



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Trabajo de Graduación

Estudio de crecimiento y sobrevivencia de dos especies forestales
Granadillo (*Dalbergia retusa Hemsl*), y Brasil blanco (*Caesalpinia
velutina Britt y Rose*), en la unidad de experimentación y evaluación
Finca El Plantel

Autores:

Br. Allan Miguel Miranda Mairena
Br. Jaiser Jayson Fenley Law

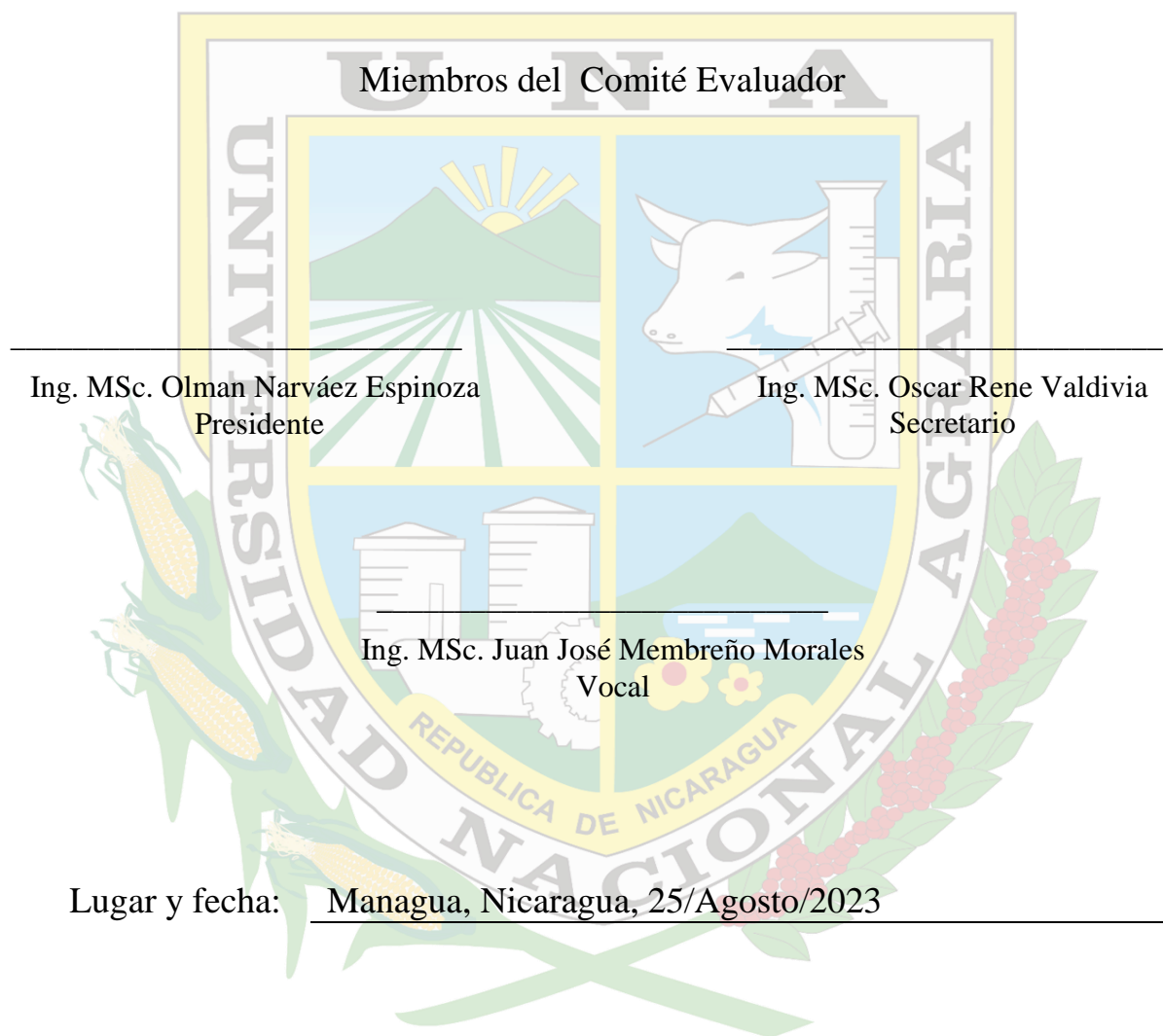
Asesor:

Ing. M.C. Francisco G. Reyes Flores

Managua, Nicaragua
Agosto, 2023

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

INGENIERIA FORESTAL CON MENCIÓN EN RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES



DEDICATORIA

En primera instancia doy gracias a Dios por regalarme vida, darme fuerza y fe de haberme guiado y de darme sabiduría y protegido en el transcurso de toda mi formación como profesional para lograr graduarme en la carrera en la cual me prepare.

A mis padres: Alan Gerardo Miranda Osegueda y Julissa Francisca Caracas Mairena, por todo el esfuerzo y sacrificio que realizaron por educarme, y apoyarme en todo lo que necesitaba en la etapa de mi vida, por confiar en mí y aconsejarme en todo momento para lograr mi objetivo de convertirme en un buen profesional para poder enfrentar todos los retos que la vida nos da en el transcurso de mi existencia.

A mis hermanos y amigos, que siempre han deseado lo mejor para mí y que siempre me brindaron su aliento para salir adelante.

Muy especialmente dedico este trabajo a mis compañeros de clase de la generación 2015 y 2017 al grupo de los chikys baby que pasamos por unos buenos y malos momentos en el transcurso de nuestra profesión.

Dios me los bendiga y proteja siempre, muchas gracias por haberlos conocidos.

Br. Allan Miguel Miranda Mairena

DEDICATORIA

Primeramente, doy gracias a Dios darme su misericordia la fuerza y el valor para enfrentar los momentos difíciles de mi vida, y por permitir culminar los estudios en esta prestigiosa alma mater.

A mi madre MIRIAM LAW SCHULZ por darme la vida y el apoyarme siempre, quien ha sido pilar fundamental en mi vida para seguir en pie una mujer luchadora y trabajadora. A NIXIA PETERS que han sido como mi segunda madre durante mi proceso de estudio y que sin ella no hubiese lo logrado mis metas y mis sueños. A mi abuelita que descanse en paz le dedico esta culminación este trabajo a ella que siempre me decía que me quería ver graduar a su único nieto varón ella siempre me animaba a seguir adelante.

A mis tías CLARIBEL, KEÑA, NIXIA por estar conmigo siempre y darme todo su apoyo moral y económico

A mis compañeras de clase al grupo Chikys babys, MISHELL, CINTIA, MABELIN, FERNANDA, y mi estimado compañero de tesis ALLAN MIRANDA por estar en las buenas y en las malas.

Las verdaderas amistades duran y se fortalecen a través del tiempo y la distancia los momentos son inolvidables entre buenos amigos.

Br. Jaiser Jayson Fenley Law

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por iluminarme y guiarme mi vida y darme la fortaleza y sabiduría para poder lograr y culminar mis estudios.

A Universidad Nacional Agraria, mi alma mater por haberme brindado sus puertas para poder formarme como un buen profesional.

A mi asesor y profesor Ing. M.C. Francisco Reyes Flores, por haberme brindado su tiempo y ayudado para poder optar al título de Ingeniero Forestal ya que sin su apoyo no hubiese hecho posible este estudio.

Quiero agradecer también a mis compañeros de clase que me brindaron su apoyo incondicionalmente una vez que egrese de la carrera, ellos son Génesis Michelle Montoya Pérez, Cinthya Teresa Calleja Rivera, Mabeling Nohemí Huete Gómez y Jaiser Jayson Fenley Law.

A mi compañero de tesis Jaiser Jayson Fenley Law por ser mi compañero de trabajo durante todo el periodo de la carrera.

A los profesores de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA) y que de una u alguna forma me brindaron sus conocimientos y me orientaron para ser un buen profesional.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), por brindarme el financiamiento de este proyecto para que fuese posible esta investigación de tesis.

Br. Allan Miguel Miranda Mairena

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a DIOS por concederme salud y vida y todo lo necesario para culminar mi carrera haciéndome capaz para enfrentar los retos más difíciles de mi vida en el transcurso de esta.

A todos mis compañeros y amigos con quienes puede compartir momentos muy inolvidables en la universidad por su amistades y sus aportes y sus consejos.

A la universidad nacional agraria por ser nuestra alma mater y forjar profesionales capaces y para saber luchar frente adversidades del destino, a la Facultad De Recursos Naturales Y Del Ambiente (FARENA) por apoyarnos y facilitar este espacio de superación y de culminación del proyecto de nuestra carrera de ingeniería forestal con mención de restauración de ecosistema fragmentado.

A la oficina de Deportes por su apoyo con becas durante el transcurso de la carrera.

A mi docente de la universidad, principalmente a la DR. MARTA OROZCO por darme el apoyo moral durante el transcurso de la carrera.

A mi asesor Ing. M.C. FRANCISCO GIOVANI REYES FLORES, por su confianza y la oportunidad durante la ejecución de este trabajo y el apoyo y el ánimo que me brindaba.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), por brindarme el financiamiento de este proyecto para que fuese posible esta investigación de tesis.

Br. Jaiser Jayson Fenley Law

ÍNDICE DE CONTENIDO

| SECCIÓN | PÁGINA |
|--|--------|
| DEDICATORIA | i |
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTOS | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | viii |
| INDICE DE CUADROS | ix |
| INDICE DE FIGURAS | xi |
| INDICE DE ANEXO | xii |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| I. INTRODUCCIÓN | 15 |
| II. OBJETIVOS | 16 |
| 2.1.1. Objetivo general | 16 |
| 2.1.2. Objetivos específicos | 16 |
| III. MARCO DE REFERENCIA | 17 |
| 3.1.1. Plantaciones forestales | 17 |
| 3.1.2. Manejo de plantaciones forestales | 17 |
| 3.1.3. Plantaciones dendroenergéticas | 17 |
| 3.1.4. Supervivencia | 17 |
| 3.1.5. Variables dasométricas | 18 |
| 3.1.6. Altura de la planta | 18 |
| 3.1.7. Diámetro basal | 18 |
| 3.1.8. Crecimiento | 18 |
| 3.2. Especies amenazadas | 18 |
| 3.3. Descripción de las especies | 18 |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS | 21 |
| 4.1.1. Ubicación del área del estudio | 21 |

| | |
|---|----|
| 3.1.8. Crecimiento | 18 |
| 3.2. Especies amenazadas | 18 |
| 3.3. Descripción de las especies | 18 |
| IV. MATERIALES Y METODOS | 21 |
| 4.1.1. Ubicación del área del estudio | 21 |
| 4.1.2. Acceso | 21 |
| 4.1.3. Características biofísicas | 21 |
| 4.1.4. Suelo | 21 |
| 4.1.5. Clima | 22 |
| 4.1.6. Temperatura | 22 |
| 4.1.7. Vegetación | 22 |
| V. Diseño metodológicos | 23 |
| 5.1.1. Etapa de pre-campo | 23 |
| 5.1.2. Visita al sitio | 23 |
| 5.1.3. Selección de especies | 24 |
| 5.2. Etapa de campo | 25 |
| 5.2.1. Descripción del sitio seleccionado | 25 |
| 5.2.2. Preparación del terreno | 26 |
| 5.2.3. Delimitación de los bloques de la plantación | 26 |
| 5.2.4. Diseño de la plantación | 27 |
| 5.2.5. Tamaño de la muestra | 28 |
| 5.2.6. Manejo de la plantación | 29 |
| 5.2.7. Riego | 29 |
| 5.2.8. Limpieza del área | 30 |
| 5.2.9. Maquinarias y equipo utilizado | 31 |
| 5.2.10. Fertilización | 32 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.3. | Etapa post campo | 32 |
| 5.3.1. | Variables para evaluar | 32 |
| 5.3.2. | Altura de la planta | 32 |
| 5.3.3. | Diámetro basal | 33 |
| 5.3.4. | Incremento medio mensual en altura | 34 |
| 5.3.5. | Incremento medio mensual de diámetro | 34 |
| 5.3.6. | Porcentaje de sobrevivencia | 35 |
| 5.3.7. | Clasificación del tipo de daño | 36 |
| 5.3.8. | Procesamiento y análisis de datos | 36 |
| 5.3.9. | Materiales y equipos | 36 |
| VI. | RESULTADOS Y DISCUSION | 37 |
| 6.1.1. | Análisis del crecimiento e incremento del diámetro promedio de la especie <i>Dalbergia retusa</i> para los dos callejones | 37 |
| 6.1.2. | Callejón de <i>D. retusa</i> fertilizado | 37 |
| 6.1.3. | Callejón de <i>D. retusa</i> No fertilizado | 37 |
| 6.1.4. | Prueba de T-Student para el diámetro basal de la especie <i>Dalbergia retusa</i> | 38 |
| 6.2. | Análisis del crecimiento e incremento de la altura promedio de la especie <i>Dalbergia retusa</i> para los dos callejones | 38 |
| 6.2.1. | Callejón de <i>D. retusa</i> fertilizado | 38 |
| 6.2.2. | Callejón de <i>D. retusa</i> No fertilizado | 38 |
| 6.2.3. | Prueba de T-Student para la altura de la especie <i>Dalbergia retusa</i> | 39 |
| 6.2.4. | Análisis de la sobrevivencia de la especie <i>Dalbergia retusa</i> | 39 |
| 6.3. | Análisis del crecimiento e incremento del diámetro promedio de la especie <i>Caesalpinia velutina</i> para los dos callejones | 40 |
| 6.3.1. | Callejón de <i>C. velutina</i> fertilizado | 40 |
| 6.3.2. | Callejón de <i>C. velutina</i> No fertilizado | 40 |

| | |
|--|----|
| 6.3.3. Prueba de T-Student para el diámetro basal de la especie <i>Caesalpinia velutina</i> | 41 |
| 6.4. Análisis del crecimiento e incremento de la altura promedio de la especie <i>Caesalpinia velutina</i> para los dos callejones | 42 |
| 6.4.1. Callejón de <i>C. velutina</i> fertilizado | 42 |
| 6.4.2. Callejón de <i>C. velutina</i> No fertilizado | 42 |
| 6.4.3. Prueba de T-Student para la altura de la especie <i>Caesalpinia velutina</i> | 43 |
| 6.4.4. Análisis de la sobrevivencia de la especie <i>Caesalpinia velutina</i> | 43 |
| 6.5. Recomendaciones silviculturales técnicas para la plantación. | 45 |
| VII. CONCLUSIÓN | 46 |
| VIII. RECOMENDACIONES | 47 |
| IX. LITERATURA CITADA | 48 |
| X. ANEXO | 51 |

INDICE DE CUADROS

| CUADRO | | PÁGINA |
|---------------|--|---------------|
| 1 | Categorización de la sobrevivencia para la evaluación de la plantación forestal. | 34 |
| 2 | Clasificaciones de los tipos de daños en las plantaciones. | 35 |

INDICE DE FIGURAS

| FIGURA | | PÁGINA |
|--------|---|--------|
| 1 | Ubicación de la plantación de (<i>Caesalpinia velutina</i>) y (<i>Dalbergia retusa</i>), en la Unidad de Evaluación y Experimentación Finca El Plantel, Masaya (2022). | 21 |
| 2 | Diagrama de procesos metodológicos de la plantación Finca El Plantel 2022. | 23 |
| 3 | Reconocimiento y selección del área donde se realizó la siembra de la plantación, 2021. | 23 |
| 4 | Selección de las especies de (<i>Caesalpinia velutina</i>) y (<i>Dalbergia retusa</i>) para el establecimiento de la plantación 2021. | 24 |
| 5 | Descripción del sitio de la plantación forestal de (<i>Caesalpinia velutina</i>) y (<i>Dalbergia retusa</i>). | 25 |
| 6 | Preparación del terreno para el establecimiento de la plantación forestal Finca El Plantel 2021. | 26 |
| 7 | Delimitación de los bloques de la plantación forestal Finca El Plantel 2022. | 26 |
| 8 | Diseño de las plantaciones de (<i>Caesalpinia velutina britt y rose</i>) y (<i>Dalbergia retusa hemsl</i>) finca el plantel 2022. | 27 |
| 9 | Diseño del tamaño de la muestra de la plantación de los callejones 3 y 4 de las especies de (<i>Caesalpinia velutina</i>) y (<i>Dalbergia retusa</i>), Finca El Plantel 2022. | 28 |
| 10 | Riego manual de las plantas de la plantación forestal Finca El Plantel 2022. | 29 |
| 11 | Limpieza mecánica y manual del área de la plantación forestal Finca El Plantel 2022. | 30 |
| 12 | Maquinarias y equipos utilizados para el mantenimiento de la plantación forestal | |

| | | |
|----|---|----|
| | 2022. | 30 |
| 13 | Preparación y aplicación del fertilizante en la plantación forestal de (<i>Caesalpinia velutina</i> y <i>Dalbergia retusa</i>) 2022. | 31 |
| 14 | Medición de la altura de la plantación forestal Finca El Plantel 2022. | 32 |
| 15 | Medición del diámetro de la plantación forestal Finca El Plantel 2022. | 33 |
| 16 | Diámetro promedio de la especie (<i>Dalbergia retusa</i>) en la Unidad de Validación y Experimentación Finca El Plantel 2022. | 36 |
| 17 | Altura promedio de la especie (<i>Dalbergia retusa</i>) en la Unidad de Validación y Experimentación Finca El Plantel 2022. | 38 |
| 18 | Comportamiento del porcentaje de sobrevivencia de la especie (<i>Dalbergia retusa</i>), en los dos callejones estimados en un lapso de 10 meses en la Unidad de Experimentación y Validación Finca El Plantel 2022. | 39 |
| 19 | Incremento promedio en diámetro basal de la especie de (<i>Caesalpinia velutina</i>), en la Unidad de Validación y Experimentación Finca El Plantel 2022. | 40 |
| 20 | Altura promedio de la especie (<i>Caesalpinia velutina</i>) en la Unidad de Validación y Experimentación Finca El Plantel 2022. | 41 |
| 21 | Comportamiento del porcentaje de sobrevivencia de la especie (<i>Caesalpinia velutina</i>), en los dos callejones estimados en un lapso de 10 meses en la Unidad de Experimentación y Validación Finca El Plantel 2022. | 42 |

INDICE DE ANEXO

| ANEXO | | PÁGINA |
|-------|--|--------|
| 1 | Formato de registro para la recolección de datos de la plantación de (<i>Dalbergia retusa</i>) y (<i>Caesalpinia velutina</i>) | 49 |
| 2 | Prueba de T-Student del incremento promedio en diámetro de la especie (<i>Dalbergia retusa</i>) de los callejones 3 y 4 | 49 |
| 3 | Prueba de T-Student del incremento promedio en altura de la especie (<i>Dalbergia retusa</i>) de los callejones 3 y 4 | 49 |
| 4 | Prueba de T-Student del incremento promedio en diámetro de la especie (<i>Caesalpinia velutina</i>) de los callejones 3 y 4 | 50 |
| 7 | Prueba de T-Student del incremento promedio en altura de la especie (<i>Caesalpinia velutina</i>) de los callejones 3 y 4 | 50 |
| 8 | Calculo del incremento medio mensual de diámetro (cm) y altura (m) para el callejón 3 y 4 de (<i>Dalbergia retusa</i>). | 50 |
| 9 | Calculo del incremento medio mensual de diámetro (cm) y altura (m) para el callejón 3 y 4 de <i>Caesalpinia velutina</i> | 50 |

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la finca El Plantel, con el fin de evaluar variables dasométricas para las especies de *Dalbergia retusa* y *Caesalpinia velutina*, en dos callejones uno fertilizado y el otro no, así como también determinar el porcentaje de sobrevivencia durante un periodo de 10 meses. Se realizaron en plantaciones en callejones ambos de 20 metros de ancho y 413 metros de longitud para el callejón fertilizado y el no fertilizado de 301 metros de longitud, ubicado entre bloques en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis*, Realizando 3 líneas de plantación en ambos callejones. Los distanciamientos para ambos callejones fue de 2 m x 5 m. A estas plantas se les aplico actividades silviculturales, para su debido manejo. El muestreo se realizó en parcelas para cada una de las especies dando un total de 8 parcelas donde 4 parcelas son de *D. retusa* y 4 parcelas de *C. velutina*, para el callejón Fertilizado y para el callejón No fertilizado dieron un total de 6 parcelas donde 3 parcelas son de *D. retusa* y 3 parcelas son de *C. velutina*, para ambos callejones las dimensiones de las parcelas fueron de 5 m x 26 m en la línea central de cada callejón, con una muestra total de 96 plantas para el callejón tres donde 48 plantas son de *D. retusa* y 48 son de *C. velutina* y para el callejón cuatro dando una muestra de 72 plantas donde 36 plantas son de *D. retusa* y 36 son de *C. velutina*. Las variables evaluadas fueron diámetro basal, altura total y la sobrevivencia realizando 3 mediciones en total. En el callejón fertilizado la especie *D. retusa* fue el que presento un mayor crecimiento promedio en diámetro basal y en altura que el callejón no fertilizado y la especie *C. velutina* fue el que presento un mayor crecimiento promedio en diámetro y en altura en el callejón fertilizado que en el callejón no fertilizado Según la prueba T-Student la especie *D. retusa* para los dos callejones no existen diferencias significativas en los incrementos en diámetro basal, Pero sin embargo si existe diferencias significativas en altura, y la especie *C. velutina* en los dos callejones si existe diferencias significativas en los incremento de diámetro basal y en altura. La sobrevivencia para la especie *D. retusa* en el callejón fertilizado fue menor que en el callejón no fertilizado y para la especie *C. velutina* la sobrevivencia fue menor en el callejón fertilizado que en el no fertilizado. Se concluye que la plantación obtuvo un buen crecimiento e incremento haciendo una comparación con otros documentos realizados sobre plantación forestal.

Palabras clave: Plantaciones dendroenergeticas, manejo de plantación, incremento, sobrevivencia, variables dasométricas.

ABSTRACT

The present study was carried out at finca El Plantel, in order to evaluate dasometric variables for the species of *Dalbergia retusa* and *Caesalpinia velutina*, in two alleys, one fertilized and the other not, as well as to determine the percentage of survival during a period of 10 months. Plantings were carried out in alleys, both 20 meters wide and 413 meters long for the fertilized alley and the unfertilized alley, 301 meters long, located between blocks in a *Eucalyptus camaldulensis* plantation, making 3 planting lines in both alleys. The spacing for both alleys was 2 m x 5 m. Silvicultural activities were applied to these plants, for their proper management. Sampling was carried out in plots for each of the species, giving a total of 8 plots where 4 plots are *D. retusa* and 4 plots are *C. velutina*, for the fertilized alley and for the unfertilized alley they gave a total of 6 plots. where 3 plots are *D. retusa* and 3 plots are *C. velutina*, for both alleys the dimensions of the plots were 5 m x 26 m on the center line of each alley, with a total sample of 96 plants for alley three where 48 plants are *D. retusa* and 48 are *C. velutina* and for alley four giving a sample of 72 plants where 36 plants are *D. retusa* and 36 are *C. velutina*. The variables evaluated were basal diameter, total height and survival, making 3 measurements in total. In the fertilized alley the species *D. retusa* was the one that presented a greater average growth in basal diameter and in height than the unfertilized alley and the species *C. velutina* was the one that presented a greater average growth in diameter and height in the alley fertilized than in the unfertilized alley According to the T-Student test, the species *D. retusa* for the two alleys does not exist significant differences in the increases in basal diameter but nevertheless there are significant differences in height, and the species *C. velutina* in the two alleys if there are significant differences in the increase in basal diameter and in height. Survival for the species *D. retusa* in the fertilized alley was lower than in the unfertilized alley and for the species *C. velutina* survival was lower in the fertilized alley than in the unfertilized one. It is concluded that the plantation obtained a good growth and increase making a comparison with other documents made on forest plantation.

Key words: Dendroenergetic plantations, plantation management, increase, survival, dasometric variable

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua cuenta con un enorme potencial de recursos forestales, 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). En los últimos años Nicaragua ha dado algunos pasos en la producción de madera en plantaciones. A la fecha cuenta con unas 36 mil hectáreas de especies exóticas; entre las que se incluyen unas 9 mil de áreas de conservación. Sin embargo, el potencial de los suelos permitiría incrementar hasta 14 veces esas áreas; porque unas 500 mil hectáreas son óptimas para establecer plantaciones forestales (Rodríguez, y et. al, 2017). Las plantaciones forestales son bosques que se han creado con árboles de una misma especie o en combinaciones con otras; no son bosques de regeneración natural, sino que han sido plantados con el objetivo de aprovecharlos comercialmente en la producción de madera (Rodríguez y et. al, 2017).

Según (González y López, 2006). Se establecen en sitios que han tenido diversos usos, principalmente se hacen en potreros sobre pastoreados y abandonados, cada situación deberá manejarse de diferentes maneras. Sembrar sobre suelos compactados no es correcto y la solución es la descompactación mecánica o manual del suelo. Las plantaciones forestales reducen la presión a los bosques naturales por la oferta de madera que generan; y al ubicarse en tierras que han sido degradadas por la mano del hombre, la importancia de establecer plantaciones es de que contribuyen a la regeneración de fuentes de agua, la protección de los suelos, el aumento de la biodiversidad y la capacidad de capturar carbono al suelo, por lo que ayuda a contrarrestar los efectos del cambio climático (Rodríguez y et. al, 2017).

La importancia de establecer plantaciones forestales es para poder restaurar y recuperar la calidad del suelo, para contar con materias primas que necesitan las plantas para desarrollo fotosintético. La Unidad experimental finca el plantel tiene un área de 163 ha, divididas en tres zonas que son: Bosques, cultivos y pasto. De las 163 ha, 9.93 ha son de plantaciones forestales (Méndez y Muñoz, 2020).

Este estudio tuvo como objetivo de evaluar el incremento medio mensual y la sobrevivencia en 10 meses de las especies forestales de Granadillo y Brasil blanco establecidas en dos callejones; uno fertilizado y el otro no fertilizado en la finca El Plantel a través de las realizaciones de mediciones dasométricas (diámetros basal y altura) por lo que se estimó el incremento en diámetro (cm) y altura (m) de dichas especies, mediante un muestreo en la plantación forestal, así como también determinar las afectaciones antropogénicas y naturales a través de un reconocimiento directo, de esta manera obtener información más precisa para la toma de decisiones para el manejo de la plantación de estas especies.

II. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general

Evaluar el crecimiento, incremento y porcentaje de sobrevivencia de dos especies forestales nativas en la unidad de experimentación y evaluación de la finca El Plantel. 2021-2022

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el incremento de las variables dasométricas de las dos especies forestales establecidas en un periodo de diez meses.
- Evaluar el incremento medio mensual en altura y diámetro de las dos especies forestales establecidas.
- Estimar el porcentaje de sobrevivencia de las dos especies forestales establecidas en un periodo de diez meses.
- Brindar recomendaciones técnicas para darle un buen manejo silvicultural a la plantación forestal de Granadillo (*Dalbergia retusa*) y Brasil blanco (*Caesalpinia velutina*).

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1.1. Plantaciones forestales

Una plantación forestal es un tipo de bosque especial. En comparación con muchos bosques naturales, en particular los tropicales, la plantación forestal es simple y uniforme a pesar de que las plantaciones forestales son mucho menos complejas, ya que son ecosistemas forestales, tanto por sus características funcionales y como sus estructuras (Richter y Calvo, 1995).

Consiste en el establecer árboles en el área que se desea repoblar, después que las plantas han pasado las fases críticas de germinación a nivel de vivero. La plantación forestal es el establecimiento de una cubierta arbórea en un área determinada, a través de la cual se asegura la sobrevivencia de una densidad mínima de plantas por hectáreas, que en definitiva deben de dar origen a un bosque (Mariscal y Martínez, 2000).

3.1.2. Manejo de plantaciones forestales

El manejo de la plantación forestal es importante ya que una vez establecida la plantación hay que realizar diferentes tipos de actividades de manejo ya que, si no se realizan en el tiempo necesario, todas las labores anteriormente relacionadas con el establecimiento de la plantación se perderían (Escorcía y Rodríguez, 2005).

El objetivo del manejo es lograr que la plantación logre mediante la aplicación de tratamientos silviculturales cumplir con los objetivos de producción esperados (Escorcía y Rodríguez 2005).

3.1.3. Plantaciones dendroenergéticas

Los ciclos de producción de una plantación dendroenergética son diferentes a una plantación comercial tradicional. Al utilizarse densidades muy altas por hectárea, los turnos de producción se reducen a desde 12 meses a tres años dependiendo de la especie seleccionada. Acá el silvicultor tiene también la posibilidad de manejar la densidad para obtener una dimensión de producto que maximice su conversión a energía. (Rodríguez, et. al, 2017).

3.1.4. Sobrevivencia

Se define como la estimación del número de árboles vivos por hectárea expresada en porcentaje durante un tiempo determinado. En las plantaciones artificiales la sobrevivencia se determina por lo general durante los primeros años de su establecimiento a fin de cuantificar la tasa de esta cuando ha estado expuesta a daños por factores bióticos y abióticos (Téllez, 1998).

La tasa de sobrevivencia para una especie en particular determina el éxito de su establecimiento como plantación en un sitio exótico o de condiciones edafoclimática extremas contribuyendo esto directamente a la conservación y recuperación de la productividad de los suelos en las áreas deforestadas, localizadas en las zonas secas o húmedas (Téllez, 1998).

3.1.5. Variables dasométricas

3.1.6. Altura de la planta

Se define como la distancia desde el ras del fuste hasta el ápice de la planta (Téllez, 1998).

Las variables de crecimiento son objeto de medición más común en un árbol para una especie forestal específicamente con el fin de calcular su volumen, para ello se necesitan los datos de altura total y el diámetro a la altura del pecho (Téllez, 1998).

La medición de la altura total es la distancia vertical entre la base del tallo y el ápice de la copa, para este efectos de este estudio la medición de la altura total se tomó con una cinta métrica, donde se midió desde la base del tallo hasta el ápice terminal de la planta para cada una de las especies. (Suarez, 2018).

3.1.7. Diámetro basal

Esta variable se refiere al diámetro basal del árbol medido a 10 cm del suelo, si se representa más de un eje debajo de los primeros 10 cm, se medirá el diámetro basal de cada uno; luego, eleve cada valor al cuadrado, súmelos y extraiga la raíz cuadrada; el resultado es el diámetro basal del árbol. (Salazar, 1989).

3.1.8. Crecimiento

El crecimiento de un árbol es su aumento de tamaño en el tiempo. Se puede expresar en términos de diámetro, altura, área basal, o volumen. A la magnitud del crecimiento se denomina incremento. El crecimiento es el proceso principal que se pretende influir con la silvicultura pues conlleva al producto deseado. (Louman, 2001).

El crecimiento de los árboles puede ser medido a través de la modificación, a un mayor valor, de la magnitud de cualquier característica mensurable como el diámetro, la altura, volumen, biomasa etc. (Dávila, 2015).

3.2. Especies amenazadas

En el apéndice II se incluyen especies que no necesariamente están peligro de extinción, cuyo comercio debe ser controlada con el fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. (Cites, 2021).

3.3. Descripción de las especies

Nombre común de la especie: Brasil blanco

Nombre científico de la especie: *Caesalpinia velutina* (Britt y Rose)

Familia: Fabaceae

(*Caesalpinia velutina*) es una especie latifoliada, caducifolia, que alcanza normalmente hasta 20 m de altura y 30 cm de diámetro. Posee un fuste recto, se ramifica a poca altura, cuando crece en forma aislada; en plantaciones y en cercas vivas el fuste se elonga mas. Presenta copa ancha cuando crece aislado. La corteza es de color blanco grisáceo y lenticelada, que en estado adulto se desprende en placas grandes. (Salazar y Méndez, 2000).

Su madera es amarillenta de grano fino, compactada, fuerte y moderadamente pesada, con una densidad de 0.70 a 0.75 g/cm³. (Salazar y Méndez, 2000).

Hojas

Las hojas son compuestas, paripinnadas, alternas de dos a cuatro pares de pinnas y de cinco a siete pares de hojuelas, con yemas axiliares, son aterciopeladas o velutinosas, a veces alcanzan de 20 a 30 cm de longitud. Las hojuelas se presentan en formas oblongas y oblongo-ovaladas, generalmente de tres a seis centímetros, con base obtusa, redondeada y a veces oblicua, densamente velutinosas o pilosas, principalmente en el envés. (Salazar y Méndez, 2000).

Semillas

Las semillas son de color café oscuro cuando están maduras, de forma redondeada, aplanadas, con diámetro de 5 a 7 mm. (Salazar y Méndez, 2000).

La extracción de la semilla se realiza manualmente. Donde las semillas se pueden recolectar con podadora de extensión, durante los meses de noviembre a enero. Cuando las vainas o legumbres presentan un color café oscuro. Debe de evitarse recolectar frutos secos, ya que por lo general han sido atacados por larvas de coleópteros. (Salazar y Méndez, 2000).

Fruto

Los frutos son legumbres de base obtusa aterciopelada, de color verde claro cuando joven y café oscuro al madurar. Son oblongos, indehiscentes de 2.5 a 3 cm de ancho y de 10 a 15 cm de largo. Cada vaina contiene de dos a diez semillas. (Salazar y Méndez, 2000).

Ecología

Su distribución natural se inicia en las zonas secas del sur de México hasta Guatemala, en zonas de vida de bosque seco subtropical y monte seco espinoso. También se le ha encontrado en Sebaco y Matagalpa, Nicaragua. Las temperaturas de las zonas donde crece en forma natural fluctúan desde 24 hasta 28⁰C. Prospera en sitios con precipitaciones promedio anual entre los 400 y 1000 mm, se ha observado que crece mejor con precipitaciones mayores a 600mm. Los rangos de elevación de la especie van de 50 hasta 1000 msnm; crece en suelos de origen calcáreo y derivados de serpentina, con PH superior a 5.5. A pesar de soportar un amplio rango de suelos, no desarrolla bien en suelos arcillosos; prefiere suelos bien drenados, con textura liviana, franco arenoso o francos. (Salazar y Méndez, 2000). Se usa para leña en las zonas secas de Guatemala, también para construcciones rurales, muebles rústicas, carbón,

postes y para elaborar instrumentos de labranza. Es una planta melífera y es usada como ornamental. (Salazar y Méndez, 2000).

Nombre común de la especie: Granadillo

Nombre científico de la especie: *Dalbergia retusa* (Hemsl)

Familia: Fabaceae

(*Dalbergia retusa*) alcanza alturas entre 15 a 20 m y diámetros entre 40 a 70 cm; base cónica o alargada; fuste irregular o casi recto, generalmente corto; copa umbelada, muy abierta, ramas gruesas oblicuamente ascendentes; la corteza es fisurada longitudinalmente, desprendiéndose en piezas gruesas, grandes e irregulares, áspera, con un grosor de 1 a 2 cm. (Salazar y Méndez, 2000).

Hojas

Las hojas son compuestas imparipinnadas, alternas, peciolo de 4 a 6 cm de largo, con 7 a 15 foliolos alternos en el raquis, oblongos a ovado oblongos, obtusos en la base, ápice obtuso-retuso, de 2.5 a 12 cm de largo y de 2.3 a 5 cm de ancho; con haz verde oscuro y lútroso y el envés verde pálido y opaco, ambas superficies glabras. (Salazar y Méndez, 2000).

Semillas

La semilla es ovoidea, aplanada, negra, de 4 a 9 mm de largo y de 4 a 6 mm de ancho. (Salazar, R., y Méndez, J. 2000). El periodo óptimo de recolección de las semillas esta entre los meses de marzo y mayo, cuando los frutos presentan una coloración café verdosa a café oscura los frutos son colectados directamente del árbol. (Salazar y Méndez, 2000).

Fruto

Los frutos son legumbres elíptico – oblongos, de 5 a 10 cm de largo y de 1.5 a 2.5 cm de ancho, agrupadas en número de 4 a 5, en un tallito delgado, leñoso; glabras, café oscuras al madurar. Tienen de 1 a 5 semillas planas. (Salazar y Méndez, 2000).

Ecología

Se encuentra en forma natural desde México a través de América Central hasta Panamá. Crece en elevaciones bajas desde 50 a 300 msnm, con precipitaciones anuales de menores a 2000 mm y temperaturas de 25 a 35°C. Generalmente crece en sitios planos a moderadamente planos, con pendientes menores de 15% y en ocasiones también en suelos rocosos. Es una especie heliófita, crece bien en sitios abiertos con bosque poco denso. (Salazar y Méndez, 2000).

La madera es dura, pesada, albura color blancuzco a amarillento y duramen color pardo rojizo a pardo claro. Su peso específico es de 0.96 a 1.23 g/cm³, es fácil de trabajar y posee una sustancia aceitosa que la conserva y le da un buen pulimento. Se usa en la fabricación de muebles, instrumentos científicos y musicales, cajas de joyería, mangos de herramientas y artefactos deportivos. (Salazar y Méndez, 2000).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1.1. Ubicación del área del estudio

La finca El Plantel es una unidad de experimentación de evaluación, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (figura 1), de acuerdo por (Calixtro y Suarez 2022), la finca se encuentra situada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, municipio de Masaya, departamento de Masaya, contiguo a la empresa Avícola Estrella. Según Somarriba (1989). La finca se ubica a una elevación entre 98 y 110 msnm. Cuenta con un área de 270 manzanas entre las coordenadas; $12^{\circ} 06' 24''$ y $12^{\circ} 07' 30''$ latitud norte y los $86^{\circ} 04' 46''$ y $86^{\circ} 05' 87''$ longitud oeste.

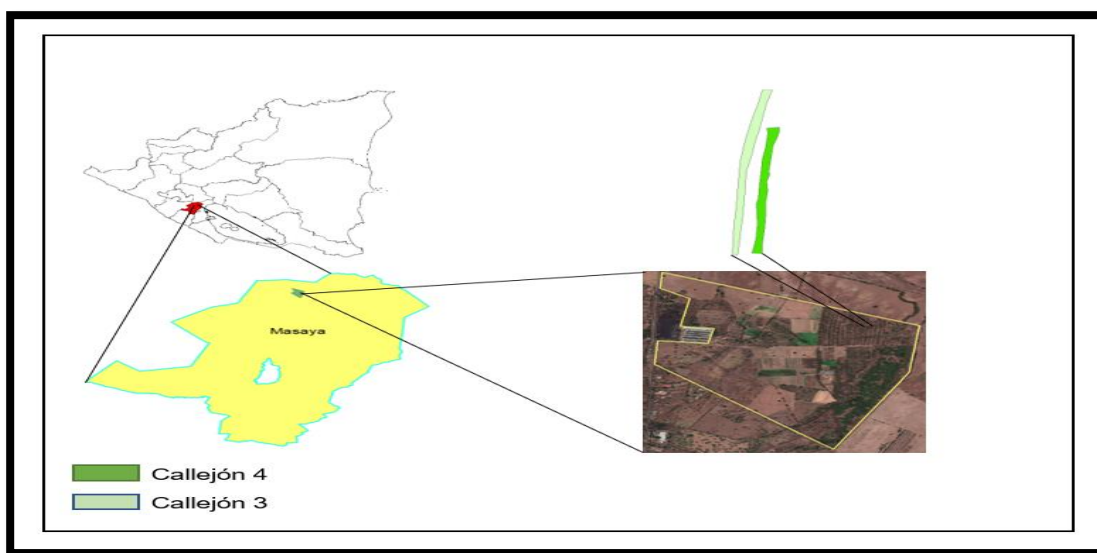


Figura 1. Ubicación de la plantación de Brasil blanco y Granadillo, en la Unidad de evaluación y Experimentación finca El Plantel, Masaya, (2022).

4.1.2. Acceso

La Unidad Experimental finca El Plantel tiene un fácil acceso ya que se encuentra localizada a orillas de la carretera pavimentada que va en el kilómetro 30 de Tipitapa – Masaya en el municipio de Masaya, departamento de Masaya, contiguo a la empresa Avícola Estrella (Calixtro y Suarez 2022).

4.1.3. Características biofísicas

4.1.4. Suelo

Los factores formadores de los suelos son vulcanismo y tectonismo, los procesos formadores que han modelado son la erosión y la sedimentación. La textura varía desde arenosa a franco en términos general se considera que los suelos son bien drenados con fertilidad aceptable (Somarriba, 1989).

4.1.5. Clima

De acuerdo con la clasificación Köppen, el clima es tropical de sabana con transición a sub – tropical, semi – húmedo. Esta zona presenta una precipitación varía de 600 mm a 1800 mm/año. Gran parte de la cual ocurre en la época seca durante seis meses (noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril), durante la época seca la precipitación promedio es de 0 – 3 mm en los meses secos. En la época de invierno durante seis meses (mayo, junio, julio, agosto, septiembre, y octubre), las precipitaciones mayores son en los meses de septiembre y octubre con un promedio de 200 a 250 mm de lluvia (Somarriba, 1989).

4.1.6. Temperatura

Según Somarriba (1989, como se citó en Gonzales y López 2006) se confirma que la temperatura mínima media relaciona al mes de diciembre, con valores que varían de 24.70C y 25.20C. Evaporación media anual es de 2044 mm. El mes con mayor evaporación es abril. La alteración mensual de la evaporación es diferente al de la marcha de la precipitación y los valores medios de la humedad relativa. Los vientos predominantes, independientes de su velocidad son de formación es de., (Noroeste, Este y Suroeste). Tiene velocidad de 3.4m/seg. (12km/hrs), (p13). La temperatura mínima promedio corresponde en el mes de diciembre con valores que varían entre 24.70C y 25.20C (Somarriba, 1989).

4.1.7. Vegetación

El área donde está localizada la finca El Plantel corresponde a una transición entre el bosque tropical, moderadamente denso y seco, y bosque tropical subhúmedo. Esta vegetación fue eliminada con la introducción del monocultivo del algodón durante los años 50 y 60. Actualmente estas tierras se usan con cultivos de granos básicos con maíz, (*Zea mays*), sorgo, (*Sorghum vulgare pers*) y frijol, (*Phaseolus vulgaris*), además de frutales como cítricos, (*Citrus sp*), mangos (*Mangifera indica*), aguacate (*Persa americana*), plátanos, (*Musa sp*), y yuca, (*Manihot esculenta*), cultivo común en esta área (Somarriba, 1989).

V. Diseño metodológicos

Este estudio se llevó a cabo en tres etapas, una de pre-campo, de campo y de post-campo. A continuación, se presenta un diagrama donde se desglosan todas las actividades principales de cada etapa de la plantación forestal, y en los siguientes párrafos se explica en qué consistió cada una de estas. (Figura 2).



Figura 2. Diagrama de procesos metodológicos de la plantación en la finca El Plantel, 2022

5.1.1. Etapa de pre-campo

5.1.2. Visita al sitio

Se realizó un recorrido en el área de la plantación de eucalipto y se seleccionaron dos callejones debido a que estas áreas no estaban siendo usadas, ya que cumplían con las condiciones necesarias (buen drenaje) para facilitar el establecimiento por bloques de plantación, (Figura 3).



Figura 3. Reconocimiento y selección del área donde se realizó la siembra de la plantación, 2021.

Para la selección del área de la plantación se utilizó básicamente un área donde previamente estaba definido por la dirección de producción, que este planifica y maneja las áreas productivas de la finca El Plantel propiedad de la UNA; complementariamente se hizo una revisión del mapa de uso de suelo propuesto por (Somarriva, 1989), confirmando que estas áreas estaban calificadas para establecer plantaciones forestales.

5.1.3. Selección de especies

Se procedió hacer la visita al vivero forestal del Departamento de Manejo de Bosques y Ecosistema, de la Facultad de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA), se seleccionó un total de 989 plantas, donde 458 plantas son de la especie de Brasil blanco (*Caesalpinia velutina*) y 531 plantas son de la especie de Granadillo (*Dalbergia retusa*), ya que estas especies estaban predestinada para su investigación en la finca El Plantel, se seleccionaron las plantas que presentaban un fuste recto y una altura de 30 cm, (Figura 4).

Se aplicó riego a las especies seleccionadas antes de ser transportada hacia la finca el plantel., para el transporte de estas plantas se realizó por la mañana en camioneta 4x4 y con su debida cubierta con el fin de protegerlas del viento y de la insolación, marchitamiento de las hojas, no sufran daño y estrés posiblemente., al momento de ser descargar las plantas en el sitio y se colocaron bajo sombra. (Figura 4).



Figura 4. Selección de las especies de (*Caesalpinia velutina*) y (*Dalbergia retusa*) para el establecimiento de la plantación, 2021.

5.2. Etapa de campo

5.2.1. Descripción del sitio seleccionado

En la Figura 5 se refleja que la plantación se encuentra un área de la finca El Plantel, de *Eucaliptus camadulensis*, establecida en el año 1980, donde se encontraron especies tales como *Azadirachta indica*, entre otras. En esa área se seleccionaron dos callejones sin vegetación arbórea, para establecer la plantación forestal de *Caesalpinia velutina* y *Dalbergia retusa*.



Figura 5. Descripción del sitio de la plantación forestal de *Caesalpinia velutina* y *Dalbergia retusa*.

5.2.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en actividades como: limpieza y preparación del suelo., se realizó arado con un tractor agrícola en cada callejón. Esto se realizó con el propósito de labrar el suelo para agilizar las labores de siembra, así como crear condiciones al des- compactar los suelos para que las plantas tuvieran un mejor desarrollo radicular.

Una vez realizada la limpieza y preparación del terreno, 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 roturo el suelo a una profundidad de 20 centímetros por ende fue necesario de ahoyar para realizar el proceso de plantación. (Figura 6).



Figura 6. Preparación del terreno para el establecimiento de la plantación forestal Finca El Plantel, 2021.

5.2.3. Delimitación de los bloques de la plantación

Para la delimitación de cada parcela se utilizó cinta métrica. (Figura 7), Se colocaron estacas con cintas biodegradables en cada esquina para una mejor identificación.



Figura 7. Delimitación de los bloques de la plantación forestal finca El Plantel, 2022.

5.2.4. Diseño de la plantación

La plantación fue establecida en el 2021 en el cual el callejón fertilizado tiene una longitud de 413 metros y 20 metros de ancho donde el área es de 0.823 ha, con borde a cada lado de plantación de eucalipto, cuenta con 8 bloques intercalados que se dividen en 4 bloque de granadillo y 4 de Brasil blanco. En el callejón no fertilizado tiene una longitud 301 metros y 20 metros de ancho el área es de 0.602 ha, con 6 bloques donde 3 bloques son de Granadillo y 3 son de Brasil blanco. En la figura 8 la plantación presento un diseño lineal, definiéndose una distancia de siembra 5 metros entre líneas y 2 metros entre plantas.

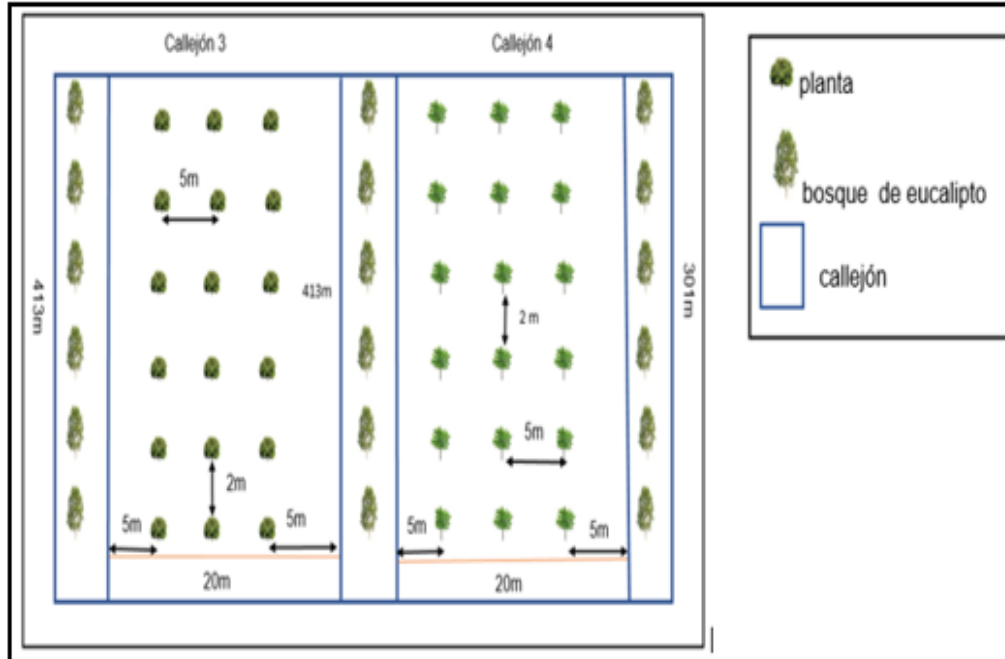


Figura 8. Diseño de las plantaciones de *Caesalpinia velutina* y *Dalbergia retusa* finca El Plantel, 2022.

5.2.5. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra referido en este trabajo corresponde a 168 plantas que fueron evaluadas en el muestreo, 96 plantas en el callejón N^o 3 fertilizado, de las cuales 48 plantas de *Dalbergia retusa* y 48 de *Caesalpinia velutina* y 72 plantas en el callejón N^o 4 no fertilizado, de las cuales 36 plantas de *Dalbergia retusa* y 36 de *Caesalpinia velutina*.

Las parcelas fueron establecidas de manera rectangulares con dimensiones 26 metros de longitud y 5 metros de ancho con un área de 130 m², por parcela (figura 9), por cada especie se estableció 8 parcelas en el tercer callejón dando como resultado 4 parcelas de Brasil blanco y 4 parcelas de granadillo en el cuarto callejón se establecieron 6 parcelas dando como resultado 3 parcelas de Brasil blanco y 3 parcelas de granadillo.

En relación con el efecto de borde este consistió en un promedio de 6 metros desde los bordes de cada parcela; debido a que cada uno de los bloques de la plantación tienen diferentes longitudes, por lo que el número de plantas en cada parcela útil fue de 12; eliminando así la inferencia en cuanto a considerar las plantas de los bordes ya que estas son las que comúnmente presentan daños por agentes biológicos o por el manejo mismo.

Las dimensiones de las parcelas útiles fueron de 5 m x 26 m, con un área de 130 m², y el distanciamiento entre plantas dentro de cada parcela fue de 2 m (figura 9).

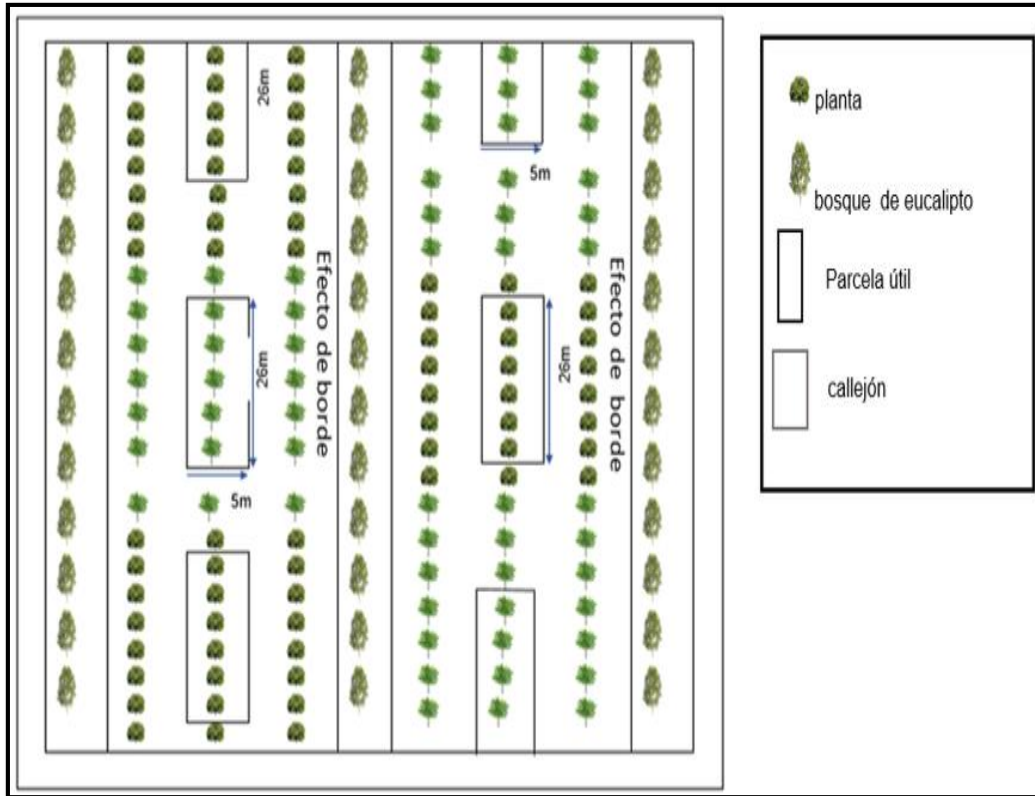


Figura 9. Diseño del tamaño de la muestra de la plantación de los callejones 3 y 4 de las especies de *Caesalpinia velutina* y *Dalbergia retusa*, finca El Plantel, 2022.

5.2.6. Manejo de la plantación

Las actividades para el manejo de la plantación para el periodo de estudio consistieron en: limpieza (machetes y desbrozadora), riego (regaderas), caceo (machetes) y la fertilización (solo se fertilizo el callejón 3).

5.2.7. Riego

El riego se aplicó de forma manual en época seca, dos veces por mes (marzo y abril), para los dos callejones de la plantación durante el periodo de evaluación para esto se utilizaron regaderas metálicas, barriles con agua (para el llenado de regaderas) y vehículo 4x4 (para el transporte de los barriles). Se le aplicaron 7 litros de agua por planta, para asegurar humedad en el suelo y para que la planta pudiera aprovechar el agua suministrada. (Figura 10).



Figura 10. Riego manual de las plantas en la plantación forestal finca El Plantel, 2022.

5.2.8. Limpieza del área

Esta actividad consistió en la eliminación de hierbas y arbustos (chapeo) de manera manual y mecanizada a través de una moto guadaña (desbrozadora) para eliminar agentes asociados a la maleza, como insectos que puedan afectar las plantas establecidas y, por otro lado, disminuir la competencia de luz y nutrientes con las plantas que se establecieron en el área. (Figura 11)

Se realizaron 5 limpiezas en total durante los 10 meses de evaluación, con intervalos de 1 limpieza por mes, para los dos callejones, estas limpiezas se realizaron en temporada de invierno se utilizaron maquinas (Desbrozadoras), estas limpiezas se hicieron con el objetivo de reducir las competencias con otras especies tales como hierbas arvenses. A su vez se les realizo un caceo alrededor de las plantas con un radio de 40 cm, de forma manual con machete.



Figura 11. Limpieza mecánica y manual del área de la plantación forestal finca El Plantel, 2022.

5.2.9. Maquinarias y equipo utilizado

En la figura 12, se observa las maquinarias utilizadas consistió en un tractor que se encargaba de limpiar entre las líneas de la plantación realizándose cada vez que se realizaba la limpieza con dos máquinas desbrozadoras y caceo con machete alrededor de cada planta.



Figura 12. Maquinarias y equipos utilizados para el mantenimiento de la plantación forestal, 2022

5.2.10. Fertilización

El objetivo principal de la aplicación de los fertilizantes en la plantación forestal es de mejorar el crecimiento de las plantas. La fertilización es una actividad costosa y debe aplicarse con mucho cuidado porque los resultados pueden llegar a ser negativos (plantas quemadas). Se aplicaron 50% de urea y 50% de completo (15-15-15) mezclado en un recipiente. Luego se depositó el fertilizante a una distancia de 30cm de la planta en direcciones opuesta, realizando una perforación de 5 cm de profundidad. Se aplicó 1 onza de la mezcla de fertilizante por cada planta (Figura 13).



Figura 13. Preparación y aplicación del fertilizante en la plantación forestal de *Caesalpinia velutina* y *Dalbergia retusa* 2022.

5.3. Etapa post campo

5.3.1. Variables para evaluar

5.3.2. Altura de la planta

Una vez establecida las plantas en el campo se procedió a tomar esta variable cada 4 meses, tres veces en el periodo del año 2022 se tomaron datos a partir del mes de febrero y finalizo en el mes de noviembre. Esta variable se midió con una cinta métrica desde el ras del suelo hasta el ápice terminal de la plántula en cm. (Téllez, 1998). (Figura 14)



Figura 14. Medición de la altura de la planta finca El Plantel, 2022.

5.3.3. Diámetro basal

En la figura 15 se observa la medición del diámetro, se procedió a tomar una vez establecida la plantación, se midió cada 4 meses, tres veces en el periodo del año 2022 donde también se tomaron datos a partir del mes de febrero y finalizó en el mes de noviembre. Esta variable se midió en mm, al ras de la base de la plántula haciendo uso de un vernier graduado en milímetros. (Salazar, 1989).

$$AB = \left(\frac{\pi}{4}\right) * dap^2$$

Donde:

AB: Área Basal

π : 3.1416

Dap: diámetro basal



Figura 15. Medición del diámetro de la planta finca El Plantel, 2022.

5.3.4. Incremento medio mensual en altura

El incremento medio mensual en altura es la relación del crecimiento vertical de las especies forestales medidas en metros y la edad, en el cual corresponde dividiendo el valor de la última medición con la edad y está definida por la siguiente fórmula. (COJOM citado por Ramírez, 2017).

$$\text{IMM} = \frac{h}{t}$$

Donde:

IMM (h)= Incremento medio mensual de altura promedio

h= Altura promedio

t= Edad de las plantas

5.3.5. Incremento medio mensual de diámetro

El incremento medio mensual se define como el aumento en diámetro de un árbol en un periodo de tiempo determinado. (COJOM citado por Ramírez, 2017).

Para calcular el incremento medio mensual en diámetro se toma el valor promedio de la última medición y se divide con la edad de la especie y está definida por la siguiente fórmula.

$$\text{IMM} = \frac{DN}{t}$$

Donde:

IMM (DN)= Incremento medio mensual del diámetro normal promedio

DN= Diámetro normal promedio

T= Edad de las plantas

5.3.6. Porcentaje de sobrevivencia

Esta variable se evaluó en este caso para las dos especies de (*Caesalpinia velutina*) y (*Dalbergia retusa*), tomando en cuenta que son dos especies en el cual se realizó un conteo de las plantas vivas y muertas para los dos callejones 3 y 4, el porcentaje de sobrevivencia inicial para las 2 especies es del 100% para los dos callejones, en la segunda y última medición se realizó nuevamente el conteo de las plantas en el año 2022, donde se comparó el porcentaje de sobrevivencia del Brasil blanco del callejón 3 fertilizado con el Brasil blanco del callejón 4 no fertilizado, igualmente se hizo la comparación para la especie de Granadillo del callejón 3 fertilizado y el Granadillo del callejón 4 no fertilizado (Téllez, 1998)

$$\text{Porcentaje de Sobrevivencia} = \frac{PV}{(PV + PM)} * 100$$

Donde:

Pv: Plantas vivas

Pm: Plantas muertas

La sobrevivencia se valoró retomando en cuenta la clasificación por centeno quien utilizo los siguientes rangos para evaluar la sobrevivencia (Centeno, 1993), (Cuadro1).

Cuadro 1. Categorización de la sobrevivencia para la evaluación de la plantación forestal.

| Categoría | Porcentaje de sobrevivencia (%) |
|-----------|---------------------------------|
| Muy bueno | 80 – 100 % |
| Bueno | 60 – 79 % |
| Regular | 40 – 59 % |
| Malo | Menos de 40 % |

5.3.7. Clasificación del tipo de daño

Uno de los principales puntos clave para evaluar en una plantación forestal son los tipos de agentes que causan daños en las primeras etapas más avanzadas de las plantaciones, por ende, se hace una clasificación para determinar cuáles de las afectaciones tiene más incidencia sobre las plantas. Para poder tomar así buenas decisiones para controlar y reducir los daños. A continuación, se presenta los tipos de daños evaluados en este estudio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificaciones de los tipos de daños en las plantaciones.

| No | Clasificación | Descripción |
|----|--------------------|---|
| 1 | Defoliación | Caída prematura de las hojas de los árboles y de las plantas |
| 2 | Enfermedades | Afectaciones en los tallos de las plantas por algún agente patógeno |
| 3 | Antropogénica | Son los daños que puede producir durante el manejo de la plantación |
| 4 | Animales domestico | En el caso de los animales doméstico, son para fines de estudio se considera en esta categoría únicamente los daños causado por bovino y equino son pisoteado las plantas |
| 5 | Sin daño | Las plantaciones se encuentran sana en buen estado |

Fuente adaptado de Pérez y Mota, (2009) citado por Sediles, 2010.

5.3.8. Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron en los siguientes programas: Word 2017 y Excel 2017, para el análisis estadístico se utilizó el Excel 2017 y para la redacción del documento se ocupó Word 2017. Para definir las diferencias en los incrementos de diámetro y altura por fertilizante se utilizó, la prueba de T-Student con un nivel de confianza de 95%.

5.3.9. Materiales y equipos

Para llevar a cabo esta evaluación se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Cinta métrica
- Vernier
- Moto guadaña (desbrozadora)
- GPS
- Cintas biodegradables
- Tractor agrícola

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1.1. Análisis del crecimiento e incremento del diámetro promedio de la especie *Dalbergia retusa* para los dos callejones

6.1.2. Callejón de *D. retusa* fertilizado

En la figura 16 se observa que para la especie *D. retusa*, el crecimiento en diámetro promedio fue mayor en el tratamiento con fertilizante 1.41 cm de diámetro basal, logrando un leve incremento medio mensual en 10 meses de 0.14 cm/mes, este resultado obtenido fue posible debido a las actividades siviculturales, fertilizacion y al buen manejo, que favorecieron en el crecimiento.

6.1.3. Callejón de *D. retusa* No fertilizado

En comparación con el no fertilizado obtuvimos un crecimiento promedio de diametro basal de 1.33 cm, logrando tambien un leve incremento medio mensual en 10 meses de 0.13 cm/mes. Eastos resultado que logramos se debio a las labores culturales que favorecieron en el crecimiento de la planta tales como riego, caseo, limpieza.

Estos valores son casi similares si se comparan con los encontrados por Lopez (2015), donde obtuvieron una tasa de incremento de 0.82 cm/año, debido aque *Dalbergia retusa* es una especie heliofita y de lento crecimiento y crece bien en sitios abiertos y en bosques pocos densos, asi como estar ubicado en zonas frescas a 300 msnm.

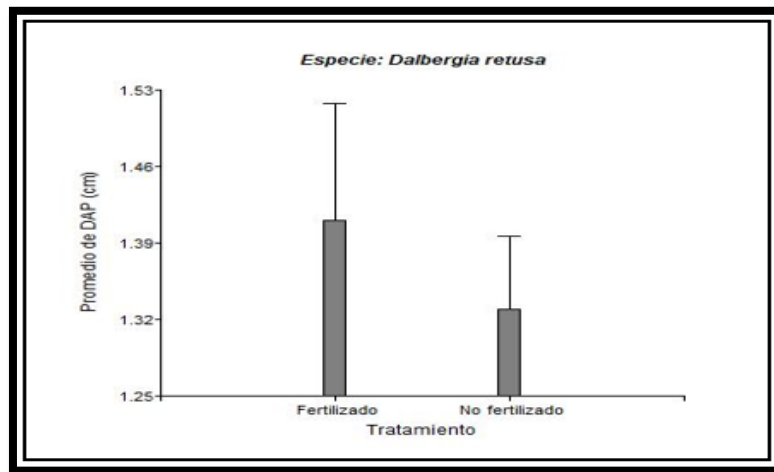


Figura 16. Diámetro promedio de la especie *Dalbergia retusa* en la Unidad de Validación y Experimentación finca El Plantel, 2022.

6.1.4. Prueba de T-Student para el diámetro basal de la especie *Dalbergia retusa*

Según la prueba de T-Student realizadas con un 95% de confiabilidad, obtuvimos que, si existen diferencias significativas en los incrementos en diámetro basal para ambos callejones, siendo el callejón Fertilizado el que obtuvo un incremento en diámetro mayor en relación con el callejón no fertilizado. Según Ortiz (1989), conforme mayor sea la densidad, el diámetro medio de los árboles será menor, esto se debe a que aumenta el efecto de la competencia algo que, si se logró evidenciar en este estudio, puesto que ambos callejones tienen el mismo distanciamiento entre plantas, el callejón fertilizado tuvo un leve incremento en diámetro que el callejón no fertilizado.

Es importante resaltar que hay otras variables no controladas que también pudieron haber afectado en esta diferencia en incremento diámetro para ambos callejones, como por ejemplo la presencia de plagas y enfermedades, la fertilidad natural del suelo debido a la aplicación de fertilizantes (solo para el callejón fertilizado).

6.2. Análisis del crecimiento e incremento de la altura promedio de la especie *Dalbergia retusa* para los dos callejones

6.2.1. Callejón de *D. retusa* fertilizado

En la figura 17, se muestra el crecimiento en altura promedio de dichas especies de *D. retusa*, en el tratamiento con fertilizante 0.95 m, logrando un incremento medio mensual en 10 meses de 0.09m/mes, estos valores obtenidos se debió al buen manejo silvicultural como limpieza, riego y fertilización que influyeron en el crecimiento de las plantas los que se aplicaron en tiempo y forma.

6.2.2. Callejón de *D. retusa* No fertilizado

En el callejón no fertilizado el crecimiento en altura promedio fue de 0.72 m, logrando también un incremento medio mensual de 0.07 m/mes, en los 10 meses de estudio. La diferencia de incremento entre los dos callejones es notoria siendo la altura mayor en el callejón fertilizado. Para ambos callejones, este comportamiento es atribuido a las precipitaciones, debido entre los meses de mayo a noviembre de 2022 fueron altas, favoreciendo en el crecimiento, también influyeron las actividades de manejo que fueron esenciales para el crecimiento de las plantas.

Los resultados obtenidos en este estudio son Bajos que los reportados por Lopez (2015), quien registro un incremento en altura de (0.64 m/año), en este caso los datos obtenidos en este estudio son de 0.09 m/mes en los 10 meses para el callejón fertilizado y el callejón no fertilizado con 0.07 m/mes a los 10 meses de evaluación.

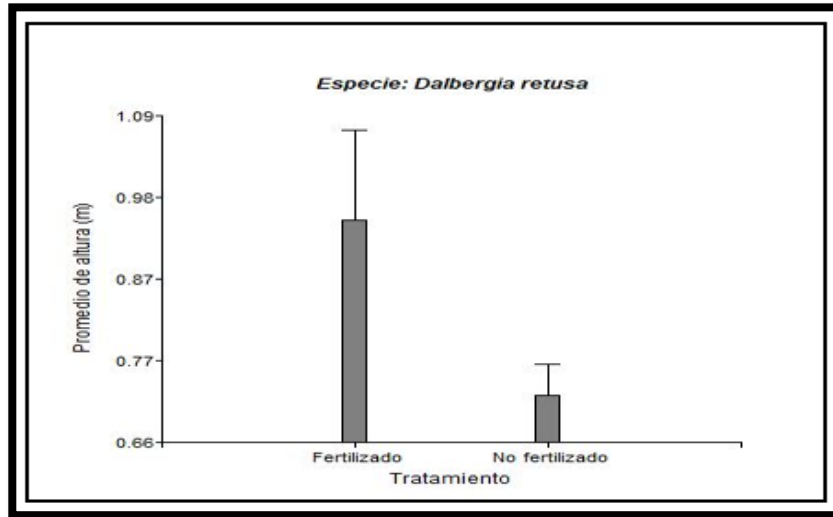


Figura 17. Altura
 promedio de la especie *Dalbergia retusa* en la Unidad de Validación y Experimentación finca El Plantel, 2022.

6.2.3. Prueba de T-Student para la altura de la especie *Dalbergia retusa*

El análisis de T-Student para las muestras indica que existe diferencias significativa en los incrementos promedios de altura para ambos callejones $p = 0.03$, siendo los incrementos promedios de 0.095 m/mes, para el callejón fertilizado con distanciamiento de 2 m x 2 m y 0.072 m/mes, para el callejón No fertilizado con mismo distanciamiento del callejón fertilizado.

6.2.4. Análisis de la sobrevivencia de la especie *Dalbergia retusa*

En la figura 18, se muestra el porcentaje de sobrevivencia de la especie evaluada para los dos callejones, logrando una sobrevivencia en el callejón fertilizado del 100% de plantas vivas al inicio de la primera medición, y a los 5 meses la plantación presento una disminución de sobrevivencia quedando con un 68.5% de plantas vivas y finalizando a los 10 meses la evaluación con un 65.7% de plantas vivas, disminuyéndose un poco el valor de sobrevivencia después de la segunda medición.

En el callejón no fertilizado la tendencia es casi similar, sin embargo, con diferencias claras en comparación con los valores del callejón fertilizado, porque en la primera medición se obtuvo una sobrevivencia del 100%, en la segunda medición a los 5 meses se observa que hubo una disminución de sobrevivencia quedando con un 73.4% de plantas vivas, y finalizando a los 10 meses con una disminución de la sobrevivencia de 72%. Para ambos casos esta disminución puede explicarse, debido a la presencia de la especie bovino, equino, daños mecánicos y poca captación de luz solar ya que esta especie es heliófita y necesita bastante luz para su desarrollo.

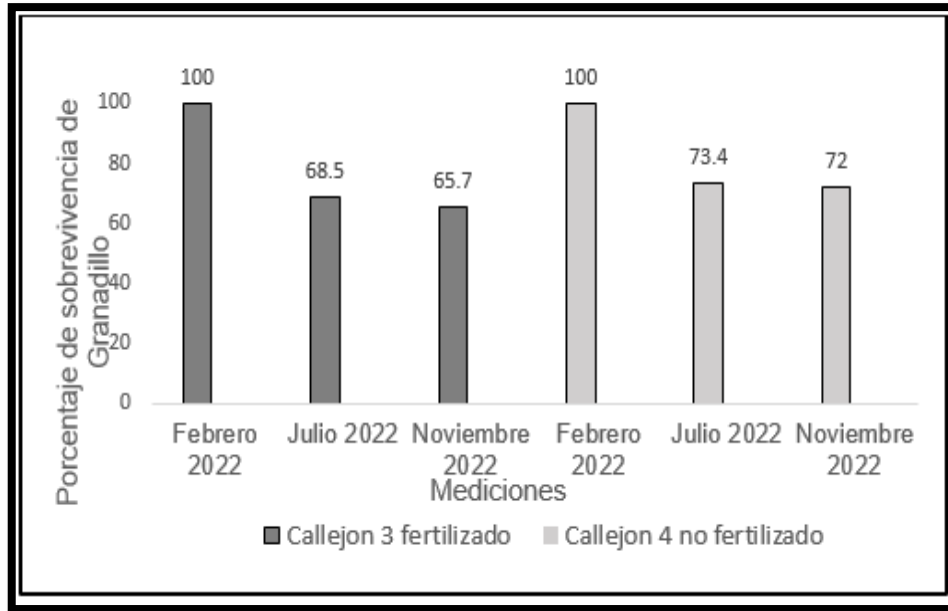


Figura 18. Comportamiento del porcentaje de sobrevivencia de la especie *Dalbergia retusa*, en los dos callejones estudiado en un lapso de 10 meses en la Unidad de Experimentación y Validación finca El Plantel, 2022.

Basado en la clasificación por Centeno (1993), ambos callejones se categorizan en la categoría de sobrevivencia buena. Estos valores de sobrevivencia realizados en este estudio en la finca El Plantel son similares en comparación con los resultados de sobrevivencia del estudio realizado por López (2015), en el departamento de Rivas en una plantación de 6 especies forestales maderables, donde esta plantación obtuvo una sobrevivencia promedio de 75%.

6.3. Análisis del crecimiento e incremento del diámetro promedio de la especie *Caesalpinia velutina* para los dos callejones

6.3.1. Callejón de *C. velutina* fertilizado

En la figura 19, se puede observar que para la especie *C. velutina*, el crecimiento en diámetro promedio fue mayor en el tratamiento con fertilizante 1.47 cm, logrando un leve incremento medio mensual de 0.14 cm/mes, estos resultados obtenidos fue debido al buen mantenimiento que facilitaron el crecimiento y incremento de las plantas.

6.3.2. Callejón de *C. velutina* No fertilizado

En comparación con el callejón no fertilizado 1.20 cm, la tendencia del crecimiento es menor que el callejón fertilizado dando también un incremento medio mensual de 0.12 cm/mes. Para los dos casos se puede explicar, debido a las condiciones edafoclimáticas del sitio que favorecieron en el crecimiento de la planta, además del manejo que se le dio a la plantación.

Estos valores de este estudio, son altos si se comparan con los obtenidos por Calixtro y Suarez (2022), donde obtuvieron una tasa de incremento medio mensual en el callejon 1 de 0.0721cm/mes, y para el callejon 2 con incremento medio mensual de 0.0923 cm/mes con distanciamiento de 2 x 1.5 mestros, debido por el distanciamiento esto influyo un menor incremento medio mensual en diametro.

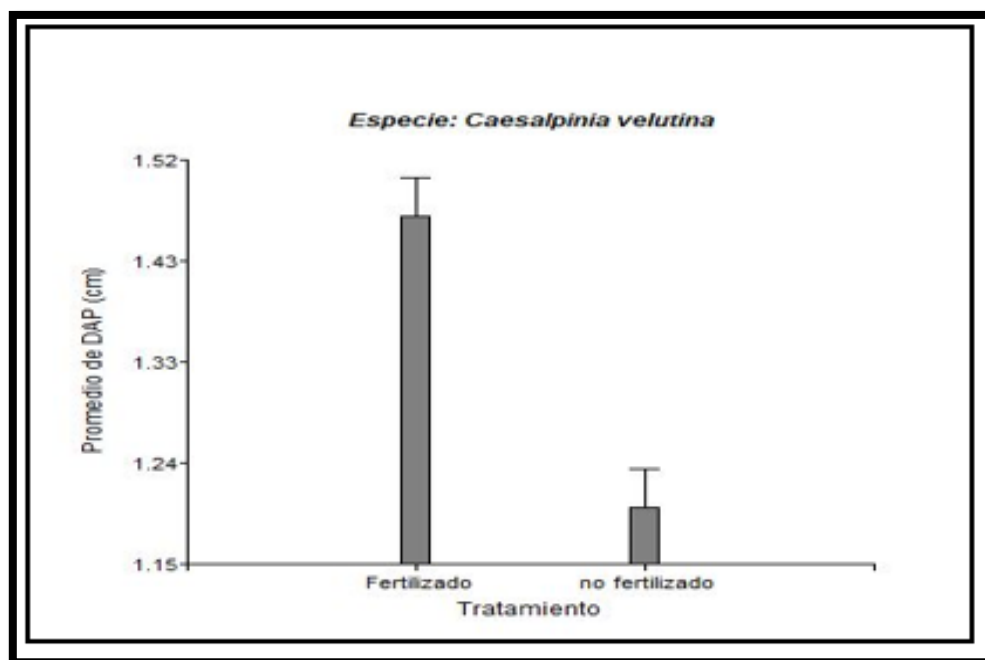


Figura 19. Incremento promedio en diámetro basal de la especie de *Caesalpinia velutina*, en la Unidad de Validación y Experimentación finca El Plantel, 2022.

En un estudio realizado por Martínez y Castillo (2013) de una plantación de *Caesalpinia velutina* en la finca El Plantel, obtuvieron un incremento medio mensual casi similares con un incremento de 0.223 cm en 12 meses de evaluación, siendo los valores para este estudio con 0.147 cm (Callejón fertilizado) y 0.12 cm (callejón no fertilizado), a los 10 meses de evaluación.

Hay que tomar en cuenta que los dos estudios se realizaron en la finca El Plantel y uno de los factores que pudo haber influido un menor incremento en diámetro en este estudio fue el periodo de evaluación ya que este estudio se evaluó solamente 10 meses mientras que el otro estudio de Martínez y Castillo se valoró por 12 meses.

6.3.3. Prueba de T-Student para el diámetro basal de la especie *Caesalpinia velutina*

Según la prueba de T-Student realizada con 95% de confiabilidad, se obtuvo que si existen diferencias significativas ($p < 0.0001$) para los incrementos en diámetro basal para ambos callejones, siendo el callejón 3 fertilizado el que obtuvo el incremento medio mensual en diámetro mayor en relación con el callejón 4 no fertilizado. Según (Calixtro y Suarez 2022), conforme mayor sea la densidad, el diámetro medio de los árboles será menor, esto debido a que aumenta la competencia y que se logró analizar en este estudio puesto que el callejón

fertilizado tuvo mayor incremento en diámetro que el callejón No fertilizado debido a que mediante la aplicación de fertilizante, limpieza, riego y cáseo influyeron en el incremento.

6.4. Análisis del crecimiento e incremento de la altura promedio de la especie *Caesalpinia velutina* para los dos callejones

6.4.1. Callejón de *C. velutina* fertilizado

Continuando con la especie *C. velutina*, en la figura 20, el crecimiento en altura promedio fue mayor en el callejón 3 con fertilizante 1.03 m, logrando un incremento medio mensual en 10 meses de 0.10 m/mes, estos resultados adquiridos se obtuvieron gracias a las labores culturales tales como: limpieza, riego, fertilización y caceo, ya que mediante de estas fue posible obtener estos valores.

6.4.2. Callejón de *C. velutina* No fertilizado

En el callejón no fertilizado el crecimiento en altura promedio fue de 0.68 m, obteniendo un ligero incremento medio mensual en 10 meses de 0.068 m/mes, el callejón 3 fertilizado fue el que obtuvo mayor valor con 1.03 m de incremento a los 10 meses dando como resultado un incremento mensual de 0.103 m/mes. Para ambos callejones este comportamiento de incrementos es atribuido gracias a las precipitaciones que se dieron entre mayo a noviembre de 2022, favoreciendo en los incrementos, además de las actividades de manejo fueron esenciales a las plantas.

Los resultados obtenidos en este estudio son más altos que los reportados por (Calixtro y Suarez 2022), quienes registraron un incremento en altura para el callejón 1 de 0.0535 m/mes y en el callejón 2 de 0.0663 m/meses, con distanciamientos de 2 m x 3.5 m para el callejón 1 y para el callejón 2 de 1.5 m x 3.5 m, en este caso los valores obtenidos en este estudio son más altos, con un incremento medio mensual a los 10 meses de 0.103 m/mes con distanciamiento de 2 m x 5m para el callejón fertilizado y en el callejón no fertilizado con 0.068 m/meses en los 10 meses de evaluación con distanciamiento de 2m x 5m, algo interesante en estas dos plantaciones de *Caesalpinia velutina* ya que ambos estudios fueron evaluado a los 10 meses y se realizaron en la finca El Plantel.

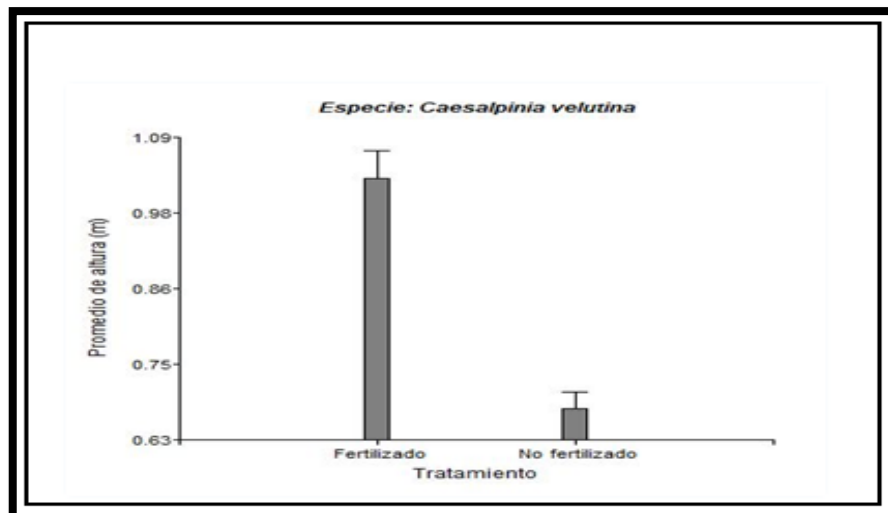


Figura 20. Altura promedio de la especie *Caesalpinia velutina* en la Unidad de Validación y Experimentación finca El Plantel 2022.

6.4.3. Prueba de T-Student para la altura de la especie *Caesalpinia velutina*

El análisis de T-Student para ambas muestras indica que si existe diferencias significativas en los incrementos promedios de altura para ambos callejones ($p < 0.0001$), siendo los incrementos promedios de 0.103 m/mes en el callejón fertilizado con distanciamiento de 2m x 5m y 0.068 m/mes para el callejón no fertilizado con distanciamiento de 2m x 5m. Sin embargo, estos valores son de una evaluación final por lo que probablemente las plantas se ven en la necesidad de competir por luz ya que esta especie es heliófita.

6.4.4. Análisis de la sobrevivencia de la especie *Caesalpinia velutina*

En la figura 21, se observa el comportamiento de la sobrevivencia de la especie evaluada para ambos callejones, obteniendo una sobrevivencia en el callejón fertilizado del 100% de plantas vivas al inicio de la evaluación, a los 5 meses la plantación presento una sobrevivencia de 80% de plantas vivas y culminando a los 10 meses la evaluación con una disminución de 1.3% quedando con un 78.7 % de plantas vivas, disminuyendo un poco el valor de sobrevivencia constante a partir de la segunda medición.

En el callejón no fertilizado el comportamiento es casi similar, con diferencias claras en comparación con el callejón fertilizado, por lo que en la primera medición se obtuvo un 100% de plantas vivas, en la segunda medición se obtuvo una ligera disminución quedando con un 94.7% de plantas vivas y culminando a los 10 meses con una leve disminución en la sobrevivencia quedando con un 92.3% de plantas vivas. Para ambos esto puede explicarse a diferentes factores tales como agentes bióticos que pudieron haber influenciado en la disminución de la sobrevivencia, las condiciones climáticas favorecieron a que no se siguiera disminuyendo la sobrevivencia, además de las labores de manejo tales como limpieza, cásco en temporada de invierno y riego en la época de sequía, lo cual ayudo a que las plantaciones no sufrieran una alta tasa de mortalidad.

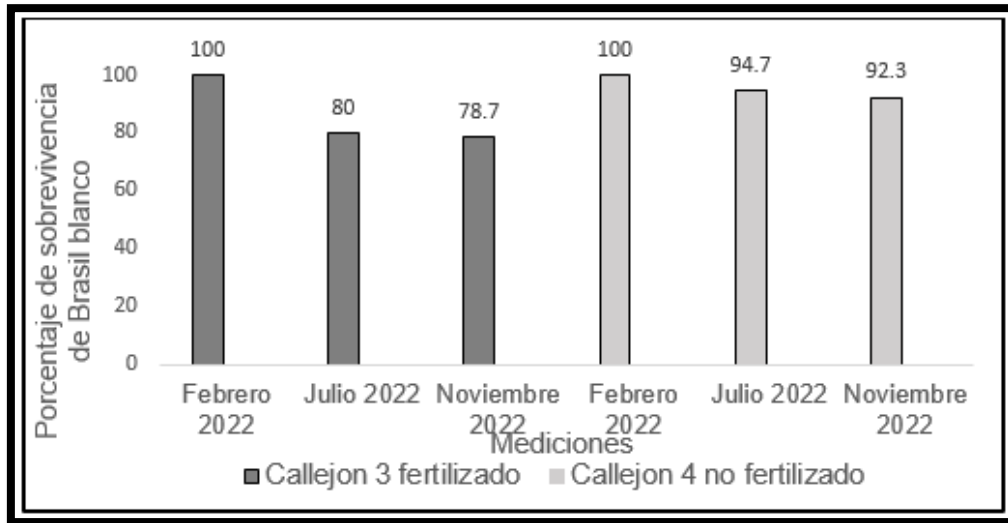


Figura 21. Comportamiento del porcentaje de sobrevivencia de la especie *C. velutina*, en los dos callejones estimados en un lapso de 10 meses en la Unidad de Experimentación y Validación finca El Plantel, 2022.

Ejerce una importancia en el hecho que la plantación fue establecida entre una plantación de Eucalipto teniendo una desventaja para ambos callejones, debido a que es probable que la especie de Eucalipto pudo haber influido en el consumo de nutrientes en el suelo y absorción de agua ya que es una especie muy competitiva, por lo que la plantación no se vio afectada por la competencia de nutrientes y agua, por otro lado tuvo su ventaja ya que sirvió de protección en ambos callejones brindando cierta sombra en algunos momentos del día.

Basado con la clasificación de Centeno (1993), ambos callejones se categorizan en sobrevivencia muy buena. Estos valores de sobrevivencia encontrados en el estudio realizado en la Finca El Plantel son casi similares en comparación con los resultados de sobrevivencia realizados por Calixtro y Suarez (2022), en Nindiri departamento de Masaya en la Unidad de Experimentación y Validación Finca El Plantel en una plantación de *Caesalpinia velutina*, con espaciamiento 2m x 3.5m y de 1.5m x 3.5m donde en esta plantación obtuvieron un promedio 94% en el callejón 1 y un promedio de 90% en el callejón 2, por otro lado si comparamos estos valores de este estudio son casi similares, con los resultados encontrados por Rizo y Gonzales (1999), en Darío departamento de Matagalpa, ya que ellos obtuvieron un 72.38% de sobrevivencia, siendo papel importante en el mantenimiento para el desarrollo del crecimiento de las plantas (p. 12).

6.5. Recomendaciones silviculturales técnicas para la plantación.

De acuerdo con las actividades realizadas en la plantación forestal ubicada en la finca El Plantel se sugiere las siguientes recomendaciones para el manejo de la plantación:

- ❖ Aplicarle mantenimiento a la plantación forestal con tratamientos de control de maleza, cásos y limpieza al menos tres veces al año.
- ❖ Hacer una reposición de plantas en temporada de lluvia en caso que sea necesario.
- ❖ Darle seguimiento a la plantación en la finca El Plantel mediante monitoreo periódicos (2 años) que permitan determinar el comportamiento del crecimiento de estas especies.
- ❖ Hacer un estudio fitosanitario en la plantación para control de plagas defoliadores.
- ❖ Establecer rondas contra fuego para evitar a futuro un incendio forestal.

VII. CONCLUSIÓN

De acuerdo con el crecimiento de las especies estudiadas para ambos callejones, el callejón fertilizado obtuvo el mejor crecimiento dasométricos para ambas especies evaluadas en un periodo de 10 meses

El incremento medio mensual en altura y en diámetro para las dos especies de *D. retusa* y *C. velutina* para ambos callejones mostraron diferencias significativas obteniendo mejores resultados en el callejón fertilizado.

La aplicación de las actividades silviculturales influye en la variable sobrevivencia para ambos callejones, el callejón no fertilizado, obtuvo el mejor resultado.

VIII. RECOMENDACIONES

- ❖ Brindarle seguimiento a la investigación de la plantación para tener diferentes resultados en cuanto a la sobrevivencia e incremento de estas dos especies ya que en Nicaragua presenta poca información sobre ella.
- ❖ Realizar un análisis de suelo a futuro para ambos callejones para tener más información sobre los elementos necesarios que las plantas necesitan para su crecimiento y para la comparación entre las especies y el sitio.

IX. LITERATURA CITADA

- Calixtro Glandin, B., y Suarez Dávila, J. E. (2022). *Evaluación inicial de la plantación de Brasil Blanco (Caesalpinia velutina Britt y Ross), bajo dos distanciamientos, en la unidad de experimentación y validación finca El Plantel, Nindirí, Masaya* (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, UNA).
<https://repositorio.una.edu.ni/4602/1/tnp05g542.pdf>
- Centeno Solórzano, M. (1993). *Inventario nacional de plantaciones forestales en Nicaragua* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
<https://repositorio.una.edu.ni/877/>
- Cites. (2021). Convención Sobre El Comercio Internacional De Especies Amenazadas De Fauna Y Flora Silvestres: Apéndices I, II y III p. 73.
<https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2021/S-Appendices-2021-06-22.pdf>
- Dávila Lara, M. A. (2015). *Estimación de la Productividad de pinus teocote schldl. y cham. en Sierra de Álvarez, San Luis Potosí* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). <http://eprints.uanl.mx/13919/1/1080237732.pdf>
- Escorcía, X., Carcache, M., y Rodríguez, L. (2005). *Establecimiento y manejo de plantaciones forestales*. MARENA.
https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Plantaciones%20Forestales.pdf
- González García, E. L., y López Zamora, A. J. (2006). *Estudio del crecimiento y sobrevivencia de cinco especies forestales en la finca del el plantel* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
<https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnk10g643e.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, (2003). *Plantaciones forestales de Nicaragua*. Guía técnica No.26. Primera edición. Managua, Nicaragua. 98p.
<https://repositorio.una.edu.ni/3240/1/tnk10i864v.pdf>
- López Barreto, C. A. (2015). *Evaluación de sobrevivencia e incremento de seis especies forestales maderables en plantaciones de la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas. 2010* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).
<https://repositorio.una.edu.ni/3240/1/tnk10i864v.pdf>
- Louman, B. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central* (Vol. 46). CATIE. 68p. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3971>
- Mariscal, E. y Martínez, R. (2000). *Manual de plantaciones forestales*.
https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Manual%20de%20Plantaciones%20Forestales.pdf

- Martínez López, F. I., y Castillo Muñoz, M. A. (2013). *Evaluación del establecimiento de tres especies forestales en la unidad experimental finca El Plantel, Nindirí, Masaya* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/1187/1/tnk10m385v.pdf>
- Méndez Ballesteros, O., y Muñoz Sánchez, M. G. (2020). *Evaluación del estado actual de las plantaciones forestales establecidas en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología el Plantel, Nindirí, Masaya, 2019* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). <https://repositorio.una.edu.ni/4106/1/tnk10m538b.pdf>
- Ortiz, E. (1989). Planificación y ejecución de raleos en plantaciones forestales. *Serie de apoyo académico*, (10). Instituto Técnico De Costa Rica, Cartago-Costa Rica
- Ramírez Silva, L. M. (2017). Incremento medio anual de teca (*Tectona grandis* L. f.) en plantaciones comerciales, distrito Puerto Inca, Huánuco-Perú. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1718/T016_47261481_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Richter, D. D., y Calvo, J. C. (1995). ¿Es una plantación forestal un bosque? *Revista Forestal Centroamericana Volumen 4, número 11 (Marzo-Mayo 1995)*, páginas 12-14. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6959>
- Rizo Rodríguez, J. R., & González Mairena, J. V. (1999). *Evaluación de las plantaciones forestales en Darío, Matagalpa, Nicaragua* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/927/1/tnk10r627.pdf>
- Rodríguez, C. A. A., Guillen, A. F. S., y Tercero, E. D. J. P. (2017). *Factor de forma para la Tectona grandis LF, empresa MLR-Forestal, Siuna, Costa Caribe Norte de Nicaragua*. *Ciencia e Interculturalidad*, 21(2), 74-84. <https://mlr.com.ni/el-potencial-economico-de-las-plantaciones-forestales-en-nicaragua/#:~:text=En%20Nicaragua%20las%20plantaciones%20forestales,48%2C600%20metros%20c%C3%BAbicos%20en%202019>
- Salazar, R. (1989). *Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple* (No. 20). Bib. Orton IICA/CATIE. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3221/Normas para la investigacion silvicultural.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3221/Normas_para_la_investigacion_silvicultural.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Salazar, R., Soihet, C., y Méndez, J. M. (2000). *Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina*. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. 67-68p y 101-102p. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2959>
- Sediles Palacio, G. A. (2010). *Evaluación del establecimiento de tres especies forestales de valor comercial (Pachira quinata Jacq. Swietenia humilis zucc y Cedrela odorata L) bajo diferentes niveles de cobertura como una medida de enriquecimiento del bosque*

seco secundario de Nandaimé, Granada (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/1144/1/tnk10s448.pdf>

Somarriba Chang, M. (1989). *Planificación conservacionista de la finca el Plantel* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/2586/1/tnp36s693.pdf>

Suárez Rivera. (2018). *Comportamiento de seis especies forestales establecidas bajo diferentes coberturas en la ribera del Río Santa Elena, UNA, 2017* (Doctoral dissertation, Universidad nacional Agraria). <https://core.ac.uk/download/157780518.pdf>

Téllez Obregón, I. C. (1998). *Comportamiento de sobrevivencia, crecimiento y producción de biomasa seca de treinta especies forestales, bajo condiciones de la zona seca de azul, la Leona, León* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA), paginas 5-6 <https://repositorio.una.edu.ni/908/1/tnk10t275.pdf>

X. ANEXO

Anexo 1: Formato de registro para la recolección de datos de la plantación de, (*Dalbergia retusa*) y (*Caesalpinia velutina*)

Anotador: _____ Fecha de registro: _____
 Especie: _____

| Numero de callejón | Numero de parcela | Numero de planta | Diámetro basal (mm) | Altura (cm) | Tipo de daño | Observaciones |
|--------------------|-------------------|------------------|---------------------|-------------|--------------|---------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Anexo 2. Prueba de T-Student del incremento promedio en diámetro de la especie *Dalbergia retusa* de los callejones 3 y 4.

| Descripción | Callejón 3 | Callejón 4 |
|-------------|-------------|----------------|
| | Fertilizado | No fertilizado |
| Media | 1.41 | 1.33 |
| Varianza | 0.6441 | |
| T | 0.54 | |
| p-valor | 0.5939 | |

Anexo 3. Prueba de T-Student del incremento promedio en altura de la especie *Dalbergia retusa* de los callejones 3 y 4.

| Descripción | Callejón 3 | Callejón 4 |
|-------------|-------------|----------------|
| | Fertilizado | No fertilizado |
| Media | 0.95 | 0.72 |
| Varianza | 0.3262 | |
| T | 2.26 | |
| p-valor | 0.0330 | |

Anexo 4. Prueba de T-Student del incremento promedio en diámetro de la especie *Caesalpinia velutina* de los callejones 3 y 4.

| Descripción | Callejón 3 | Callejón 4 |
|-------------|-------------|----------------|
| | Fertilizado | No fertilizado |
| Media | 1.47 | 1.20 |
| Varianza | 0.2848 | |
| T | 5.20 | |
| p-valor | <0.0001 | |

Anexo 5. Prueba de T-Student del incremento promedio en altura de la especie *Caesalpinia velutina* de los callejones 3 y 4.

| Descripción | Callejón 3 | Callejón 4 |
|-------------|-------------|----------------|
| | Fertilizado | No fertilizado |
| Media | 1.03 | 0.68 |
| Varianza | 0.0002 | |
| T | 7.24 | |
| p-valor | <0.0001 | |

Anexo 6. Cálculo de incrementos medio mensual de diámetro (cm) y altura (m) para el callejón 3 y callejón 4 de la especie de *Dalbergia retusa*.

| Promedio | Callejón 3 | Callejón 4 |
|----------|-------------|----------------|
| | Fertilizado | No fertilizado |
| DAP | 0.141 | 0.133 |
| Altura | 0.095 | 0.072 |

Anexo 7. Cálculo de incrementos medio mensual de diámetro (cm) y altura (m) para el callejón 3 y callejón 4 de la especie de *Caesalpinia velutina*.

| Descripción | Callejón 3 | Callejón 4 |
|-------------|-------------|----------------|
| | Fertilizado | No fertilizado |
| DAP | 0.147 | 0.12 |
| Altura | 0.103 | 0.068 |