



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE LOS RECURSOS NATURALES
Y DEL AMBIENTE**

Trabajo de Tesis

**Diagnóstico en plantaciones forestales
establecidas en comunidades del municipio el Castillo
del departamento de Rio San Juan**

Autores

Br. Aleska Margarita Canales

Br. Glendy Mileydy Meza Laguna

Asesor

Dr. Álvaro Noguera Talavera

Managua, Nicaragua

Agosto, 2021



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

**Tesis para optar al título de Ingeniero en
Recursos Naturales Renovables**

Trabajo de Tesis

**Diagnóstico en plantaciones forestales establecidas en
comunidades del municipio el Castillo del
departamento de Rio San Juan**

Autores

Bra. Aleska Margarita Canales

Bra. Glendy Mileydy Meza Laguna

Asesor

Dr. Álvaro Noguera Talavera

Managua, Nicaragua

Agosto, 2021

El presente trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Miembros del tribunal examinador

Ing. Msc. Juan José Membreño Morales

Presidente

Ing. Bayardo Alberto González Ñamendy

secretario

Ing. Oscar Rene Valdivia Martínez

Vocal

Managua, Nicaragua

Agosto,2021

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PAGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCION	1
II.OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Conceptos y definiciones	4
3.2 Generalidades sobre el establecimiento y manejo de plantaciones	5
3.3 Bienes maderables y no maderables	8
3.4 Métodos para evaluar la calidad de una plantación forestal	9
IV. MATERIALES Y METODOS	12
4.1 Descripción del lugar de estudio.	12
4.2 Caracterización biofísica del terreno	13
4.3 Proceso Metodológico	14
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 Clasificación de las plantaciones forestales según la composición de especies	21

5.5 Caracterización dasométricas de la plantación	33
5.6 Incremento medio anual de las plantaciones	35
5.6 Elementos técnicos para mejorar la productividad	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. LITERATURA CITADA.	44
IX. ANEXOS	47

DEDICATORIA

A Dios nuestro padre celestial y mi fiel amigo, el que me ha dado la vida y la energía necesarias para culminar esta etapa importante de mi vida. A mi madre **Pabla Laguna**, quien ha sido el pilar fundamental para seguir en pie una mujer valiente y dedicada a la familia, que, a pesar de mi ausencia, nunca dejó pedirle a Dios por mí. A mis hermanas que han estado conmigo en este proceso gracias por animarme y apoyarme, en especial a Ada Meza, porque sin ella este proceso no hubiera sido posible, A mi padre Juan Meza, que sin duda ha sido un motivo para salir adelante, y aquellas **personas especiales que** siempre estuvieron animándome e inspirándome a seguir adelante como lo fue Exania Lanuza, una gran persona que siempre confió en mí, Jesús Velásquez que de una u otra manera siempre fue un apoyo desde el inicio de este proceso.

A mi hija Emily Johany Velásquez Meza, que es el motor y complemento perfecto para mi vida, y la niña que me inspira ser una mejor persona y mejor profesional.

A mis **amigas, Yamileth López y mi amiga y compañera de tesis Aleska Canales**, a los **profesores** que me brindaron su apoyo, cual fue fundamental para mi formación profesional.

Br. Glendy Mileydy Meza Laguna

DEDICATORIA

Agradezco a Dios, por brindarme la oportunidad de vivir, por permitirme disfrutar cada momento de mi vida y guiarme por el camino que ha trazado para mí.

A mi madre **Iris Judith Canales Montesinos** por darme la vida y apoyarme siempre, quien ha sido el pilar fundamental para seguir en pie una mujer valiente y trabajadora. A **Manuel Muñoz** que él ha sido como un padre durante estos 10 años, y que sin el apoyo de ellos no hubiese logrado mis metas y sueños. A mis hermanos, gracias por animarme cada día. A mi **mamita Bemilda** que siempre me llevo en sus oraciones y nunca dejo de pedirle a Dios por mí, y aquellas **personas especiales** a como es Eduardo Silva que estuvo animándome a seguir adelante.

A mi hijo **Santhiago** Alexander Silva Canales, que es el motor de mi vida y el motivo que me inspira ser una mejor persona, mejor profesional para salir adelante.

A mis **amigas, Yamileth López, mi amiga, compañera de tesis Glendy Meza** y profesores que me brindaron su apoyo cual fue fundamental para mi formación profesional.

Br. Aleska Margarita Canales

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por permitirme culminar los estudios en esta prestigiosa alma mater.

A mi asesor Phd. Álvaro Noguera Talavera, por su paciencia y ayuda oportuna durante la ejecución de este trabajo y apoyo constante en la redacción de este documento.

Al Proyecto de Rio San Juan por darnos la oportunidad de ser partícipes en la elaboración de dicho documento.

A mis docentes de la universidad, compañeros y amigos por su desinteresada colaboración y apoyo moral durante la permanencia en la carrera.

A todos ellos, muchas gracias.

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
1. Clasificación taxonómica de los suelos del municipio	13
2. Datos generales de las plantaciones evaluadas y especies constituyentes	22
3. Area de plantacion por productor en reforestaciones del municipio El Castillo, Rio San Juan	23
4. Edad de las plantaciones evaluadas en el municipio El Castillo, Rio San Juan	23
5. Distanciamiento de las plantaciones en citio de reforestacion en el municipio El Castillo, Rio San Juan	24
6. Caracteristicas silviculturales de la plantacion forestal del productor Eulalio aragon, comunidad El Bosque	26
7. Caracteristicas silviculturales de la plantacion forestal del productor Gerardo Lopez, comunidad Las Maravillas	27
8. Caracteristicas silviculturales de la plantacion forestal del productor Julio Alvares comunidad la Libertad	29
9. caracteristicas silviculturles de la plantacion forestal del productor Vicente Espinoza, comunidad Boca de Escalera	31
10. descripción de las características gasométricas de las plantaciones forestales en el municipio el Castillo.	33
11. Indicadores de crecimiento (incremento Medio Anual) de las especies en cuatro fincas del municipio el Castillo	36

INDICE DE FIGURA

FIGURA	PAGINA
1. Ubicación del área de estudio	15
2. Georreferenciación de perímetro	18
3. Diseño de muestreo sistemático implementado en la toma de datos del diagnóstico de plantaciones forestales en el municipio El Castillo, Río San Juan	18
4. Medición de Diámetro	19
5. Medición de altura total y comercial, usando Hipsómetro Suunto	19

RESUMEN

El presente estudio se realizó entre los meses de abril y junio del año 2020, en el departamento de Río San Juan, en las comunidades Boca de Escalera, El Bosque, La Libertad, Las Maravillas pertenecientes al municipio del Castillo. El objetivo principal fue Diagnosticar el estado actual de plantaciones forestales para definir lineamientos de manejo, temáticas de capacitación para los productores. Las actividades del estudio se llevaron a cabo en tres etapas: 1. Reconocimiento y selección de los sitios, para esto se realizó la revisión de base de datos que INAFOR brindó cuya información es del 2009,2016-2019 además sugirió productores de interés para la institución debido a su cumplimiento en las plantaciones. Se planificó el itinerario de las comunidades que se visitaron donde se encuentran ubicadas las fincas en que realizó el inventario para esto tomamos en cuenta la accesibilidad a dichas comunidades, la participación del guía local ya sea alguna persona delegada por dicha institución, y del productor quien es una persona clave en este proceso ya que él es que nos muestra donde está ubicada la plantación en la finca. 2. Toma de datos de campo, Para la ejecución de la etapa 2 de toma de datos de campo, se planificaron las formas de recopilación de la información requerida en 3 visita a la zona de estudio, se contó con el apoyo de docentes, base de datos brindada por Instituto Nacional Forestal (INAFOR) y dueños de las propiedades que visitamos, (informantes claves) en base a la temática requerida. 3. Análisis de la información, En esta última etapa se interpretan los datos recopilados en el campo para ver cómo se encuentran las variables que se midieron en cada una de las fincas y de esa misma manera dar recomendaciones y talleres con temas de interés a los productores. El estudio se realizó con el fin de diagnosticar el estado en que se encontraban las plantaciones, dando como resultado un análisis que nos permitió darnos cuenta que las plantaciones con mayor crecimiento fue la especie de Guapinol (*Hymenaea courbaril*), mientras que la especie de Falso Roble (*T. rosea*) fue la que presentó menor crecimiento tanto en diámetro, como altura., se brindaron recomendaciones técnicas para obtener mejores resultados de manejo y aumento de productividad en las plantaciones y de esta manera se contribuye a promover y mejorar la calidad de vida de cada uno de los productores.

Palabras claves: Diagnosticar plantaciones forestales, manejo, silviculturales, incremento.

ABSTRACT

The present study was carried out between the months of April and June 2020, in the department of Rio San Juan, in the Boca de Escalera, El Bosque, La Libertad, and Las Maravillas communities belonging to the municipality of Castillo. The main objective was to diagnose the current state of forest plantations to define management guidelines, training topics for producers. The activities of the study were carried out in three stages: 1. Recognition and selection of the sites, for this the review of the database that INAFOR provided was carried out, whose information is from 2009, 2016-2019, and also suggested producers of interest to the institution due to its compliance in the plantations. The itinerary of the communities being sought was planned where the farms in which I made the inventory are located, for this we take into account the accessibility to said communities, the participation of the local guide either someone delegated by said institution, and of the producer who He is a key person in this process since he is the one who shows us where the plantation is located on the farm. 2. Field data collection, For the execution of stage 2 of field data collection, the forms of collecting the information required in 3 visits to the study area were planned, with the support of teachers, base of data provided by the National Forest Institute (INAFOR) and owners of the properties we visit, (key informants) based on the required subject matter. 3. Analysis of the information. In this last stage the data collected in the field are interpreted to see how the variables that were measured in each of the farms are found and in the same way give recommendations and workshops with topics of interest to the farmers. producers. The study was carried out in order to diagnose the status of the plantations, resulting in an analysis that found us to realize that the plantations with the highest growth were the Guapinol species (*Hymenaea courbaril*), while the False species Oak (*T. rosea*) was the one that presented the lowest growth both in diameter and height. Technical recommendations were provided to obtain better management results and increased productivity in the plantations and in this way contribute to promoting and improving the quality of life of each of the producers.

keywords: Diagnose forest plantations, management, silvicultural, increase.

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).

“Las plantaciones forestales corresponden aquellos sistemas de producción que se han originado a través de la plantación de árboles de una misma especie o combinaciones con otras, efectuadas por el ser humano” (CONAF, Julio 2011), para que estas cumplan su función tanto productiva como ambiental debe presentar ciertos parámetros de calidad entre ellas, crecimiento e incremento y diversidad asociada.

Desde el año 2009 el Instituto Nacional Forestal realiza esfuerzos por desarrollar programa de incentivo dirigido a la recuperación de suelos forestales, a través del establecimiento de plantaciones forestales en comunidades de El Castillo; sin embargo, hasta el momento no se cuenta con información que permita dar seguimiento al estado y características de calidad de estas áreas, por lo que se identifica la necesidad de desarrollar un método que conlleve a la

determinación del estado actual y planificación de medidas de manejo para el aseguramiento de las metas de INAFOR.

El proyecto tuvo como objetivo diagnosticar el estado actual de diferentes plantaciones forestales que se establecieron en diferentes años con el propósito de darles un buen uso y manejo sostenible a dichas especies con el fin de mejorar la calidad ambiental y social de los pobladores de las comunidades del municipio de Sábalo.

II.OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Diagnosticar el estado actual de plantaciones forestales para definir lineamientos de manejo y temáticas de capacitación para los productores en el municipio El Castillo de Rio San Juan.

2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar las plantaciones forestales a través de la recopilación de variables silviculturales y dasométricas para conocer su estado actual.
2. Estimar el potencial de crecimiento en diámetro y altura de la masa arbórea en las plantaciones forestales.
3. Recomendar elementos técnicos para el aumento de productividad y toma de decisiones de manejo adecuado en las plantaciones.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Conceptos y definiciones

Deforestación: “El concepto de deforestación está relacionado con varios términos no totalmente delimitados (pérdida de bosque, fragmentación, conversión o degradación). Por este motivo, el autor categoriza los diferentes enfoques predominantes sobre las definiciones de deforestación en visiones “amplia” y “estrecha” (Leguía Aliaga, J. D., Villegas Quino, H., & Aliaga Lordemann, J,2011).

Por un lado, la visión “amplia” incluye no sólo la conversión del bosque a otros usos, sino también diferentes tipos de degradación que reducen la calidad del bosque en términos de densidad y estructura, servicios ecológicos, biomasa y diversidad de especies, entre otros. Bajo este enfoque, la tala selectiva se convierte en uno de los principales factores de deforestación (Leguía Aliaga, J. D., Villegas Quino, H., & Aliaga Lordemann, J,2011).

Forestación: Es el” establecimiento de bosque mediante plantación y/o siembra deliberada en tierra que, hasta ese momento, no había sido clasificada como bosque”. (FRA,2015).

Reforestación: Según FRA (2015),” es la regeneración natural o restablecimiento del bosque a través de la plantación o de la siembra deliberada en tierra que ya es de uso forestal”.

Plantación forestal: En cuanto a plantaciones forestales Rojas (2001) menciona que es “el cultivo de árboles forestales técnicamente planeado para la obtención de productos y beneficios forestales de la mejor calidad, con el mínimo costo y en el menor tiempo posible”.

Silvicultura: Han sido varias las definiciones de silvicultura que se han propuesto a través del tiempo, según Rojas (2001) estas definiciones coinciden en que la silvicultura “es la rama de las ciencias forestales que se encarga de la creación, mantenimiento y tratamiento del bosque que permiten su aprovechamiento racional”.

Manejo Forestal: “comprende las decisiones y actividades encaminadas al aprovechamiento de los recursos forestales de manera ordenada, procurando satisfacer las necesidades de la sociedad actual, sin comprometer la provisión de bienes y servicios para las generaciones futuras. El manejo forestal sustentable es un principio que asegura la producción de diversos bienes y servicios a partir de los ecosistemas forestales, de una manera perpetua y óptima, conservando siempre los valores de tales ecosistemas; es una estrategia de manejo de recursos naturales, en la cual las actividades forestales son consideradas en el contexto de las interacciones ecológicas, económicas y sociales, dentro de un área o región definida, a corto y largo plazo”. (Aguirre 2015, p.1).

3.2 Generalidades sobre el establecimiento y manejo de plantaciones

3.2.1. Objetivos del establecimiento de una plantación forestal

Según Trujillo (2003), “Una plantación forestal consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras”.

“Precisamente, ese objetivo es el que también permite determinar la densidad de siembra, los rendimientos y los costos que implicará la plantación, junto con la selección de las especies más adecuadas y su programación para la producción. Pero para que todo esto sea posible es indispensable realizar un estudio previo y cuidadoso de las condiciones naturales en las que se desarrollará la plantación, además de la planeación y distribución del área, a fin de asegurar su éxito. Un factor determinante es la calidad genética del material vegetal y buena calidad de los árboles en vivero” (Trujillo 2003).

En nuestro medio principalmente se distinguen dos objetivos fundamentales de las plantaciones forestales como lo es la Biomasa (leña, carbón, chip, briquetas) y Madera sólida (madera aserrada y laminado) Indistintamente ambos objetivos se pueden conjugar en la misma plantación, es decir, que el trabajo cumpla los dos fines, Produciendo leña mediante los trabajos silviculturales intermedios de poda y raleo; y en la etapa final de aprovechamiento, se destine la madera para fines industriales de aserrado y laminado. (Britos 2013, pg.2,12).

3.2.2. Mantenimiento de plantación.

Poda

El trabajo silvicultural de la poda consiste en separar las ramas (vivas o muertas) laterales que se desarrollan en los árboles por medio de herramientas adecuadas (serruchos), es aplicada primeramente en base a las necesidades de las plantas y al objetivo de la plantación. Si la plantación es de carácter energético, este trabajo no es necesario debido a que se busca aumentar el volumen en biomasa, sin embargo, debe desarrollarse cuando el fin de la producción corresponde a madera sólida. Primeramente, se hace una observación de la plantación, evaluar la necesidad y el grado de poda que debe ser aplicado. La necesidad de poda surge aproximadamente a los dos primeros años de la plantación cuando las ramas empiezan a cruzarse entre sí, y el trabajo continúa en etapas sucesivas repitiendo los mismos pasos hasta una altura determinada. La altura que debe levantarse poda es de $2/3$ y dejar $1/3$ con copa (Britos 2013, pg.2,12).

Raleo

“Es otro trabajo silvicultural, cuyo objeto de aplicación es la de aumentar el crecimiento de los árboles en grosor dentro de la plantación. Se realiza eliminando aquellos individuos de menor porte, cuyo tronco esté torcido, enfermo o presente el ataque de una plaga o un patógeno, es decir, se talan aquellos árboles cuyas características no proyectan interés acorde a los objetivos” (Britos 2013, pg.2,12).

“En las plantaciones, se ejecutan raleos durante el proceso de desarrollo, el primer raleo se elimina el 30% del total de la población al cuarto año, en el segundo al igual que el primero se eliminan un 30% de los individuos en el sexto a séptimo año, teniendo un 40% para la cosecha final a los diez o doce años. Estos porcentajes de raleo pueden modificarse de acuerdo a las necesidades requeridas y al criterio técnico del profesional encargado de la plantación y a los ajustes de los objetivos” (Britos 2013, pg.2,13).

Estas actividades generan productos intermedios que pueden comercializarse proporcionando un ingreso, de estas tareas pueden obtenerse leña, postes, columnas.

Aprovechamiento

“El aprovechamiento se realiza en tiempo más corto cuando las plantaciones tienen fin energético (5 a 7 años), es por medio de la tala rasa, eliminando todos los individuos de una vez, pudiéndose manejar los rebrotes posteriormente. Aquí los rebrotes tienen una rapidez de crecimiento mayor a aquellos individuos recién plantados, gracias al sistema radicular ya instalado en el suelo” (Britos 2013).

“El aprovechamiento de los árboles con fines de madera sólida es llevado a cabo después de realizada los trabajos silviculturales de poda y raleo, para ello es necesario un tiempo más prolongado, en donde los individuos a cortar deben contar con los diámetros y alturas deseadas de manera a generar los rendimientos esperados” (Britos 2013).

Beneficios y servicios que proveen las plantaciones forestales

En una reciente publicación de la organización (Anónimo,2020) menciona sobre “los beneficios y servicios que proveen las plantaciones forestales Es sobre la importancia que tienen las plantaciones a nivel mundial; a diario y sin darnos cuenta recibimos grandes servicios por parte de los bosques, a pesar de encontrarnos a grandes distancias de ellos, por ejemplo, en la purificación del aire y agua, reducción del efecto invernadero (calentamiento global del planeta), entre otros. En la práctica, los servicios ambientales representan un subsidio a la humanidad, que no está siendo incorporado ni analizado apropiadamente”.

En cuanto a plantaciones forestales Rojas (2001) menciona que es “el cultivo de árboles forestales técnicamente planeado para la obtención de productos y beneficios forestales de la mejor calidad, con el mínimo costo y en el menor tiempo posible”. Esto implica que la

silvicultura es más que la utilización de los productos y servicios que posee una plantación, supone también la existencia de una hábil planificación para garantizar una producción, de tal manera que se pueda obtener el máximo de efectividad con bajos costos y de forma sostenible. El desarrollo de la silvicultura moderna en plantaciones, está sin duda basado en la productividad y retribuciones económicas que ésta pueda darle al inversionista (Torrez, 2017).

Servicios Ambientales de una plantación. (Anonimo,2020).

- La regulación de los gases de efecto invernadero.
- La captación y retención de agua en los ecosistemas (para uso doméstico, industrial, turístico, agrícola e hidroeléctrico).
- La belleza escénica de los ecosistemas (un insumo fundamental de la actividad turística).
- La regulación del clima.
- Polinización y dispersión de semillas, hábitat para la fauna.
- Conservación de suelos.
- Preservación de valores culturales.

3.3 Bienes maderables y no maderables

“El bosque es un bien económico indispensable para el hombre ya que de él se extraen materias primas como: madera, leña, frutos y semillas, fibras, forrajes, látex, resinas, aceites esenciales, que son utilizadas por la población en general” (Anonimo,2020).

“Además, la presencia de los ecosistemas naturales permite desarrollar investigaciones que generan beneficios económicos y sociales. Por ejemplo, el ecosistema es un banco genético que provee bases de información para el cruzamiento y desarrollo de híbridos y variedades en el sector agropecuario, lo cual permite alcanzar mayores niveles de productividad y generar nuevos productos, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria de una población” (Anonimo,2020).

3.4 Métodos para evaluar la calidad de una plantación forestal

3.4.1. Muestreo sistemático

“Es una técnica dentro de la categoría de muestreos probabilísticos - y que por lo tanto requiere tener un control preciso del marco muestral de individuos seleccionables junto con la probabilidad de que sean seleccionados - consistente en escoger un individuo inicial de forma aleatoria entre la población y, a continuación, seleccionar para la muestra a cada enésimo individuo disponible en el marco muestral” (Ochoa,2015).

“El muestreo sistemático es un proceso muy simple y que sólo requiere la elección de un individuo al azar. El resto del proceso es trivial y rápido. Los resultados que obtenemos son representativos de la población, de forma similar al muestreo aleatorio simple, siempre y cuando no haya algún factor intrínseco en la forma en que los individuos están listados que haga que se reproduzcan ciertas características poblacionales cada cierto número de individuos. Este suceso es realmente poco frecuente” (Ochoa, 2015).

La metodología continua con la descripción de cada una de las variables a evaluar tanto generales como específicas, así como con los criterios de calificación de los plántones, las principales variables incluidas en la metodología son: generales: estado actual del mantenimiento de las plantaciones. Específicas: altura total, inclinación, bifurcación, daño mecánico, estado fitosanitario, mortalidad, distanciamiento promedio de plantaciones, otro criterio y otro criterio llamado calidad de plántón. (Ochoa, 2015).

Se continúa con el análisis estadístico de la variable, separando entre variables discretas y continuas, así como su debida interpretación. Para todos los casos se presentan los respectivos ejemplos resueltos como los criterios de rechazos y aceptación para cada una de las variables determinante de la calidad de una plantación forestal. Se incluye sobre las practicidad y objetividad de la metodología y su gran beneficio para la toma de decisiones oportuna en proyectos de reforestación. (Ochoa, 2015).

3.4.2 Experiencias en la Evaluación del Crecimiento en Plantaciones Forestales

Dasometria

“Según el diccionario enciclopédico UTEHA, la Dasometría es una parte de la estereometría que se ocupa de la medida del monte, en el sentido más amplio de la expresión, la cual proviene de las palabras griegas dasos, bosque, y metrón, medida” (Vega & Maldonado, 2010). En México, en 1971 Villa Salas, definió que a la Dasometría como la parte de la Dasonomía o Ciencia Forestal que estudia la medición de los bosques o de sus productos a través de las dimensiones de los elementos que los constituyen, considerando como tales a los árboles o a las partes de éstos que serán aprovechados en alguna forma.

DAP

“Es el diámetro a la altura del pecho (1.30). cuando por conveniencia se mide la circunferencia del tronco a 1.30 m de altura del suelo” (Imaña, 2008.p,12)

“La medición puede realizarse con la ayuda de una cinta diamétrica (cinta cuya unidad diamétrica está en centímetros) o con el uso de una forcípula. A fin de evitar una estimación excesiva del volumen y compensar los errores de medición, se mide el diámetro en centímetros y se ajusta en sentido decreciente” (FAO, 2000).

3.4.3 Experiencias en las medidas de manejo silviculturales de plantaciones forestales.

Medición de la altura de los árboles: se realiza por medio de varios instrumentos, como: la Blume-Leiss, Suunto, Haga, el Relascopio Bitterlich. La altura del árbol se estima desde la superficie hasta el ápice del árbol.

Posición sociológica: “Es la diferencia de alturas, que se presentan en el estrato arbóreo generando árboles dominantes co-dominantes intermedios y dominados” (Romero, N,2008).

Posición sociológica de los árboles.

Los elementos del estrato arbóreo pueden dividirse en:

Árboles dominantes: “sus características los hacen semejantes a los árboles predominantes, con la diferencia de que reciben luz por arriba y, parcialmente, por los lados. Son árboles grandes, con copas bien desarrolladas, que probablemente están en contacto, a los lados, con las de otros árboles” (Romero, N,2008).

Árboles de copas co-dominantes: “sus copas están dentro del nivel general del “techo”; reciben luz por arriba, pero poca por los lados” (Romero, N,2008).

Árboles suprimidos: “sus copas están por debajo del nivel general del “techo”; no reciben luz directa por arriba ni por los lados” (Romero, N,2008).

Incidencia de liana: “Las lianas son un grupo polifilético, es decir que evolucionaron en diferentes familias de manera independiente, ampliamente distribuidas en el planeta, por lo que sus atributos son muy variados. No obstante, a pesar de su gran importancia, debido a la dificultad para tener acceso al dosel y la habilidad de las lianas para rebrotar, lo que hace difícil diferenciar un individuo de otro, existe aún mucha información que desconocemos. Una liana puede alcanzar más de cien metros de largo, puede caer al suelo, rebrotar y trepar diferentes árboles; su crecimiento es irregular, y los cambios en los niveles de luz pueden hacer que pase de una forma erecta a una trepadora, lo que puede involucrar cambios en su morfología” (Toledo Aceves, Tarin,2010).

Incidencia de luz (iluminación):” Es la que ve la influencia de la luz solar en los diferentes estratos del bosque, donde se encuentran ubicados los individuos”. (Peña,2013).

Calidad de fuste: “Es el estado fitosanitario y la rectitud del fuste”. (Serrano y Toledo, 2003). “La calidad de fuste se caracteriza principalmente por la forma del eje principal del árbol el cual determina su desarrollo” (Peña,2013).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Descripción del lugar de estudio.

El municipio de El Castillo geográficamente se encuentra ubicada entre las coordenadas de 10° 55' y los 11° 23' Latitud Norte y los 84° 15' y los 84° 32' Longitud Oeste. Limita al Norte con el municipio de Bluefields, al Sur con la república de Costa Rica, al Este con el municipio de San Juan del norte y al Oeste con el municipio de San Carlos. Su extensión territorial es de 1,656 km² y está ubicado a 250 Km de la ciudad de Managua, capital de la república. (Gonzalez,2015).(Figura1)

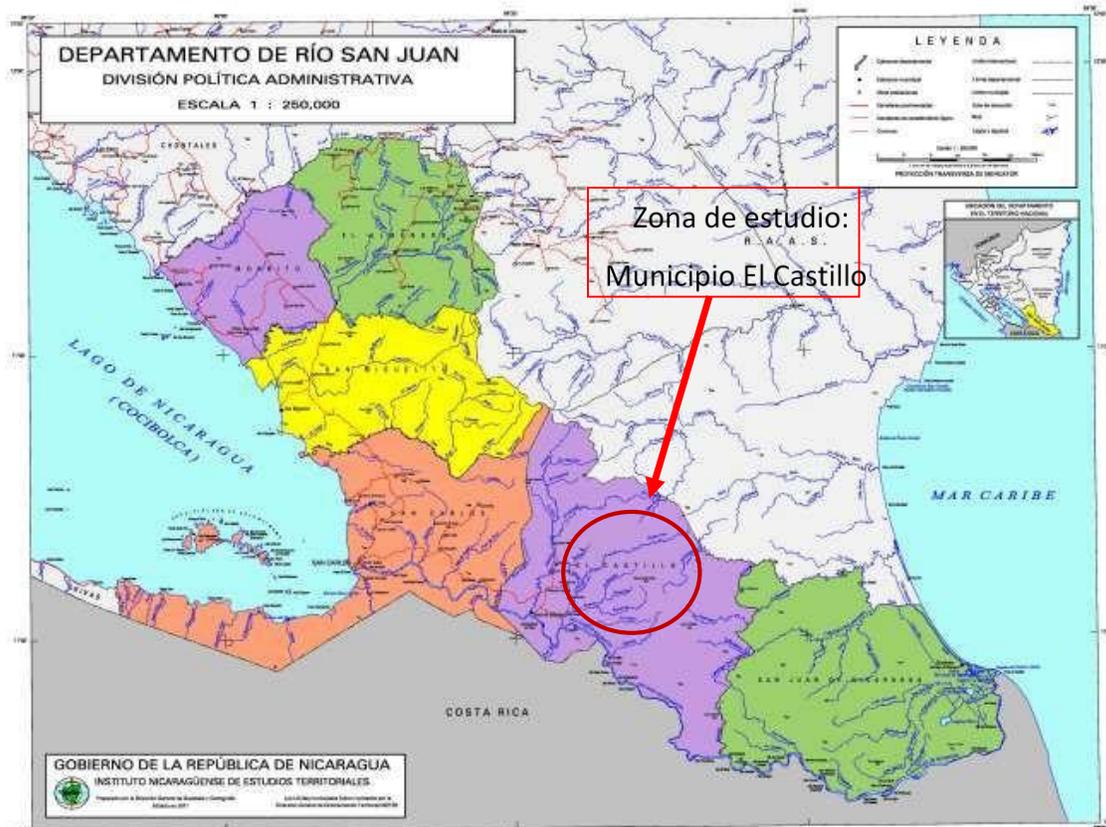


Figura 1. Ubicación del área de estudio (INETER, 2011).

Para efectos de la investigación, las comunidades donde se encuentran las plantaciones forestales están ubicadas en el municipio de El Castillo, departamento de Río San Juan, las cuales por su ubicación geográfica se encuentran más aledañas a la Reserva Biológica Indio Maíz. Estas comunidades son: Boca de Escalera, El Bosque, La Libertad y Las Maravillas.

4.2 Caracterización biofísica del terreno

Se realizó un estudio sobre los suelos en la zona de amortiguamiento de la RBIM, los suelos encontrados corresponden a la siguiente clasificación taxonómica, (Gonzalez,2015). (Cuadro 1).

Los suelos del municipio El Castillo se clasifican taxonómicamente en Ultisoles ocupando la mayor superficie con un 75% Seguida por un 12% de entisoles, un pequeño porcentaje con 8% de suelos Inceptisoles y por último 5% de alfisoles.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los suelos del municipio

Ultisoles	Ocupan el 75 % de la superficie total del municipio de El Castillo.
Entisoles	Representan al 12 % del área total del municipio.
Inceptisoles	Estos suelos se encuentran en los márgenes del río Sábalos, Santa Cruz y Bartola ocupando un 8 % del área del municipio.
Alfisoles	Representa un 5 % del área total del municipio.

4.2.1. Cobertura y uso actual de la tierra: bosques, pastos y cultivos

En el municipio de El Castillo, se identificaron los siguientes usos: bosque en aprovechamiento 25,968.77 manzanas (25.85%), pastos naturales 25,217.65 (25.10%), tacotales/tierras en descanso 15,147.37 (15.08%), pastos mejorados 12,610.21 (12.55%), cultivos anuales 11,459.07 manzanas (11.41%), cultivos permanentes 8,449.63 manzanas (8.41%), instalaciones 1,250.58 manzanas y pantanos con 370.81 manzanas (González, 2015).

En un estudio que se lleva a cabo paralelamente al presente, se ha determinado que entre los años 2000 y 2011 la frontera agrícola ha avanzado significativamente. La pérdida de Bosque latifoliado abierto (Bla)¹ es de 42.36%, y de Bosque latifoliado cerrado (Blc²) es de 24.98%. Se determinó que entre los usos del suelo que ejercen mayor presión sobre la reserva corresponden a pastizales contando con un área de 24.37% para Blc, y 25.85% en Bla; y tacotales con un área de 34.39% en Blc y 39.31% en Bla (González, 2015).

¹ Bla, Bosque latifoliado abierto

² Blc, Bosque latifoliado cerrado

4.2.2. Clima y Temperatura

El departamento de Río San Juan presenta las mayores precipitaciones pluviales anuales de todo el país, de 1,750 a 6,000 mm; y los mayores períodos lluviosos anuales de 6 a 12 meses; la temperatura media anual es de 24 a 26 °C; los valores de Humedad relativa son los más altos del país y los de la Evapotranspiración potencial y real son los más bajos, de tal manera que, hay un exceso de humedad de 150 a más de 4,600 mm de lluvia (González, 2015)

4.2.3. Recursos Hídricos

El municipio de El Castillo cuenta con los siguientes afluentes: Río Boca Negra, Santa Cruz, Sábalo y Poco Sol. La subcuenca del Río San Juan está compuesta por los cuerpos de agua que vierten directamente en este río, tienen 11,125 de los km²cuales el 24% (2,650 km²) están en Nicaragua y el 76% (8,475 km²) en Costa Rica (González, 2015).

Los principales afluentes de esta subcuenca son los ríos Melchora, Palo de Arquito, Sábalo, Santa Cruz, Poco Sol, Bartola, Machuca, San Carlos y Sarapiquí. Dentro del área se extiende una red hídrica interna que está formada por pequeños arroyos y quebradas que nacen en el sector central, la mayoría son afluentes directos del Río San Juan y del Río Poco Sol (González, 2015)

4.3 Proceso Metodológico

El diagnóstico se realizó en 10 de fincas de las comunidades del municipio de Sábalo donde se visitaron a los productores que forman parte del proyecto de forestación del Instituto Nacional Forestal. Algunos de los productores con los se trabajó se enlistan a continuación: Vicente Espinoza, Eulalio Aragón, Gregorio Guzmán, Gerardo López.

La metodología implementada para alcanzar los objetivos de este trabajo está estructurada en 3 etapas en las cuales se llevaron a cabo diversas actividades.

4.3.1 Etapa 1. Reconocimiento y selección de los sitios

Para evaluar una plantación es necesario el reconocimiento y selección de los sitios, para esto se realizó la revisión de base de datos que INAFOR brindó cuya información es del 2009,2016-2019 además sugirió productores de interés para la institución debido a su cumplimiento en las plantaciones.

Se planificó el itinerario de las comunidades que visitamos donde se encuentran ubicadas las fincas en que realizo el inventario, para esto tomamos en cuenta la accesibilidad a dichas comunidades, la participación del guía local ya sea alguna persona delegada por dicha institución, y del productor quien es una persona clave en este proceso ya que él es que nos muestra donde está ubicada la plantación en la finca. Durante el proceso de cada visita fue necesario ir llenando cada formato de campo, ya que esto nos brindó la información principal de nuestro trabajo. Como parte de la metodología también incluimos fotografías de cada sitio visitado del estado en que se encontraban las plantaciones, ya que esto nos facilitó el análisis e interpretación de dicho trabajo.

4.3.2 Etapa 2. Toma de datos de campo

Para la ejecución de la etapa 2 de toma de datos de campo, se planificaron las formas de recopilación de la información requerida en 3 visita a la zona de estudio, se contó con el apoyo de docentes, base de datos brindada por Instituto Nacional Forestal (INAFOR) y dueños de las propiedades a visitar, (informantes claves) en base a la temática requerida.



La compilación de información consistió en entrevista con los productores/dueño encargado donde se ubicó la unidad de muestreo, se realizó el recorrido por el perímetro para el marcaje y levantamiento de los datos en el campo con GPS, se realizaron preguntas sobre el nombre del propietario, ubicación, uso que se le pretende dar al área de plantación, tratamientos silviculturales que se han aplicado desde su establecimiento. (ver figura 2).

Figura2. Georreferenciación del perímetro.

El método de monitoreo que se implementó fue un inventario con muestreo sistemático, en donde cada fila de plantación representó una unidad de muestreo, se midieron un número de árboles para la determinación de las características de la población.

El muestreo para medición en cada fila consistió en identificar el primer árbol al inicio de cada hilera de plantación, y a partir de este, en patrón de cada 3 árboles, se identificó el árbol al que se le midió las variables tanto dasométricas como silviculturales, El total de árboles muestreados en cada fila estuvo en dependencia del número de plantas y, por tanto, de la densidad actual de la plantación. El número de árboles medidos por especie en cada plantación fue de 15 (ver figura 3).

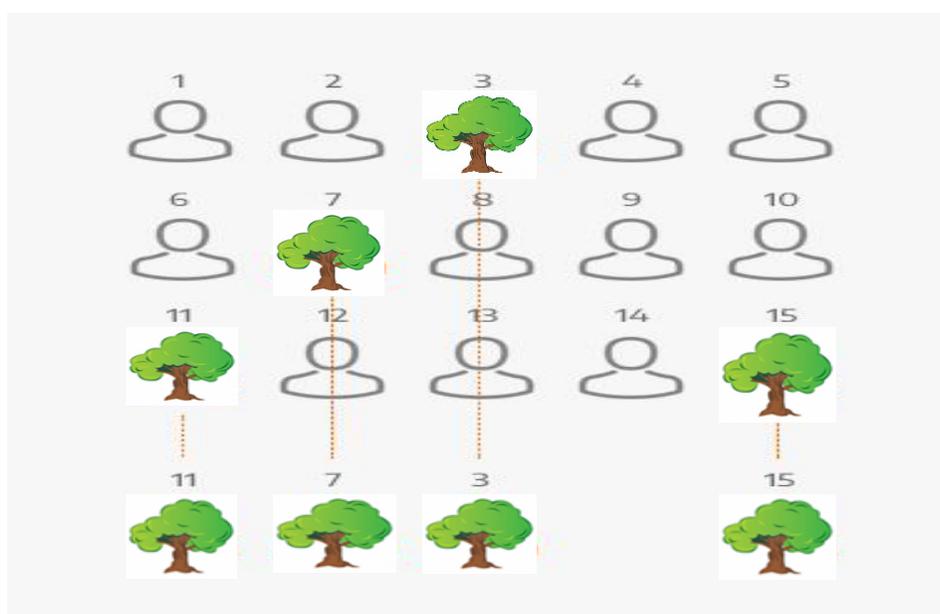


Figura 3. Diseño de muestreo sistemático implementado en la toma de datos del diagnóstico de plantaciones forestales en el municipio El Castillo, Rio San Juan.



Variables dasométricas evaluadas

Diámetro normal: Fue medido a la altura del pecho, sobre el terreno. Para ello se utilizó una cinta diamétrica y, la unidad de medida fue en centímetros (ver figura 4).

Figura 4. Medición de Diámetro.

Altura: Fueron tomadas dos tipos de altura, altura total y, altura comercial. Esta variable fue



medida con un hipsómetro mediante la determinación de los valores de la base y ápice del árbol, que mediante una escala de medición y situándose a una distancia de 10 a 20 m del árbol lanzando una visual al ápice de la copa y la base del árbol, se obtuvo la estimación de la altura del árbol. (ver figura 5).

Figura 5. Medición de altura total y comercial, usando Hipsómetro Suunto.

Porcentaje de cobertura: El valor de esta variable consiste en el cálculo de la cobertura que ejercen las copas de árboles en el suelo. Para conocer el porcentaje de cobertura de las plantaciones se tomaron datos en 4 puntos del sitio haciendo uso del Densiometro y luego se hizo un promedio para conocer el porcentaje total de cobertura generada por las plantaciones.

Tipo de plantación

El tipo de plantación que establecieron fue Mono específica: Corresponde a áreas de plantación con una sola especie, en diferentes arreglos o distancias de siembra.

Posición de la planta

1. Dominante: sobresale en a altura sobre el resto de los árboles del rodal.
2. Co-dominantes: presenta altura igual a la mayoría de árboles del rodal.
3. dominado/suprimido: se presenta por su altura, por debajo de la copa de los árboles dominantes y co-dominantes.

Inclinación: Murillo y Camacho (1992)

1. Sin inclinación: con Angulo de inclinación de 0 a 30 grados.
2. Con inclinación con Angulo de inclinación mayor a 30 grados

Tipo de eje

1. Sin bifurcación a más de 2.5 m.
2. Con bifurcación a menos de 2.5 m.

Daños mecánicos: Murillo, Camacho (1992)

1. Sin daños visibles.
2. Con daños visibles: A) pérdida o daño del eje dominante, B) de parte o toda la copa, C) heridas o reventaduras en el tallo, D) ramas mal podadas.

Estado fitosanitario de la planta: (Aguirre, 2015).

1. Bueno: Planta vigorosa, con follaje verde, tallos fuertes.
2. Regular: Problema decoración de las hojas, talló débil en un 40 a 70% de la planta.
3. Malo: planta enferma decoloración y caída de hojas mayor al 70% de la planta, sin eje dominante.

Incidencia de luz:

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

Incidencia de lianas:

1. Sin lianas
2. Con lianas

4.3.3 Etapa 3. Análisis de la información

En esta última etapa se interpretan los datos recopilados en el campo para ver cómo se encuentran las variables que se midieron en cada una de las fincas y de esa misma manera dar recomendaciones y talleres con temas de interés a los productores.

Con los valores de las variables dasométricas medidas en campo, fueron calculados los siguientes parámetros:

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

Volumen comercial y volumen total: Es un parámetro determinado a partir del valor de las variables diámetro y, altura comercial y total, según corresponde. Al igual que el área basal, el volumen es un parámetro que se utiliza para indicar el potencial productivo madera de una plantación forestal” (Méndez y Muñoz, 2020).

$$VOL = AB * Ht * Ff$$

Donde:

V: Volumen total en m³

AB: Área Basal

Ht: Altura total

Ff: Factor de forma 0.7

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”. (Méndez y Muñoz 2020).

Formula.

IMA= Volumen del árbol / Edad del árbol

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Clasificación de las plantaciones forestales según la composición de especies

En las plantaciones se registró un total de cinco especies. Predominando especies nativas de bosques húmedos (a excepción de falso roble) lo cual indica un adecuado proceso de selección de las especies para el programa de plantaciones, y por tanto un importe potencial de establecimiento y crecimiento, al ser especies adaptadas al clima y condiciones biofísicas locales.

Del total de plantaciones evaluadas, el cuadro 1 muestra que el 100% de las áreas fueron establecidas mediante un tipo de plantación mono específico (una sola especie) en donde se identificó principalmente las especies, falso roble (*Tabebuia rosea*) cedro macho (*Carapa guianensis*), guapinol (*Hymenaea courbaril*), almendro del río (*Andira inermis*), caoba (*Swietenia macrophylla*) El 100% de las plantaciones corresponde a diseño de bloques puros.

En relación al tipo de plantación (pura) los productores mencionaron que este esquema fue pre establecido por el programa de fomento que desarrolló en su momento el Instituto Nacional Forestal del cual se derivan las plantaciones evaluadas, por lo que tuvieron poca decisión en la selección y combinación de las especies.

Cuadro 2. Datos generales de las plantaciones evaluadas y especies constituyentes.

Comunidades	Productores	Especies plantadas
Boca de escalera	Vicente Espinoza	Cedro macho, Guapinol (bloques puros)
El bosque	Eulalio Aragón	Caoba (bloques puros)
La libertad	Gregorio Guzmán	Caoba, falso roble (bloques puros)
Las maravillas	Gerardo López	Almendra de río, caoba (bloques puros)

“Las plantaciones puras, en comparación a las mixtas, promueven con menor efectividad la regeneración de una mayor diversidad de especies en el sotobosque, ya que no crean variabilidad de hábitats, por lo que no favorecen los dispersores de semillas y, por tanto, la germinación y el crecimiento de un mayor número de especies” (Guariguata et al., 1995; Montagnini, 2001 citados por Alice et al., 2004).

“En general, la diversificación de especies en plantaciones es deseable, debido a la incertidumbre sobre el desempeño de las especies y los riesgos potenciales de plagas. A su vez, económicamente las plantaciones mixtas tienen la ventaja de diversificar la producción y así reducir los riesgos en mercados inestables” (Alice *et al.*, 2004).

“Muchas plantaciones, son susceptible a baja efectividad en el establecimiento debido a la mala selección de sitios, mala calidad del material vegetativo y desconocimiento sobre el comportamiento de las especies. Aun así, existe una necesidad de información, de manera que cumplan un papel importante dentro del proceso de planificación en la producción forestal” (Alice *et al.*, 2004).

Desde el punto de vista del uso que representan las especies en las plantaciones de El Castillo, es notorio su potencial comercial, ya que las especies cedro macho, almendra de río, caoba y guapinol tienen demanda en el mercado de maderas a nivel local y nacional, dando así un importante valor comercial a las plantaciones.

Los objetivos que con mayor frecuencia mencionaron los productores están asociados a la recuperación de cobertura forestal y conservación de áreas naturales en la finca, y con menor frecuencia la visión del establecimiento de las plantaciones con fines comerciales o de aprovechamiento.

5.1.1. Área o superficie de las plantaciones forestales

Las fincas evaluadas en el municipio del castillo tienen un área de plantación que oscila entre 1 hectárea a 4.9 hectáreas.

Cuadro 3. Área de plantación por productor en reforestaciones del municipio El Castillo, Rio San Juan.

Propietario	Área o superficie de plantación
Vicente Espinoza	4.9 hectárea
Julio Álvarez	1 hectárea
Eulalio Aragón	8 hectárea
Gerardo López	3 hectárea

5.2 Edad de las plantaciones forestales

Según la información provista por INAFOR y los productores sobre la fecha de establecimiento de las áreas de plantación, se presenta en el cuadro 4 la edad de las especies en las áreas de plantación, lo cual es determinante para evaluar el estado actual y el potencial de crecimiento de las especies.

Cuadro 4. Edad de las plantaciones evaluadas en el municipio El Castillo, Rio San Juan.

Propietario	Edad de la plantación
Vicente Espinoza	4 años-7 años
Eulalio Aragón	13 años
Gregorio Guzmán	12 años
Gerardo López	11 años-12 años

De acuerdo a los resultados, las plantaciones presentan diferentes años de establecimiento registrándose así plantaciones recientes (4 años) las que desde un punto de vista fisiológico se encuentran en fase de establecimiento, plantaciones en estados de desarrollo intermedio (7 a 12 años) y plantaciones que se perfilan a estados de desarrollo maduros como las que tienen edad de 12 a más años.

5.3 Diseños y arreglos de las plantaciones forestales

El 100% de las plantaciones evaluadas presentan un arreglo lineal en el establecimiento. Los valores mostrados en el cuadro 5, son los que actualmente predominan en las plantaciones, lo cual sugiere diferencia en los distanciamientos, predominando valores superiores a 2 metros entre plantas y 5 metros entre filas de plantación.

Cuadro 5. Distanciamiento de plantación en sitios de reforestación en el municipio El Castillo, Rio San Juan.

Propietario	Distanciamiento de plantación
Gregorio Guzmán	5m x 6m
Eulalio Aragón	3m x 7m
Gerardo López	3m x 4m
Vicente Espinoza	4m x 7m

Lamprecht (1990) menciona que “el diseño de las plantaciones generalmente se realiza en cuadros o rectángulos y que los diseños triangulares (tres bolillos) son menos comunes, por su orientación hacia sitios con terreno irregular”. El distanciamiento inicial de los árboles afecta los costos de plantación, la necesidad de tratamientos silvícolas posteriores, y los rendimientos (Wadsworth, 2000), y está en función del tipo y el objetivo de plantación (Rojas, 2001; Trujillo, 2003).

La densidad de la plantación es el segundo factor en importancia, después de la calidad del sitio, la densidad es uno de los factores que el silvicultor puede manejar durante el desarrollo de la plantación (Daniel, 1982).

El distanciamiento involucra mucho más que la cantidad de árboles requeridos y la facilidad de las prácticas de manejo inicial, pues tiene efectos sobre la rectitud del tronco, la poda natural y artificial, la forma del fuste, el incremento diamétrico y el tamaño de los árboles del primer raleo (Torrez,2017).

El distanciamiento en las plantaciones es una de las condiciones más importantes debido que de eso dependerá su desarrollo, el distanciamiento inadecuado puede causar significativas tensiones de crecimiento afectando la calidad del árbol y altura (Serrano,1999), el mismo autor evaluó la relación entre distanciamiento y tensión de crecimiento, determinando que las mejores distancias de siembra fueron 3x3 m y 5x5 m, debido que no se somete a competencia a las plantas, resultando en menos riesgo de torceduras de eje de crecimiento (fuste).

Haciendo una comparación con los obtenidos en este trabajo, y (Serrano,1999) las distancias de siembra de la mayoría de las plantaciones están entre los rangos de distanciamiento adecuado para un buen desarrollo del fuste como lo son las distancias entre 3x4m y 5x6m establecidas por los productores del municipio El Castillo.

Considerando lo planteado en (Serrano,1999) los distanciamientos menores a 3m pueden tener efecto negativo tanto en el establecimiento como en el crecimiento de las especies en las plantaciones.

5.4 Caracterización silvicultural de las plantaciones

5.4.1. Productor: Eulalio Aragón. Comunidad El Bosque.

Los resultados presentados en el cuadro 6, muestran la condición silvicultural de la plantación del productor Eulalio Aragón, la cual es una reforestación de 13 años, es de tipo pura, constituida por la especie Caoba (*S. macrophylla*), por lo que corresponde a una plantación de tipo industrial.

Los valores registrados permiten interpretar el estado actual de la plantación en función de la estructura, condición fitosanitaria y calidad del arbolado, siendo la información base para hacer proyecciones de productividad y, estrategias de manejo.

Los valores altos, es decir igual o mayor al 90% ubicados en la categoría 1 significa que la plantación tiene un buen estado silvicultural, y revela que la plantación tiene un alto potencial de productividad. En este sentido, para todas las variables se registró porcentajes mayores a 90%, por ejemplo: el resultado de la variable posición de la planta muestra que 93% de los árboles de la masa están creciendo en altura a un ritmo similar, sin arboles elites, pero con un 7% de árboles con bajo crecimiento.

Desde el punto de vista de calidad del arbolado para su uso comercial, las variables daño mecánico y estado fitosanitario muestran una buena calidad, y por tanto alto potencial para generar beneficios económicos al productor.

Cuadro 6: Características silviculturales de la plantación forestal del productor Eulalio Aragón, comunidad El Bosque.

Variables	Caoba (<i>S. macrophylla</i>)				
	1	2	3	4	5
Posición de la planta	-	93	7	-	-
Inclinación	100	-	-	-	-
Tipo de eje	93	7	-	-	-
Iluminación	100	-	-	-	-
Daño mecánico	100	-	-	-	-
Estado fitosanitario	100	-	-	-	-
Incidencia de lianas	100	-	-	-	-
<p>Posición de la planta: 1-Dominante, 2-Codominante, 3-Suprimido. Inclinación: 1-Recto, 2-Inclinado</p> <p>Tipo de eje: 1-Sin bifurcación, 2-Con bifurcación. Iluminación: 1-iluminacion vertical y lateral completa, 2-iluminacion vertical plena, 3-iluminacion vertical parcial, 4-iluminacion oblicua, 5-sin iluminaci3n.</p> <p>Daños mecánicos: 1-sin daños visibles, 2-con daños visibles 3-perdida o daño del eje dominante,4- perdida o daño en parte o toda la copa,5- heridas o reventaduras en el tallo, ramas mal podadas. Estado fitosanitario: 1-Bueno, 2-Regular, 3-Malo. Incidencia de lianas: 1-sin lianas, 2-con lianas.</p>					

Las variables que sugieren la necesidad de aplicar tratamientos silviculturales son: por un lado, la posición de la planta, debido a que un 7% de los árboles de la plantación presentan una clasificación de suprimidos, lo cual debe interpretarse como una proporción de árboles con menor crecimiento en comparación a la mayoría (93%) de árboles de la reforestación.

De manera complementaria está el tipo de eje, cuya proporción de árboles presenta una condición que es coincidente con la posición de la planta, ya que el 7% de árboles suprimidos son los mismos que presentan características de árboles con bifurcación lo que también justifica la necesidad de aplicar el tratamiento silvicultural raleo por lo bajo.

5.4.2. Productor: Gerardo López. Comunidad Las Maravillas.

Esta es una reforestación con una edad de 11 a 12 años, constituida por especies como caoba, y Almendro de río. Cada especie se plantó bajo un arreglo de bloque con una sola especie. (ver cuadro.7).

Cuadro 7. Características silviculturales de la plantación forestal del productor Gerardo López, comunidad Las Maravillas

Variables	Caoba (<i>S. macrophylla</i>)					Almendra del río (<i>Andira inermis</i>).				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Posición de la planta	20	67	13			7	67	26		
Inclinación	100					100				
Tipo de eje	93	7				100				
Iluminación	87			13		100				
Daño mecánico	80	13		7		93	7			
Estado fitosanitario	100					100				
Incidencia de lianas	100					87	13			

Posición de la planta: 1-Dominante, 2-Codominante, 3-Suprimido. **Inclinación:** 1-Recto, 2-Inclinado. **Tipo de eje:** 1-Sin bifurcación, 2-Con bifurcación.

Iluminación: 1-iluminacion vertical y lateral completa, 2-iluminacion vertical plena, 3-iluminacion vertical parcial, 4-iluminacion oblicua, 5-sin iluminacion.**Daños mecánicos:** 1-sin daños visibles, 2-con daños visibles 3-perdida o daño del eje dominante, 4-perdida o daño en parte o toda la copa,5-heridas o reventaduras en el tallo,ramas mal podadas. **Estado fitosanitario:** 1-Bueno, 2-Regular, 3-Malo. **Incidencia de lianas:** 1-sin lianas, 2-con lianas.

El análisis silvicultural de la plantación de la especie *Caoba (S. macrophylla)* muestra una masa con crecimiento heterogéneo o poco uniforme, esto debido a que un 13% de los árboles se encuentran suprimidos, el 67% se encuentra en posición codominante y un 20% de la plantación presentan arboles dominantes.

En relación a la variable tipo de eje, el 7% de las plantas presentan bifurcación, lo que significa que se tiene que realizar un tratamiento silvicultural de poda, el 93% no presenta bifurcación. Complementariamente se determinó que la plantación tiene un alto porcentaje (87%) de iluminación vertical lo que indica que este no es un factor limitante para el crecimiento correcto de los árboles, y solamente fue registrado un 13% de iluminación oblicua que sugiere luz limitada y por tanto menor crecimiento, lo cual es visualizado en el porcentaje de árboles suprimidos.

En la plantación se registró un 80% de árboles sin daños mecánicos; sin embargo, 13% de los árboles presentan daños en la copa, 7% reventaduras en el tallo, entre otras, lo cual sugiere la necesidad de actividades de saneamiento a través de la extracción de los árboles con daños. (Cuadro 7.)

En cuanto a la especie Almendro de río, se describe a continuación los resultados de las variables medidas y observadas en campo.

La proporción de plantas por categoría para la variable posición de la planta, indica variabilidad en el crecimiento experimentado por la masa ya que el 26% de los árboles de la especie **Almendro del río (*Andira inermis*)** presenta una condición de árboles suprimidos, el 67% son codominantes y el 7% son dominantes por lo consiguiente se recomienda realizar un raleo con la finalidad de manejar las condiciones de competencia mediante la regulación del distanciamiento entre los individuos (cuadro 7).

La variable daño mecánico muestra que 93% de los árboles no presenta daños visibles, mientras 7% presenta algún tipo de daño. El 13% de la plantación tiene presencia de lianas esto quiere decir que se necesita controlar esta condición a través de la eliminación para evitar competencia por nutrientes con los árboles, y daños mecánicos por estrangulamiento al fuste, el 87% de árboles de la plantación no presento presencia de lianas.

5.4.3. Productor Gregorio Guzmán. Comunidad La Libertad

El área de reforestación del productor Gregorio Guzmán, tiene una edad de establecimiento de 12 años. Está dividida en bloques separados, por un lado, un bloque constituido por la especie falso roble en combinación con cacao y, por otro lado, un bloque de la especie caoba, también asociada a cacao. Para ambos casos el productor menciona que el cacao ya ha cumplido su ciclo productivo y será removido de esta área, por lo que serán manejada como áreas de producción para madera.

Cuadro 8. Características silviculturales de la plantación forestal del productor Gregorio Guzmán comunidad La Libertad.

Variables	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)					Falso Roble (<i>Tabebuia rosea</i>)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Posición de la planta	7	87	6				80	20		
Inclinación	100					100				
Tipo de eje	87	13				53	47			
Iluminación	87	13				100				
Daño mecánico	100					100				
Estado fitosanitario	100					100				
Incidencia de lianas	100					100				

Posición de la planta: 1-Dominante, 2-Codominante, 3-Suprimido. **Inclinación:** 1-Recto, 2-Inclinado
Tipo de eje: 1-Sin bifurcación, 2-Con bifurcación. **Iluminación:** 1-iluminacion vertical y lateral completa, 2-iluminacion vertical plena, 3-iluminacion vertical parcial, 4-iluminacion oblicua, 5-sin iluminación. **Daños mecánicos:** 1-sin daños visibles, 2-con daños visibles3-perdida o daño del eje dominante, 4-perdida o daño en parte o toda la copa, 5- heridas o reventaduras en el tallo, ramas mal podadas. **Estado fitosanitario:** 1-Bueno, 2-Regular, 3-Malo. **Incidencia de lianas:** 1-sin lianas, 2-con lianas.

Los resultados de la caracterización silvicultural de la plantación forestal presentada en el cuadro 8, muestra que la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*) presenta buenas condiciones, determinadas por el conjunto de variables que permiten proyectar calidad, y por tanto generación de beneficios económicos al productor.

De manera general, los árboles en la plantación presentan condiciones óptimas en cuanto a las variables inclinación, daños mecánicos, estado fitosanitario e incidencia de lianas, en las cuales se registró los valores más altos (100%) en las primeras categorías de evaluación.

Las condiciones que deben ser mejoradas en esta plantación están relacionadas a la condición de las plantas en donde al existir un 6% de árboles suprimidos, se puede planear una extracción que promueva la uniformidad de la masa.

Otros aspectos que deben ser manejados son el tipo de eje que presentan algunos árboles, esto soportado en la existencia de un 13% de árboles con fustes son bifurcados; y finalmente, se identifica la necesidad de realizar un tratamiento silvicultural a como es la poda, para dar mayor luz a árboles que se encuentran en la segunda categoría de esa variable (cuadro 8).

La condición silvicultural mostrada por la especie Falso Roble (*Tabebuia rosea*) es similar a la especie caoba, esto en cuanto a los valores registrados en las variables de diagnóstico. En este sentido, las variables inclinación, iluminación, incidencia de lianas, estado fitosanitario, e inclinación registraron los valores más altos en la primera categoría de clasificación, lo cual significa que presentan una condición óptima para cada una de esas variables.

Para la variable posición de la planta se identificó que 20% del arbolado se encuentra suprimido y un 80% codominante, lo que indica necesidad de iniciar intervenciones dirigida a lograr la uniformidad de la masa por eliminación de árboles suprimidos, y así preparar el resto de los árboles para su ciclo de corta.

La proporción de árboles con bifurcación (47%) en comparación a los árboles con un solo fuste (53%) muestra una notable necesidad de raleo.

5.4.4. Productor: Vicente Espinoza. Comunidad Boca de Escalera. El área de reforestación del propietario Vicente Espinoza tiene una edad de establecimiento de 7 años, tanto para la especie cedro macho como para guapinol, estando la plantación organizada en bloques puros en que se encuentra de manera separada cada una de las especies.

Desde el punto de vista silvicultural, esta plantación tiene muchos aspectos positivos debido al notable interés del productor para el establecimiento de la reforestación; sin embargo, es importante que el productor tenga presente algunos elementos de valoración que requieren ser mejorados (cuadro 9).

Cuadro 9. Características silviculturales de la plantación forestal del productor Vicente Espinoza, comunidad, Boca de Escalera.

Variables	Cedro (<i>Carapa guianensis</i>)					Guapinol (<i>Hymenaea courbaril</i>)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Posición de la planta	7	70	23			27	53	20		
Inclinación	100					100				
Tipo de eje	87	13				93	7			
Iluminación	100					93		7		
Daño mecánico	93	7				93	7			
Estado fitosanitario	83	17				100				
Incidencia de lianas	87	13				93	7			
<p>Posición de la planta: 1-Dominante, 2-Codominante, 3-Suprimido. Inclinación: 1-Recto, 2-Inclinado.</p> <p>Tipo de eje: 1-Sin bifurcación, 2-Con bifurcación. Iluminación: 1-iluminacion vertical y lateral completa, 2-iluminacion vertical plena, 3-iluminacion vertical parcial, 4-iluminacion oblicua, 5-sin iluminación.</p> <p>Daños mecánicos: 1-sin daños visibles, 2-con daños visibles 3-perdida o daño del eje dominante, 4- perdida o daño en parte o toda la copa,5- heridas o reventaduras en el tallo, ramas mal podadas.</p> <p>Estado fitosanitario: 1-Bueno, 2-Regular, 3-Malo. Incidencia de lianas: 1-sin lianas, 2-con lianas.</p>										

Del diagnóstico se determinó que la especie Cedro macho (*Carapa guianensis*) presenta un 23% de los árboles con posición suprimida, y un 70% codominante, el 7% restante es dominante. El porcentaje de árboles suprimidos es un indicador de la necesidad de abrir espacio en la plantación para dar mejores opciones de espacio de crecimiento a las plantas, los árboles suprimidos son los mismos con daños mecánicos o por plagas, e incluso son los que presentan bajo crecimiento por influencia de lianas (13%) lo que indica que es necesario un raleo por lo bajo.

En la plantación el daño mecánico visible en los árboles es de un 7% por pérdida de eje dominante y el 83% no presenta daños visibles, seguidamente un 17% de la plantación posee un estado fitosanitario regular, y el 83% se encuentra en un buen estado. Con respecto a la incidencia de lianas el 13% tiene presencia de liana y el 87% no posee presencia de liana.

La especie Guapinol (*Hymenaea courbaril*) presenta la necesidad de raleo selectivo para incrementar tanto la calidad actual, como el potencial silvicultural de la plantación, esto se justifica en la presencia de un 20% de la plantación suprimida, el 53% codominante y 27% dominante.

Con relación a la variable tipo de eje, el 7% de los árboles tienen bifurcación y el 93% no presenta bifurcación lo que se recomienda tratamiento de poda. El 7% de los árboles recibe iluminación vertical parcial y el 93% iluminación completa.

El 7% de los árboles presenta daños mecánicos visibles de igual manera presenta presencia de liana y el 93% no presenta ningún daño ni presencia de lianas.

5.5 Caracterización disimétrica de la plantación

Desde un punto de vista de estructura horizontal. las plantaciones evaluadas presentan diámetros promedios variables, los que se diferencian a partir de la edad y valores de crecimiento de cada una de las especies en la reforestación. El cuadro 10, se muestra que la especie que actualmente presenta los mayores valores en diámetro es caoba, con promedio entre 18 y 23 centímetros, y también con los mayores valores de diámetro mínimo y máximo.

Cuadro 10. Descripción de las características dasométricas de las plantaciones forestales en el municipio El Castillo.

Productor	Especies	Diámetro (cm)			Altura total (m)			Altura comercial (m)			Porcentaje de cobertura
		Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	Med.	Min.	Max.	
Vicente Espinoza	Cedro macho	11.4	4.2	17.5	12.8	3.0	25.0	6.2	3.0	13.0	65.0
	Guapinol	18.3	11.0	23.6	14.0	8.0	20.0	5.2	3.0	9.0	
Eulalio Aragón	Caoba	19.8	9.5	26.0	12.8	7.0	16.2	4.5	2.2	7.0	60.0
Julio Álvarez	Caoba	18.9	10.3	27.2	17.0	10.0	21.3	6.0	3.0	8.5	58.4
	Falso roble	14.1	7.0	19.5	10.6	3.0	15.0	4.4	2.6	7.4	58.4
Gerardo López	Almendro de río	16.7	7.2	29.4	15.2	8.0	21.0	9.2	2.3	18.0	36
	Caoba	23.0	16.0	36.7	19.2	11.3	27.3	13.3	6.0	18.0	66.62

De manera complementaria, la especie Guapinol registra valores similares a caoba tanto a nivel de diámetro promedio, como los valores mínimos y máximos y, Almendro de río como la especie con la mayor diferencia entre diámetro mínimo y máximo.

La especie falso roble es la especie con el promedio dimétrico más bajo (14,1 cm), en comparación a las otras especies evaluadas.

La variable altura total promedio muestra que la especie caoba registra los mayores valores (19.2 y 17.0 m) con excepción en la finca del productor Eulalio Aragón, en donde la altura total promedio es de 12.8 metros. La especie Almendro de río fue la segunda especie con mayor altura entre las especies evaluadas. De la misma forma que para el diámetro, la especie falso roble es la especie con la menor altura total (10.6 m).

Valores mínimos bajos (3 metros) en altura total como es el caso de Cedro macho en la finca del productor Vicente Espinoza, y Falso roble (3 metros) en la finca del productor Julio Álvarez están asociados a un bajo ritmo de crecimiento por baja adaptación a las condiciones de sitio, y evidente falta de manejo como lo es control de malezas y fertilización.

En cuanto a la altura comercial, que es un indicador importante del rendimiento de un árbol para madera de aserrío los valores varían notablemente entre especies y entre áreas de plantación. Al respecto, caoba en la plantación del productor Gerardo López registra el valor

más alto con 13.3 metros, seguido de Almendro de río con 9.2 metros, siendo el factor determinante de este resultado la edad de la reforestación, la que es mayor en comparación a los otros sitios.

5.6 Incremento medio anual de las plantaciones

5.6.1. Crecimiento en diámetro y altura de la masa arbórea en las plantaciones forestales.

La epidometría “se ocupa del cálculo de crecimiento del árbol, partiendo de consideraciones de la edad del mismo y de la forma de crecimiento del diámetro, altura o en volumen” (Imaña y Encinas, 2008).

El crecimiento de los árboles individuales se refleja en el aumento de los tejidos (floema, xilema, tallo, parénquima) a través del tiempo, en el cual se produce la suma de la división celular, elongamiento del meristemo primario y engrosamiento de las células del meristemo secundario. En consecuencia, se puede definir el crecimiento de los árboles como el aumento gradual de las variables medibles, como resultado de la modificación conjugada de diversas variables dendrométricos como diámetro, altura, área basal, forma del tronco y volumen (Imaña y Encinas, 2008).

“Desde un punto de vista práctico, se puede expresar el crecimiento como el aumento de las variables en un tiempo determinado, las variables más utilizadas para el análisis del crecimiento son el diámetro (cm), la altura (m), y el volumen (m³)” (Hidalgo, 1994). Según (Murillo y Camacho, 1992) citados por (Hidalgo, 1994) “la evaluación del crecimiento se puede realizar a través de curvas de índice de sitio, curvas de crecimiento y el incremento medio anual”.

Asociado a la definición de crecimiento se encuentra la de incremento, que comúnmente es conceptualizada como el valor o expresión cuantitativa del crecimiento. Lo que crece en un árbol en periodos sucesivos de tiempo es lo que se denomina incremento.

En el cuadro 10 se presentan los valores de incremento medio anual para las variables diámetro, altura total y altura comercial, las cuales son indicadores importantes para determinar de mejor forma el potencial rendimiento en producción de madera de las plantaciones evaluadas.

El valor de correlación de Pearson obtenidos al confrontar los datos de distanciamiento con el Incremento Medio Anual (IMA) de las variables diámetro a la altura del pecho, altura total y altura comercial mostró una alta correlación ($p=0.85$) en el caso del parámetro altura total, por lo que, al ser una correlación de tipo positiva, significa que, en la medida que incrementa la distancia de siembra, incrementan los valores de incremento anual de las especies en las plantaciones.

Krishnapillay, (2000) establece una explicación que permite entender la importancia del distanciamiento de las plantas en una reforestación, siendo una de las aplicaciones las alternativas de manejo, y específicamente la definición del momento ideal, tipo y porcentaje de raleo.

Medidas de manejo de las plantaciones forestales y asistencia técnica

Las actividades de manejo realizadas en las diferentes plantaciones fueron control de malezas, fertilización, podas, resiembra y control de plagas.

Fue evidenciado durante las visitas de campo que los productores han modificado su visión de manejo debido a que actualmente se están haciendo cambios en el diseño y propósito del sistema al introducir pasturas y por tanto transitar hacia la conversión de las plantaciones a sistemas silvopastoriles.

El 100% de los productores entrevistados mencionaron haber recibido asistencia técnica, principalmente los primeros años de establecimiento de la plantación. El tiempo de asistencia estuvo entre 1 y 3 años, y solamente un productor afirmó que continúa recibiendo acompañamiento técnico.

Los temas de asistencia técnica recibidos por los productores han sido distanciamiento apropiado para el establecimiento de la plantación y control de malezas.

Solamente cuatro de los diez productores entrevistados han podido detectar plagas en diferentes etapas de las plantaciones. Las plagas que mayor mención tuvieron fueron langosta, y mariposas *Hypsipyla grandella*. Los métodos de control mencionados fueron aplicación de cipermetrina y otros insecticidas.

En cuanto al incremento cuantificado en las plantaciones evaluadas, es posible considerar que en general las especies presentaron valores mayores a 1 cm/año para la variable diámetro, con valor mínimo de 1.18 cm y máximo de 4.58, lo cual representa un notable incremento medio anual diamétrico. Para la variable altura total, dos especies presentaron crecimiento menor a 1 m/año, por esta variable experimentó valor mínimo de 0.88 m/año y, un valor máximo de 3.50 m/año.

La variable altura comercial fue que presentó los valores más bajos en incremento, en comparación al diámetro y altura total, registrándose valores mínimos de 0.34 m/año, y valores máximos de 1.38 m/año. (cuadro 10).

La especie con mayor incremento tanto en diámetro, altura total y comercial es el experimentado por la especie Guapinol (*H. courbaril*) en la plantación del productor Vicente Espinoza (cuadro 10), al respecto se puede afirmar que la especie en este sitio presenta un incremento superior, tanto en zonas lluviosas, como en áreas con climas de bajas precipitaciones.

En general, la especie caoba también presenta valores superiores a los reportados por (Peralta, 2015), en plantaciones del centro experimental de URACCAN los cuales, tanto para diámetro como para altura, no superaron 1 cm/año, y 1 m/año respectivamente.

Cuadro 11. Indicadores de crecimiento (Incremento Medio Anual) de las especies en cuatro

Productor	Especies	IMA en Diámetro (cm)	IMA en Altura total (m)
Vicente Espinoza	Cedro macho	2.17	2.37
	Guapinol	4.58	3.50
Eulalio Aragón	Caoba	1.53	0.99
Julio Álvarez	Caoba	1.57	1.41
	Falso roble	1.18	0.88
Gerardo López	Almendro de río	1.52	1.38
	Caoba	2.12	1.75

Las especies cedro macho y caoba registraron valores similares de IMA en diámetro (2.17 cm/año y 2.12 cm/año respectivamente), diferenciándose en el caso de caoba al incremento diamétrico experimentado en las plantaciones de los productores Eulalio Aragón (1.53 cm/año) y Julio Álvarez (1.57 cm/año), diferencias que pueden estar asociadas a la calidad del sitio de plantación, ya que desde el punto de manejo todas las plantaciones en mención presentaban una mínima condición de manejo, orientada principalmente al logro del establecimiento de las especies, como fue control de maleza los primeros años.

Sobre el crecimiento de caoba en plantaciones forestales en (Hernández, *et al.*, 2010) reportaron incremento medio anual de 2.12 cm, el cual es similar a algunos IMA de las plantaciones evaluadas.

Asociado a la correcta y/o incorrecta selección de las especies se toma como ejemplo la especie falso roble (*T. rosea*) la cual desde el punto de vista de valores silviculturales presentó arboles suprimidos, lo cual es confirmado con los valores de incremento en diámetro, altura total, y altura comercial los cuales fueron los más bajos al compararlos con las otras especies, lo cual confirma la hipótesis que al no ser una especie típica de trópico húmedo presenta baja adaptabilidad a las condiciones de sitio que predominan en las plantaciones evaluadas.

Entre las especies dentro de las plantaciones evaluadas es posible resaltar el incremento en altura comercial experimentado por las especies guapinol en la plantación del productor Vicente Espinoza, seguido de la especie caoba en las plantaciones de los productores Julio Álvarez y Gerardo López.

En relación al incremento medio anual en diámetro menor a 2 cm para las especies caoba y almendro de río **Hernández, et al., (2010)** plantearon que las especies nativas presentan, eventualmente, comportamiento lento en el crecimiento pero es valorada su alta viabilidad desde el punto de vista del establecimiento, y su resistencia a plagas y enfermedades, e incluyendo finalmente, la falta de información para el manejo adecuado de la plantación, lo que tiene incidencia en el potencial de crecimiento y productividad.

5.7. Elementos técnicos para mejorar la productividad

Desde el punto de vista de manejo, es de suma importancia después del establecimiento de la plantación, realizar actividades de manejo silvicultural, considerando los objetivos de la plantación a fin de lograr el beneficio máximo, cuyo potencial para estas plantaciones es madera.

Basado en el objetivo principal de una plantación industrial, es decir tener arboles con buena condición silvicultural, dasométricas y, por tanto, de crecimiento se recomiendan las siguientes actividades de manejo.

Raleo: En las plantaciones evaluadas, el raleo dirigido a los árboles suprimidos, con daños mecánicos, con inclinación y arboles con alguna evidencia de plagas y/o enfermedades. En las plantaciones forestales se recomienda realizar el raleo para favorecer entrada de luz, desarrollar buenas dimensiones en diámetro y altura, producir subproductos intermedios como leña, carbón y postes, facilita el acceso en la etapa de manejo y aprovechamiento. La cantidad de raleos depende del objetivo final de la plantación y por supuesto del mercado. “El raleo forestal consiste en reducir gradualmente el número de árboles en la plantación para concentrar el crecimiento en los mejores individuos” (Meza y Torres 2006).

Poda de formación: “Trata de la poda realizada sobre especies arbóreas desde los 2-3 años hasta que alcanzan su madurez, con el fin de obtener: una estructura fuerte, facilitar su crecimiento según su localización, obtener una estética determinada, o bien, dirigir su crecimiento según el fin deseado. La estructura del árbol puede ser mejorada mediante la eliminación de ramas, asegurando una buena estructura de éstas cuando el árbol envejezca” (Anónimo). Para ello es fundamental el reconocimiento de la especie, su modelo de crecimiento y sus fases de desarrollo

Control de malezas: Se considera una parte importante en la plantación el control de maleza en la etapa de establecimiento y se extiende hasta la etapa misma del manejo, porque se espera que la plantación logre ganarles la competencia a las malas hierbas. El control debe realizarse al menos los dos o tres primeros años y después de ese periodo se recomienda el control de malezas de 4 a 5 chapas por año, seguido de cáseo y aporque por lo menos 2 ó 3 veces en el año (MARENA, POSAF II,2005).

Prevención de plagas y enfermedades: Esta actividad de manejo se recomienda porque durante el levantamiento de datos del diagnóstico, fueron identificados arboles con evidencia de insectos defoliadores, lo cual tiene un efecto negativo en el proceso de desarrollo. Así mismo, fueron observados arboles con un alto porcentaje de hojas con color amarillamiento, lo cual evidencia la posibilidad de plagas y/o enfermedades. En las plantaciones, esto se puede lograr haciendo una buena selección de las plantas (sanas) y especies bien adaptadas a las exigencias del sitio. Preparar muy bien el sitio a plantar, efectuar las obras silviculturales en tiempo y forma (raleos, podas, deshije, cortas de saneamientos, etc.), realizar visitas técnicas de monitoreo y evaluación de la plantación para identificar afectaciones y tomar las decisiones oportunas.

Como un mecanismo para garantizar la aplicación de medidas de manejo silvicultural y, por tanto, el logro del mejoramiento en la productividad de las plantaciones, se plantea la necesidad de implementación de un programa de fortalecimiento de capacidades a los propietarios y personal técnico que brinda asistencia en las áreas de reforestación. Esta alternativa, es planteada debido a que muchos de los productores presentan pocas ideas para continuar con el mantenimiento de las áreas forestales.

En este sentido, de las entrevistas se reconoció que INAFOR, brindó incentivos para asegurar el establecimiento inicial de las plantaciones, adicionando al programa de incentivos, asistencia técnica, lo cual en su mayoría garantizó el cumplimiento del objetivo de establecimiento de la reforestación; sin embargo, en la actualidad, una que es necesario preparar las plantaciones para las cortas intermedias, en algunos casos, y cortas finales, en otros, no se cuenta con la información y, orientación necesaria.

En un primer término, la capacitación debe revivir entre productores y técnicos la visión de plantaciones forestales industriales, por su constitución a partir de especies maderables de valor comercial, lo que representa el valor primario de las áreas, esto es necesario abordarlo en una capacitación, ya que algunos productores ven la plantación como un área de conservación, y por parte de INAFOR se tiene la idea de transformar las plantaciones a sistemas silvopastoriles.

Seguidamente, en eventos de capacitación bajo una modalidad aprender-haciendo se deberían abordar los aspectos teóricos que fundamentan la aplicación de tratamientos silviculturales, y elementos prácticos que permitan crear habilidades entre los productores, para mejorar sus áreas de plantación.

VI. CONCLUSIONES

- 1- La evaluación realizada permite concluir que tanto, silviculturalmente, como dasometricamente, las plantaciones se encuentran en buen estado, es decir, que las plantaciones tienen un buen potencial para el logro del objetivo, que es provisión de madera para la industria, esto a pesar de que no están siendo manejadas adecuadamente.
- 2- El crecimiento registrado corresponde a un Incremento Medio Anual que es apropiada a la condición de especies nativas que presentan 4 de las 5 especies evaluadas. La especie con mayor crecimiento fue Guapinol (*Hymenaea courbaril*) mientras la especie falso roble (*T. rosea*) fue la presentó el menor crecimiento tanto en diámetro, como en altura.
- 3- En las cuatro fincas evaluadas se evidenció la falta de manejo silvicultural apropiado, posiblemente asociado a pocos conocimiento en manejo de plantaciones y, en coherencia con las características silviculturales y dasométricas de las plantaciones; afectaciones por plagas y enfermedades, estas se notaron principalmente en la especie de Cedro Macho (*Carapa guianensis*); además de árboles con algunos daños mecánicos, y otros suprimidos; lo cual justifica la necesidad de formular e implementar un plan actividades silviculturales para la mejora de las plantaciones.

VII. RECOMENDACIONES

Generar capacitaciones técnicas a los propietarios para que puedan planificar e implementar las actividades de manejo de las plantaciones forestales.

Realizar un diagnóstico de insectos, asociados al área de plantación para determinar si son organismo plaga que afecten el estado fitosanitario de la plantación.

Promover los lineamientos y temáticas de capacitación derivados de la situación actual de conocimiento que poseen los productores.

VIII. LITERATURA CITADA.

- Aguirre, O. A. (2015).** *Manejo Forestal en el Siglo XXI. Madera y Bosque.* 21(17-28)1-2.
- Anónimo. (octubre,2020).** *Bienes ambientales. Bienes y Servicios del Bosque.* Recuperado de. <https://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bienes-y-servicios-del-bosque/>
- Alice, F. Montagnini, F. Montero, M. (2004).** *Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies forestales nativas en La Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica.* (en línea). Revista digital Agronomía Costarricense (28) 2:61-71.2004. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v28n02_061.pdf
- Brito, J. (2013).** *Técnicas de instalación y manejo. Manual de Plantaciones,* 3-12
- Camacho, P Murillo, O. (1992).** *Propuesta metodológica para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales.* Instituto Tecnológico de Costa Rica. 75p.
- Conaf, (2011)** *Plantaciones Forestales.* recuperado 2 de junio 2021 de <https://www.conaf.clf>
- Hidalgo, Z.C. (1994).** *Evaluación de crecimiento y calidad de las plantaciones forestales de Lachner y Saenz en la fortuna de maravia, Tayutic, Turrialba. Práctica de especialidad.* Instituto tecnológico de Costa Rica. Depto. de Ing. Forestal. Cartago. 66 p.
- Daniel, T.J., Helmsyk.B.(1982).** *Principios de la silvicultura MC. Gram Hill.* México.
- FAO. (2001).** *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000 – Informe principal. Roma 2004.*
- FAO. (2000).** *Medición de la altura y el diámetro de los árboles.* Recuperado de. <http://www.fao.org/3/ae578s/AE578S06.htm>
- FRA. (2015).** *Términos y Definiciones.* Documento de trabajo de la Evaluación de los Recursos Forestales (180), 4-5.
- González, E. A. (abril de 2015).** *Factores de presión sobre el avance de la frontera agrícola en el municipio de El Castillo, Río San Juan, Nicaragua.* Trabajo de Graduación. Nicaragua.
- Guevara,M.(2004).** *Informe Nacional Nicaragua.* Recuperado de. <http://www.fao.org/3/j3531s/j3531s06>.
- Imaña, E.J., Encinas, B.O. 2008.** *Epidometría Forestal.* Manual Forestal. Brasilia: Universidad de Brasilia. Departamento de Ingeniería Forestal. Mérida: Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 66 pp.
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal). (2009).** *Resultados del Inventario Nacional Forestal Nicaragua 2007-2008.* Pascal Chaput. 232 p
- Krishnapillay, B. 2000.** *Silviculture and management of teak plantations.* Unasylyva 201:14-21.
- Lamprecht, H. 1990.** *Silvicultura en los trópicos.* Trad. A Carrillo. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Berlín, Alemania. 335 p.

- Leguía Aliaga, J. D., Villegas Quino, H., & Aliaga Lordemann, J. (2011).** *Deforestación en Bolivia: una aproximación espacial*. ISSN2074-4706 Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico, (15),1-2.
- Méndez, O., Muñoz, M. (2020).** *Evaluación del estado actual de las plantaciones forestales establecidas en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología el Plantel, Nindirí, Masaya.* (Tesis de grado). Recuperado de. <https://repositorio.una.edu.ni/4106/1/tnk10m538b.pdf>
- MARENA (Ministerio de los Recursos Naturales). (2005).** *ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES POSAF II. 1ed* Recuperado de <http://www.ipcinfo.org> › Plantaciones Forestales
- Meza A, Torres G, El raleo, (2006).** *Una operación silvicultural fundamental* [Versión electrónica]. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 3(8):1-2
- Ochoa. (2015).** *Muestreo probabilístico: muestreo sistemático.* Recuperado de. <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-probabilistico-muestreo-estratificado> .
- Peña, J. (2013).** *Estado actual del bosque de galería de la parte alta del río Santa Elena, sector Norte de la Universidad Nacional Agraria, Managua. (Tesis de Pregrado).* Universidad Nacional Agraria, Nicaragua
- Peralta Tercero, E.J. (2015).** Crecimiento de Cedro Real y Caoba en el laboratorio natural San Pablo URACCAN-Las Minas 2009-2014. *Ciencias e interculturalidad*, 16(1):122-131. ISSN: 1997-9231.
- 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-delos-arboles_-j.pdf.
- Rojas, F. 2001.** *Plantaciones Forestales. 2 ed.* EUNED. San José, CR. 260 p.
- Román de la Vega, C.F., Ramírez Maldonado. (2010).** *División de Ciencia Forestales. Dendrometría. (1-2)*
- Romahn de la Vega, H. R. (2010).** *Dendrometría. texoco, México.*
- Romero Acevedo, C.F. (2008).** *Masas forestales en cinco parques de Neiva Especies, volumen de madera en pie, análisis estructural y estado fitosanitario.* Revista nodo, 3(5), 85-99. Recuperado de. <file:///C:/Users/usuario1/Downloads/DialnetMasasForestalesEnCincoParquesDeNeiva-3396592.pdf>
- Serrano, J.R. 1999.** *Longitudinal growth strain effect on lumber warp from small yellow poplar logs. Ph.D. Dissertation, West Lafayette, Indiana, US, Purdue University.* 297 p.
- Sotomayor, A., Helmke, E., García, R.E. 2020.** *Manejo y mantención de plantaciones forestales Pinus radiata y Eucalyptus sp.* Documento de divulgación No. 23. 56 pp.
- Theodore, W.D; Helms, A. H; Baker. S (1982).** *Principios de Silvicultura.* México: Mc-Graw Hill. 492p.

- Toledo Aceves, T. (2010).** *Las lianas y la dinámica de los bosques tropicales*. Ciencias. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. (98), 15- 16. Recuperado de. <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Bosques-Ecosistemas/125.pdf>
- Torrez, O. (2017).** *Evaluación de Plantaciones Forestales Mixtas en Santa Cecilia, La Cruz, Guanacaste (Tesis de Bachiller)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Trujillo, E. (2003).** *plantaciones forestales:planeacion para el exito*. El semillero, 1-2.
- Vega, C. d., & Maldonado,H. (2010).** *Dendometria*. Texoco, Mexico: Universidad Autonoma Chapingo.
- Wadsworth. (2000).** *Producción Forestal para América Tropical*. Manual N° 710-S. USADA.Washintong DC, United.603 p.

