



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA.

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE.

Trabajo de Graduación

**Evaluación de sobrevivencia e incremento
de seis especies forestales maderables en
plantaciones de la finca Eco forestal, San
Juan del Sur, Rivas. 2010**

AUTOR

Br. Carlos Alberto López Barreto

ASESORES

Dr. Benigno González Rivas

Ing. MSc. Juan José Membreño

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2015



Universidad Nacional Agraria

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

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

Ingeniero Forestal

Miembros del Tribunal Examinador

Ing. MC. Francisco Reyes Flores

Presidente

Ing. Lucia Romero

Secretario

Dr. Guillermo Castro Marín

Vocal

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2015

INDICE DE CONTENIDO

SECCION	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1 Descripción del área de estudio	4
3.1.1 Ubicación del área de estudio	4
3.1.2 Características biofísicas	5
3.2 Proceso metodológico	5
3.2.1 Revisión de literatura	5
3.2.2.1 Diseño de la parcela permanente inventariada	5
3.2.2.2 Adquisición de datos	6
3.2.2.3 Variables evaluadas	7
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1 Supervivencia	10
4.2 IMA en DAP, altura y volumen por edad y por especie	12
4.3. Análisis de varianza (ANOVA) del incremento medio anual en diámetro, altura y volumen.	15
4.4. Matriz de requerimientos ambientales de cada especie y las características ambientales de la finca Eco forestal	15
V. CONCLUSIONES	17
VI. RECOMENDACIONES	18
VII. LITERATURA CONSULTADA	19
VIII. ANEXOS	21

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo a:

JEHOVA DIOS, por darme las fuerzas, sabiduría y acompañarme día a día en el proceso de realización de este documento.

ESPERANZA DE JESUS BARRETO SAMAYOA: Mi querida madre, ejemplo de una madre responsable, quien con esfuerzo, dedicación y sacrificio hace realidad parte de mis sueños y con ellos los suyos, mujer que valoro por hacer parte de ella mis problemas y con quien tengo una deuda impagable.

ARELIS FLORES: A quien quiero como a una madre, la cual me ofreció su apoyo y supo llenarme de consejos para caminar sobre el camino correcto.

GUISSELLE DEL SOCORRO GUIDO RODRIGUEZ: Mi esposa, por brindarme su amor, cariño y apoyo necesario, inspirándome para seguir adelante.

Mis hermanos, porque de una u otra manera me brindaron su apoyo en este proceso.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a DIOS por brindarme sabiduría, inteligencia, paciencia y el deseo de superación para poder triunfar en el trayecto de mi trabajo de graduación.

A mis asesores Dr. Benigno González, Ing. MSc. Juan José Membreño, por el tiempo, disposición, paciencia y por darme la oportunidad de poder realizar este estudio investigativo.

Agradezco en especial al alma mater (UNA) por darme la oportunidad de formarme como profesional.

Al dueño de la Finca Eco-Forestal por permitirme realizar mi investigación en su propiedad y por su cooperación y financiamiento en la realización de esta investigación.

A los diferentes profesores que laboran en la Universidad ; que de alguna u otra manera estuvieron presentes en los momentos más duros, brindándonos su apoyo y su amistad incondicional.

GRACIAS.

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Lista de especies que se encuentran en la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010	7
2. Categoría para la evaluación de la sobrevivencia de las plantas	9
3. Porcentaje de sobrevivencia para cada una de las especies establecidas en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010	11
4. IMA en diámetro, altura y volumen por edad de las especies establecidas en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010	14
5. Análisis de varianza (ANOVA) del IMA en diámetro, altura y volumen de la plantacion establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.	15
6. Comparación entre los requerimientos ambientales de cada especie y las características ambientales de la finca Eco forestal.	16

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa de ubicación de la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010	4
2. Diseño de la parcela permanente inventariada ubicada en la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010	6

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Formulario de campo utilizado en las mediciones de las parcelas establecidas en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010	22
2. Porcentaje de sobrevivencia por edad y por especies (más el No. de individuos), de la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010	23
3. Prueba de medias Tukey por especies de la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.	24

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la sobrevivencia y el incremento de seis especies forestales: Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*. Zucc.), Pochote (*Pachira quinata* (Jacq.) Alverson), Roble (*Tabebuia rosea* (Bertol) DC.), Teca (*Tectona grandis* L.F.), Caoba Africana (*Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss) y Ñambar (*Dalbergia retusa* Hemsl). La plantación se encuentra establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas. Se inventariaron 62 parcelas de 20 m x 20 m (400 m²), estas parcelas tienen un área útil de 225m², las plantas están establecidas con un distanciamiento de 2.5m x 2.5m entre planta, cada parcela contiene 64 árboles y la parcela útil contiene 36 árboles, el inventario se aplicó a la parcela útil. Las variables evaluadas fueron diámetro, altura total y sobrevivencia. La sobrevivencia general de la plantación fue 76% (entre las edades de 5 a 11 años). La especie que presentó mayor porcentaje de sobrevivencia fue Caoba africana (*Khaya senegalensis* (Desr) con 87% y la especie que presentó menor porcentaje de sobrevivencia fue el Pochote (*Pachira quinata* (Jacq.) con 66.59%. El mayor incremento medio anual en diámetro lo obtuvo la especie Caoba africana (*Khaya senegalensis* (Desr)) con 1.6 cm/año, mientras que el Ñambar (*Dalbergia retusa* Hemsl.) presentó el menor incremento medio anual en diámetro con 0.82 cm/año. Los valores en incremento medio en altura total por especie la Teca (*Tectona grandis* L.F.) presentó el mayor valor con 1.11 m/año, debido a que es una especie de rápido crecimiento y el espaciamiento fue ideal para dicho incremento, mientras que el Ñambar (*Dalbergia retusa* Hemsl.) presentó el menor incremento medio anual en altura con 0.64 m/año.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the survival and increment of six forest species: (*Tabebuia rosea* (Bertol) DC) Caoba del Pacifico (*Swietenia humilis* Zucc), Pochote (*Pachira quinata* (Jacq) Alverson), Teca (*Tectona grandis* LF), Caoba Africana (*Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss) and Ñambar (*Dalbergia retusa* Hemsl). This study was carried out in the eco-forestry, San Juan del Sur, Rivas. There are 62 plots. Each plots have 20 m x 20 m (400 m²). The space between plants is 2.5 m x 2.5 m. The plots contains 64 trees and valuable plot contains 36 trees. The inventory was applied to the valuable plot. The variables were diameter, total height and survival. The species with the highest percentage of survival was Caoba Africana (*Khaya senegalensis* (Desr) with 87%. The species that showed a lower survival rate was Pochote (*Pachira quinata* (Jacq.) with 66.59%. The lowest annual increment in the diameter was Caoba Africana (*Khaya senegalensis* (Desr)) with 1.6 cm / year. However, the Ñambar (*Dalbergia retusa* Hemsl.) had the lowest average annual increment in diameter with 0.82 cm / year. The lowest Annual increment in total height was Teca (*Tectona grandis* LF) with 1.11 m / year. However the Ñambar (*Dalbergia retusa* Hemsl.) had the lowest annual increment in height 0.64 m/year.

I. INTRODUCCION.

Nicaragua cuenta con un enorme potencial de recursos forestales, que manejados adecuadamente, pueden constituirse en uno de los pilares para el desarrollo socio económico del país. El acelerado deterioro de los bosques y ecosistemas forestales en la región Centroamericana tienen importantes consecuencias económicas y ambientales (INTA, 2003).

Según el Inventario Forestal Nacional, existe 3,254,145 hectáreas con bosque, equivalente a un 25% del país, mientras el uso potencial de los suelos de Nicaragua sugiere el 43.8% de sus tierras, equivalente a 5,224,714.46 ha, lo que significa que 1,970,569.46 ha de vocación forestal están siendo sobre-utilizadas con otros usos de la tierra. (INAFOR, 2009).

De aquí se deriva la importancia de las plantaciones forestales para contar con materia prima como una opción para las industrias forestales así como también restaurar y mejorar la calidad del suelo. La finca Eco forestal abarca una superficie de 1,226 ha, de las cuales 885 ha fueron reforestadas con plantaciones cuyo objetivo primordial es la producción de madera de buena calidad, además de brindar servicios ambientales para mitigar el efecto invernadero, cambio climático y reducir la presión sobre los bosques nativos.

Por lo tanto, el presente estudio permite conocer el desarrollo actual de seis especies forestales establecidas en la finca Eco forestal, a través de la realización de mediciones dasométricas (diámetro y altura) que permitan estimar el incremento de dichas especies, mediante la aplicación de un inventario forestal, así como también, conocer el estado actual de la plantación mediante el porcentaje de sobrevivencia, de esta manera obtener información y resultados satisfactorios para que sirvan de herramientas para la toma de decisiones en el manejo de la plantación.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General.

Evaluar el comportamiento de seis especies forestales de una plantación entre las edades de 5 a 11 años ubicada en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas.

2.2 Objetivos Específicos.

- Estimar el porcentaje de sobrevivencia de seis especies forestales ubicadas en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas.
- Calcular el incremento medio anual obtenido en las variables diámetro, altura y volumen de las seis especies forestales a los 11 años de establecida la plantación.

HIPOTESIS.

Ho: Las especies en la plantación no presentaron diferencias en cuanto al comportamiento de las variables sobrevivencia, incremento en diámetro, altura y volumen para las especies Caoba del Pacífico (*S. humilis*), Pochote (*P. quinata*), Roble (*T. rosea*), Teca (*T grandis*), Caoba Africana (*K. senegalensis*) y Ñambar (*D. retusa*).

Ha: Las especies en la plantación presentaron diferencias en cuanto al comportamiento de las variables sobrevivencia, incremento en diámetro, altura y volumen para las especies Caoba del Pacífico (*S. humilis*), Pochote (*P. quinata*), Roble (*T. rosea*), Teca (*T grandis*), Caoba Africana (*K. senegalensis*) y Ñambar (*D. retusa*).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio

La Finca Eco forestal es una de tres fincas (Finca Edén, Eco forestal y La Cumplida) propiedad de la empresa Agroforestal, Eco forestal es manejada con fines forestales, cuenta con un plan de manejo desde el año 1999 el cual tiene provisto culminar el año 2028. El área total de la finca es de 1,226 ha, de las cuales 874 ha son de plantaciones, 328 ha de bosque natural y 24 ha de infraestructuras. Cuenta con un administrador, 3 guardas, 20 trabajadores de campo permanentes y 14 trabajadores temporales. (López, 1999).

3.1.1 Ubicación del área de estudio.

La finca Eco forestal se encuentra ubicada en el municipio de San Juan del Sur, Rivas, en el km. 142, donde se toma un camino de tierra de aproximadamente 10 km hacia el Este. Colinda al Norte con Tierras El Coyolito, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con la finca La Cruz y al Oeste con la finca El Brito. (López, 1999).

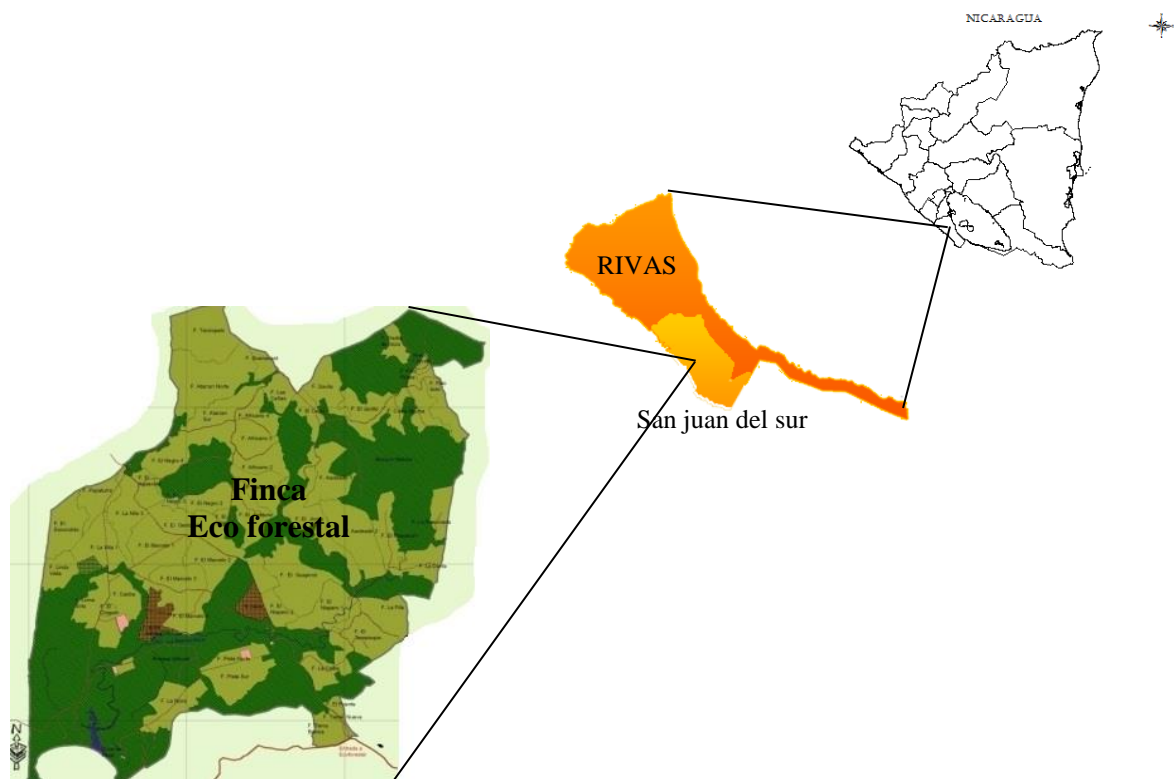


Figura 1. Mapa de ubicación de la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010

3.1.2 Características biofísicas:

El lugar en estudio se considera ser un Bosque Pre montano Tropical Húmedo y Bosque Subtropical Seco. (López, 1999).

Características físicas:

Suelos aluviales profundos de 60 – 70 cm, el suelo superficial o subsuelo es franco arcilloso de textura fina, en las áreas profundas tienen una textura arcillo limosa. Son suelos bien drenados, tienen una permeabilidad moderada a moderadamente lenta. (López, 1999).

Características climáticas:

La temperatura media anual de 28°C, la precipitación media Anual es de 1100mm, la máxima incidencia de la misma es en los meses de Septiembre a Octubre, y la mínima es en los meses Marzo – Abril. El área es atravesada por cursos de agua permanente en los cuales corre agua durante todo el año en las partes altas. (López, 1999).

3.2 Proceso metodológico

3.2.1 Revisión de literatura

Se recopiló la documentación bibliográfica en libros, revistas, tesis y folletos relacionados con el tema en estudio, facilitados por el Centro de Documentación de la Universidad Nacional Agraria (CENIDA-UNA).

3.2.2.1 Diseño de la parcela permanente inventariada

El área de la plantación esta compuesta por 35 lotes, cada lote contiene de 1 a 3 parcelas permanentes de muestreo (PPM), en cada parcela se encuentran de 1 a 3 especies forestales. Un total de 62 PPM fueron inventariadas.

Cada parcela tiene un área de 400 m² (20 m x 20 m). En la parcela se encuentran establecidos 64 árboles. la parcela útil (área de 225 m²) tiene 36 árboles, el distanciamiento entre planta es de 2.5 m x 2.5 m.

El inventario se le aplicó a los 36 árboles dentro de la parcela útil, siguiendo el número de cada árbol. Ver figura 2.

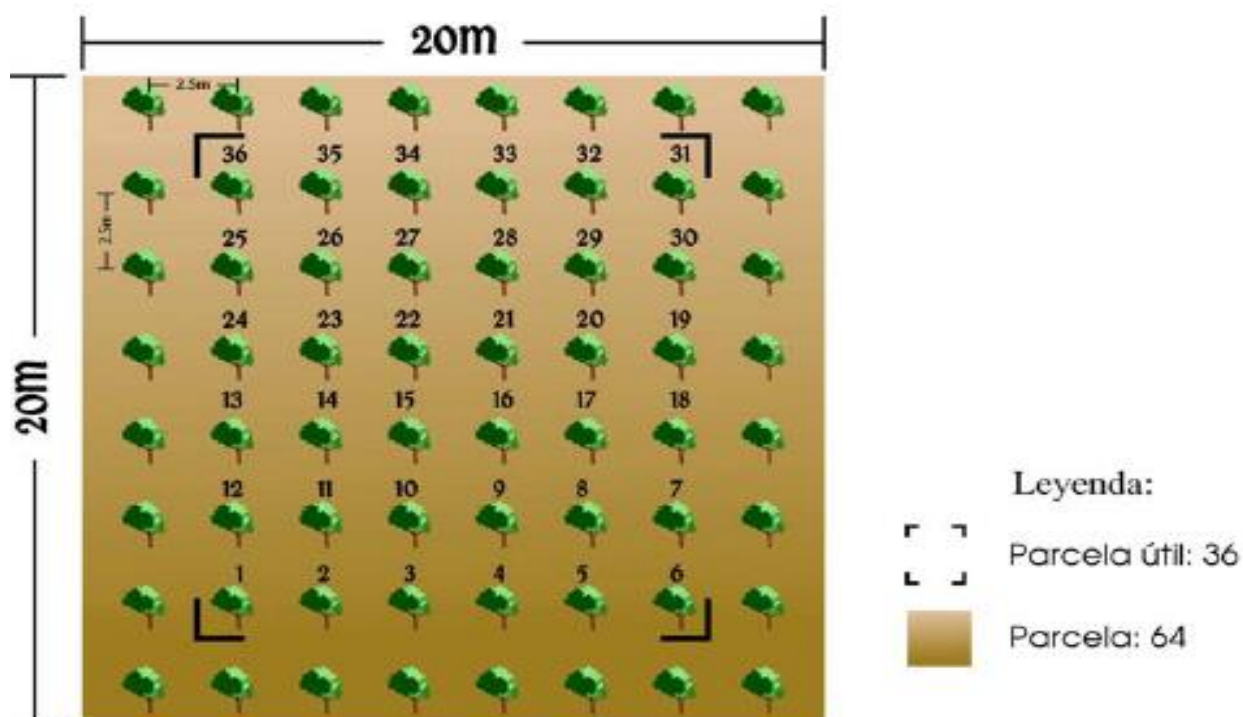


Figura 2. Diseño de la parcela permanente inventariada establecida en la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.

3.2.2.2 Adquisición de los datos.

El levantamiento de los datos lo realizó la empresa Agroforestal, este consistió en evaluar los árboles, realizando mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total en cada una de las parcelas de diferentes edades de crecimiento (5, 8, 9, 10 y 11 años), anotando los datos de sobrevivencia en el formulario de campo. Ver anexo 1. Una vez realizado el inventario, la empresa Agroforestal facilitó la base de datos a la Universidad Nacional Agraria (UNA) mediante coordinaciones con el Dr. Benigno Gonzalez Rivas para la realización de este estudio.

Cuadro 1. Lista de especies que se encuentran en la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2015.

Especies forestales en estudio		
Nombre común	Nombre científico	Parcelas con edades
Caoba del pacífico	<i>Swietenia humilis</i> Zucc	5, 8, 9, 10, 11
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC	5, 8, 9, 10, 11
Caoba africana	<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A.Juss.	8, 9, 10
Ñambar	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl	10
Pochote	<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) Alverson	10, 11
Teca	<i>Tectona grandis</i> L.F.	11

3.2.2.3 Variables evaluadas

Para evaluar la plantación se consideraron las siguientes variables:

Diámetro:

Las mediciones se hicieron con una cinta diamétrica, se ubicó a 1.30 metros del nivel del suelo. Referida al diámetro a la altura del pecho (DAP), dicha variable se midió en centímetros (Prodan, citado por Rondeux, 2010).

Altura total:

Esta variable determinante del crecimiento de las especies, fue medida mediante el Clinómetro Suunto. Distancia desde la base del árbol hasta su ápice. Dicha variable se midió en metros. (Prodan, citado por Rondeux, 2010).

Área basal:

Se refiere al área de la sección transversal del fuste del árbol a la altura de 1.30 metros del nivel del suelo. Esta variable cuantitativa ha sido generada a partir de las mediciones obtenidas de los diámetros con la siguiente Ecuación. (Prodan, citado por Rondeux, 2010).

$$AB = \pi/4 \text{ DAP}^2$$

Donde:

$$\pi/4 = 0.7854$$

DAP: Diámetro a la altura del pecho

Volumen:

Para el cálculo de volumen se empleó la fórmula general del cilindro con factor de forma 0.6 para latifoleadas las cuales se basan en estimaciones de árboles medidos. (Prodan, citado por Rondeux, 2010), la función utilizada midió el volumen total y fue la siguiente

$$V_t = \pi/4 \text{ DAP}^2 \text{ Ht Ff}$$

Donde:

V_t = Volumen total (cm³)

$$\pi/4 = 0.7854$$

DAP: Diámetro a la altura del pecho

Ht = Altura total

Ff = Factor de forma (0.6)

Incremento:

El incremento medio anual en diámetro (cm), altura (m) y volumen (m³), se estimó en base al crecimiento total y la edad de los árboles en años. (Prodan, citado por Rondeux, 2010).

Sobrevivencia:

La sobrevivencia fue determinada en base a la relación entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontrada al momento de la medición.

Para la evaluación de las especies: Caoba del Pacífico, Caoba africana, Pochote, Ñambar, Teca y Falso roble se utilizaron las categorías propuestas por Centeno, 1993 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Categoría para la evaluación de la sobrevivencia de las plantas.

Categoría	Porcentaje de sobrevivencia
Muy bueno	80 – 100%
Bueno	60 – 79%
Regular	40 – 59%
Malo	< 40%

Para el calculo del porcentaje de supervivencia se utilizó la siguiente ecuación (Linares, 2005).

$\% \text{ sobrevivencia: } \frac{P_v}{(p_v + p_m)} * 100$
--

Donde:

Pv: plantas vivas

Pm: plantas muertas.

Edad:

Fue considerada desde la fecha de plantación hasta la fecha de medición. Se determinó con base a los registros de siembra y por referencia de personas que participaron en el establecimiento de la parcela.

3.2.3 Procesamiento y análisis de los datos

Como la base de datos ya venia organizada en una hoja de cálculo EXCEL, se procesó la información mediante el uso del programa estadístico INFOSTAT versión 2008. El primer paso del procedimiento consistió en aplicar estadística descriptiva para obtener el valor del resultado de las variables estudiadas.

Posteriormente, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas que permitieron decir cual de las especies ejerció mayor significancia en relación a las variables de interés evaluadas (IMA DAP, IMA altura y volumen total)

Para la redacción del documento final se utilizó el programa Microsoft Word.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Sobrevivencia

Después de evaluar la plantación por un período de 5 a 11 años, la sobrevivencia para las seis especies presentó un promedio general de 76.3 % (cuadro 3), lo cual indica que es una plantación con sobrevivencia buena según la clasificación propuesta por Centeno (1993).

La especie que presentó mayor porcentaje de sobrevivencia fue *K. senegalensis* con un promedio general de 87.04 % (cuadro 3), es una especie maderable muy resistente a sequías. La capacidad de este árbol de perder sus hojas durante la temporada seca debe tener un valor considerable para su sobrevivencia, a pesar de que es una especie que fue recientemente introducida en Nicaragua se puede observar que presenta una buena sobrevivencia (Calzadilla *et al* (1992).

T. grandis presentó un porcentaje de sobrevivencia promedio de 77.91% (cuadro 3). Comparado con un estudio llevado a cabo en Costa Rica esta especie resultó con un promedio general de sobrevivencia de 75% a los 12 años (Benavides 2005). Esta similitud podría deberse a que las plantaciones están ubicadas bajo las mismas condiciones ambientales, además de tener edades similares.

S. humilis exhibió un promedio general de 77.35 % de sobrevivencia (cuadro 3), este resultado es similar a los encontrados por (Arana 2001), en Florencia, Honduras, para la especie *S. humilis*, donde presentó una sobrevivencia de 75 % a los 5 años de edad.

T. rosea presentó un promedio general de 77.24 % de sobrevivencia (cuadro 2). Un estudio llevado a cabo en Nicaragua se reporta una sobrevivencia promedio en una plantación a la edad de cuatro años de 60% (Rueda *et al.*, (2011). De acuerdo Rueda *et al.*, (2011), la supervivencia fue afectada debido a un deficiente manejo del suelo, además la diferencia de humedad en el suelo y en algunos casos el ingreso de ganado vacuno en varios sitios de la plantación.

D. retusa presentó un promedio general de 75 % de sobrevivencia (cuadro 3). Esta especie presentó un buen porcentaje de sobrevivencia según Centeno (1993). Es una especie heliófila la que requiere de plena exposición a la luz solar para vivir y desarrollarse y por lo tanto son absolutamente intolerantes a la sombra (CATIE 2000).

P. quinata presentó el promedio más bajo de sobrevivencia en la plantación el cual fue de 66.59 % (cuadro 3). Aunque son los promedios de sobrevivencia mas bajos de la plantación, estos, están por encima de los encontrados en los ensayos establecidos en Turrialba, Costa Rica por el proyecto Madeleña, presentados por CATIE (1991), donde *P. quinata* reportó una sobrevivencia de 53 % a los 10 años de edad en un estudio realizado en un bosque tropical seco en Turrialba, Costa Rica. La baja sobrevivencia encontrada en Turrialba, Costa Rica pudo haber sido por el uso anterior del sitio soportado cultivos industriales con cierta intensidad (algodón y arroz) y que hoy están revertiendo su uso al campo forestal.

Cuadro 3. Porcentaje de sobrevivencia para cada una de las especies establecidas en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.

Especie			Ind. Plantados	Ind. Vivos	Ind. Muertos	Sobrevivencia (%) (\bar{X})
Nombre común	Nombre científico	Parcelas con edades				
Caoba africana	<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A.Juss.	8, 9, 10	216	188	28	87,04
Teca	<i>Tectona grandis</i> L.F.	11	86	67	19	77,91
Caoba del Pacífico	<i>Swietenia humilis</i> . Zucc	5, 8, 9, 10, 11	437	338	119	77,35
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC	5, 8, 9, 10, 11	927	716	211	77,24
Ñambar	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.	10	76	57	19	75,00
Pochote	<i>Pachira quinata</i> (Jacq.)	10, 11	452	301	151	66,59
Total			2194	1675	527	76,03

4.2. IMA en diámetro, altura y volumen por edad y por especie.

En las edades de 5 años se encuentran dos especies; *T. rosea* y *S. humilis*. (Cuadro 4) De estas dos especies, *T. rosea* presento los mayores incrementos promedios los cuales fueron de 1,85cm/año en DAP, 1.02 m/año en altura y 0.0038 m³/año en volumen. Estos valores están por arriba de los presentados por Salazar, R. (1997) en Peñas Blancas, Honduras, en

la condición de bosque seco y suelo franco, donde la plantación presentó IMA en DAP fue de 0.9 cm/año, la altura de 0.6 m/año y el volumen de 0.0032 m³/año.

En las edades de 8 años se encuentran tres especies: *T. rosea*, *S. humilis* y *K. senegalensis*, de estas, *S. humilis* presentó los mejores incrementos, estos fueron: 1,58 cm/año de DAP, 0.98 m/año de altura y 0.01 m³/año en volumen, Mientras que *T. rosea* presento los menores incrementos siendo estos de 1,1 cm/año de DAP, 0.8 m/año de altura y 0.0029 m³/año en volumen. *T. rosea* pasó de 1,02 m/año a 0,8 m/año (cuadro 4), este patrón de crecimiento se caracteriza por un proceso conocido como “reiteración”: al llegar a los 2m de altura, aproximadamente, la planta detiene su crecimiento vertical, bifurca (“horquetea”) y comienza a desarrollar sus ramas. Después de cierto tiempo el crecimiento de las ramas se detiene, emite un nuevo eje vertical y finalmente se repite más tarde la bifurcación. Rueda *et al.*, (2011),

En las edades de 9 años *K. senegalensis* mostró los mayores incrementos promedios: 1,44 cm/año de DAP, 0.87 m/año de altura y 0.01 m³/año en volumen (cuadro 4). Calzadilla *et al* (1992) presentó valores similares a los de este estudio, mencionando que en Cuba, en condiciones similares a este estudio, cuando la plantación de *K. senegalensis* alcanzó edades de 9 años, presentó incrementos de 1.3 cm/año en DAP y 0.90 m/año de altura. Calzadilla, *et al* (1992) no presentaron valores de incrementos en volumen por lo tanto no se muestran en esta comparación.

En las edades de 10 años se encuentran cinco especies de las cuales la especie *K. senegalensis* presentó los mejores incrementos siendo estos de 1,92 cm/año de DAP, 1,12 m/año de altura y 0.02 m³/año en volumen (cuadro 4). Calzadilla, *et al* (1992) en Cuba mostraron resultados por debajo a los de este estudio en cuanto a la especie *K. senegalensis*, a la misma edad y bajo las mismas condiciones ambientales presentó incrementos de 1.0 cm/año en DAP, y 0.80 m/año en altura, argumentando dicho comportamiento a la sequía fuerte y prolongada en esa época, que influyó negativamente en el crecimiento de los árboles.

P. quinata , a la edad de 10 años presentó incrementos de 1,77cm/año en DAP, 1.04 m/año en altura y 0.02 m³/año en volumen (cuadro 4). Estos resultados son similares a los

ensayos establecidos en Costa Rica por el proyecto Madeleña a los 10 años de edad (CATIE 1991) donde *P. quinata* presentó incrementos en Diámetros de 1.6 cm/año y 1.1 m/año en altura.

D. retusa presentó incrementos de 0,82 cm/año en diámetro, 0.64 m/año en altura y 0.0024 m³/año en volumen a los 10 años de edad (cuadro 4). Esta especie presentó los menores incrementos por ser una especie de lento crecimiento. Estos resultados son similares a los presentados por CATIE. 2000. En la zona seca del pacífico de Costa Rica, donde *D. retusa* mostró a los 11 años de edad incrementos en DAP de 1.0 cm/año y en altura de 0.6 m/año.

D. retusa es una especie heliófila, crece bien en sitios abiertos y en bosques poco densos, su regeneración dentro del bosque es escasa. Es una especie de lento crecimiento CATIE (2000), por lo que obtuvo los incrementos más bajos tanto en diámetro como en altura total, lo que significa que también presentó el menor incremento medio anual en volumen (0,0024 m³/año.).

En las edades de 11 años se encontraron cuatro especies: *P. quinata*, *S. humilis*, *T. grandis* y *T. rosea*. De estas, *P. quinata* presentó los mejores incrementos los cuales fueron de 1,3 cm/año en DAP, 0.93 m/año en altura y 0.01 m³/año en volumen (Cuadro 4). Estos incrementos son superiores a los encontrados en los ensayos establecidos en Costa Rica por el proyecto Madeleña a los 11 años de edad (CATIE 1991), Donde *P. quinata* reportó, incrementos de 1.1 cm/año en DAP y 0.80 m/año en altura, en la red de ensayos establecidos en Costa Rica por el proyecto Madeleña.

T. grandis presentó incrementos de 1,02cm/año en DAP, 1,11m/año en altura y 0.01 m³/año en volumen a la edad de 11 años (cuadro 4). Cabe mencionar que en este estudio esta especie presentó el mejor incremento en altura esto debido a que es una especie de rápido crecimiento. Estos resultados estan por debajo de los presentados por Benavides *et al.*, (2005) el cual encontró incrementos medios anuales en DAP de 1.76 cm/año y en altura de 1.73 m/año para la especie *T. grandis* a los 13 años de edad en plantaciones establecidas en Jalisco, Mexico. Cabe destacar que la diferencia de edades (2 años) influye mucho en dichos incrementos.

Desde el punto de vista de incrementos sobresalen las siguientes especies: *T. grandis* presentó el mayor IMA en altura (1.11 m/año). *K. senegalensis* presentó el mayor incremento en cuanto al DAP (1.6 cm/año) y *P. quinata* presentó el mejor IMA promedio en volumen (0,015 m³/año). Ver cuadro 4.

Cuadro 4. IMA en diámetro, altura total y volumen por edad de las especies establecidas en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.

Especie	Variables	Edad (años)				
		5	8	9	10	11
Caoba del Pacífico (<i>Swietenia humilis</i> Zucc)	DAP (cm/año)	1.58	1.68	1.25	1.52	1.19
	Altura (m/año)	0.95	1.34	0.67	1.1	0.77
	Vol. (m ³ /año)	0.0026	0.01	0.0047	0.02	0.01
Falso roble (<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC)	DAP (cm/año)	1.85	1.1	0.98	0.67	0.85
	Altura (m/año)	1.02	0.8	0.58	0.62	0.66
	Vol. (m ³ /año)	0.0038	0.0029	0.0023	0.0016	0.0031
Caoba africana (<i>Khaya senegalensis</i> (Desv.) A.Juss.)	DAP (cm/año)		1.46	1.44	1.92	
	Altura (m/año)		1.09	0.87	1.12	
	Vol. (m ³ /año)		0.01	0.01	0.02	
Pochote (<i>Pachira quinata</i> (Jacq.) Alverson)	DAP (cm/año)				1.77	1.3
	Altura (m/año)				1.04	0.93
	Vol. (m ³ /año)				0.02	0.01
Ñambar (<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl)	DAP (cm/año)				0.82	
	Altura (m/año)				0.64	
	Vol. (m ³ /año)				0.0024	
Teca (<i>Tectona grandis</i> L.F.)	DAP (cm/año)					1.02
	Altura (m/año)					1.11
	Vol. (m ³ /año)					0.01

4.3. Análisis de varianza (ANOVA) del incremento medio anual en diámetro, altura y volumen.

Para respaldar los resultados anteriormente mencionados, se realizó un análisis de varianza en las variables IMA DAP, IMA altura y volumen total, la que demostró que existe una diferencia altamente significativa (< 0.05) entre las especies en estudio (Cuadro 5.). Esta diferencia observada en los promedios de crecimiento puede referirse a factores genéticos de cada especie. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis alternativa.

Cuadro 5. Análisis de varianza del IMA en diámetro, altura y volumen de la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.

Variable	Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.	Grado de significancia
IMA DAP	Especies	423.335	5	0.255	53.154	0.000	Altamente significativo
IMA altura	Especies	131.675	5	0.075	98.089	0.000	Altamente significativo
Vol. total	Especies	2.642	5	0.528	103.487	0.000	Altamente significativo

4.4. Comparación entre los requerimientos ambientales de cada especie y las características ambientales de la finca Eco forestal

Al comparar los requerimientos ambientales de cada especie con las características biofísicas de la finca Eco forestal (Cuadro 6) muestra que las especies están creciendo dentro de su rango de distribución normal (suelo, temperatura, precipitación y altitud) por lo que se pronostica un buen desarrollo y rendimiento si se le da un buen manejo silvicultural.

Cuadro 6. Matriz de requerimientos ambientales de cada especie y las características ambientales de la finca Eco forestal.

	suelo	Temperatura	precipitación	altitud
Finca Eco forestal	Profundos de 60 – 70 cm, Franco arcilloso de textura fina, bien drenados, permeabilidad moderada	28°C	1100mm	0 – 1200 msnm
Teca	Gran variedad de suelos, prefiere suelos planos, Franco arenoso o arcilloso, profundos, fértiles, bien drenados	13 – 42°C	800 – 2500 mm	0 – 1300 msnm
Pochote	Suelos profundos, planos y bien drenados, Fértiles, pH de 5.5 – 7.5, Franco arenosos	20 – 29°C	800 – 2000 mm	0 – 800 msnm
Caoba africana	Fértiles, profundos, Franco arenosos, bien drenados, tolera suelos neutrales hasta fuertemente ácidos	24 – 30°C	950 – 1750 mm	0 – 1500 msnm
Falso roble	Suelos arenosos, aluviales, fértiles y bien drenados, tolera suelos ácidos,	19 – 30°C	1200 – 2500 mm	0 – 1300 msnm
Ñambar	Suelos profundos hasta rocosos, drenaje libre, suelos planos menores del 15%	25 – 35°C	< 2000 mm	< 300 msnm
Caoba del Pacífico	Suelos profundos, ricos en materia orgánica y bien drenados	> 24°C	1100 – 1400 msnm	5 – 500 mm

Fuente (MARENA/INAFOR. 2002)

V. CONCLUSIONES

La sobrevivencia en general es buena, lo cual demuestra que la mortalidad no es atribuible directamente a las condiciones del sitio, tales como: suelo, temperatura, precipitación y altitud. Sino a otros factores como: calidad de las plántulas obtenidas en el vivero, transporte inadecuado, falta de mantenimiento control de malezas, entre otros.

Desde el punto de vista de incrementos sobresalen las siguientes especies: *T. grandis* (altura), *K. senegalensis* (diámetro) y *P. quinata* (volumen) lo que significa que son especies con potencial para ser usadas en plantaciones forestales, considerando los requerimientos ambientales de las especies. Por ejemplo el Ñambar (*Dalbergia retusa* Hemsl.) presentó el menor incremento medio anual en diámetro con 0.82 cm/año

La variabilidad observada en los promedios de incrementos tanto en diámetro como en altura (para la misma edad y sitio), puede referirse a factores genéticos o intrínsecos de la especie.

Las condiciones biofísicas de la finca Eco forestal son adecuadas para la adaptabilidad de las especies en estudio, por lo que se pronostica un buen desarrollo y rendimiento si se le da un buen manejo silvicultural.

VI. RECOMENDACIONES

Considerando que las especies presentaron una buena sobrevivencia de acuerdo a Centeno 1993. Y los incrementos de las especies los podemos considerar como muy buenos de acuerdo al sitio donde están establecidas las plantaciones. Por ejemplo, el Ñambar (*Dalbergia retusa Hemsl.*) presentó el menor incremento medio anual en diámetro con 0.82 cm/año. De acuerdo a estos resultados recomendamos estas especies para ser usadas en plantaciones forestales en áreas del pacifico de Nicaragua.

Realizar este tipo de estudios cada año para obtener datos más precisos en cuanto a sobrevivencia e incremento de estas especies. Considerando que en Nicaragua existen pocas investigaciones de este tipo.

VII. LITERATURA CONSULTADA

- Arana, M. 2001.** Evaluación del crecimiento de Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*) en tres sitios del Zamorano. Honduras. Tesis de la carrera de desarrollo económico y ambiente, Zamorano, Honduras. Pag. 13
- Benavides U., G. S., J. D. Benavides, A. Rueda S. y M. Silva L. 2005.** Evaluación del crecimiento de seis especies tropicales de rápido crecimiento en La Huerta, Jalisco. In: Memorias del VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales del 26 al 28 de octubre del 2005. CONAFOR, SEMARNAT, INIFAP, FIRA. Chihuahua, México. 476 p.
- Calzadilla, E., Torres, J., Ferrer, A. 1992.** Los Sistemas Agroforestales en la República de Cuba. La Habana. Rev. Forestal Baracoa 22(1): 59-71 pag.
- CATIE, 1991.** Pochote: *Bombacopsis quinatum* Jacq. Dugand, especies de árbol de uso múltiple en América Central /Centro Argonómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, C.R. Pag. 68 (Serie Técnica. Informe técnico / CATIE; no. 172)
- CATIE, 2000.** Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Rodolfo Salazar, coord. Téc., Carolina Soihet, José Miguel Méndez, Comps. Téc. Proyecto de Semillas Forestales: Danida Forest Seed Centre. CATIE. Serie técnica. Manual técnico No. 41. Volumen 1. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- Centeno, M. 1993.** Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. Trabajo diploma. Ingeniería Forestal. Managua, Nicaragua UNA. P. 79.
- INAFOR, 2009.** Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007 – 2008, Managua, Nicaragua, 232 p.
- INTA, 2003.** Plantaciones forestales de Nicaragua. Guía técnica No. 26. Primera edición. Managua, Nicaragua. 98 p.
- López, J. 1999.** Resumen del Plan General de Manejo Forestal. (en línea). Consultado el 10 Oct. 2015. Disponible en www.simplementemadera.com/wp-content/uploads/PGM.pdf
- Linares, E. 2005.** Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales. Ed. MINAG. 94 p. (Instrucción Técnica 6).

- MARENA/INAFOR, 2002.** Guía de especies forestales de Nicaragua. 1ª Edición. Managua, Nicaragua, Editora de Arte, S.A. 82, 258, 271, 283 p.
- Rondeux, J. 2010.** Medición de árboles y masas forestales. Madrid (España) Mundi – Prensa.. 25 – 61 p.
- Rueda S. A., Benavides S. J., Rubio C. E., Sáenz R. J., Prieto R. J., Molina. C. A. 2011.** Evaluación de plantaciones forestales comerciales de tabebuia rosea en el estado de Jalisco. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. México. Folleto Técnico Núm. 12. 27 pg.
- Salazar, R. 1997.** Tabebuia rosea (Bertol) DC. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales, CATIE, No. 8. 2 pp.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Formulario de campo utilizado en las mediciones de las parcelas establecidas en la finca Eco-forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.

Anotador: _____

Fecha de medición: _____

Lote	PPM	Identid árbol	Especie	DAP (cm)	H total (m)	Observaciones

Anexo 2. Porcentaje de sobrevivencia por edad y por especies de la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.

Especie		Edad (años)	Ind. plantados	Ind. vivos	Ind. muertos	S%
Nombre común	Nombre científico					
C. Pacifico	<i>Swietenia humilis. Zucc</i>	5	36	34	2	94,4
Falso roble	<i>Tabebuia rosea (Bertol) DC</i>	5	36	28	8	77,7
Caoba africana	<i>Khaya senegalensis (Desv.). A.Juss</i>	8	166	149	17	89,7
C. Pacifico	<i>Swietenia humilis. Zucc</i>	8	95	82	13	86,3
Falso roble	<i>Tabebuia rosea (Bertol) DC</i>	8	358	270	88	75,4
Caoba africana	<i>Khaya senegalensis (Desv.). A.Juss</i>	9	36	28	8	77,7
C. Pacifico	<i>Swietenia humilis. Zucc</i>	9	143	106	37	74,1
Falso roble	<i>Tabebuia rosea (Bertol) DC</i>	9	433	341	92	78,7
Caoba africana	<i>Khaya senegalensis (Desv.). A.Juss</i>	10	14	11	3	78,5
C. Pacifico	<i>Swietenia humilis. Zucc</i>	10	59	47	12	79,6
Ñambar	<i>Dalbergia retusa Hemsl.</i>	10	76	57	19	75
Pochote	<i>Pachira quinata (Jacq.)</i>	10	40	32	8	80
Falso roble	<i>Tabebuia rosea (Bertol) DC</i>	10	54	40	14	74
C. Pacifico	<i>Swietenia humilis. Zucc</i>	11	104	70	34	67,3
Pochote	<i>Pachira quinata (Jacq.)</i>	11	412	269	143	65,2
Falso roble	<i>Tabebuia rosea (Bertol) DC</i>	11	46	37	9	80,4
Teca	<i>Tectona grandis L.F.</i>	11	86	67	19	77,9

Ind.: individuos

S%: Porcentaje de sobrevivencia

Anexo 3. Prueba de medias Tukey por especies de la plantación establecida en la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas 2010.

Especie	Fuente de Variación	N	Subconjunto para alfa: 0.05		
			1	2	3
Ñambar	IMA DAP	57	0.824386		
Teca		67		1.021707	
Falso roble		716		1.032911	
Pochote		301			1.352997
Caoba del Pacífico		338			1.421390
Caoba africana		188			1.4778852
Sig.				1.000	1.000
Ñambar	IMA altura	57	0.638386		
Falso roble		716	0.687687		
Pochote		301		0.938734	
Caoba del Pacífico		338		0.941397	
Caoba africana		188			1.054682
Teca		67			1.112616
Sig.				0.715	1.000
Falso roble	Vol. tot	716	0.021846		
Ñambar		57	0.024146		
Caoba africana		188		0.061868	
Caoba del Pacífico		338		0.070563	
Teca		67		0.083706	
Pochote		301			0.129530
Sig.				1.000	0.130