



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA**

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

TRABAJO DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

Informe de pasantía realizada en la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A en las actividades de inventario y establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo en plantaciones forestales de Teca (*Tectona grandis L.f*).

Autor

Br. José Alejandro Cuarezma

Tutor

Ing. MSc. Edwin A. Alonzo Serrano

Tutor externo

Ing. Jinmy José Hernández Robles
Gerente de NICAFOREST PLANTATIONS, S.A

**Managua, Nicaragua
Septiembre, 2020**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA**

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

TRABAJO DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

Informe de pasantía realizada en la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A en las actividades de inventario y establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo en plantaciones de Teca (*Tectona grandis L.f*).

Autor

Br. José Alejandro Cuarezma

Tutor

Ing. MSc. Edwin A. Alonzo Serrano

Tutor externo

Ing. Jinmy José Hernández Robles
Gerente de NICAFOREST PLANTATIONS, S.A

**Managua, Nicaragua
Septiembre, 2020**

HOJA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

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 (FARENA) como requisito parcial para optar al Título Profesional de:

Ingeniero Forestal

Miembros del Tribunal Examinador

Dr. Álvaro Noguera
Presidente

Ing. Claudio González
Secretario

Ing. MSc. Juan José Membreño
Vocal

**Managua Nicaragua
Septiembre, 2020**

DEDICATORIA

Ante todas las cosas este informe va dedicado a nuestro Dios por haberme dado la vida, brindado salud, y permitido llegar hasta donde estoy, recibiendo la fuerza y la valentía para seguir adelante en momentos más difíciles, siempre me ha concedido la sabiduría necesaria para culminar con éxito, y emprender nuevos caminos en base a mi formación profesional.

También agradezco a mi mamá María Enriqueta Cuarezma Rivas, a mi familia, especialmente a mis abuelos, por su apoyo en los momentos más difíciles que tuve durante toda la trayectoria de mi preparación profesional.

Br. José Alejandro Cuarezma

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero darle gracias a Dios, porque me ha permitido seguir vivo, dándome todas las fuerzas necesarias para llegar a culminar mis estudios de ingeniería forestal que ha sido de mucho esfuerzo llegar a cumplir unas de mis metas propuestas en la vida.

A mi madre, Señora María Enriqueta Cuarezma Rivas, quien me apoyo todo el tiempo que estuve preparándome en mis estudios de formación profesional, a mis abuelos Señores Luis Alberto Cuarezma Miranda y Marina del Socorro Rivas López, quienes siempre me han guiado por el buen camino enseñándome a hacer lo correcto, teniendo un apoyo desde que estaba pequeño, a mis tías Nimia Griselda Cuarezma, Estela Cuarezma, Flora María Cuarezma ,a mis hermanos Danny Enrique Vargas Cuarezma , María Angélica Cuarezma en general a toda mi familia que también estuvieron apoyándome. A mis amigos y compañeros de la generación 2014 - 2018 por las experiencias vividas en el transcurso de nuestra formación profesional.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), por permitirme ser parte de su alma mater y llegar a ser un profesional graduado, al Ing. MSc. Edwin Alonzo Serrano docente tutor por sus aportes a este trabajo.

A Don Jinmy José Hernández Robles, Gerente de operaciones de NICAFOREST PLANTATIONS S.A Por aceptarme y formar parte de la compañía en donde puse en práctica mis conocimientos adquiridos en el aula de clase y transcurso de la carrera.

Br. José Alejandro Cuarezma

INDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN EJECUTIVO	iii
SUMARY	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
III. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA	3
3.1. Generalidades de la empresa	3
3.2. Misión	4
3.3. Visión	4
3.4. Objetivo de establecer una plantacion.....	4
3.5. Políticas generales	4
3.6. Estructura organizativa.....	5
3.7. Macro localización de la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.	6
3.8. Micro localización de las plantaciones forestales	7
IV. FUNCIONES DEL PASANTE EN EL ÁREA DE TRABAJO	8
V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO	9
5.1. Medición de áreas de plantaciones forestales establecidas por productores	9
5.2. Diseño de inventario forestal.....	9
5.3. Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM)	10
5.4. Medición de parcelas permanentes de monitoreo (PPM).....	12
5.5. Proceso paso a paso.....	13
5.6. Planificación de raleo a nivel de gabinete	15
5.7. Aplicación de sistema de caja para raleo sanitario en plantación forestal de Teca.....	16

5.8. Levantamiento de información en parcelas temporales de monitoreo (PTM)	17
5.9. Inventarios comerciales de la especie de Teca (<i>Tectona grandis L.f</i>) a productores	17
5.10. Procesamiento de datos	18
VI. RESULTADOS OBTENIDOS	19
6.1. Medición de áreas de plantaciones forestales.....	19
6.2. Establecimiento de parcelas permanente de monitoreo forestal.....	20
6.3. Medición de parcelas permanente de monitoreo forestal.....	21
6.4. Marcación de árboles para raleo sanitario.....	21
6.5. Medición de las 82 parcelas permanentes de monitoreo forestal.....	22
6.6. Medición de los 26 parcelas temporales de monitoreo	24
6.7. Inventario comercial en plantaciones forestales de Teca.....	27
VII. LECCIONES APRENDIDAS	29
VIII. CONCLUSIONES	30
IX. RECOMENDACIONES	31
X. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	32
XI. ANEXOS	33

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Distribución actual de las áreas ocupadas por plantaciones de la especie Teca (<i>Tectona grandis</i> L.f) de la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.	7
2. Resumen de mediciones de áreas de plantaciones forestales	19
3. Resumen de cantidad de parcelas establecidas por municipios.....	20
4. Resumen de parcelas medidas por municipios	21
5. Resumen de parcelas monitoreadas por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.22	
6. Resumen de parcelas monitoreadas por la empresa.	23
7. Resumen de parcelas y cantidad de áreas muestreadas por la empresa.....	24
8. Resumen de parcelas temporales muestreadas en la plantación Amelia por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.....	25
9. Resumen de parcelas temporales muestreadas en la plantación Rosario de Fátima por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.....	26
10. Resumen de parcelas temporales muestreadas en la plantación Santa Elena 1 por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.	26
11. Resumen de inventarios forestales en plantaciones con fines comerciales en el departamento de Chontales.	27
12. Resumen de inventarios forestales en plantaciones con fines comerciales en el Municipio de Nueva Guinea.	28
13. Resumen de inventarios forestales en plantaciones con fines comerciales en el Municipio de El Rama.	28

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Organigrama de la empresa NICAFOREST PLANTATIONS,S.A.....	5
2. Ubicación de la empresa e influencia del proyecto	6
3. Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM)	11
4. Diferentes puntos de medición del diametro a la altura del pecho (DAP)	13
5. Medicion de altura total del árbol mediante una vara metalica.	14
6. Medicion de altura total del árbol utilizando un hipsómetro.....	14
7. Sistema de caja para realizar una marcación de raleo sanitario	16

RESUMEN EJECUTIVO

La pasantía fue realizada en la empresa **NICAFOREST PLANTATIONS, S.A**; ubicada en el municipio de Santo Tomás en el departamento de Chontales. Fue creada y conformada en el año 2011 por un grupo de inversionistas de socios europeos, que surgió mediante un programa de reforestación llamado mecanismo de desarrollo limpio (MDL), es un programa innovador para la reforestación en áreas Kyoto (tierras deforestadas en Nicaragua). En la actualidad la empresa cuenta 345 hectáreas de plantación forestal de la especie de Teca (*Tectona grandis L.f*). El objetivo de realizar dicha pasantía es como requisito para optar al título de Ingeniero Forestal, se llevó a cabo en un periodo de seis meses, de noviembre del año 2018 hasta abril del año 2019. Se realizaron diversas actividades como medición de áreas de las plantaciones forestales de teca de pequeños productores, así mismos inventarios forestales, establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM) y marcaje de árboles para raleo sanitario, las que son de importancia para el manejo silvicultural y monitoreo de plantaciones comerciales de Teca (*Tectona grandis L.f*). Las plantaciones establecidas por la empresa tienen como objetivo la captura de carbono (CO₂), dichas plantaciones son certificadas bajo los principios y criterios de Forest Stewardship Council (FSC) y Rainforest Alliance. Con esta pasantía fue posible adquirir mayores conocimientos que me permitió ampliar la experiencia técnica en labores reales en manejo de plantaciones forestales y ponerlos en práctica en el campo profesional, además se logró intercambiar conocimientos con el personal de operaciones y responsables del manejo de las plantaciones y de esa manera crear competencias en el ámbito laboral.

Palabras claves: Plantaciones forestales, Manejo forestal, Silvicultura, Teca.

SUMMARY

The internship was carried out at the company NICAFOREST PLANTATIONS, S.A; located in the municipality of Santo Tomás in the department of Chontales. It was created and formed in 2011 by a group of European partner investors that emerged through a reforestation program called Clean Development Mechanism (CDM), it is an innovative program for reforestation in Kyoto areas or deforested land in Nicaragua. Currently the company has 345 hectares of forest plantation of the Teak species (*Tectona grandis* Lf). The objective of carrying out this internship is as a requirement to apply for the title of Forest Engineer, it was carried out in a period of six months, from November 2018 to April 2019. Various activities were carried out, such as measuring areas of small-producer teak forest plantations, as well as forest inventories, establishment of permanent monitoring plots (PPM) and marking of trees for sanitary thinning , which are of importance for the silvicultural management and monitoring of commercial plantations of Teak (*Tectona grandis* Lf). The plantations established by the company aim to capture carbon (CO₂), these plantations are certified under the principles and criteria of the Forest Stewardship Council (FSC) and the Rainforest Alliance. With this internship it was possible to acquire more knowledge allowing to expand the technical experience in real tasks in forest plantation management and put them into practice in the professional field, it was also possible to exchange knowledge with the operations personnel and those responsible for managing the plantations and that way to create skills in the workplace.

Key words: Forest plantations, Forest management, silviculture, Teak.

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe describe las actividades realizadas y los resultados alcanzados durante el periodo de pasantía realizado en la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A; ubicada en el municipio de Santo Tomás departamento de Chontales, esta empresa se dedica al desarrollo de proyectos forestales, al establecimiento de plantaciones, producción y comercialización de la especie maderable como la Teca (*Tectona grandis L.f*); sus plantaciones son certificadas bajo los principios y criterio de **Forest Stewardship council (FSC) y Rainforest Alliance.**

El periodo de pasantía se desarrolló en seis meses comprendidos entre los meses de noviembre del año 2018 hasta el mes de abril del año 2019, las principales actividades realizadas durante la pasantía fueron inventarios forestales, monitoreo del crecimiento de diámetro a la altura de pecho en centímetro, y altura total en metros de los árboles en las plantaciones de Teca y establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM), entre otras.

La especie de Teca (*Tectona grandis L.f*), pertenece a la familia Lamiaceae y es originaria del sureste asiático (Birmania), es una de las especies mayormente usadas en las reforestaciones a nivel nacional e internacional, debido a sus características de excelente crecimiento y rendimiento. La madera de Teca se puede utilizar para los más diversos objetivos; se considera, justificadamente, como la mejor para la construcción de embarcaciones, es extraordinariamente adecuada para construcciones terrestres y acuáticas, así como para acabados interiores y mueblería de lujo (Gutierrez, 2008).

La pasantía realizada en la empresa permitió adquirir experiencias, mejorando el conocimiento y habilidades técnicas en el trabajo asignado del manejo silvicultural de plantaciones forestales, permitiendo coordinar actividades para agilizar el trabajo tanto para gerencia y contabilidad. La retroalimentación del sistema del negocio, durante el desarrollo de la pasantía ayudo a crear una muy buena interacción con el personal de oficina y trabajadores de campo.

El presente reporte documenta las experiencias, lecciones aprendidas y logros alcanzados, además se resumen las características particulares de la empresa, así como el funcionamiento durante la realización de dicha pasantía como forma de culminación de estudios en la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S. A.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Desarrollar habilidades prácticas de campo para el manejo silvicultural y monitoreo de plantaciones comerciales de Teca (*Tectona grandis L.f*) en la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.

2.2. Objetivos específicos

1. Adquirir conocimientos técnicos y experiencia profesional para el manejo forestal de las plantaciones de Teca (*Tectona grandis L.f*).
2. Recopilar información de las variables dasométricas y silviculturales en las plantaciones de Teca (*Tectona grandis L.f*), mediante inventario forestal.
3. Describir las experiencias y logros alcanzados durante la pasantía en manejo silvicultural y monitoreo de crecimiento en plantaciones forestales con fines comerciales de la especie de Teca (*Tectona grandis L.f*).

III. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

3.1. Generalidades de la empresa

La empresa privada NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, fue creada en el año 2011, conformada por un grupo de socios europeos. Esta es una compañía que surgió mediante un proyecto ejecutado y llevado a cabo por el Gerente y Manager de NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, Ing. Jinmy José Hernández Robles. Actualmente la empresa maneja 345 hectáreas de plantación forestal de Teca (*Tectona grandis L.f*) de diferentes edades (entre los 5 a 8 años), estas son plantaciones certificada bajos los principios y criterios de **Forest Stewardship Council (FSC) y Rainforest Alliance.**

A partir del año 2011 la empresa inició un programa de reforestación en los municipios del El Rama, Muelle de los Bueyes, Villa Sandino y Nueva Guinea. La principal especie que planta es Teca (*Tectona grandis L.f*).

NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, es una empresa nicaragüense dedicada al desarrollo de proyectos forestales en áreas de interés nacional e internacional conocidas como tierras Kyoto. Las plantaciones que establece la empresa tienen como objetivo la captura de carbono (CO₂), la producción comercial de madera y protección de la biodiversidad. Así mismo, se crean corredores naturales para la protección de especies silvestres y la protección de fuentes hídricas, tales como ríos, quebradas o vertientes subterráneo.

El programa Nicaforest implementado y gestionado por la empresa Noruega “Al otro lado del bosques” y su filial en Nicaragua, NICAFOREST PLANTATIONS S.A, con la asistencia del grupo internacional de gestión forestal Brinkman & Associates a través de su filial en Costa Rica, son asesores internacionales para la toma de decisiones.

El programa de reforestación NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, utiliza el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), establecido por la CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (CMNUCC), es un programa innovador para la reforestación en tierras deforestadas en Nicaragua.

Los propietarios locales, que normalmente son agricultores, comparten los ingresos que se generan a partir de la venta de madera procedente de las plantaciones, esto asegura un flujo de ingresos de vuelta al propietario, que fomenta al desarrollo económico de sus familias.

3.2. Misión

Reforestamos incorporando innovación, tecnología y calidad en el manejo de nuestras plantaciones forestales.

3.3. Visión

Ser una empresa líder en el desarrollo de proyectos forestales incorporando a propietarios de tierras en el negocio forestal, compartiendo beneficios en el mediano y largo plazo.

3.4. Objetivo de establecer una plantación

El objetivo de establecer una plantación forestal es para aumentar la rentabilidad del suelo, introduciendo el cultivo de Teca (*Tectona grandis L.f*), siendo una especie forestal de alto valor y demanda internacional para producción de madera de aserrío. Se desea implementar la captación de carbono, (mediante mecanismos de desarrollo limpios, “MDL”), los beneficios ambientales y sociales que se derivan del mantener una masa de árboles por dos décadas con óptimas técnicas de manejo, aporta no solo beneficios económicos al propietario sino también a las comunidades vecinas con el aporte de empleo; de manera que con un buen manejo de la plantación y conservación de áreas de protección, ayudan a mantener y aumentar los beneficios ambientales (conservación de agua y suelo).

3.5. Políticas generales

NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, es una compañía innovadora para la reforestación de áreas Kyoto en el departamento de Chontales Nicaragua, trabaja con tecnología para tener un mejor rendimiento en las áreas de trabajo y así aumentar la eficacia de la compañía además incorpora mejores accesos a las plantas de semillero, selección de los terrenos, preparación de la tierra, establecimiento de plantaciones y manejo de plantaciones a lo largo del ciclo productivo.

3.6. Estructura organizativa

La Gerencias de operaciones de la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, esta organizativamente conformada por la dirección de administración y contabilidad, dentro de estas se encuentran el responsable de contabilidad, auxiliar contable, y caja de tesorería, en el departamento técnico forestal se encuentran el supervisor forestal, el responsable de agrimensura y construcción y en la unidad legal y auditoria está el área técnica del asesor legal entre otras a como se muestra en la Figura 1.

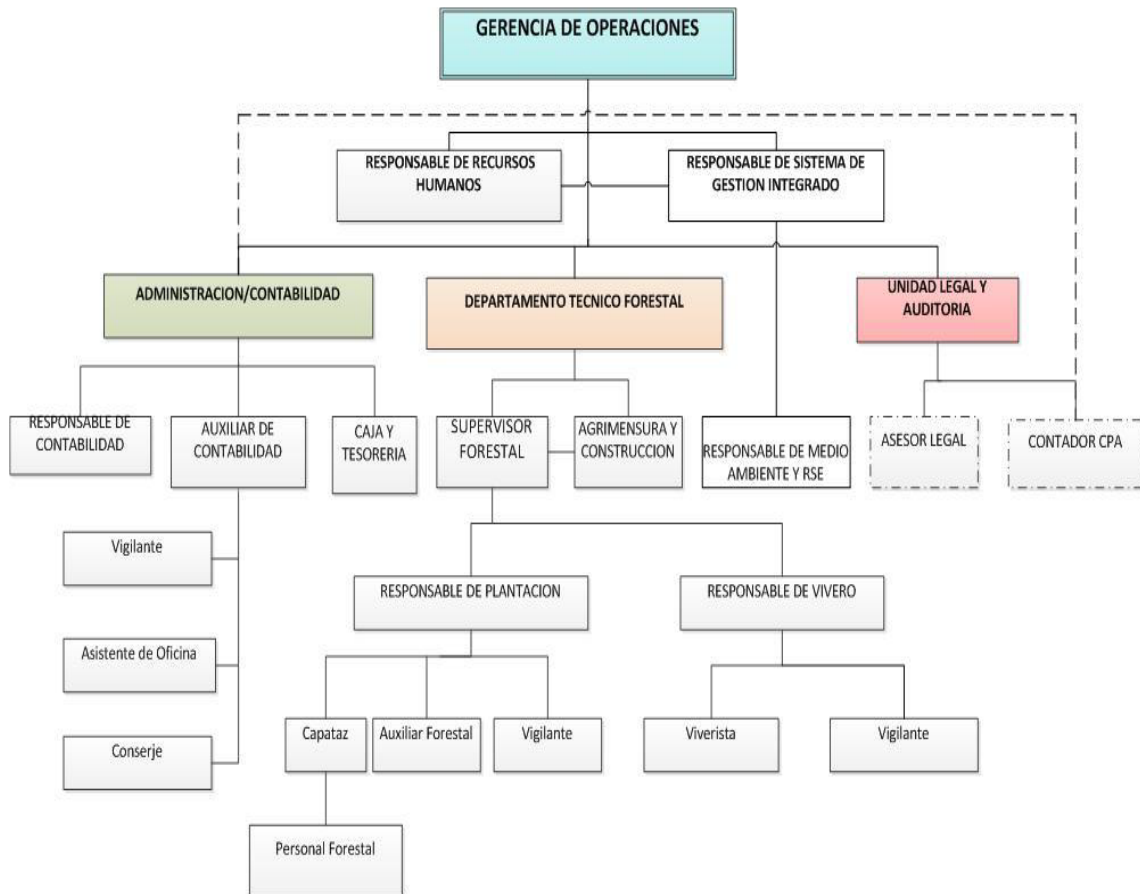


Figura 1. Organigrama de la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A

3.7. Macro localización de la empresa

La Empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A; cuenta con una oficina central que se ubica en el municipio de Santo Tomas, departamento de Chontales, a 179 km de Managua y a 114 km de la ciudad de El Rama en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS). Esta empresa ha establecido en los últimos 8 años, 4 plantaciones forestales en los departamentos de la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS) y Chontales, como lo indica en la Figura 2.



Figura 2. Ubicación de la empresa e influencia del proyecto.

3.9. Micro localización de las plantaciones forestales

NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, abarca una extensión territorial de 345.48 hectáreas con fincas en dos regiones geográficas de Nicaragua, las plantaciones forestales se ubican en Chontales, con una extensión territorial 233.36 hectáreas y en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS) con una extensión territorial de 112.12 hectáreas, como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución actual de las áreas ocupadas por plantaciones de la especie Teca (*Tectona grandis* L.f) de la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.

Fincas	Ubicación	Año de Siembra	Área (ha)
Amelia	El Rama en comarca Kisilala #2	Septiembre 2011	79.5
Rosario de Fátima.	Villa Sandino en la comarca Kamusaska.	Julio 2012	32.62
Santa María	Muelles de los Bueyes en comarca San Isidro.	Junio 2013	32.62
Santa Elena 1	Villa Sandino en la comarca Chagüitillo.	Septiembre 2012	80.05
Santa Elena 2	Villa Sandino en la comarca Chagüitillo.	Agosto 2013	120.69
		Total	345.48

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A noviembre 2015

IV. FUNCIONES DEL PASANTE EN EL ÁREA DE TRABAJO

La pasantía realizada en la empresa se desarrolló en el área de monitoreo forestal, la cual fue bajo la supervisión del Ing. Boanerges Reyes Gonzales quien trabaja en esa área, a continuación se mencionan las funciones realizadas:

- Realizar levantamiento de información en conjunto con equipo técnico, mediante el cual se realizó inventario forestal en 82 parcelas permanente de monitoreo (PPM), que ejecuta la empresa para la realización de trabajos en las plantaciones de interés como son las fincas: Amelia, Rosario de Fátima, Santa María, Santa Elena 1 y Santa Elena 2 manejadas por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.
- Procesar información recopilada en campo de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM), dentro de las plantaciones forestales manejadas por la empresa, al igual que la información de plantaciones manejadas por productores de la zona, para ello se requiere generar información a partir del programa Excel mediante el uso de fórmulas para obtener un resumen de número de árboles, área basal en metros cuadrado y volumen total en metros cúbicos por hectárea.
- Establecer 30 parcelas permanentes de monitoreo en plantaciones forestales con el objetivo de obtener datos de Incremento Medio Anual (IMA), al igual información de cada lote, manejadas por productores en los municipios como: El Coral, Villa Sandino, Santo Tomas en el departamento de Chontales, así también en El Rama, Nueva Guinea y Muelle de los Bueyes, en la Región Autónoma Costa Caribe Sur RACCS.
- Participar en el seguimiento y monitoreo forestal que realiza la empresa en las plantaciones de Amelia, Rosario de Fátima, Santa María, Santa Elena 1 y Santa Elena 2.
- Acompañar el proceso de definición o implementación de tareas de asesoramiento técnico de manejo forestal y silvicultural en plantaciones forestales de Teca, manejadas por productores en los departamentos de Chontales y RACCS.
- Acompañar en el inventario forestal de la regeneración natural de la especie de Teca (*Tectona grandis* L.f), con un énfasis de interés de madera comercial en las zonas de los departamentos de la Región Autónoma Costa Caribe Sur RACCS y Chontales.

V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

5.1. Medición de áreas de plantaciones forestales establecidas por productores

Las plantaciones forestales establecidas por productores de la zona, con la especie de Teca (*Tectona grandis L.f*), se encuentran localizadas en diferentes municipios y comarcas de El Rama, Nueva Guinea y Muelle de los Bueyes en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), también existen plantaciones en las comarcas del municipio de El Coral, La Curva, Villa Sandino, Santo Tomás, en el departamento de Chontales. Estas áreas se midieron en campo, utilizando un receptor GPS (Global Positioning System), modelo Garmin (62s) con un sistema de referencia geográfica UTM WGS 84, zona 16 N.

Para realizar la medición de un lote en el terreno, primeramente se debe marcar un punto de geo-referenciación llamado punto A en un extremo del área de la plantación, con sus respectivas coordenadas XY, estas se deben editar en el GPS y poner las iniciales del propietario, posterior se deben guardar, luego se camina hacia el otro extremo e igual se marca otro punto llamado B, después se debe seguir caminando hacia el otro extremo y marcar el punto C y para culminar se camina hacia el último extremo del área y se marca el punto D, luego en el GPS podemos observar que se generó diferentes puntos con los que se pueden formar un polígono.

Luego de recopilar la información en campo, existen dos formas para ver los waypoints marcados en el terreno, una es digitalizando las coordenadas XY en una tabla en Excel y este archivo de debe guardar como CSV (valores separados por comas) y se almacena en el disco duro de la computadora, los waypoints no se podrá visualizar en el disco, debido a que este archivo se en encuentran en formato GPX.

La otra forma es conectar el GPS mediante un cable USB a la computadora, en donde se descargan los puntos guardados en el GPS al disco duro, luego los waypoints descargados se ingresan al software libre llamado QGIS, que es un Sistema de Información Geográfica de código abierto, luego mediante las funciones de QGIS, se extraen waypoints en archivo GPX mediante una capa vectorial con las coordenadas guardadas con la proyección UTM WGS 84, zona 16 N, donde aparecerá los puntos de referencia en donde se activa la función número de etiqueta y aparecerá los puntos enumerados, después se crea un shapefile (abreviado SHP, es un formato de archivo informático propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI, quien crea y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica como Arc/Info o ArcGIS), se activa la función del editor, así se realiza la unión de los puntos hasta crear un polígono, al terminar la edición se guarda el proyecto, de modo que en la tabla de atributos podemos anexar una celda para calcular el área del polígono en manzanas y hectáreas.

5.2. Diseño de inventario forestal

El inventario forestal establecido por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A; se basa mediante una metodología para el monitoreo de crecimiento en plantaciones forestales denominada Monitoring Circular Plot Base Don Fuzzy Logic, que consiste en un monitoreo de los indicadores de crecimiento de los árboles (altura total y diámetro) y calidad de estos, para eso se han establecido parcelas permanentes de monitoreo (PPM) de forma circular.

5.3. Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM)

Este procedimiento lo realice con la búsqueda y amojonamiento de las coordenadas geográficas de la PPM en el sitio de la plantación, las coordenadas XY son introducidas al GPS con una proyección UTM WGS 84, ZONA 16 N, esto facilita la ubicación del centro de las parcela, este procedimiento consiste en marcar en el terreno el punto de la coordenada de la PPM que se realizó por medio del programa SIG, una vez identificado el punto se realiza la debida demarcación de la PPM (Figura 3).

Las parcelas permanentes de monitoreo (PPM), se establecieron de forma circular, con una área de 799.23 m² y al centro se establece una estaca, esta puede ser de madera rolliza o de varilla de hierro y encima se le introduce un tubo de PVC, facilitando la identificación del centro, luego al haberse ubicado el punto de referencia se establece otra estaca con una dirección al norte magnético, utilizando una cuerda de 15.95 metro como radio, cada parcela se encuentra a una distancia de 250 metros si se establecen dos, tres o más.

Para el método de la cuerda utilice un mecate o piola de 15.95 metros, en la cual un extremo de la cuerda se sostiene en el centro y el otro extremo se ubica en la otra estaca con una dirección al norte, la idea es dar un giro a favor de las manecillas del reloj y a medida que la cuerda empieza a girar esta tocara el primer árbol en la cual se enumera como árbol número uno y con un espray de color rojo o negro se marca la numeración en el fuste, y así sucesivamente hasta llegar a un giro de 360° en la cual se obtiene la cantidad de 88 árboles por parcela a una densidad de siembra de 3 x 3 metro, todos los árboles dentro de la parcela deben estar marcados con sus respectivos números repintados con espray en el fuste, como se muestra en la Figura 3.

El siguiente procedimiento realizado fue el anillar con espray el contorno del fuste en el árbol a la altura de 1.30 metro, colocando una vara con esta medida en la base del suelo pegada al árbol y donde llega la altura de la vara se hace el anillamiento con el espray.



Figura 3. Establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM)

Esto se hace para obtener información de monitoreo para los indicadores de crecimiento de los árboles (altura total y diámetro) y calidad de los mismos, en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) establecido de forma circular, esto se ha hecho siguiendo la metodología para el monitoreo de crecimiento en plantaciones forestales manejadas por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A (NICAFOREST PLANTATIONS, 2013)

5.4. Medición de parcelas permanentes de monitoreo (PPM)

La medición de parcelas permanente de monitoreo se realizan cada año siempre a la salida del invierno, este procedimiento lo lleve a cabo en los meses de diciembre a enero del año 2018 en el cual me involucre en las mediciones de parcelas dirigidas por la empresa y promovidas por propietarios de plantaciones forestales.

A continuación se detalla los aspectos tomados en cuenta en la medición de parcelas:

1. Cantidad de árboles: Es la cantidad de árboles que se encuentran enumerados dentro de la parcela permanente de monitoreo en una plantación forestal (Padilla, 1987).

2. Diámetro normal (DN): Es la dimensión del grosor del árbol medido a 1.30 metros sobre el nivel del suelo (Padilla, 1987), este se midió utilizando cinta diamétrica y cinta métrica o llamada también cinta de costurera.

3. Altura total del árbol (Ht): Es la dimensión vertical medida desde la base hasta el ápice del árbol, expresada en metros (Synnott, 1991), inicialmente se utilizó el hipsómetro para la medición de la altura total.

4. Altura comercial del árbol (Hc): Es la distancia vertical ente el nivel del tocón y la posición terminal de la última porción comercialmente aprovechable del árbol.

Para conocer el estado de la plantación es necesario tomar en cuenta la calidad de los árboles y algunas características observables dentro del área, las cuales se pueden valorar y evaluar según la clasificación (Hutchinson, 1993).

Según la siguiente clasificación:

Calidad 1: Árbol recto, sin presencia de ramas mayores a 3 cm de grosor a los 7.3 metro de altura, sin bifurcaciones y sin protuberancias producto de podas o cualquier otro daño.

Calidad 2: Árbol recto o ligeramente inclinado, con presencia de ramas delgadas y sin bifurcaciones, protuberancias producto de podas o cualquier otro daño.

Calidad 3: Árbol con potencial aserrable, pero afectado por algún defecto como torceduras, pudrición, huecos, bifurcaciones, protuberancias producto de podas o ramas de mayores a 3 cm de grosor.

Calidad 4: Árbol quebrado o afectado por enfermedad o por el ataque de animales o plagas, considerado sin potencial aserrable.

Observaciones generales:

Se realizaron las respectivas observaciones que permitieron lograr alcanzar las conclusiones generales sobre las labores realizadas con anterioridad: presencia de daños mecánicos, plagas y enfermedades, entre otras.

5.5. Proceso paso a paso

Este procedimiento lo realice tomando en cuenta cada paso que se ejecuta al momento de realizar la medición de parcela permanente de monitoreo que a continuación específico:

a) Encontrar el punto en la plantación: con el mapa y las coordenadas reflejadas en el formato, y con la ayuda del GPS se recorre hasta encontrar la parcela. Por la falta de precisión del GPS, puede ser que dichas coordenadas ya no señalan el centro de la parcela. El punto está identificado y no se puede cambiar ni en esta ni en futuras mediciones. Para tal fin se encuentra una estaca (tubo PVC) al centro de la parcela.

b) Enumeración de los árboles: Se ubica al centro de la parcela (estaca), se localiza la segunda estaca que se encuentra en el borde de la parcela orientada al norte. Como se cuenta con el formato de la medición anterior, se procede localizar y enumerar los árboles. Se marca con pintura en espray, el número consecutivo y al igual el anillamiento a 1.30 metros de la base del suelo en el diámetro a la altura del pecho (DAP).

c) Variables a medir: Al inicio de la hoja, en la parte superior debe llevar información general como: el número de la PPM, fecha de medición anterior y actual, además se mide el diámetro a la altura del pecho (DAP) en centímetros, altura en metros y se evalúa la calidad del árbol (Anexo 2)

Para medir el diámetro de los árboles de las plantaciones de teca de NICAFOREST PLANTATIONS S.A, utilice una cinta diamétrica, en la cual se midió cada árbol dentro de cada parcela, a la altura del pecho, es decir a 1.30 metros sobre la base del suelo, tomando en cuenta la pendiente del terreno de la plantación (Figura 4).



Figura 4. Diferentes puntos de medición del diámetro a la altura del pecho (DAP)

Para medir la altura de los árboles de las plantaciones de teca de NICAFOREST PLANTATIONS S.A, se utilizó un método muy sencillo, esto consistió en una vara metálica de aluminio calibrada cada metro de altura en toda su extensión, este método solo es válido cuando los árboles tienen una altura en promedio de 8 a 12 metros de altura. Esto se realiza colocando la vara metálica al pie del árbol y luego el lector se aleja a una distancia considerable (3 a 5 metros de distancia del árbol), Para tomar la medición respectiva del árbol como se observa en la Figura 5.

En otro método que utilice es un instrumento de medición forestal llamado hipsómetro, que mediante una escala graduada de medición se logra visualizar la altura del árbol, eso se hizo situándose a una distancia de 15 metros del árbol, se localiza el cero de la escala, luego lanzando una visual del cero hacia a la base del árbol, y la otra visual del cero hacia el ápice de la copa, sumándose las dos mediciones se estima la altura total del árbol, teniendo en cuenta la distintas forma de medición de acuerdo a la pendiente del terreno como se observa en la Figura 6.



Figura 5. Medición de altura total del árbol mediante una vara metálica.



Figura 6. Medición de altura total del árbol utilizando un hipsómetro.

5.6. Planificación de raleo a nivel de gabinete aplicarse en plantaciones forestales

La planificación de raleo es una estrategia en el cual pretende organizar planificar y ejecutar acciones que conlleve a realizar el raleo en el tiempo adecuado, obteniendo así un producto de buena calidad; como protagonista a esta estrategia fui participe de reuniones en diferentes ocasiones con el grupo técnico de NICAFOREST PLANTATIONS, S. A. con el objetivo definir el porcentaje de raleo para las plantaciones forestales, en la mayoría de esta se trabaja con un 37%. A continuación, presento la fórmula utilizada de acuerdo con la experiencia de la empresa:

Densidad se siembra en plantaciones forestales de productores.

3 metros de calle

3 metros de surco

1 hectárea = 10,000 m²

Densidad real / ha = $\frac{10,000 \text{ m}^2}{9 \text{ m}^2} = 1,111 \text{ árboles /ha}$

% de árboles a eliminar = $\frac{1,111 \times 37}{100} = 411 \text{ árboles}$

Cantidad de árboles por ha = 1,111 árboles – 411 = 700 árboles /ha

5.7. Aplicación de sistema de caja para raleo sanitario en plantación forestal de teca

La aplicación del sistema de caja es una actividad que se ejecuta en plantaciones forestales de teca para favorecer el crecimiento del diámetro, en donde se involucra en el marcaje de 13 plantaciones realizadas en diferentes municipios y comarcas de El Rama, Nueva Guinea y Muelle de los Bueyes en la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), y también en las plantaciones de las comarcas del municipio de El Coral, La Curva, Villa Sandino, Santo Tomás, en el departamento de Chontales, que ameritaban raleo según el análisis echo mediante las parcelas permanentes de monitoreo, con el objetivo de reducir el número de árboles de un rodal.

Las cajas de marcaje se realizan con personal capacitado para marcar aquellos árboles de mala forma, torcidos, bifurcados o enfermos, esto se realizó en cada surco en donde se evaluó 6 individuos por cada marcador para un total de 12 individuos, es decir 6 individuos por surco, dentro de esta actividad se incluyen los espacios de ausencia de árbol, ya sea por mortalidad, y no siembra. De estos 12 árboles seleccionado dentro de la caja se dejan los 7 mejores como remanentes, los demás serán marcados para ser eliminados en el raleo, logrando de esta manera llegar a la densidad requerida (Figura 7).



Figura 7. Sistema de caja para realizar una marcación de raleo sanitario

5.8. Levantamiento de información en parcelas temporales de monitoreo (PTM) en las plantaciones de interés

La información recopilada en las parcelas temporales de monitoreo (PTM), se realizó con la toma de variables dasométricas dentro de cada parcela, tales como: diámetro a la altura del pecho (DAP) a partir de los 10 cm, utilizando cinta diamétrica, en el caso de la altura total se utilizó el hipsómetro midiendo cada árbol dentro de la parcela y a la vez también se hace la toma de altura comercial del fuste.

En la plantación forestal Amelia se recopiló información en 10 parcelas temporales de una dimensión de media hectárea, distribuida en 79.5 hectárea del área total de plantación, Santa Elena 1 se midieron 10 parcelas temporales distribuidas en 80.05 hectáreas, Rosario de Fátima 4 parcelas distribuidas en 32.62 hectáreas; las dimensiones de cada parcelas son de 50 metros de ancho x 100 metros de largo, esto equivale a una área de 0.5 hectárea en toda su área distribuida sistemáticamente en toda la plantación, esto se hace para obtener información más confiable en cuanto a las cantidades de parcelas distribuidas, entre más parcelas se establezcan mayor será la confiabilidad de información.

Las parcelas temporales brindan información del estado actual en que se encuentra la plantación, logrando obtener mediante estas parcelas la cantidad de número de árboles por hectáreas (arb/ha), densidad de árboles por parcela, área basal en m² por parcela, área basal m² por hectáreas, también se obtiene una estimación del volumen en metros cúbicos (m³) con corteza de toda la parcela y volumen por hectárea presentes en los árboles medidos a partir de los 50 cm de circunferencia.

5.9. Inventarios comerciales de la especie de Teca (*Tectona grandis L.f*) a productores que ofertan madera a la empresa

Se realizó un total de 12 inventarios forestales en fincas de productores dentro de áreas indeterminadas. Los inventarios comerciales de árboles en pie se realizan de manera total o pie a pie para conocer el volumen en metros cúbicos con corteza (Vm^{3cc}) de una población de individuos dentro de un área indeterminada de la especie de Teca.

Puesto en el área donde se hará el inventario se requiere del uso de GPS, cinta métrica y tabla de campo. Esta actividad consiste en marcar un punto en cada extremo del área con el GPS hasta realizar un polígono donde quedará marcado como área efectiva, en donde se levantará toda información dasométricas como: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total en metros (Ht), altura comercial en metros (Hc), luego se debe marcar un punto de georreferencia en cada árbol, e ir anotando las coordenadas XY con una proyección geográfica UTM WGS 84, zona 16 N, las mediciones de circunferencia se deben de realizar de manera correcta a la altura del pecho, es decir a 1.30 metros sobre la base del suelo, realizando una muy buena lectura de la cinta métrica, se logra reducir los errores en mediciones y lectura que pueden presentarse.

Para la toma de datos de altura comercial del fuste se utiliza una vara graduada en metros puede ser (madera rolliza o una vara metálica) aproximadamente de unos 6 a 8 m de largo, la cual se coloca al pie del árbol y luego el lector se aleja a una distancia considerable (3 a 5 metros del árbol), para tomar la medición respectiva de largo del fuste.

5.10. Procesamiento de datos

El cálculo del diámetro, altura promedio, área basal, volumen con corteza individual, por parcela y por hectárea, incremento medio anual (IMA) y la cantidad de individuos por categoría de calidad se realizó con el programa Excel. Cabe mencionar que para el cálculo del IMA se empleó el mes de siembra de la teca en cada una de las fincas como base para estimar la edad.

Estas fórmulas empleadas en el procesamiento de datos para el cálculo de diferentes variables se muestran en el Anexo 3, 4, 5 y 6.

VI. RESULTADOS OBTENIDOS

Para el desarrollo de habilidades en las prácticas de campo en base al manejo silvicultural y monitoreo de plantaciones comerciales de Teca (*Tectona grandis L.f*) en la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A. se realizan diversas actividades que no solo son puestas en prácticas si no que son aprendidas a través de las pasantías fortaleciendo y argumentando conocimientos que se conocían en el periodo metodológico impuesto dentro del recinto y las horas de campo ya impuestas dentro del mismo; siendo de esta manera un impacto en el ámbito técnico profesional de manera que la información adquirida se muestra a continuación.

6.1. Medición de áreas de plantaciones forestales

En el Cuadro 2. Se observa las mediciones de áreas de plantaciones resultando un total de 307.47 hectáreas en 122 plantaciones forestales de Teca (*Tectona grandis L.f*), en áreas indeterminada de productores en los departamentos y municipios de Chontales y en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS).

Cuadro 2. Resumen de mediciones de áreas de plantaciones forestales

Departamento	Municipios	N° de plantación	Suma de Área en Hectárea	Porcentajes
Chontales	Acoyapa	1	4.15	1.34
	Juigalpa	1	1.55	0.50
	Santo Tomas	6	15.46	5.02
	Villa Sandino	7	16.76	5.45
	El Coral	28	48.77	15.8
RACCS	Muelle de Los Bueyes	8	17.94	5.83
	El Rama	38	130.74	42.52
	Nueva Guinea	33	72.1	23.45
	Total general	122	307.47	100 %

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS S.A según base de datos del proyecto de reforestación, enero, 2019

En el Cuadro 2 se puede observar la distribución de porcentajes de las áreas de plantaciones forestales, donde se determinó que en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS), presenta la mayor cantidad de plantaciones, el municipio de El Rama se encuentran 38 áreas representado un 43%, el municipio de Nueva Guinea con 33 áreas con un 23 %, y el municipio de Muelle de los bueyes con 8 áreas representado un 8 % dando un total de 79 áreas representando un 71.80 % de cobertura de plantaciones forestales de Teca.

En el departamento de Chontales se presentan la cantidad de 43 áreas de plantación representando un total de 28.19 % de cobertura forestal, en el municipio del Coral se encuentran un total de 28 plantaciones representado con un 16%, el municipio de Villa Sandino con 8 áreas con un 5.45 %, el municipio de Santo tomas con 6 áreas representado en un 5.2 % y los municipios de Acoyapa y Juigalpa con una área de plantación cada una representado con 1% para ambas.

6.2. Establecimiento de parcelas permanente de monitoreo forestal

Se establecieron un total de 37 parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en seis municipios los cuales son los siguientes: Villa Sandino, Santo tomas, El Coral, El Rama, Muelle de los Bueyes y Nueva Guinea representando un total de 307.47 hectáreas. Sumado un total de área de muestreo de 2.96 hectáreas, con respecto al área de cada municipio y con un porcentaje total de intensidad de muestreo de 8.28 %, como se observa en el Cuadro 3, se determinó que en los municipios de El Rama y El Coral se han establecido la mayor parte de PPM con un total de 10 parcelas en los municipios antes mencionados.

Cuadro 3. Resumen de cantidad de parcelas establecidas por municipios.

Municipios	Total/Área /Municipio /Ha	Cantidad de PPM Establecida	Área de la parcela (m²)	Área de muestreo Ha	Intensidad de muestreo actual
Villa Sandino	16.76	4	799.23	0.32	1.91
Santo Tomas	15.45	5	799.23	0.4	2.59
El Coral	48.77	10	799.23	0.8	1.64
El Rama	130.74	10	799.23	0.8	0.61
Muelle de los bueyes	17.94	2	799.23	0.16	0.89
Nueva Guinea	72.1	6	799.23	0.48	0.64
Juigalpa	1.55	0	799.23	0	0
Acoyapa	4.15	0	799.23	0	0
Total	307.47	37		2.96	8.28 %

Fuente: NICAFORREST PLANTATIONS, S.A según base de datos de parcelas del proyecto de reforestación, febrero, 2019

6.3 Medición de parcelas permanente de monitoreo forestal

En el Cuadro 4 se refleja los datos de inventario realizado durante la pasantía, donde se obtuvo un total de 37 parcelas permanentes de monitoreo establecidas en las plantaciones forestales, dando un promedio de 7.99 cm de diámetro y 7.46 metros de altura total, con una densidad poblacional de 1,068 árboles/ha en los 6 municipios, el área basal promedio de 8.90 m² y un volumen promedio de 33.99 m³, esta medición es la primera que se realiza en estas plantaciones.

Cuadro 4. Resumen de parcelas medidas por municipios

Municipios	Año/siembra	Edad /años	Total parcelas	Nar/parcela	$\frac{Dap}{\bar{X}}$ (cm)	$\frac{Ht}{\bar{X}}$ (m)	Densidad /ha	AB m ²	Vol. Total m ³
Villa Sandino	2014	5	4	87	6.95	5.96	1,089	9.63	25.816
Santo Tomas	2014	5	5	85	8.6	6.8	1,064	6.86	21.127
El Coral	2014	5	10	88	10.04	9.35	1,101	13.25	55.749
El Rama	2014	5	10	84	7.44	7.8	1,051	9.8	34.39
Muelle de los bueyes	2014	5	2	82	6.95	5.86	1,026	6.12	16.141
Nueva Guinea	2014	5	6	86	7.94	8.92	1,076	12.63	50.715
Juigalpa	2014	5	0	----	-----	-	-----	-----	-----
Acoyapa	2014	5	0	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total			37	85	7.99	7.46	1,068	8.90	33.99

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A según base de datos de parcelas del proyecto de reforestación, febrero, 2019

6.4 Marcación de árboles para raleo sanitario

Se realizó marcaje a través del sistema de caja y raleo sanitario, en 13 plantaciones forestales en las cuales se ha representado, una densidad de siembra de 3 metro de calle y 3 metros de surco, dando un total equivalente de 1,111 árboles en cada hectárea, durante el proceso marcaje se eliminó 411 árboles por hectárea, utilizando el 37 % de densidad de corta como lo define el sistema de raleo utilizado en plantación de forestales aplicado en sus diferentes fincas por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A. de esta manera se obtiene un resultado de 700 árboles por hectárea como remanentes.

A través del espaciamiento generado mediante el raleo sanitario, se logra favorecer el incremento en altura total (ht) y diámetro de las plantaciones forestales manejadas por productores, logrando determinar el Índice de sitio de productividad, es decir, la capacidad productiva que se obtiene de un área forestal en diferentes escenarios de crecimiento.

6.5. Medición de las 82 parcelas permanentes de monitoreo forestal

En el Cuadro 5 se observa el inventario forestal realizado en las parcelas permanentes de monitoreo (PPM), en donde se inventario un total 82 parcelas distribuidas en las siguientes plantaciones; Amelia con una densidad poblacional de 519 árboles por hectárea, Rosario de Fátima 479 arb/ha, Santa María 496 arb/ha, Santa Elena 1 con 475 arb/ha y Santa Elena 2 con un total de 479 arb/ha, estas plantaciones son manejadas por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.

Los resultados obtenido del incremento medio anual (IMA) referente al DAP resulto ser de 2.26 cm/año, el IMA de altura promedio es de 1.96 cm/año, los datos reales del proceso productivo son área basal por hectárea (AB/ha) y volumen por hectárea (Vol. /ha).

Cuadro 5. Resumen de parcelas monitoreadas por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS

Fincas	Año de siembra	Edad (años)	Densidad (ha)	IMA-Dap (cm/año)	IMA-HT (m/año)	IMA-VT (m³/ha/año)
Amelia	2011	8	519	2.33	2.07	13.16
Santa Elena 1	2012	7	475	2.21	1.93	9.43
Santa Elena 2	2013	6	479	2.46	2.06	10.30
Rosario de Fátima	2012	7	479	2.07	1.81	7.92
Santa María	2013	6	496	1.9	1.75	5.81
Total			489	2.26	1.96	9.32

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A según base de datos, crecimiento de plantaciones forestales, diciembre, 2018.

El promedio evaluado de las cinco plantaciones resulto un área basal por hectárea de 9.55m², un volumen de 64.73 m³ /ha. La densidad real de cada una de las plantaciones se refleja en el Cuadro 6, en donde se presenta la densidad poblacional de árboles por hectáreas, de los cuales se obtiene información esencial para formular planes de manejo y aprovechamiento sobre los ciclos de cortas propuestas en el proyecto.

Cuadro 6. Resumen de parcelas monitoreadas por la empresa.

Fincas	Total parcelas	Prom. Dap X (cm)	Prom. Ht X (m)	Densidad/ha	Prom. AB/ha	Vol. Total/ha
Amelia	19	18.71	16.59	519	14.88	105.34
Santa Elena 1	21	15.53	13.51	475	9.89	66.07
Santa Elena 2	26	14.76	12.39	479	8.93	61.85
Rosario de Fátima	8	14.53	12.69	479	8.42	55.50
Santa María	8	11.47	10.54	496	5.65	34.9
Total	82	15.0	13.14	489	9.55	64.73

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A base de datos, crecimiento de plantaciones forestales, diciembre, 2018

La intensidad de muestreo utilizada por NICAFOREST PLANTATIONS S.A, en todo el sistema de monitoreo de las plantaciones forestales, anda entre el 1% y 3%; utilizando parcelas circulares, con un radio de giro de 15.95 metros para las fincas Santa Elena, Rosario de Fátima y Santa María; para Amelia se utiliza un radio de giro de 12.5 metros, esto se da debido al tamaño de las parcelas, la diferencias entre el tamaño de las parcelas es para recolectar mayor información obteniendo datos más confiables de la población forestal.

Con los resultados de mediciones de los árboles recopilados en las parcelas, se determinó la cantidad de parcelas medidas, el área total muestreada por cada una de las plantaciones, dando la suma total de 59,678.0 m², con un promedio de relación hectárea/parcela de 4.2 (Cuadro 7).

Cuadro 7. .Resumen de parcelas y cantidad de áreas muestreadas por la empresa.

Fincas	Área	Parcelas	Radio de parcela	Área de la parcela	Área muestreada	Intensidad de muestro	Relación
	ha	N°	m	m ²	m ²	%	ha/ parcela
Amelia	79.5	19	12.5	490.9	9,327.1	1.2	4.2
Rosario de Fátima	32.62	8	15.95	799.2	6,393.8	2.0	4.1
Santa maría	32.62	8	15.95	799.2	6,393.8	2.0	4.1
Santa Elena #1	80.05	21	15.95	799.2	16,783.8	2.1	3.8
Santa Elena # 2	120.69	26	15.95	799.2	20,780.0	1.7	4.6
Total	345.48	82	-----	-----	59,678.0	1.8	4.2

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A base de datos, crecimiento de plantaciones forestales, diciembre, 2018

6.6. Medición de los 26 parcelas temporales de monitoreo

Se generó información de las parcelas temporales de monitoreo (PTM), establecidas en las plantaciones forestales de Amelia, Rosario de Fátima y Santa Elena 1, donde se calculó la densidad poblacional por parcela, área basal en m² y volumen en m³ estimado por parcela en Smalian y Hoppus, logrando obtener mayor confiabilidad de los datos recopilado y así ajustarlos con los datos de las parcelas permanentes de monitoreo.

6.6.1. Plantación forestal Amelia

En el Cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos del inventario forestal realizado en diez parcelas temporales de monitoreo (PTM), con una superficie de media hectárea cada parcela, en donde se determinó la densidad por parcela de 228 árboles, un área basal de 6.77 m²/parcela, el volumen total 57.7 m³/parcela, volumen comercial de 44.72 m³/parcela y un volumen comercial en Hoppus de 32.61 m³/parcela.

Cuadro 8. Resumen de parcelas temporales muestreadas en la plantación Amelia por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A

Parcelas	Arb/parcela	AB_m ²	Vol. T m ³	Vol. (comercial)	Vol.m ³ Hoppus
	Nº	Parcela	m ³ /parcela	m ³ /parcela	m ³ /parcela
1	240	6.45	51.7	39.7	28.62
2	207	7.27	53.3	40.3	30.08
3	245	6.53	55.8	41.8	30.35
4	223	7.21	65.0	52.0	38.04
5	237	6.88	60.4	47.4	34.56
6	220	6.90	65.2	52.2	38.21
7	235	7.28	61.9	48.9	35.54
8	221	5.56	45.4	32.4	23.37
9	230	6.98	61.2	48.2	35.12
10	226	6.68	57.3	44.3	32.19
Promedio	228	6.77	57.7	44.72	32.61

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A base de datos, parcelas temporales de monitoreo de la plantación forestal Amelia, febrero, 2018

6.6.2. Plantación forestal Rosario de Fátima

En la plantación forestal Rosario de Fátima, se encontró como resultado de las seis parcelas temporales de monitoreo evaluadas mediante el inventario, una densidad por parcela de 252 árboles en promedio, una área basal de 4.28 m²/parcela, un volumen total 23.57 m³/parcela, volumen comercial de 8.57m³/parcela y un volumen comercial en Hoppus de 6.17 m³/parcelas Cuadro 9.

Cuadro 9. Resumen de parcelas temporales muestreadas en la plantación Rosario de Fátima por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.

Parcelas	Arb/parcela	AB_m ²	Vol. T m ³	Vol. (comercial)	Vol.m ³ Hoppus
	Nº	parcela	m ³ /parcela	m ³ /parcela	m ³ /parcela
1	248	3.71	17.63	4.6	2.065
2	256	3.68	16.67	3.8	2.66
3	254	3.49	15.69	3.5	2.44
4	255	5.19	32.73	14.6	11.05
5	266	5.46	32.72	13.6	10.21
6	233	4.16	25.98	11.4	8.61
Promedio	252	4.28	23.57	8.57	6.17

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A base de datos, parcelas temporales de monitoreo de la plantación forestal Rosario de Fátima, febrero, 2018

6.6.3. Plantación forestal Santa Elena 1

En el Cuadro 10 se presenta los resultados obtenido de diez parcelas temporales de monitoreo evaluadas en la plantación forestal Santa Elena 1, mostrando una densidad poblacional por parcela de 242 árboles, una área basal de 5.97 m²/parcela, un volumen total 48.42 m³/parcela, volumen comercial de 27.50 m³/parcela y un volumen comercial en Hoppus de 21.12 m³/parcelas.

Cuadro 10. Resumen de parcelas temporales muestreadas en la plantación Santa Elena 1 por la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A.

Parcelas	Arb/parcela	AB_m ²	Vol. T m ³	Vol. (comercial)	Vol.m ³ Hoppus
	Nº	Parcela	m ³ /parcela	m ³ /parcela	m ³ /parcela
1	260	7.31	60.95	35.3	27.11
2	272	3.81	19.44	6.1	4.61
3	223	4.13	25.27	10.8	8.22
4	249	7.05	62.07	37.4	28.78
5	228	5.77	48.06	27.9	21.4
6	233	5.67	45.39	25.5	19.59
7	243	7.39	69.13	43.3	33.32
8	242	5.94	47.09	26.3	20.14
9	227	5.90	47.94	27.3	20.94
10	240	6.75	58.84	35.2	27.07
Promedio	242	5.97	48.42	27.50	21.12

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A base de datos, parcelas temporales de monitoreo de la plantación forestal Santa Elena 1, febrero, 2018.

6.7. Inventario comercial en plantaciones forestales de Teca

Se realizó nueve inventarios forestales con fines comerciales en distintas fincas ubicadas en las comarcas de Chontales y en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS), en donde las plantaciones forestales son áreas de regeneración natural de la especie de Teca (*Tectona grandis* L.f), estas poblaciones de Teca presentaron diferentes edades entre los 12 hasta los 20 años, en la que se determinó un volumen en m³ por hectárea, la cantidad de individuo por hectárea y por lote , al igual se determinó el volumen en metros cúbicos en Smalian y Hoppus, para analizar los datos asociados con costos en el momento de la extracción cuando se planifique realizar el aprovechamiento forestal.

Los inventarios forestales realizados en los departamentos de Chontales y en la Región Autónoma Costa Caribe Sur RAACS, determinaron las cantidades de árboles inventariados, resultando ser los municipios de El Coral y La Gateada los que presentaron mayor población dando un total de 3,024 árboles representando el 61 % de la población, en el departamento de la RACCS, en los municipios de Nueva Guinea se encontraron un total de 1,323 árboles con un porcentaje del 27 % y el municipio de El Rama es donde se representa la menor cantidad con un total de 609 árboles reflejando un porcentaje del 12%.

6.7.1. Departamento de Chontales

En el municipio de El Coral y La Gateada, se inventariaron un total de 3 plantaciones forestales con fines comerciales, en donde se determinó la cantidad poblacional de 3,024 árboles en total, reflejando una área basal de 152.867 m² en total, un volumen Smalian de 1,099.16 m³, y volumen Hoppus comercial de 738.889 m³ de total de las tres plantaciones evaluadas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resumen de inventarios forestales en plantaciones con fines comerciales en el departamento de Chontales.

	Fincas	N° árboles	AB (m²)	Vol. Smalian (m³)	Vol. Hoppus (m³)
El Coral y la Gateada Chontales	Rosario de Fátima	1901	117.48	797.330	543.000
	La Cartuja	1076	31.112	274.802	177.000
	La Carranza	47	4.275	27.028	18.889
	Total	3,024	152.867	1,099.16	738.889

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A, base de datos, inventarios forestales, abril, 2018

6.7.2. Departamento de la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS)

Los inventarios forestales realizados en la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS), se presentan los resultados de la cantidad poblacional de 1,932 árboles, un área basal total de 103.15 m², un volumen total Smalian de 580.132 m³ y un volumen Hoppus total de 392.103 m³.

Se encontró en el municipio de Nueva Guinea departamento de la Región Autónoma Costa Caribe Sur (RACCS), La mayor cantidad poblacional de 1,323 árboles en total, arrojando una área basal de 60.07 m², un volumen Smalian de 329.847 m³, y un volumen Hoppus comercial de 219.497 m³, de las tres plantaciones evaluadas durante el inventario forestal con fines industriales (Cuadro 12).

Cuadro 12. Resumen de inventarios forestales en plantaciones con fines comerciales en el Municipio de Nueva Guinea.

	Fincas	N° árboles	AB (m²)	Vol. Smalian (m³)	Vol. Hoppus (m³)
Nueva Guinea (RACCS)	El Restaurante	134	6.71	35.889	24.017
	Buena Vista	292	19.09	111.887	76.422
	La Banana	897	34.27	182.071	119.058
	Total	1,323	60.07	329.847	219.497

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A base de datos, inventarios forestales, abril, 2018

En el municipio de El Rama se inventariaron un total de 3 plantaciones forestales, en donde se determinó la cantidad poblacional de 609 árboles en total, resultando una área basal de 43.08 m² en total, un volumen Smalian de 250.285 m³, y volumen Hoppus comercial de 172.606 m³ de total de las tres plantaciones evaluadas con fines industriales (Cuadro 13).

Cuadro 13. Resumen de inventarios forestales en plantaciones con fines comerciales en el Municipio de El Rama.

	Fincas	N° árboles	AB (m²)	Vol. Smalian (m³)	Vol. Hoppus (m³)
El Rama (RACCS)	Asilo de Ancianos	90	8.64	66.652	46.761
	Las Dos Fuentes	294	14.88	72.584	48.564
	San Agustín	225	19.56	111.049	77.281
	Total	609	43.08	250.285	172.606

Fuente: NICAFOREST PLANTATIONS, S.A base de datos, inventarios forestales, abril, 2018.

VII. LECCIONES APRENDIDAS

1. Reforzar la experiencia de campo mediante diversas actividades realizadas en las plantaciones forestales, como medición de áreas de las plantaciones de Teca, así mismos inventarios forestales, establecimiento de parcelas permanentes de monitoreo (PPM) y marcaje de árboles para raleo sanitario, las que son de importancia para el manejo silvicultural y monitoreo de plantaciones comerciales de la especie de Teca (*Tectona grandis* L.f).
2. Uso y Manejo del software libre QGIS, que es un Sistema de Información Geográfica de código abierto, lo cual es más fácil para trabajar ya que la versión se encuentra en español.
3. La integración de diversas disciplinas como inventario forestal, silvicultura y sistema de información geográfica (SIG), me han ayudado a realizar un mejor desempeño profesional favoreciendo mi estadía en la empresa.
4. La marcación de raleo sanitario como experiencia es muy buena ya que aprendí que no es solo eliminar árboles de una plantación, sino que se toma una serie de criterios para poder realizarlos.
5. Fortalecí el uso de fórmulas que se utilizan para el cálculo de volumen, adquiriendo nuevos conocimiento y habilidades en procesamiento de datos mediante el programa Excel.
6. Adquirí conocimiento sobre el sistema Hoppus que fue creado por los ingleses para medir el volumen real utilizable de madera, que en este caso es Teca (*Tectona grandis* L.f).
7. Respecto a los reglamentos y políticas establecidas por la empresa, asumiendo mayor responsabilidad y compromiso ético con la profesión, a la vez con los compañeros de trabajo de la empresa.

VIII. CONCLUSIONES

1. Las actividades realizadas durante el periodo de pasantía en la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A. ha representado un complemento fundamental en la adquisición de nuevos conocimientos, logrando ajustar al perfil profesional del ingeniero forestal, ya que en la misma se implementan diversas materias como inventario forestal, silvicultura y sistema de información geográfica (SIG), en las diversas actividades de forma organizada planificada por le empresa.
2. Las experiencias adquiridas mediante el buen desempeño y dedicación ayudaron a fortalecer el perfil profesional, estos nuevos conocimientos estuvieron involucrados principalmente en el área de monitoreo forestal de la empresa, tales como: inventario forestal, manejo forestal y silvicultura.
3. Los inventarios forestales realizados en diversas áreas determinadas ayudó a proporcionar información esencial para la empresa, obteniendo la densidad poblacional por lote/hectáreas, área basal en m^2 , a la vez se obtiene un volumen Smalian y volumen Hoppus.
4. Por medio de la experiencia y los conocimientos adquiridos, logre identificar el valor que tiene el manejo silvicultural y el crecimiento forestal en las plantaciones de Teca, en base a la fórmula de Hoppus, donde se identifica y/o evalúa la comercialización de la madera.

IX. RECOMENDACIONES

9.1. Para la Facultad de FARENA:

Las pasantías como una forma de culminación de estudio deben ser alternativa para que el estudiante adquiera mayor experiencia en el desempeño laboral, sin embargo no se cuenta con un rol de supervisión de seguimiento a las pasantías, que permita un mejor desarrollo para el pasante, por lo tanto se recomienda lo siguiente:

1. Disponer de un cronograma de visitas a la empresa donde está ubicado el pasante con el fin de obtener información de las diferentes actividades que se esté desarrollando durante el periodo de pasantías.
2. Mejorar la enseñanza en la parte de prácticas en el campo e involucrar a los próximos estudiantes de Ingeniería forestal a que realicen actividades de trabajo que ayuden a adquirir habilidades y técnicas en el perfil forestal.

9.2. Para la empresa NICAFOREST PLANTATIONS, S.A:

1. No fumigar cercas de las quebradas o riachuelos con sustancias tóxicas como agroquímicos, mínimo tener una distancia de 40 metros.
2. Aprovechar los inventarios forestales de la especie de Teca (*Tectona grandis* L.f) que se realizan en diferentes zonas para formar una base de datos para efectuar censos de índice de sitios.

X. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Gutierrez, B. (2008). Evaluación de la repuesta del crecimiento, productividad y calidad de una plantación de Teca (*Tectona grandis* Lf. Verbenaceae) con un raleo prescrito al 50 %, en tres clases de sitios, en la finca Sexán Ixte, chahal, Alta Verapaz , Guatemala. Guatemala: Tesis ing. Forestal Guatemala. Universidad Rafael Landivar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 118 p.
- Hutchinson, I. (1993). Puntos de partida y muestro dianostico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica.
- NICAFOREST PLANTATIONS S.A, E. T. (2013). Metodología para el monitoreo de crecimiento en plantaciones forestales manejadas por Nicaforestal S.A. parcelas permanentes de monitoreo-PPM. Chontales.
- Padilla, H. (1987). Glosario Práctico de términos forestales. Managua, NI. Consultado 09 Diciembre. 2019. Disponible en
- Synnott, T. (1991). Manual de procedimiento de parcelas de muestreo permanente de monitoreo. Cartago, Costa Rica.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Estructura Organizativa de trabajo en la empresa NIACAFOREST PLANTATIONS, S.A

Cargos	Nombre	Coreos	Teléfono
Gerente de operaciones	Ing. Jinmy Hernández Robles	jimmyhdez@gmail.com	88652596
Responsable de caja y tesorería	Lic. Kennedy Nazareth Salachs	caja.nicaforestal@gmail.com	81007720
Conserje	Hazel García		
Responsable de monitoreo forestal	Ing. José Alejandro Cuarezma Ing. Joselyne Anielka Díaz Bello.	alejandro.nicaforestal@gmail.com tecamuhan@gmail.com	89198247 88236617
Responsable de agrimensura y construcción	Ing. Boanerges Reyes Gonzales	topografia.nicaforestal@gmail.com	81831026
Responsable de plantación	Fabel Medina Sobalvarro Pablo Rivas García.		84583921 85979193
Auxiliar forestal	Geovanny José Espinoza Eleodoro Astorga		57192561
Vigilante	Francisco Obando Obando		

Anexo 2.-Formato de campo

PPM11				Coordenadas	
Diciembre 2018-Age 89 months (with winter season 2018)					
NA	C (cm)	dap (cm)	ht (m)	Calidad	Observacion
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

Anexo 3. Cubicación de madera árbol en pie

Formulas empleadas:

❖ Área basal árbol en pie

$$AB = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{Dap \text{ cm}}{100} \right)^2$$

Dónde:

AB= área basal m²

$\pi / 4 = 0.7854$ constante

Dap cm= diámetro a la altura del pecho

❖ Volumen árbol en pie

$$V = AB * HT * FF$$

Donde:

V= volumen en m³

AB= Ara basal en m²

HT= Altura Total en m.

FF= factor de forma, plantaciones (teca 0.35)

❖ Volumen árbol en pie Hoppus

$$V = \left(\frac{Cirf}{100} - castigo \text{ cirf} \right)^{\Delta^2} * (L - castigo \text{ Largo})/16$$

Donde:

V= Volumen en metros cúbicos Hoppus

Cirf= Circunferencia de la troza

Castigo Cirf= Castigo de circunferencia de la troza

L: Longitud de la troza, en mts

Castigo L: castigo del largo de la troza, en mts

16: Constante de la formula

Anexo 4. Cubicación de madera en rollo

1.1 Diámetro promedio en ambos extremos (Smalian)

$$V = \frac{(D_{\text{mayor}} + D_{\text{menor}})^2 * 3.1416 * L}{16}$$

Donde,

V: Volumen, m³ scc (metros cúbicos sólidos con corteza)

Dmen: Diámetro, extremo menor de la troza, en mts

D mayor: Diámetro, extremo mayor de la troza, en mts

L: Longitud de la troza, en mts

Anexo 5. Diámetro en el medio de la troza (Hubber)

$$V = (D_{\text{medio}})^2 / 4 * 3.1416 * L$$

Donde,

V: Volumen, m³ scc (metros cúbicos sólidos con corteza)

D medio: Diámetro en el extremo medio de la troza, en mts

L: Longitud de la troza, en mts

Anexo 6. Cubicación de madera procesada

$$V = \frac{A * G * L}{12}$$

Donde,

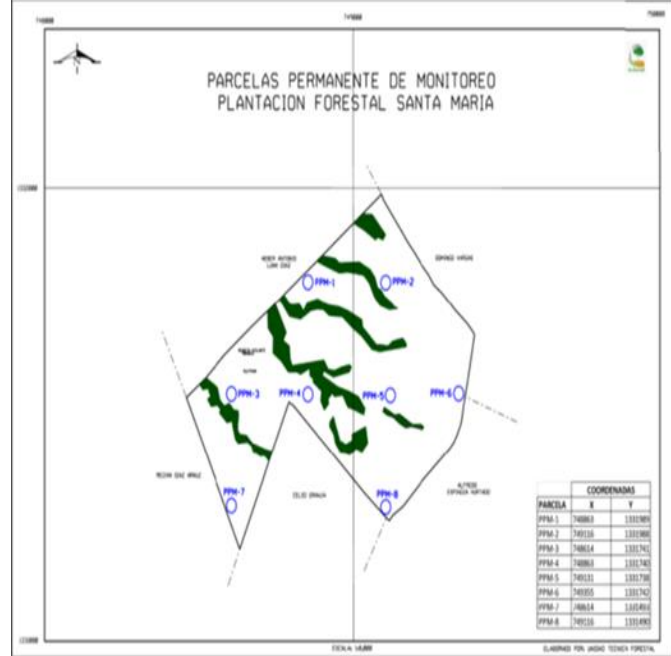
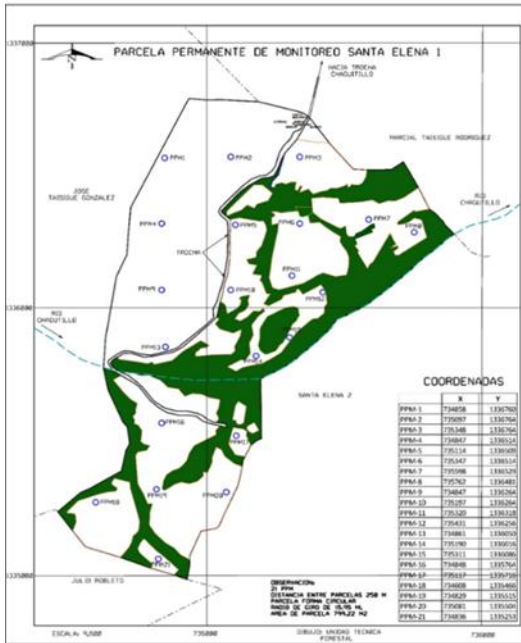
V: Volumen en Pie Tablares (PT)

G: Grosor en pulgada

A: Ancho en pulgada

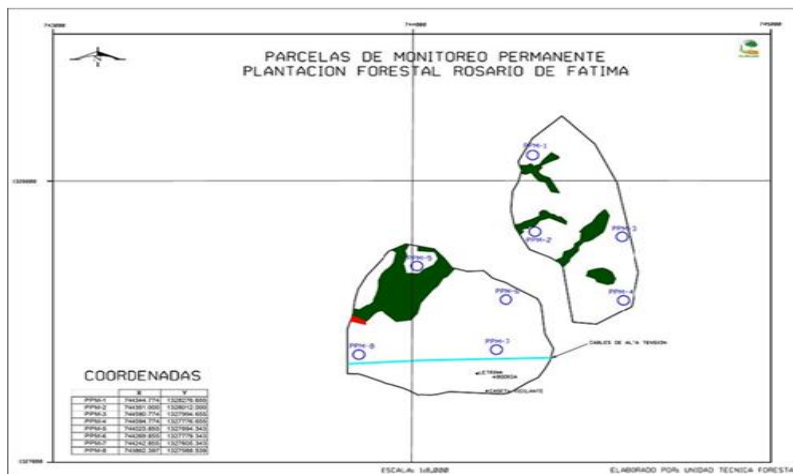
L: Largo en pies

Anexo 8. Mapas de distribución de las parcelas permanente de monitoreo ubicadas en las cuatro plantaciones forestales.

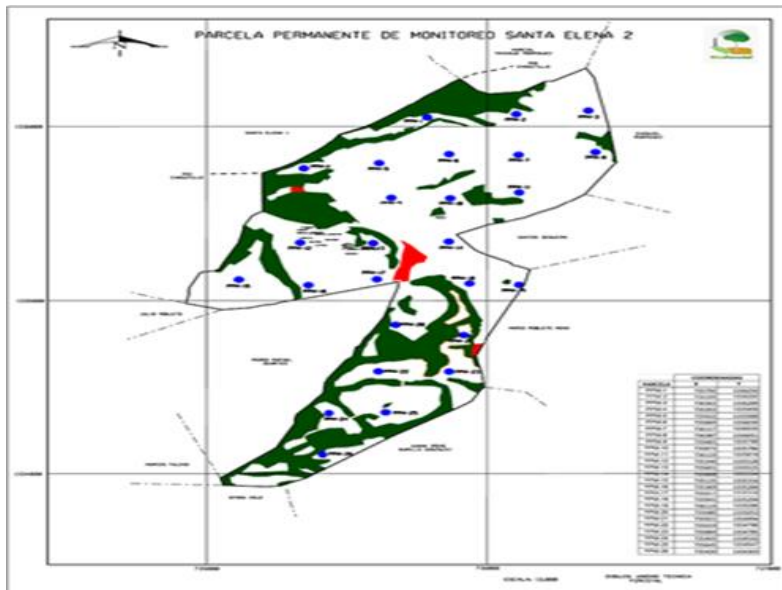


Distribución de PPM, Finca Santa Elena 1, Junio 2014

Distribución de PPM, Finca Santa María, Junio 2014



Distribución de PPM, Finca Rosario de Fátima, Junio 2014



Distribución de PPM, Finca Santa Elena 2, junio 2014



Distribución de PPM, Finca Amelia, junio 2013

CRONOGRAMA

Anexo 3 Cronograma de actividades establecido por la Empresa Nicaforest Plantations S.A.						
Area	PERIODO	Periodo de Trabajo	ACTIVIDADES	Área de Trabajo	Personas Involucradas	Responsable
Planificación / Operación	Mes 1	05/11/2018,30/11/2018	Breve reseña histórica de la empresa Nicaforest Plantations ,las áreas donde estan ubicadas las plantaciones manejadas por la empresa , Medición de areas de plantaciones forestales de productores en los departamentos de la RACCS y Chontales.	Campo ,Oficina	Joselyne Diaz, Boanerges Reyes ,Jose Alejandro cuarezma	Jimmy Hernandez Robles
Planificación / Operación	Mes 2	01/12/2018,31/12/2018	Realizacion de Inventario forestal a traves de la Medicion de las parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en las fincas Amelia,Rosario de Fatima,Santa Maria y Santa Elena 1 y 2 , Levantamiento de imformacion en parcelas temporales de monitoreo (PTM) , en las fincas Amelia,Rosario de Fatima y Sante Elena 1.	Campo ,Oficina	Joselyne Diaz, Boanerges Reyes ,Jose Alejandro cuarezma	Jimmy Hernandez Robles
Planificación / Operación	Mes 3	01/12/2019,31/12/2019	Establecimiento y medicion de parcelas permanentes de monitoreo (PPM) en plantaciones forestales de Teca, manejdas por productores en la RAACS y Chontales.	Campo ,Oficina	Joselyne Diaz, Boanerges Reyes ,Jose Alejandro cuarezma	Jimmy Hernandez Robles
Planificación / Operación	Mes 4	01/12/2019,31/12/2019	Procesamiento de datos recopilado en campo referente a las mediciones de las parcelas permamentes (PPM) y analisis de los datos para realizar raleo sanitario en plantaciones manejadas por productores.	Campo ,Oficina	Joselyne Diaz, Boanerges Reyes ,Jose Alejandro cuarezma	Jimmy Hernandez Robles
Planificación / Operación	Mes 5	01/12/2019,31/12/2019	Realizacion de marcaje de arboles en plantaciones forestales de Teca en diferentes municipios de la RACCS y Chontales.	Campo ,Oficina	Joselyne Diaz, Boanerges Reyes ,Jose Alejandro cuarezma	Jimmy Hernandez Robles
Planificación / Operación	Mes 6	01/12/2019,30/12/2019	Acesoramiento tecnico del manejo de plantaciones forestales y silviculturales a productores dueños de plantaciones de Teca.	Campo ,Oficina	Joselyne Diaz, Boanerges Reyes ,Jose Alejandro cuarezma	Jimmy Hernandez Robles