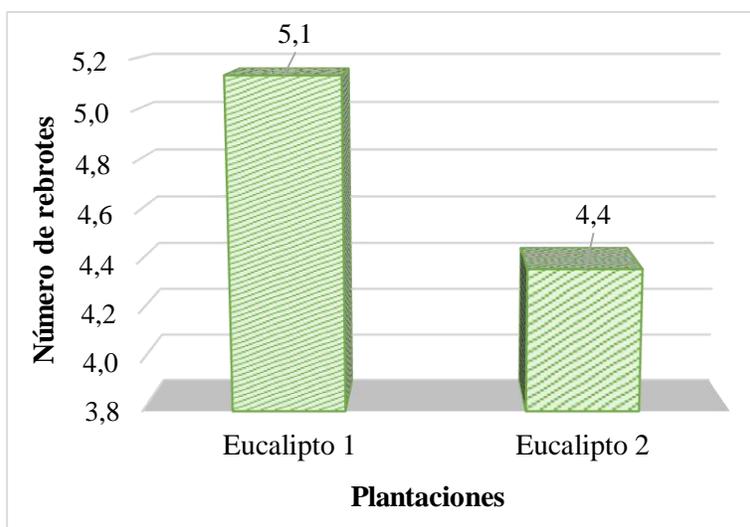


Figura 17. Promedio de número de rebrote en las plantaciones de Eucalipto en el plantel, Nindirí, Masaya, 2019

4.4. Recomendaciones técnicas

4.4.1. Manejo forestal de las plantaciones

Se sugiere que las plantaciones forestales establecidas en El Plantel, sean inscritas legalmente en el INAFOR a través de la universidad. Con su inscripción legal y un plan de corta autorizada, las plantaciones son aprovechables.

4.4.2. Mejora del componente forestal

Se propone mayor intervención por parte de la Facultad de los Recursos Naturales y del Ambiente, en el componente forestal establecido en la unidad de experimentación y validación; a través de estudios orientados al manejo de las de las plantaciones de Eucalipto, Neem y Teca. De igual manera, a las especies nativas brinzales y latizales presentes en las plantaciones.

4.4.3. Cercas vivas

Una buena manera de aprovechar la superficie perimetral de las plantaciones es el establecimiento de cercas vivas, el cual consiste en plantar estacas grandes, además de ser el soporte de alambres, proporcionan frutos, leña, sombra, funcionan como cortinas rompevientos y división protectora de la parcela. La poda de las cercas vivas está en función del tipo de producto a obtener (protección, postes, forraje por leña).

4.4.4. Bancos forrajeros

Establecer superficies pequeñas de plantas leñosas sembradas en altas densidades. El objetivo de estos es proporcionar forraje con alto valor nutricional, de buena digestibilidad y que brinde materia seca durante todo el año. Se utilizan plantas con buena capacidad para la producción de rebrote como *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*), Marango (*Moringa oleifera*), Nacadero (*Trichanthera gigantea*).

4.4.5. Árboles dispersos en potreros

Dejar crecer o sembrar de manera dispersa árboles y arbustos en los potreros de 20 a 30 árboles/hectárea, escogiendo las plantas leñosas en dependencia de las necesidades del

productor. La presencia de especies forrajeras como el Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), además de proveer sombra, ofrecen forraje y frutos de calidad. Además, la presencia de árboles incrementa el valor del terreno. Árboles como el aguacate (*Persea americana*), chicozapote (*Manilkara zapota*), guapinol (*Hymenaea courbaril*), jobo (*Spondias mombin*), jocote (*Spondias purpurea*), mango (*Mangifera indica*), nancite (*Byrsonima crassifolia*), zapote (*Pouteria sapota*), guayaba (*Psidium guajava*), pueden ser introducidos a sistemas silvopastoriles y obtener diversos bienes y servicios ambientales.

4.4.6. Rondas

Construir rondas en el perímetro de las plantaciones con 5 m de anchura, con fines de facilitar el acceso, evitar incendios forestales y su propagación. Pues ya se ha generado incendio anteriormente y hay mucha actividad de personas que se introducen en la finca sin autorización a cazar garrobos.

4.4.7. Control de plagas

En la plantación de *Tectona grandis* L.f fue observado en algunos árboles comején (*Nasutitermes spp*) lo cual podría representar una amenaza mayor si no se controla a tiempo.

V. CONCLUSIONES

El volumen encontrado en la plantación de Teca corresponde a 88.874 m³ en 0.46 ha, en cuanto a IMA para la variable diámetro y altura corresponde a 1.1350 cm/año y 0.9283 m/año, respectivamente. Se concluye que la plantación de *Tectona grandis* L.f establecida en El plantel presenta productividad media. En cuanto a las variables silviculturales se encontró que el mayor porcentaje de árboles eran vigorosos de fustes rectos y reciben iluminación vertical plena. De manera general, la plantación de Teca se observó en buen estado, sin embargo, requiere manejo y control.

El volumen encontrado en la plantación de Neem corresponde a 272.438 m³/ha, en cuanto a IMA para la variable diámetro y altura corresponde a 0.629 cm/año y 0.279 m/año, respectivamente. Se concluye que la plantación de *Azadirachta indica* establecida en El plantel presenta una productividad baja. En cuanto a las variables silviculturales se encontró que el mayor porcentaje de árboles tienen tendencia a morir, presentan fustes dañados o con pudriciones y reciben iluminación vertical plena. De manera general, la plantación de Neem se observó en muy mal estado y se considera para ella la eliminación total de los árboles de Neem, favoreciendo así la supervivencia de las especies nativas algunas de valor comercial o forrajero que se han abierto paso en el suelo de la plantación.

Las plantaciones de Eucalipto (*E. Camaldulensis*), presentan una capacidad óptima de rebrote. De manera global, los árboles de la plantación están en buen estado, sin embargo, no existe control de malezas y no se le aplica manejo forestal.

Se generaron siete recomendaciones técnicas, enumeradas a continuación: 1. Manejo forestal de las plantaciones, 2. Mejora del componente forestal, 3. Cercas vivas, 4. Bancos forrajeros, 5. Árboles dispersos en potreros, 6. Rondas corta fuego, 7. Control de plagas. Para ser consideradas en la toma de decisiones a futuro con respecto a las plantaciones y el componente forestal en El Plantel.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar estudios posteriores que posibiliten brindarles manejo a las plantaciones forestales establecidas en la Unidad de Experimentación a través de la facultad de los recursos naturales y del ambiente, para fomentar su productividad y diversidad, en lugar de ser reemplazadas.

Realizar manejo de rebrotes en las plantaciones de Eucalipto.

VII. LITERATURA CITADA

- Armijos G, D. D. (2013).** *Construcción de tablas volumétricas y cálculo de factor de forma (FF.) para dos especies, Teca (Tectona grandis) y melina (Gmelina arborea) en tres plantaciones de la empresa REYBANPAC CA. En la provincia de los Ríos.* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador.
- Bibiano, Y., Obrador, J., Palma, D., García, E. y Sol, A. (diciembre, 2017).** *Crecimiento de Cedrela odorata L., Y Tectona grandis L., En un sueño Fluvisol Hápico; modelo para calcular su volumen comercial.* *Agroproductividad.* 10(12). Recuperado de <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/35>
- Boa, E. (2008).** *Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles.* Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-y5041s.pdf>
- Calderón, D.A; Solís, D. E. (2012).** *Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de Pino (Pinus oocarpa, L.) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Camacho, A., Ramírez, H., Santos, H. y Zamudio, F. (mayo, 2013).** *Tablas de rendimiento para Teca (Tectona grandis L.) En el estado de Campeche. División de Ciencias Forestales.* Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v4n19/v4n19a8.pdf>
- CNE. (Comisión Nacional de Energía). (2001).** *Plan maestro geotérmico de Nicaragua. Evaluación del área de Tipitapa. Volumen 9.* Managua, Nicaragua. Mayo, 2019. Recuperado de <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN371.422U58.pdf>
- Comité Técnico Forestal. (2012.)** *Norma técnica obligatoria nicaragüense Manejo Sostenible de los Bosques Naturales Latifoliados y de Coníferas, NTON.*
- Gómez, Á. y Rico, E. (2006).** *Efectos de tres tratamientos silviculturales sobre la composición florística y la estructura horizontal del bosque seco secundario latifoliado*

en la microcuenca Las Marías, Telica, León (Tesis de grado). Recuperada de <http://repositorio.una.edu.ni/1091/1/tnf40g633.pdf>

González, E. (diciembre, 2017). *Evaluación del crecimiento de las plantaciones de Tectona Grandis L.F.* Unidad silvícola Mayarí. *CFORES*. 5(3). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6222085>

Guevara, M. (2004). *Informe Nacional Nicaragua*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/j3531s/j3531s06.htm>

Hutchinson, I. (1993). *Puntos de Partida y Muestreo Diagnóstico para la Silvicultura de Bosques Naturales del Trópico Húmedo (N°204)*. Recuperado de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3732/Puntos_de_partida_y_muestreo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INAFOR (Instituto Nacional Forestal). (2009). *Resultados del Inventario Nacional Forestal Nicaragua 2007-2008*. Pascal Chaput. 232 p.

INIFAP. (2001). *Potencialidades y manejo del Neem*. Recuperado de https://agronomiapvr.files.wordpress.com/2010/04/memorianeem_01.pdf

MARENA (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, NI)/INAFOR (Instituto Nacional Forestal, NI). (2002). *Guía de especies forestales de Nicaragua*. Managua: Arte, S.A.

Mollinedo, M., Herrera, M. y Muñoz, F. (junio, 2016). *Caracterización del crecimiento de plantaciones jóvenes de Teca (Tectona grandis Linn f.) y estimación de curvas de índice de sitio en el área septentrional de la república de Guatemala*. *Madera y Bosques*. 22(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/617/61749306007.pdf>

Nieto, M. (2015). *Influencia del manejo silvicultural en la producción de madera rolliza y leña de Eucalyptus camaldulensis : estudios de caso de 17 plantaciones bajo un sistema de manejo de rebrotes en la comunidad Cristo Rey, Quezalguaque, Nicaragua*. Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/8508>

- Prado, D., J. (2015).** *Plantaciones forestales. Más allá de los árboles.* Recuperado de https://www.corma.cl/wp-content/uploads/2018/10/plantaciones-forestales-mas-alla-de-los-arboles_-j.pdf
- Pramova, E.; Bruno, L.; Djoudi, H.; Somorin, O. (2012).** Bosques y árboles para la adaptación social al cambio y variabilidad del clima. *Brief. 2 (15).* Pp. 1-14.
- Ríos, J., Acuña, E., Cancino, J., Rubilar, R., y Corral, J. (2017).** *DINÁMICA DE BROTAÇÃO Y DENSIDAD BÁSICA DE LA MADERA EN REBROTOS DE TRES ESPECIES DENDROENERGÉTICAS.* Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n2/1405-3195-agro-51-02-00215.pdf>
- Salgado, O., Silva, C. (2008).** *Evaluación de la capacidad de rebrote de dos especies arbóreas del bosque seco secundario de Nandarola, Nandaime, Granada.* (Tesis de grado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1113/1/tnk10s164.pdf>
- Somariba, M. (1989).** *Planificación Conservacionista de la finca el PLANTEL.* Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2586/1/tnp36s693.pdf>
- Xol, L. (2017).** *EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE PLANTACIONES FORESTALES DE TECA (Tectona grandis L.f)* (Tesis de grado). Recuperada de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/22/Xol-Luis.pdf>
- Yepes, A.; Buckeridge, M. (2011).** *Respuesta de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global.* *Colombia Forestal.* 14 (2). Pp. 2013-232.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de campo para recolección de variables dasométricas y silviculturales en las plantaciones de Teca y Neem en El Plantel.

Formato de Campo

Centro de Experimentación y Validación de Tecnología El Plantel

N° de Parcela: _____ **Departamento:** _____

Coordenadas: X: _____ **Y:** _____ **Municipio:** _____

Fecha: _____

N° de Árbol	Nombre Común	DAP (cm)	Altura (m)	Forma fuste	Condición Del Árbol	Iluminación	Observación

Anexo 2. Formato de campo para recolección de datos de número de rebrotes en las plantaciones de Eucalipto en El Plantel.

Formato de Campo

Centro de Experimentación y Validación de Tecnología El Plantel

N° de Parcela: _____ **Departamento:** _____

Coordenadas: X: _____ **Y:** _____ **Municipio:** _____

Fecha: _____

N° de Árbol	N° de rebrote	Nombre común	Observación

Anexo 3. Descripción de las especies

Eucalipto

Nomenclatura

El árbol de Eucalipto cuyo nombre científico corresponde a *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, pertenece al reino de las plantas y a la familia Myrtaceae.

Distribución

Se encuentra en casi todo el continente de Australia, es la especie de Eucalipto de más amplia distribución localizada a lo largo y en las cercanías de casi todos los cursos de agua estacionales, en las zonas áridas y semiáridas. En Nicaragua se introdujeron dos procedencias de semillas y se ha plantado en la zona del Pacífico como cortinas rompe vientos y en plantaciones puras se ha comenzado a introducir en otras áreas del país (MARENA/INAFOR, 2002).

Requerimientos ambientales

En su distribución natural en Australia la precipitación está en el rango de 200-1,250 mm. Anuales, pero en Nicaragua se ha plantado desde 620 a 1,700 mm. /año. Se le ha plantado en sitios desde 40 msnm hasta 480 msnm, se adapta a una gama amplia de suelos, desde pobres a periódicamente inundados, sin embargo, en suelos compactados por sobrepastoreo, con poca humedad disponible y falta de preparación, el crecimiento se ve afectado (MARENA/INAFOR, 2002).

Plantación

La densidad de la plantación va a depender del objetivo de la misma, si el objetivo es para leña, se recomienda de 1,600 a 2,500 árboles/ha, con distanciamiento de 2 m x 3 m, si es para madera, se puede establecer la plantación con el mismo espaciamiento y realizarse posteriormente raleos intermedios con diferentes intensidades. El método ideal de aprovechamiento es el de tala rasa, realizándose ésta con altura de corte de 10 cm. sobre el suelo y posteriormente efectuar manejo de rebrotes seleccionando los dos o tres mejores para producción de leña y un rebrote para producción de madera (MARENA/INAFOR, 2002).

Usos

Puede usarse en construcciones rústicas como madera en rollo, postes, estacas, construcciones y carpintería en general. La madera de Eucalipto cuando está completamente seca constituye un combustible excelente, produciendo leña y carbón de óptima calidad, su poder calorífico es de 4, 800 kcal/kg, es una especie apropiada para utilizarse en el establecimiento de cortinas rompe vientos, debido a su altura, permeabilidad de la copa, resistencia a los vientos, alta capacidad de rebrotes y rápido crecimiento, las hojas pueden utilizarse en la producción de esencias y tienen uso medicinal como astringentes, febrífugas y antisépticas, para combatir resfriados y enfermedades de las vías respiratorias (MARENA/INAFOR, 2002).

Neem

Nomenclatura

El árbol de Neem cuyo nombre científico es *Azadirachta indica* A. Juss., Pertenece al reino de las plantas, a la clase Equisetopsida, al orden Sapindales y a la familia de las Meliáceas.

Distribución

Esta especie es nativa de los bosques secos de la India, Pakistán, Sri Lanka, Malasia, Indonesia, Tailandia y Burma. Fue introducida a principios del siglo XX en África, particularmente al sur del Sahara, a finales del siglo pasado fue introducida en el Caribe, centro y sur de América. En Nicaragua fue introducida en 1975 y actualmente se encuentra en diferentes zonas del país región ecológica I, sector del Pacífico, y en la región ecológica II, sector Norcentral (MARENA/INAFOR, 2002).

Usos

Por ser una madera de tipo estructural, puede ser utilizada en construcciones, fabricación de muebles, carpintería en general, insecticida efectivo en un amplio rango de plagas, produce leña y carbón de óptima calidad, su poder calórico es de 20,000 kJ/kg. Se emplea en cortinas rompe vientos como árbol de porte medio, en cercos vivos y en asociación con cultivos agrícolas, puede ser empleado como fertilizante utilizando los frutos ya que contienen apreciables cantidades de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio (MARENA/INAFOR, 2002).

Requerimientos ambientales

La precipitación adecuada para el desarrollo del Neem es entre 500 y 1,200 mm. Anuales, ocasionalmente hasta 1,800 mm., con cinco a siete meses de estación seca, se desarrolla bien en temperaturas de 20 a 35 °C, aunque se le ha reportado resistente a temperaturas muy altas hasta de 44 °C. Crece desde el nivel del mar hasta 1,500 msnm, aunque crece mejor debajo de los 1,000 msnm. Prefiere suelos con buen drenaje desde francos arenosos a franco arcillosos con ph entre 6.5 a 7.5. (MARENA/INAFOR, 2002).

Plantación

Es un árbol exigente a la luz, no soporta competencia de malezas, por lo tanto, se le debe dar el mantenimiento adecuado durante las primeras etapas de crecimiento. La preparación del suelo permite un buen desarrollo radicular, los espaciamientos recomendables están en dependencia del objetivo de la plantación, del siguiente modo producción de frutos: 4 x 4 m. (625 árboles/ha); 6 x 6 m. (272 árboles/ha). Producción de leña: 2 x 2 m. (2,500 árboles/ha) (MARENA/INAFOR, 2002).

Teca

Nomenclatura

El árbol de Teca cuyo nombre científico corresponde a *Tectona grandis* L.f, pertenece al reino de las plantas, al filum Spermatophyta, al subphylum Angiospermae, a la clase Dicotyledoneae, al orden Lamiales y a la familia de las Verbenáceas.

Distribución

Esta especie es originaria de Birmania, la India, Tailandia e Indonesia, ha sido introducida en África y en muchos países de América Latina, existen plantaciones en todos los países de Centroamérica. En Nicaragua fue introducida por productores privados antes de la década del 70 y por la Misión Forestal Británica a partir de 1972, se ha plantado con éxito en la región ecológica I, sector Pacífico, en trópico húmedo se ha probado con éxito en la zona de Río Sábalo, municipio del Castillo, en la región ecológica IV, sector caribe (MARENA/INAFOR, 2002).

Usos

En Nicaragua no existen grandes plantaciones de Teca, sin embargo, es una especie promisoría para reforestación que debe ser tomada en cuenta para promover su plantación a gran escala, la madera posee un alto poder calorífico (5,000 kcal/kg), sin embargo, por ser de alto valor comercial, se le utiliza poco para leña y carbón. En la India se utiliza el aceite de la madera por sus propiedades sudoríficas y las flores por sus propiedades diuréticas. Las hojas de Teca contienen un tinte de color rojizo el cual es utilizado en algunos países para teñir seda y algodón (MARENA/INAFOR, 2002).

Plantación

Las plantaciones se establecen con pseudoestacas haciendo un corte de los brotes a los seis meses y selección del mejor rebrote a los 12 meses. El número de plantas por hectárea debe ser entre 1,100 a 1,600, a un distanciamiento de 3 m x 3 m, y puede plantarse en combinación con cultivos agrícolas (taungya) con el propósito de reducir los costos de plantación. Las plantaciones puras no pueden hacerse en sitios expuestos a la erosión, ya que la Teca no deja crecer ninguna otra vegetación bajo su sombra y el suelo se mantiene descubierto y expuesto a la erosión hídrica (MARENA/INAFOR, 2002).

Requerimientos ambientales

Se adapta a climas húmedos y cálidos la precipitación óptima está en el rango de 1,250 a 2,500 mm. /año, en Centroamérica se ha plantado en sitios cuya precipitación varía entre 885 y 3,150 mm. /año, en general necesita de un período efectivamente seco de tres a cinco meses de duración. En esta región se ha cultivado a temperaturas entre 23 y 28 °C y se ha plantado desde el nivel del mar hasta los 600 msnm, prefiere suelos francos arenosos o ligeramente arcillosos, fértiles y profundos, con buen drenaje, con pH neutro o ligeramente ácido (MARENA/INAFOR, 2002).

Anexo 4. Fotografías de las plantaciones en el Plantel, Nindiri, Masaya, 2019.



Delimitación de parcelas en las plantaciones



Limpieza de las parcelas en las plantaciones del Plantel



Árboles muertos en la plantación de Neem del Plantel



Árboles mal podados en la plantación de Neem del Plantel



Árboles con chancro, comején y tendencia a morir en la plantación de Neem del Plantel



Árboles sin manejo falta de poda y raleo en la plantación de Teca del Plantel



Rebrotos cortados para poste las plantaciones del Plantel