



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

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

Trabajo de Graduación

**Evaluación del establecimiento de
tres especies forestales en la unidad
experimental finca El Plantel,
Nindirí, Masaya**

AUTORES:

**Br. Flor Iveth Martínez López
Br. Maria Adriana Castillo Muñoz**

ASESORES:

**Ing. Álvaro Noguera Talavera
Dr. Guillermo Castro Marín**

**Managua, Nicaragua
Febrero, 2013**





Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE ECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Trabajo de Graduación para optar al título de Ingeniero Forestal

Evaluación del establecimiento de tres especies forestales en la unidad experimental finca El Plantel, Nindirí, Masaya

AUTORES:

Br. Flor Iveth Martínez López
Br. Maria Adriana Castillo Muñoz

ASESORES:

Ing. Álvaro Noguera Talavera
Dr. Guillermo Castro Marín

Managua, Nicaragua
Febrero, 2013



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE ECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Forestal

Presidente
Dr. Benigno González Rivas

Secretario
Ing. Msc. Francisco Reyes Flores

Vocal
Ing. Claudio Calero

Managua, 19 de Febrero del año 2013

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. Objetivo General.....	2
1.1.2. Objetivos Específicos.....	2
1.2. Hipótesis.....	3
II MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
2.1. Ubicación del sitio.....	4
2.1.1. Acceso.....	5
2.2. Descripción del area.....	5
2.2.1. Suelo.....	5
2.2.2. Clima.....	5
2.2.3. Vegetación.....	6
2.3. Diseño metodológico.....	6
2.3.1. Reconocimiento y selección del área de la plantación.....	6
2.3.2. Preparación del área de la plantación.....	7
2.3.2.1. Preparación del sitio.....	7
2.3.3. Selección de las especies.....	7
2.3.4. Descripción de las especies.....	8
2.3.4.1. <i>Hymenaea courbaril</i>	8
2.3.4.2. <i>Caesalpinia violacea</i>	9
2.3.4.3 <i>Tabebuia ochracea</i>	9
2.3.5. Periodo de evaluación de la plantación.....	10
2.3.6. Delimitación de parcelas.....	10
2.3.7. Diseño de plantación.....	10
2.3.8. Tamaño de la muestra.....	11
2.3.9. Manejo o mantenimiento de la plantación.....	12
2.4. Variables evaluadas.....	13
2.4.1. Supervivencia.....	13
2.4.2. Diámetro basal.....	14
2.4.3. Altura.....	15
2.4.4. Variable tipo de daños.....	16
2.5. Análisis de datos.....	16
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
3.1. Evaluación de la supervivencia de tres especies forestales establecidas en la	17

	plantación.....	
3.2.	Incremento corriente anual (ICA) en altura (cm).....	19
3.3.	Incremento corriente anual (ICA) en diámetro (mm).....	21
3.4.	Distribución porcentual de los daños encontrados en la plantación forestal.....	22
3.5.	Proporción de plantas afectadas en plantación de tres especies forestales.....	23
IV.	CONCLUSIONES	25
V.	RECOMENDACIONES	26
VI.	LITERATURA CITADA	27

DEDICATORIA

En primera instancia a **Dios** por regalarme vida, darme fé, fortaleza, haberme guiado, protegido, darme sabiduría y la capacidad para mi formación como profesional.

A mis padres: Gabriel Martínez Gutiérrez y Xiomara López por el esfuerzo y sacrificio realizado para educarme, apoyarme en cada etapa de mi vida, confiar en mí y aconsejarme en todo momento, dándome amor en todo el transcurso de mi vida.

A mi abuelita Elena Flora Bracamonte López por sus consejos y cariño.

A mis tíos: Juan Martínez López y José López Martínez que de una u otra forma ayudaron para culminar mi carrera universitaria.

A unapersona muy especial, que quiero mucho.

Flor Iveth Martínez López

DEDICATORIA

Doy gracias primeramente a Dios Padre por dejarme ver la luz de todos los días, por el agua que tomo y el alimento que como y que nunca falta en los momentos buenos y malos, gracias papito dios por la infinita bondad que tiene para tus hijos.

Agradezco por segunda vez a tu hijo Jesús por darme el don de la vida, por aprender de las cosas buenas y malas que he pasado para poder vencer todo mi reto que día a día se me presenta. A ti madre mía María que me has acompañado en todo momento de mi vida, tú me has dado paciencia para las demás persona, sabiduría para guiarme y sobre todo que siempre nunca me has dejado desamparada.

Y por tercero a mi madre: Adriana Ramona Muñoz por darme el don de la vida por guiarme en el buen camino por estar siempre con migo a mi lado apoyándome en todo momento

A mi hermano y tíos, que siempre han deseado lo mejor para mí, y que siempre me dan aliento para salir adelantes

Muy especialmente dedico este trabajo a mis compañeros de clase de la generación 2011 y a todos mis amigos que no pudieron culminar conmigo.

Dios los bendigas por haberlos conocidos.

María Adriana Castillo Muñoz

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por iluminar, guiar mi vida y darme sabiduría para culminar mis estudios.

A Universidad Nacional Agraria, mi alma mater por abrir sus puertas y formarme como profesional.

A Ing. Álvaro Noguera Talavera por asesorarme, brindar su apoyo y valiosos conocimientos para la realización de este estudio.

Al programa de apoyo a la investigación, por el financiamiento en la realización de esta investigación.

A los docentes, quienes transmitieron sus conocimientos. En especial al Ing. Juan José Membreño.

A mi compañera de tesis Adriana Castillo Muñoz y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo.

Gracias!!!...

Flor Iveth Martínez López

AGRADECIMIENTO

Quiero dar las gracias a mi asesor Ing. Álvaro Noguera Talavera, por haberme apoyado en la elaboración de análisis estadísticos del estudio y por el valioso apoyo incondicional que me dio durante todo curso de la realización del trabajo.

Al Ing. Juan José Membreño por brindarme información sobre la Unidad Experimental El Plantel mil gracias y que Dios lo bendiga a usted y su familia.

Al Ing. Francisco Reyes por haberme brindado su apoyo cuando recién empezaba este trabajo ya que sin su apoyo no hubiese hecho posible este estudio.

Quiero agradecer a dos compañeros de clases que me dieron apoyo una vez egresada de la carrera ellos son Omar Enrique Avilés y Jaime Luis Lagos Castilblanco.

A mi compañera de tesis Flor Iveth Martínez López por ser mi compañera de trabajo durante todo el periodo de la carrera y por ser mi confidente.

A nuestros ex compañeros de clase, profesores de la FARENA y demás amistades que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

María Adriana Castillo Muñoz

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Clasificación de sobrevivencia de una plantación forestal según Centeno 1993.....	14
2. Clasificación del tipo de daños esperados en una plantación forestal.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación del área de estudio en la unidad experimental El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.....	4
2. Diseño de parcela de muestreo finca El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.....	10
3. Diseño de parcela útil Finca El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.....	11
4. Medición de diámetro basal (mm) en plantación establecida en El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.....	14
5. Medición de altura (cm) en plantación establecida en El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.....	15
6. Resultados de sobrevivencia en plantación de tres especies forestales en El Plantel, Nindirí, Masaya 2013.....	17
7. Resultados de la altura corriente anual en de tres especies forestales a la edad de un año de establecida la plantación en la unidad experimental El Plantel, 2013.....	19
8. Resultados del diámetro corriente anual de tres especies forestales a la edad de un año de establecida la plantación en la unidad experimental El Plantel, 2013.....	21
9. Valores porcentuales de plantas afectadas por tipo de daños observados en la plantación.....	22
10. Resultados porcentuales de los daños observados por especie en plantación forestal.....	24

RESUMEN

El estudio se realizó en la Finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, para evaluar el establecimiento de *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia ochracea* y *Caesalpinia violacea* con el propósito de conocer su comportamiento en sobrevivencia, diámetro y altura. La plantación se estableció en parcelas con dimensiones de 15 x 15 m, teniendo un distanciamiento de 3 x 3 m entre cada planta. Considerando el efecto de borde la cantidad de plantas evaluadas por especie es de cuarenta y ocho, para un total de 144 individuos. Efectuándose dos mediciones con respecto a variable sobrevivencia, diámetro y altura; donde la primera se realizó en octubre 2009 y la segunda en octubre de 2010. Al final del periodo de la evaluación se realizó un monitoreo de los daños observados en la plantación (octubre del 2010). La plantación obtuvo una sobrevivencia global de 63%, siendo *C. violacea* la especie que obtuvo mayor porcentaje 69%, *H. courbaril* con 63% y *Tabebuia ochracea* (57.6%) la que obtuvo el menor porcentaje. *Caesalpinia violacea* obtuvo un notorio incremento en altura con 123.3 cm superando a *T. ochracea* (37 cm) y *H. courbaril* (15.1 cm). En cuanto al incremento en diámetro *Hymenaea courbaril*(4.43 mm) obtuvo casi el doble del incremento que las otras dos especies, *C. violacea* (2.29 mm) y *T. ochracea* (1.79 mm). Haciendo una valoración general de los principales daños registrados en la plantación corresponden a la categoría defoliación 64.9%. Las especies *T. ochracea* y *C. violacea* reportaron mayor del 80% de las plantas afectadas por defoliación, causada por zompopos del género *Atta cephalotus*, sin embargo; *Hymenaea courbaril* se encontraba sin ningún tipo de daños.

ABSTRACT

An study was carried out in Experimental plots that were established in the National Agrarian Farmer El Plantel to evaluated initial establishment of *Hymenaea courbaril*, *Caesalpinia violacea* and *Tabebuia ochracea*. Survivor, diameter and height increment and condidtion of the plant were analyzed. Plots of 15 m x 15 m were established, with a distances between plants of 3 x 3 m. The study was carried by a period of one year, from October 2009 to October 2010. The major value of diameter increment was registered by *Hymenaea courbaril* (4.43 mm) that was twice compared with *Caesalpinia violacea* (2.29 mm) and *Tabebuia ochraceae* (1.79 mm). The evaluation of plants condition, suggest that the most common damage was defoliation by insect that belong to *Atta cephalotus* specie, however, *Hymenaea courbaril* was not registered any damage.

I. INTRODUCCIÓN

Producto del alto grado de deforestación en áreas que antes correspondían a bosque tropical, se identifica la necesidad de recuperar estas áreas a partir del establecimiento de plantaciones forestales. La importancia de establecer plantación es proteger las áreas degradadas para poder restaurar y mejorar la calidad del suelo y de esta manera poder conservar (Evans, 1997).

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 (Pérez, 2007).

La selección de las especies para un sistema de plantación depende de los objetivos finales de los productos de las mismas. Para el caso de este estudio, especies fueron seleccionadas porque presentan baja abundancia en muchos de los ecosistemas de nuestro país; además que no se han realizado suficientes investigaciones que evalúen su comportamiento en plantaciones, por que presentan usos importantes a nivel de madera y leña.

Este estudio tiene como propósito generar información de la sobrevivencia, crecimiento en diámetro, altura y los daños más comunes en una plantación forestal, por lo que con base en los resultados se puede justificar y promover proyectos de reforestación en las unidades productivas de la universidad y otras instituciones interesadas en reforestar lugares degradados.

1.1. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el establecimiento inicial de tres especies forestales (*Hymenaea courbaril*, *Tabebuia ochracea* y *Caesalpinia violacea*) en una plantación.

Objetivos específicos

- Estimar el porcentaje de sobrevivencia de las especies en la plantación como indicador un del establecimiento y calidad
- Cuantificar el incremento corriente anual en altura y diámetro para inferir en el nivel de adaptación de las especies
- Documentar los principales daños observados en las tres especies plantadas como base para la prevención y control de los mismos

1.2. HIPÓTESIS

Ho= Las especies en la plantación presentaron diferencias en cuanto al comportamiento de las variables sobrevivencia, incremento en diámetro, altura y los tipos de daños para las especies *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia ochracea* y *Caesalpinia violácea*

Ho= Las especies en la plantación presentaron diferencias en cuanto al comportamiento de las variables sobrevivencia, incremento en diámetro, altura y los tipos de daños para las especies *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia ochracea* y *Caesalpinia violacea*

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del sitio

La finca El Plantel está ubicada en el kilómetro 31 carretera Tipitapa-Masaya, en el municipio de Nindirí, departamento de Masaya, contiguo a la empresa avícola Estrella (Figura 1). Tiene un área de 270 manzanas. Se ubica geográficamente entre las coordenadas $12^{\circ} 06' 24''$ y $12^{\circ} 07' 30''$ latitud norte y los $86^{\circ} 04' 46''$ y $86^{\circ} 05' 27''$ longitud oeste. (Somarriba, 1989; citado por González y López, 2006).

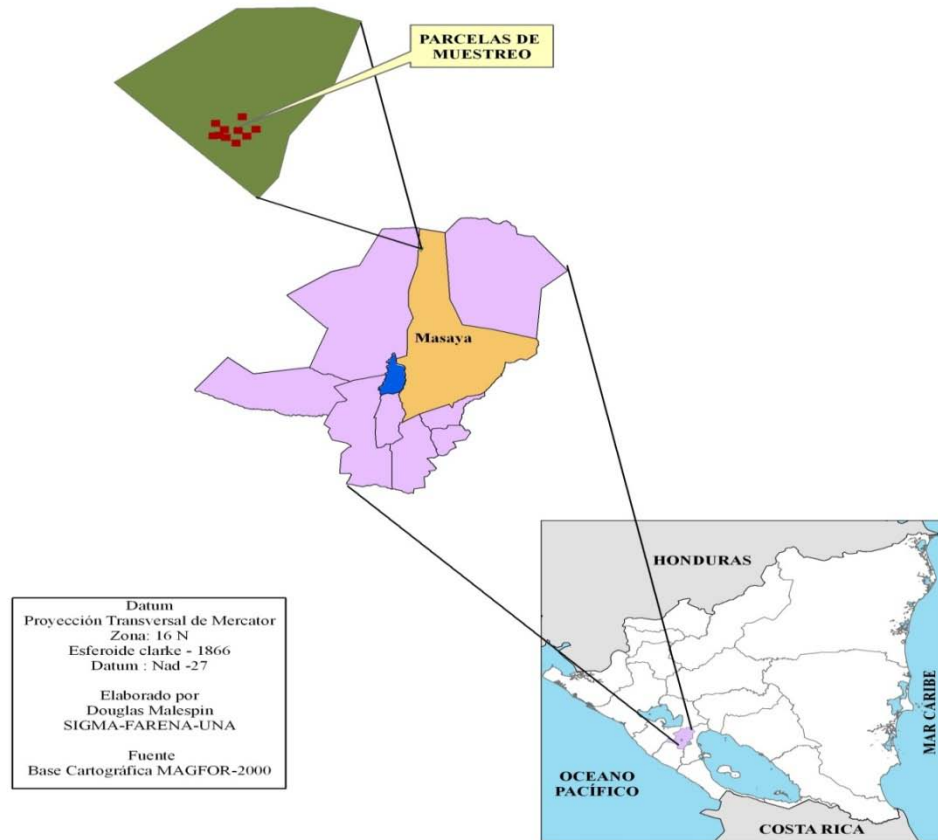


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la unidad experimental El Plantel, Nindirí, Masaya 2013.

2.1.1. Acceso

Es de fácil acceso ya que se encuentra ubicada a las orillas de la carretera pavimentada que va de Tipitapa a Masaya, en el Km 31.

2.2. Descripción del área

2.2.1. Suelo

La textura del suelo varía desde arenoso a franco arenoso. Se considera que los suelos son bien drenados con fertilidad aceptable (Somarriba, 1989).

De un análisis de suelo realizado en 2011 como parte de la ejecución del proyecto Manejo basado en la aplicación de fundamentos silviculturales en plantaciones industriales, bioenergéticas y frutales en áreas experimentales de la Universidad Nacional Agraria. Se realizó la determinación de elementos disponibles. Los resultados en las parcelas a una profundidad de 0 a 20 cm muestra un ph de 6.26, porcentaje de materia orgánica de 3.1, potasio en una proporción de 1.53 me/100 gr de suelo, calcio, magnesio, y sodio en proporciones de 24.6, 9.7 y 0.41 respectivamente.

2.2.2. Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el clima es tropical de sabana con transición a sub-tropical semi-húmedo. La precipitación varía de 600 mm a 1800 mm al año (González y López, 2006); presentando un promedio anual de 1100 mm (Somarriba, 1989). Durante la época seca (Noviembre y Abril) la precipitación promedio es de 0 a 3 mm, en cambio a los meses de mayor precipitación (Septiembre y Octubre) tienen un promedio de 200 a 250 mm de lluvia (González y López, 2006).

La temperatura media es de 26 °C, manteniéndose constante todo el año y una evapotranspiración potencial de 1400 mm al año (Somarriba, 1989).

2.2.3. Vegetación

El área donde está localizada la finca “El Plantel” corresponde a una transición entre bosque tropical, moderadamente denso y seco y bosque tropical sub-húmedo (González y López, 2006); según estos autores, esta vegetación fue eliminada con la introducción del monocultivo de algodón en los años 50 y 60, actualmente la tierra se usa con cultivos de granos básicos como maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum vulgare*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), Frutales como mango (*Mangifera indica*), aguacate (*Persea americana*) y plátanos (*Musa sapientum*), también existen plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), teca (*Tectona grandis*) y especies como Neem (*Azadirachta indica*), Sardinillo (*Tecoma stans*).

2.3. Diseño metodológico

2.3.1. Reconocimiento y selección del área de la plantación

Se realizaron recorridos por toda el área de la finca, seleccionando las áreas que no estaban siendo usadas y que cumplieran con las condiciones necesarias (buen drenaje) para facilitar el establecimiento de parcelas.

Para la selección del área de la plantación se utilizó básicamente un área previamente definido por la dirección de producción, que es ente que planifica y maneja las áreas de las unidades productivas de la UNA; complementariamente se hizo una revisión del mapa de uso de suelo propuesto por Somarriba, 1989, confirmándose que esta área estaba tipificada para uso de plantaciones forestales.

2.3.2. Preparación del área de la plantación

2.3.2.1. Preparación del sitio

La preparación del terreno consistió en actividades como:

- ✓ Limpieza del área de plantación: Esta actividad consistió en la eliminación de hierbas y arbustos (chapia) de manera manual y mecanizada (a través de una chapodadora) para eliminar agentes asociados a la maleza, como insectos, y por otro lado, disminuir la competencia por luz y nutrientes con las plantas que se establecieron en el área.
- ✓ Preparación del suelo: Una vez realizada la chapia, se procedió a la realización de surcos de plantación a través de roturación del suelo. Este procedimiento se realizó a través de un implemento llamado subsolador que roturó el suelo a una profundidad de 20 centímetros por lo que fue necesario ahoyar para realizar el proceso de plantación.

2.3.3. Selección de las especies

El proceso de selección de las especies implicó el acordar con INAFOR el interés sobre especies nativas poco investigadas y por otro lado, por su reconocido potencial uso maderable y leña en ciertas zonas del Pacífico de Nicaragua, como San Francisco Libre y Tipitapa y su rápido crecimiento; así como el hecho que por ser comúnmente aprovechadas podrían tener bajas abundancias en los sitios de zona seca.

2.3.4. Descripción de las especies

2.3.4.1. Nombre común de la especie: Guapinol

Nombre científico de la especie: *Hymenaea courbaril* (L.)

Familia: Fabaceae

Árbol de mediano a grande. Alcanza alturas comprendidas entre 8 y 36 m y diámetros entre 40 y 100 cm. En Nicaragua se encuentra en todo el territorio nacional. Se halla, tanto en zonas secas, como húmedas especialmente a bajas elevaciones (900 a 1000 msnm) (Salas, 1993)

En plantaciones en sitios abiertos es necesario un excelente control de malezas, hasta que las plantas alcancen una edad de entre dos a tres años y una altura de 2 m. Esto es importante para una excelente plantación. Las tasas de crecimiento son sostenidas, los árboles pueden alcanzar alturas de 8 m en cinco años y de 18.5 m en 16 años de edad. No tolera la sombra (plantas esciófitas) cuando los árboles están maduros. Se puede plantar en espacios abiertos (MARENA/ INAFOR, 2002).

Se desarrolla en un amplio rango de hábitat. Ha sido reportada en el bosque tropical seco, transición a bosque húmedo premontano a bosques tropicales húmedos. Tolerancia a suelos pobres y cuatro meses de sequías o más. Soporta grandes temperaturas entre 24 y 29 °C y oscilaciones diarias de casi ocho grados centígrados. Necesita precipitaciones bien distribuidas en la época lluviosa. Esta especie se desarrolla bien en las partes altas y pendientes suaves, también a orilla de los ríos (MARENA, 2008). Un dato importante es que *H. courbaril* considerada como una especie en vía de extinción en nuestro país.

2.3.4.2. Nombre común de la especie: Brasil Blanco

Nombre científico de la especie: *Caesalpinia violacea* (P. Miller) Standl.

Familia: Caesalpiniaceae

Este árbol es de tamaño pequeño a mediano, comúnmente alcanza alturas entre 6 a 15 m, su diámetro oscila entre 10 cm en árboles pequeños y 100 cm en árboles grandes. En Nicaragua crece mayormente en zonas secas, algo calientes entre 200 a 500 m de altitud. Se propaga fácilmente por semillas y crece muy bien en plantaciones (Salas, 1993).

Se puede utilizar para vigas de construcciones rurales, postes, cercas vivas, leñas, carbón. De la madera se puede obtener un tinte rojo muy penetrable y estable que podría ser usado en artesanía (Salas, 1993).

2.3.4.3. Nombre común de la especie: Cortez

Nombre científico: *Tabebuia ochracea ssp. neochrysantha* (A.H. Gentry) A.H.

Familia: Bignonaceae

Árbol de hasta 25 m de altura y diámetros de hasta 50 cm. En Nicaragua se distribuye más comúnmente en el pacífico y partes secas y centrales de Nicaragua (Salas, 1993).

Se utiliza para combatir la erosión del suelo y en linderos, muestra buena regeneración natural en potreros por los cuales es una especie muy apta para uso en mejoramientos de áreas degradadas y restauración ecológica del bosque seco. Se encuentra en los valles de tierras bajas hasta los pie de montañas (elevaciones desde el nivel del mar hasta los 100 msnm), con climas que varían de seco a húmedos y precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm, temperaturas de 18 a 23 °C. Especie común en bosques secos, fácilmente reconocible desde larga distancia cuando está en floración, por su color amarillo (CATIE, 2003).

Esta especie da una madera pesada y duradera utilizada en construcción general y fabricación de muebles (CATIE, 2003).

2.3.5. Periodo de evaluación de la plantación

El periodo de la evaluación corresponde a un año; iniciando en el mes de Octubre del 2009 y finalizándose en Octubre del 2010.

2.3.6. Delimitación de parcelas

Para la delimitación de cada parcela se utilizó cinta métrica y brújula. Se colocaron estacas con cintas biodegradables en cada esquina para una mejor identificación y a cada individuo se colocó placas de plástico para futuras mediciones.

2.3.7. Diseño de la plantación

La plantación fue establecida en el 2009 en parcelas cuadradas con dimensiones de 15 m x 15 m con un área de 225 m² por parcela (Figura 2). Por cada especie se establecieron 3 parcelas, haciendo un total de 9 parcelas. La plantación presentó un diseño lineal, definiéndose una distancia de siembra de 3 m entre líneas y 3 m entre plantas. (Figuras 2 y 3).

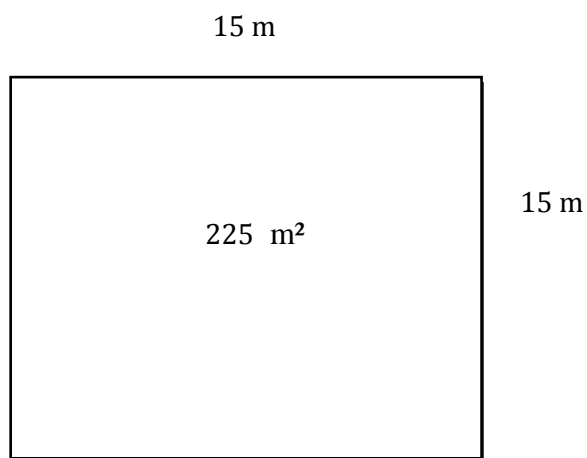


Figura 2. Diseño de parcela de muestreo finca El Plantel, Nindiri, Masaya, 2013.

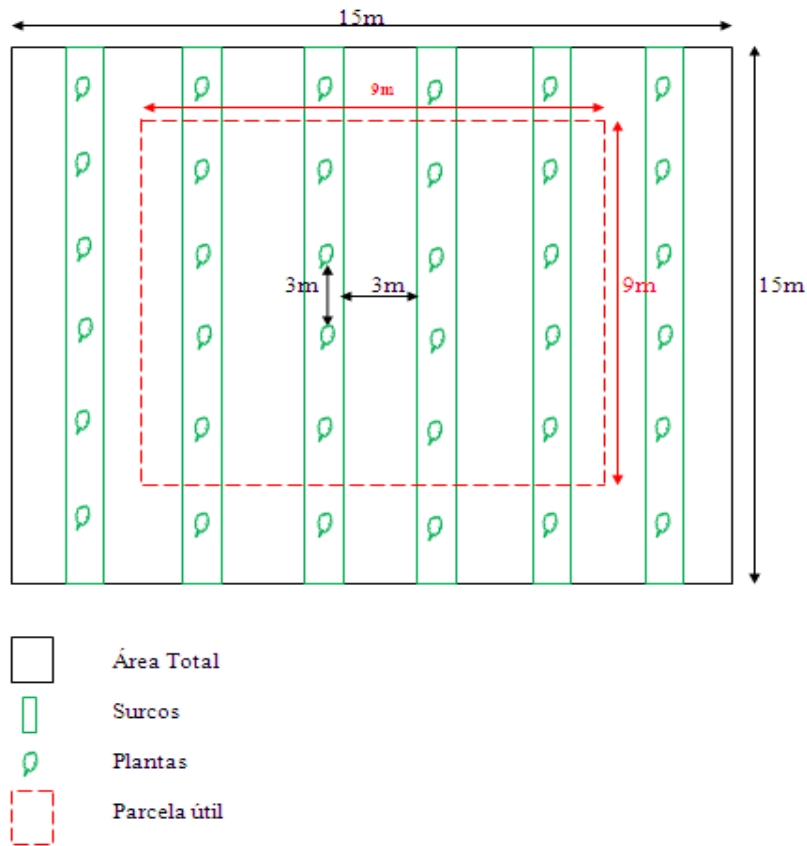


Figura 3. Diseño de parcela útil, Finca El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.

2.3.8. Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra referido en este trabajo al número de parcelas (3 por especie y 9 en total); y el número de plantas por parcela (48) fue seleccionada considerando el principio de representatividad; y el efecto de borde (figura 3).

En relación al efecto de borde este consistió en una distancia de 3 metros desde los bordes de cada parcela, hacia plantas; por lo que el número de plantas en cada parcela útil fue de 16; eliminando así la inferencia en cuanto a considerar plantas de los bordes y que son las que comúnmente presentan daños por agentes biológicos o por el manejo mismo.

Las dimensiones de la parcela útil fueron de 9 m x 9 m, con un área de 81 m², el distanciamiento entre plantas dentro de cada parcela fue de 3 x 3 m (figura 3).

Para el registro y análisis de la información se eligió una muestra de cuarenta y seis individuos para cada especie (que se origina de una muestra de tres parcelas), considerando el efecto de borde; lo que se considera una muestra representativa del total de individuos plantados por especie.

2.3.9. Manejo o mantenimiento de la plantación

Las actividades de mantenimiento de la plantación para el periodo de estudio consistieron en: chapia, riego, mantenimiento de rondas cortafuego, replantación.

La chapia consistió en la eliminación de hierbas y malezas para evitar altos grados de mortalidad y competencia de las herbáceas con las especies arbóreas plantadas. El número de chapias para el periodo de medición fueron tres; realizándose la primera después de un mes de establecida la plantación, es decir Noviembre del 2009, la segunda a finales de Marzo y una tercera actividad de chapia en el mes de Mayo, es decir antes del inicio de la época lluviosa.

La actividad de riego se dio en los primeros dos meses posteriores al establecimiento de la plantación, para evitar la mortalidad de las plantas ya que se encontraba en periodo seco (verano) y tuvo una frecuencia de dos veces a la semana.

La elaboración de ronda cortafuego de tres metros se dio al inicio del establecimiento de la plantación, evitando así la potencial afectación por ocurrencia de fuego durante la época seca.

En el caso de la actividad de replantación, esta se dio a los 8 meses de haberse plantado y tuvo como fin reponer los individuos que desaparecieron por efecto de mortalidad ya que según consideraciones técnicas (POSAF/MARENA, 2007) se recomienda que con porcentaje de mortalidad mayor al 20% se debe planificar y realizar actividad de replante para cumplir con la densidad proyectada al inicio de la plantación.

2.4. Variables evaluadas

2.4.1. Supervivencia: Esta variable se evaluó para un periodo de un año y es expresada como la relación porcentual entre el número de individuos establecidos al inicio de la plantación y los encontrados al final del monitoreo, donde se utilizó la fórmula propuesta por Centeno, 1993, para poder establecerse y manejar en tiempo y forma del desarrollo de las plantas y esta fórmula es la más aceptada para las plantaciones, la evaluación de la supervivencia permite obtener una medida cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio.

$$\% \text{ supervivencia} = (PI - PF) / PI * 100$$

Donde:

PI= Número de plantas al inicio de la evaluación

PF= Numero de plantas al final de la evaluación

100= Valor estándar para obtener el porcentaje de supervivencia.

Para la evaluación de la supervivencia y potencial de establecimiento de las especies, se utilizó la clasificación propuesta por Centeno (1993), quien define los siguientes rangos (Cuadro 1):

Cuadro 1. Clasificación de sobrevivencia de una plantación forestal según Centeno 1993.

Porcentaje de sobrevivencia (%)	Valor cualitativo de sobrevivencia
80 a 100	Muy Bueno
70 a 80	Bueno
40 a 70	Regular
Menos 40	Mala calidad

2.4.2. Diámetro basal: Para realizar la medición se utilizó Vernier. El punto de medición para la cuantificación del diámetro fue la base de cada individuo para determinar su incremento corriente anual y el valor es expresado en milímetro (mm) (Figura 4).



Figura 4. Medición de diámetro basal (mm) en plantación establecida en El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.

El cálculo del incremento en diámetro se realizó mediante la fórmula utilizada por Núñez (1986), la cual contiene los valores y factores siguientes: correspondiendo a un periodo de un año de mediciones.

$$ICAd= DF - DI / T$$

Donde:

ICAd= incremento corriente anual en diámetro

DI= diámetro inicial

DF= diámetro final

T= tiempo (un año)

2.4.3. Altura: la variable altura de la planta se registró mediante el uso de cinta métrica cuya unidad de medida es expresada en centímetro (cm). La medición de altura se realizó desde la base de cada planta hasta el ápice (Figura 4).



Figura 5. Medición de altura (cm) en plantación establecida en El Plante, Nindirí, Masaya, 2013.

Según Núñez, 1986 el incremento en altura se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{ICAh} = \text{HF} - \text{HI} / \text{T}$$

Donde:

ICAh= incremento corriente anual en altura

HI= altura inicial

HF= altura final

T= tiempo (un año)

2.4.4. Variable tipo de daños

Para la evaluación de ésta variable se utilizó la metodología desarrollada por Pérez y Mota, (2009), ya que ésta es la más utilizada en la clasificación de daños en plantaciones y se clasifican en cinco categorías (cuadro 2):

Cuadro 2. Clasificación del tipo de daños esperados en la plantación forestal.

Clasificación del tipo de daño	
Animales domésticos	1
Defoliación	2
Enfermedades	3
Antropogénico	4
Sin daños	5

2.5. Análisis de datos

Una vez recopilada la información de las variables evaluadas, se elaboró y organizó una base de datos en el programa Excel, para luego ser exportadas a programas estadísticos como Infostat versión 2008 y SPSS para calcular los valores medios de diámetro, altura, y los valores de incremento corriente anual para cada especie.

Para la elaboración del mapa y ubicación de las parcelas se utilizó el programa Arc Gis 9.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de la sobrevivencia de tres especies forestales establecidas en la plantación.

Luego de evaluar por un periodo de un año la plantación, la sobrevivencia para las tres especies muestran una baja tendencia de establecimiento con un promedio general de 63%, lo cual indica que es un tipo de plantación con sobrevivencia regular según la clasificación propuesta por Centeno (1993).

Durante el periodo de evaluación la especie que obtuvo mayor sobrevivencia fue *Caesalpinia violacea* (Figura 6.), seguido *Hymenaea courbaril*, y *Tabebuia ochracea* que presentó el porcentaje más bajo en sobrevivencia.

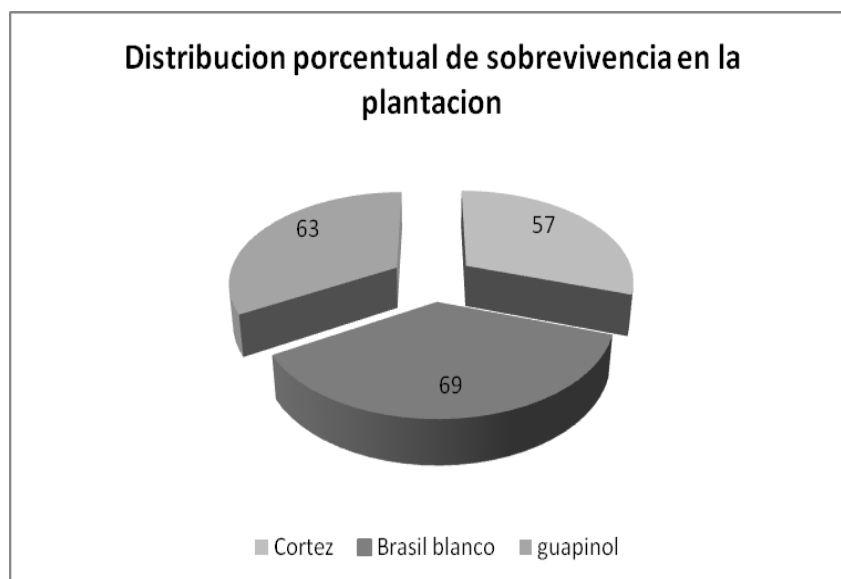


Figura 6. Resultados de sobrevivencia en plantación de tres especies forestales en El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013.

Caesalpinia violacea es la especie que presentó mayor porcentaje sobrevivencia (69%) ya que esta crece muy bien en plantaciones y tiene buenos porcentajes de sobrevivencia en sitios con baja fertilidad de suelo como en San Francisco Libre y Tipitapa, precipitación (1158 a 1300 mm), entre otros factores limitantes.

Otro elemento de interés en cuanto al valor de sobrevivencia experimentado por *Caesalpinia violacea* es el hecho que las plantas tenían una altura superior a 50 cm y mayor grado de rusticidad en comparación a Guapinol y Cortez, lo que a la vez disminuye el riesgo de mortalidad.

El resultado de sobrevivencia obtenido en el sitio El Plantel, es similar al observado por INAFOR (np), en plantaciones establecidas en fincas productoras de leña del municipio San Francisco Libre, sugiriendo que el 70% de sobrevivencia alcanzado en esta área la hace una especie resistente a condiciones adversas: bajas precipitaciones (< 1000 mm/ año), suelos pocos fértiles (suelos de alta plasticidad, vertisoles) y que disminuye el establecimiento de plantaciones en sus fases iniciales de establecimiento.

Tabebuia ochracea con un porcentaje de sobrevivencia de 57 %, esto está relacionado a hecho que al momento de establecer la plantación las plántulas tenían un tamaño pequeño y alcanzaban un altura de quince centímetros; siendo el material con el que contaba el vivero de INAFOR y con el según la prioridad se debería utilizar, por lo tanto eran plantas no rusticas cuyo tallo era vulnerable al factores climáticos como el viento, temperaturas altas, entre otros.

Un elemento que de manera general influyó negativamente en los valores de sobrevivencia de las especies fue el manejo de la plantación en lo que corresponde a la periodicidad de la limpieza o eliminación de hierbas que compiten con las plantas en su fase inicial. En este sentido, es conocido que las malezas compiten con la plantación por iluminación, agua, espacio y nutrientes del suelo. Se hace referencia a este factor porque durante el periodo de medición solo se realizaron tres chapias, lo que facilito la aparición de hierbas.

Los resultados de sobrevivencia experimentados por *H. courbaril* contradicen los resultados experimentados por la especie en otros estudios como en De Souza *et al.*, (2010) en los cuales se han registrado porcentajes de sobrevivencia superior al 80% en áreas secas de Brasil y bosques secundarios. Quien de la misma forma fundamenta la resistencia de guapinol por su composición anatómica carente de radios estratificados y está provista de vasos más grandes lo que lo hace menos susceptible al estrés hídrico que experimentan las especies durante la época seca, asegurando así una mayor sobrevivencia.

3.2. Incremento corriente anual (ICA) en Altura (cm)

En la figura 7. Se puede observar el incremento en altura de las tres especies evaluadas, donde los resultados muestran que *Caesalpinia violacea* fue la que obtuvo el mayor incremento, ya que esta especie se caracteriza por presentar un rápido incremento (aproximadamente 1 metro al año) en altura según información brindada INAFOR (np).

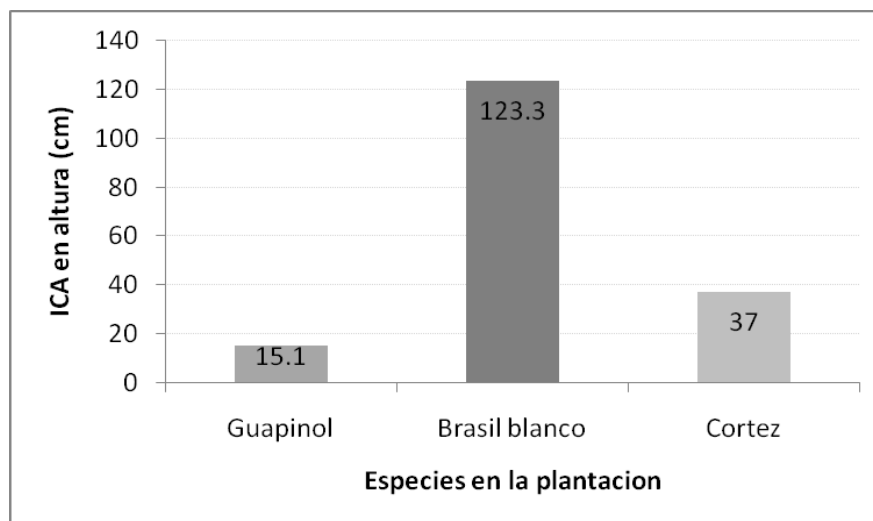


Figura 7. Resultados de la altura corriente anual de tres especies forestales a la edad de un año de establecida la plantación en la unidad experimental El Plantel, 2013.

Hymenaea courbaril es la especie que menos incrementó con respecto a esta variable (15.1 cm), según CATIE, 2003 esta especie necesita de continuo control de maleza para obtener mejores resultados de incremento.

Así mismo, este lento crecimiento no puede ser visto solo como una desventaja para la especie, en realidad esta característica es su principal fortaleza en la medida que ofrece una madera con un alto grado de densidad y por consiguiente, muy resistentes a las inclemencias del medio ambiente.

En el caso de *Tabebuia ochracea* registró resultados similares a los reportados en estudio realizado por Zapater *et al.*, (sf), siendo *T. ocrácea* una especie que aventajó notablemente a las restantes con respecto al desarrollo en altura teniendo un crecimiento de 37 a 40cm en un periodo de 150 días.

Estos resultados sugieren que *Tabebuia Ochracea* es una especie con buen potencial de crecimiento en sitios con condiciones de bosque seco y aun cuando existe fuerte competencia con malezas e influencia de insectos defoliadores, la especie mantiene un crecimiento que se puede calificar como bueno en comparación con otras especies de bosque seco, por ejemplo: Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y Quebracho Colorado (*Schinopsis quebracho*).

3.3. Incremento corriente anual (ICA) en diámetro (mm)

La figura 8, muestra los resultados obtenidos para la variable incremento en diámetro, siendo *Hymenaea courbaril* la especie que obtuvo el mayor valor con 4.43 mm.

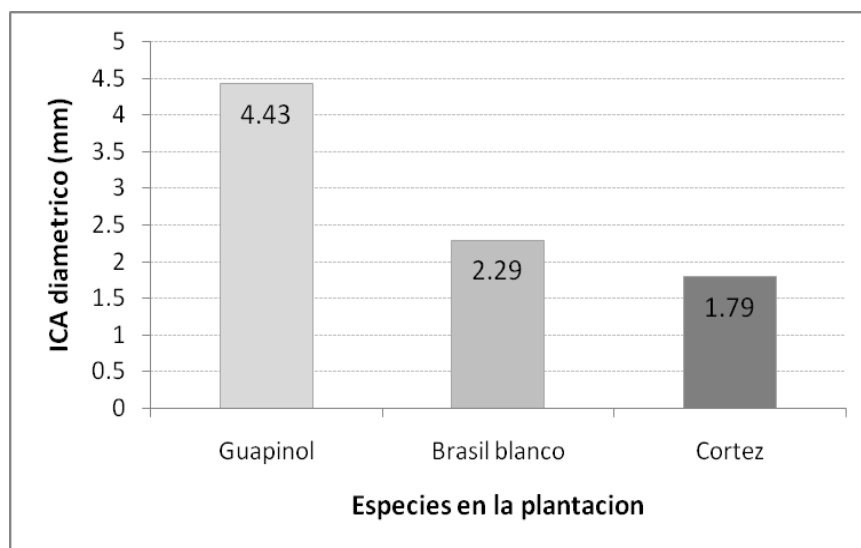


Figura 8. Resultados del diámetro corriente anual de tres especies forestales a la edad de un año de establecida la plantación en la unidad experimental El Plantel, 2013.

Por otro lado, *Tabebuia ochracea* y *Caesalpinia violacea* obtuvieron un menor incremento en diámetro.

De manera general las tres especies evaluadas presentaron valores de incremento corriente anual bajo para la variable diámetro. Este comportamiento está asociado al hecho que la mayoría de especies forestales presentan al inicio de su establecimiento, crecimiento vertical, es decir, de altura que más marcado que el incremento en diámetro; esto como mecanismo para evadir la competencia con otros elementos del sistema de plantación como las hierbas y arbustos.

Hymenaea Courbaril tenía un diámetro inicial de 1.52 mm y al final 5.95 mm incrementando durante el periodo 4.43 mm.

Caesalpinia violacea tenía un diámetro inicial de 0.9 mm y al final 3.19 mm incrementando 2.29 mm.

Tabebuia ochracea tenía un diámetro inicial de 2 mm y al final 3.79 mm incrementando 1.79 mm.

3.4. Distribución porcentual de los daños encontrados en plantación forestal

En la figura 9 se observa que la mayor incidencia en la plantación correspondió a la categoría defoliación con 64.9% de las plantas, las cuales fueron atacadas por hormigas del genero *Atta cephalotus* (zompopo). En relación a este tipo y agente de daño Suvillan *et al*, (1998) sugiere la mayor afectación por hormigas del genero *Atta* se concentra principalmente en época lluviosa lo que a la vez se relaciona con el bajo incremento en altura y mortalidad de la mayoría de las plantas. En cuanto al segundo tipo de daño comúnmente observado se registró 28.4% de plantas con evidencia de enfermedades; mientras un porcentaje mínimo de las plantas (6.7%) se encontraron sin ningún tipo de daños.

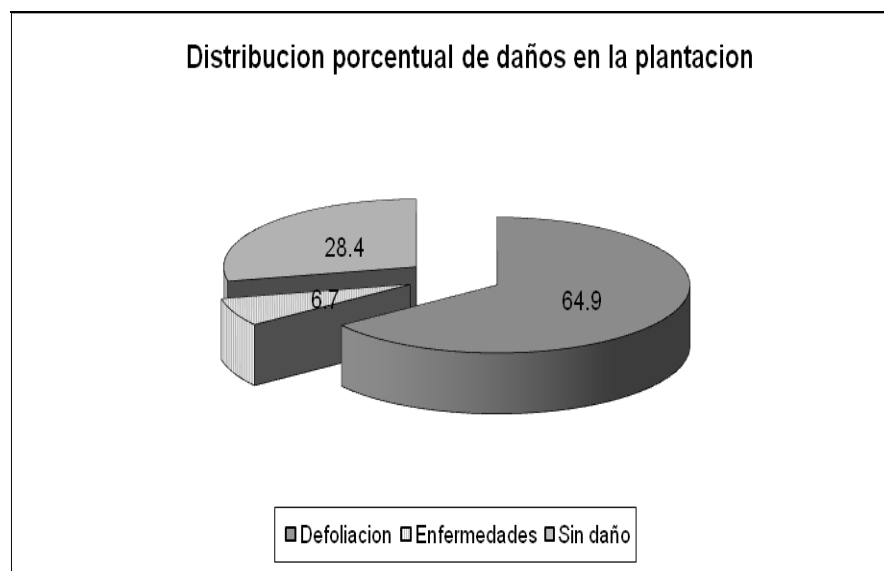


Figura 9. Valores porcentuales de plantas afectadas por tipo de daños observados en la plantación.

Los daños relacionados y el ataque de los insectos mencionados anteriormente tiene relación con el manejo que se realizó a la plantación; ya que entre los periodos de chapias el incremento en abundancia de maleza y plantas no deseadas posiblemente se convirtió en hábitat de zompopos que atacaban a las plantas y provocaban la mortalidad en ellas.

En un diagnóstico de plagas y enfermedades realizado en Costa Rica por Arguedas, (1998) el follaje (49.8%) es la parte más afectada y los mayores daños se presentan en viveros y plantaciones jóvenes, cuando los ataques son severos y continuos. Posiblemente el grupo más importante de defoliadores es representado por zompopos (entre estas las del genero *Atta*). En el estudio en mención *T. ochracea* sufrió defoliaciones más severas causadas por (*Apiosphaeria guarantica*).

3.5. Proporción de plantas afectadas en plantación de tres especies forestales.

Para las tres especies se presentó altos porcentaje de daños asociados al factor defoliación, siendo más evidente en la especie *Tabebuia ochracea* y *Caesalpinia violacea* de las cuales más del 80% de las plantas se encontraban afectadas, en el caso de *H. courbaril* presentó menor proporción de plantas sin daños (63%) en comparación a las dos especies citadas anteriormente, pudiendo deberse a la textura más gruesa de la hoja de guapinol que hace menos comestible la hoja para los defoliadores.

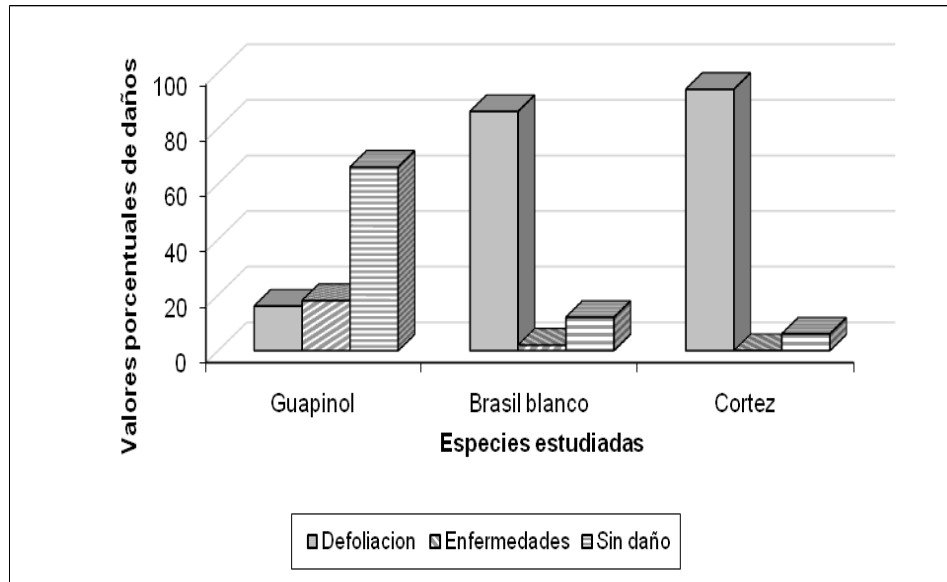


Figura 10. Resultados porcentuales de los daños observados por especie en plantación forestal.

Para el caso de *Tabebuia ochracea* es importante considerar como causa, la desventaja en el momento de la evaluación ya que esta especie presentaba la menor altura al momento de plantarla, por lo que posiblemente hojas jóvenes se convirtieron en fuente de energía para los defoliadores, siendo en este caso más vulnerable ante el ataque de zompopos del género *Atta cephalotus* comiendo el tejido vegetativo de ésta.

En relación a *Hymenaea courbaril* se determinó que la mayoría (63%) de las plantas de la especie se encontraban sin daños por defoliación; sin embargo durante el muestreo se encontró que algunas plantas contenían huevos de grillos entre las ramas y hojas. Según Arguedas, (2006) estos insectos depositan sus huevos en gran cantidad en las ramas de las plantas obstruyendo el transporte de agua, provocando que las estructuras en las cuales ovipositan se dessequen y limitan al crecimiento del árbol.

Para las tres especies la categoría enfermedad no se llegó a determinar y solo se logró observar algunas características que pueden ser consideradas síntomas; ejemplo de esto son: marchites, amarillamiento, manchas, entre otras, que comúnmente están asociados a la presencia de hongos o virus en las plantas.

CONCLUSIONES

Los resultados de sobrevivencia demuestran que las tres especies obtuvieron bajos porcentajes, debido a las condiciones de baja precipitación y altas temperaturas durante la época seca posterior al establecimiento de la plantación y el manejo de la plantación (riego no permanente y mayor necesidad en la frecuencia del control de malezas) que se presentaban el sitio siendo *Caesalpinia violacea* la que obtuvo el mayor porcentaje (69%).

Al comparar las tres especies en cuanto a crecimiento en altura el mayor potencial lo presentó *Caesalpinia violacea*, condición que lo hace apto para su uso en plantaciones para producción de leña, madera rustica y herramientas; demostrando un rápido establecimiento y resistiendo a condiciones secas, y no identificándose aspectos negativos durante el periodo de este estudio.

El mayor incremento corriente anual en diámetro experimentado por *H. courbaril* se relaciona a la condición de resistencia la especie expresado en un evidente menor estrés hídrico por el efecto de la época seca, mantiene las hojas casi durante toda la época seca y menos ataque por defoliadores.

La mayor proporción de plantas afectadas por defoliación es un efecto del manejo de la plantación en cuanto a la periodicidad de limpieza o control de hierbas y malezas; entre los periodos en que se realizaron las chapias fue notorio que la alta densidad de esta sirvió como hábitat para defoliadores de especies arbóreas; es decir la defoliación se concentro en esos periodos.

RECOMENDACIONES

En cuanto a futuras plantaciones en el área experimental El Platel es necesario aumentar la frecuencia del riego y mantenerlo durante la época seca para obtener mejores resultados con respecto a sobrevivencia de las plantas en la plantación.

En el caso de la dirección de producción que administra la finca El Platel, es necesario realizar control de maleza tanto en la época lluviosa (3 a 4 chapias) y época seca (2) en plantaciones forestales recién establecidas, para obtener buenos resultados con respecto al estado de sanidad de las mismas.

Tanto la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA) como el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) deben promover la realización de estudios con las mismas especies en sitios que tengan características diferentes para generar información de su establecimiento.

Realizar en futuros ensayos análisis de suelos para relacionar si esto influye en el buen establecimiento de las especies.

IV. Bibliografía

Arguedas, 2006. Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales segunda parte. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica). (En Línea) Volumen 3:1-8. Consultado el 20 Dic. 2011. Disponible en: http://www.tec.cr/sitios/docencia/forestal/revista_kuru/anteriores

Arguedas, 1998. Diagnóstico nacional de plagas y enfermedades forestales en Costa Rica. (En Línea). Cartago, CR. Consultado el 23 Nov. 2011. Disponible en <http://www.cerambycoidea.com/titles/arguedas1998.pdf>

CATIE, 2003. Árboles de Centroamérica Un Manual Para Extensionista. Turrialba, CR. 1079 P.

Centeno, M. 1993. Inventario nacional de plantaciones en Nicaragua. Trabajo de diploma. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. 79 P.

De Souza, C.R. De Azevedo, C.P. Lima, R.M. Rossi, L.M. 2010. Comportamiento de especies forestales en plantación a pleno sol y enriquecimiento de bosque secundario en el Amazonas. Acta Amazónica. Vol. 40 (1). Pág. 127-134.

Evans, J. 1997. La producción sostenible de madera en las plantaciones forestales. (En Línea). Consultado el 20 Nov. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/w7126s/w7126s07.htm>

González García, EL.; López Zamora, AJ. 2006. Estudio del crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la finca El plantel. Tesis. Ing. Forestal Universidad nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, NI. 34p.

Instituto Nacional Forestal, np. Establecimiento de Plantaciones Forestales en los Municipios de San Francisco Libre y Tipitapa.

Ministerio de los Recursos Naturales y del Ambiente/ Instituto Nacional Forestal, 2002. Guía de especies forestales de Nicaragua. Managua, NI. 314 P.

Ministerio de los Recursos Naturales y del Ambiente (MARENA), 2008. Cartilla del reforestador. Managua, NI. 28 P

Núñez OM, 1986. Estudio de Crecimiento y Rendimiento de *Pinus maximinoi* H.E. Moore, Cobán, Alta Verapaz. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 130 P.

Pérez Arraarte, C. 2007. Plantaciones forestales e impactos sobre el ciclo del agua. Un análisis a partir del desarrollo de las plantaciones en Uruguay. (En línea). Montevideo, UY. Consultado 11 Ago. 2011. Disponible en <http://www.elsemillero.net>

Pérez Treminio, Y .I; Mota Hernández, D. A. 2009. Evaluación del establecimiento de tres especies forestales bajo dosel, (*Cedrela odorata* L.), (*Cordia alliodora* Ruiz & Pavon Oken) (*Hymenaeae courbaril* L.), Como medida de restauración del bosque seco secundario. Trabajo de Diplomado. UNA –FARENA .Managua, Nicaragua. 57 P. (No publicado).

Programa Socio Ambiental y de Desarrollo Forestal y Ministerio de los Recursos Naturales y del Ambiente, 2007. Establecimiento y manejo de plantación forestal. 66 P.

Salas Estrada, JB. 1993. Árboles de Nicaragua. Managua, NI. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del ambiente, IRENA. 390 P.

Somarriba Chang, M. 1989. Planificación Conservacionista de la Finca El Plantel. Instituto Superior de Ciencias Agrarias, ISCA. Managua, NI. 38 P

Sullivan, J. J., Ma sís, A. , Chavarría,F., Espinoza, R., Guadamuz, A. y Pérez, D., 1998. Species Page de *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae), 30 Setiembre 1998. Species Home Pages, área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. Consultado 25 Nov. 2011. Disponible en <http://www.acguanacaste.ac.cr>