



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación inicial de la plantación de Brasil blanco (*Caesalpinia velutina* Britton & Rose Standl), bajo dos distanciamientos, en la Unidad de Experimentación y Validación El Plantel, Masaya, 2022

AUTORES:

Br. Brenny Calixtro Gladin
Br. Jaime Exequiel Suarez Dávila

ASESORES:

Ing. Bayardo A. González Namendy
Ing. M. C. Francisco G. Reyes Flores
Ing. Oscar R. Valdivia Martínez

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación inicial de la plantación de Brasil blanco (*Caesalpinia velutina* Britton & Rose Standl) bajo dos distanciamientos, en la Unidad de Experimentación y Validación El Plantel, Masaya, 2022

AUTORES:

Br. Brenny Calixtro Gladin
Br. Jaime Exequiel Suarez Dávila

ASESORES:

Ing. Bayardo A. González Ñamendy
Ing. M. C. Francisco G. Reyes Flores
Ing. Oscar R. Valdivia Martínez

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2022

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 de la Universidad Nacional Agraria como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERÍA FORESTAL CON MENCIÓN EN RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMA
FORESTAL

Miembros de los tribunales examinador(es):

Ing. MSc. Juan José Membreño Morales

Presidente

Ing. MSc. Heyddy Marbely González Luna

Secretaria

Ing. Claudio Joel González

Vocal

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2022

DEDICATORIA

Gracias a Dios por derramar sus bendiciones sobre mí y llenarme de su fuerza para vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida, la experiencia, ayuda y sabiduría adquirida a esta trayectoria y por haberme permitido culminar mi carrera.

A mi abuelo **Bernaldihno Gladin Henry**, a mamá **Andresia Gladin Rodríguez**, mis hermanas: **Darsy Arjeny Gladin Rodríguez**, **Odil Vanesa Calixtro Gladin** y **Jenny Lee Calixtro Gladin** por todo el esfuerzo y sacrificio para brindarme todo el amor, la comprensión, apoyo incondicional y la confianza para aspirar hacer mejor y progresar cada momento de mi vida, sobre todo en mis estudios universitarios.

También le dedico de manera especial a mi hijo **Greyson Cedric Calixtro** quien ha sido mayor motivación de mi vida e inspiración para nunca rendirme en los estudios y poder llegar hacer un ejemplo para él.

A mi papa **Gilberto Calixtro Johns** espero que estés orgulloso de mis logros, su actitud me hizo más fuerte y seguir con mi estudio, te agradezco de corazón.

A mi cuñado **Niels Henry** (Q.E.P.D.) que está en el cielo y estoy seguro que él me ha guiado desde arriba y sé que está orgulloso por mis logros.

Br. Brenny Calixtro Gladin

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios todopoderoso, que me guía e ilumina el camino por los senderos correctos de la vida y fue mi refugio en los momentos de prueba.

A mi Madre, Sara Graciela Dávila Mejía, que me trajo al mundo, me enseñó a luchar por ser cada día una persona mejor acompañándome siempre con sus consejos, por su apoyo y amor incondicional; A mi Padre, Alejandro Castillo Rosales, quien me inculcó el don del saber, por su cariño, apoyo espiritual y buena educación.

A mis hermanos, Graciela Amador, Janineth Murillo, Liliana Castillo, Agenor Castillo y Hipólito Herrera, por su apoyo y cariño que me brindaron a pesar de las adversidades.

A mi abuelo Arcadio Dávila, por su amor y sus consejos motivándome a luchar con disciplina en la vida.

Muy especial a mi sobrino que ya se encuentra en la presencia de Dios, Jeselito Salazar (Ózil), por quien me esforcé a luchar a vencer cada una de las adversidades en la vida.

A mis tíos, Humberto Rodríguez y Dalila Dávila, por su gran apoyo moral y espiritual para la culminación de mis proyectos y gracia a toda mi familia por su gran apoyo.

Br. Jaime Exequiel Suarez Dávila

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco muy considerablemente a Dios por haberme dado la fortaleza de la vida y permitirme culminar con éxito mi carrera profesional, que ha sido uno de mis grandes sueños que ha hecho realidad y hoy finalizando con satisfacción.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por brindarme la oportunidad de formarme como profesional en esta alma mater y los recursos necesarios para continuar y finalizar con mucho éxito mi carrera como Ingeniería Forestal con mención de Restauración de Ecosistema Degradado.

Mis asesores del trabajo de tesis: **Ing. Bayardo A. González Ñamendy, Ing. M. C. Francisco G. Reyes Flores e Ing. Oscar R. Valdivia Martínez**, por sus disposiciones de atender, comprender, compartir sus conocimientos, amistades, confianzas y disipar las dudas que surgieron en el camino. Sus enseñanzas, consejos y responsabilidad fueron fundamentales para la ejecución y culminación exitoso de este trabajo investigativo.

Agradezco a todos aquellos que han contribuido de manera directa e indirectamente, en el desarrollo mi formación profesional y muchos aspectos de la vida sobre todo, el apoyo brindaron para realizar este trabajo de tesis en especial a las compañeras: **Br. Lea Yaritza Miranda Rodríguez, Br. Karla Vanessa Ortiz Sánchez, Br. Camila Samantha Aburto Zelaya y Br. Darlene Juneth Guevara Morales**, se les agradece de corazón por su tiempo y paciencia de ayudarme en el momento más necesitados, (en la etapa de campo del trabajo de tesis).

A mi compañero **Br. Jaime Exequiel Suarez Dávila** por confiar en mí durante todo el periodo de la carrera siempre juntos en los trabajado de clase y al final lo más importante, el trabajo de graduación (TESIS).

Br. Brenny Calixtro Gladin

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro padre celestial, por permitirme la oportunidad de culminar los estudios en esta prestigiosa alma mater.

A mis padres Sara Graciela Dávila y Alejandro Castillo Rosales, quienes con mucho esfuerzo y sacrificio me brindaron el apoyo necesario para formarme como profesional y motivándome a trabajar con disciplina, perseverancia y esfuerzo cada uno de mis propósitos.

A la universidad Nacional Agraria (UNA) por abrirme las puertas, brindarme el apoyo y contribuir a mi formación profesional.

A la facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA), en especial a su cuerpo de docentes por ser tan dedicados en la formación de nuevos profesionales.

A mis asesores Ing. Bayardo A. González Ñamendy, Ing. M.C. Francisco G Reyes e Ing. Oscar Valdivia, por haberme brindado la confianza y los conocimientos técnicos en el transcurso de la elaboración del presente trabajo de graduación.

A mis hermanas. Janineth Murillo y Graciela Amador, por apoyarme en los momentos más difíciles.

A mis amigos Julio Martínez, Ricardo Santos, Kenett Romero, Oniel Rodríguez, Rufino Casco y Selena García, por todos los momentos que hemos compartidos, por su amistad desinteresada y con mucho respeto a mi amigo y compañero de tesis Br. Brenny Calixtro Gladin que siempre me brindo su comprensión y confianza.

Br. Jaime Exequiel Suarez Dávila

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIAS	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>iii</i>
ÍNDICE DE CONTENIDO	<i>v</i>
ÍNDICE DE CUADROS	<i>vii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>viii</i>
ÍNDICE DE ANEXO	<i>ix</i>
RESUMEN	<i>x</i>
ABSTRACT	<i>xi</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
3.1 Plantaciones dendroenergéticas	3
3.2 Plantaciones forestales	3
3.3 Ciclo de producción de una plantación dendroenergética	3
3.4 Proceso de crecimiento	3
3.5 Expectativas de sobrevivencia en una plantación	4
3.6 Criterios para conocer el estado actual de la plantación de acuerdo con el porcentaje de sobrevivencia	4
3.7 Manejo de la plantación	4
3.7.1 Limpieza	4
3.7.2 Fertilización	5
3.7.3 Reposición de plantas	5
3.8 Características generales de la especie	5
3.8.1 Descripción botánica de la especie	5
3.8.2 Distribución y hábitat	5
3.8.3 Condición Climática	6
3.8.4 Altitud	6
3.8.5 Suelo	6
3.8.6 Uso	6
3.8.7 Plagas y enfermedades forestales	6
3.9 Estudios realizados	6
3.9.1 Evaluación de las plantaciones forestales en Darío, Matagalpa, Nicaragua, 1999	7
3.9.2 Evaluación del establecimiento de tres especies forestales en la unidad experimental finca El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1 Descripción General de la Unidad Experimentación y Validación el Plantel	8
4.1.1 Ubicación del área de estudio	8
4.1.2 Acceso	8
4.1.3 Descripción biofísica	9
4.2. Proceso metodológico	9

4.2.1. Etapa de Pre-campo	10
4.2.2. Etapa de campo	11
4.2.3. Etapa de post – campo	16
4.2.4. Materiales utilizados	20
V. RESULTADO Y DISCUSIÓN	21
5.1. Análisis de crecimiento e incremento de <i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & rose Standl) en diámetro basal para dos callejones	21
5.1.1 Prueba de T-Student para el diámetro basal	22
5.2. Análisis de crecimiento e incremento de <i>Caesalpinia velutina</i> (Britton & Rose Standl) en altura para los dos callejones	22
5.2.1 Prueba de T-Student para altura	23
5.3. Análisis de la sobrevivencia en la especie <i>Caesalpinia velutina</i> en la finca el Plantel, 2022	23
5.4 Tipos de daños causados en los callejones por cada periodo evaluado en las plantaciones de Brasil Blanco	25
5.4.1 Análisis de los tipos de daño en el callejón 1	25
5.4.2. Análisis de los tipos de daño en el callejón 2	26
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES	28
VIII. LITERATURA CITADA	29
IX. ANEXOS	31

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Clasificación de sobrevivencia en plantaciones forestales de acuerdo con Centeno, (1993)	17
2. Clasificación de los tipos de daños en plantaciones forestales	20
3. Distribución del porcentaje de daños en el primer callejón de la plantación de <i>C. velutina</i> para cada uno de los periodos evaluados	25
4. Distribución del porcentaje de daños en el segundo callejón de la plantación de <i>C. velutina</i> para cada uno de los periodos evaluados, 2022	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa de ubicación (macro y microlocalización de la finca el Plantel, 2022)	8
2. Diagrama de proceso metodológico de las plantaciones, 2022	10
3. Selección y preparación de planta de B. blanco en el vivero, 2022	10
4. Bloques de Eucalipto en los sitios seleccionados para el establecimiento de plantación de B. blanco, 2022	11
5. Diseño de las dos plantaciones en los callejones, en la finca El Plantel, 2022. Diseño del primer callejón y diseño del segundo callejón	11
6. Preparación de terreno en donde se realizó el arado para la siembra de las plantas, 2022	12
7. Siembra de las plantas en el establecimiento de las plantaciones B. blanco, 2022	12
8. Diseño de muestreo en las plantaciones de B. blanco en la finca el Plantel, Nindirí, Masaya, 2022	13
9. Riego manual de las plantas utilizando regadera metálica en las plantaciones, 2022	14
10. Caseo de las plantas de Brasil blanco establecidas en 2022	15
11. Limpieza mecanizada y manual en las plantaciones de B. blanco, 2022	15
12. Preparación y aplicación de fertilizantes, en las plantaciones de <i>C. velutina</i> , 2022	16
13. Incremento diámetro basal en milímetros de las plantaciones, 2022	17
14. Incremento altura en centímetro de las plantas, 2022	18
15. Crecimiento promedio en diámetro basal en la especie <i>C. velutina</i> en un periodo de 10 meses, 2022	21
16. Crecimiento promedio en altura de la especie de <i>C. velutina</i> en los dos callejones evaluados, en un periodo de 10 meses, 2022	23
17. Comportamiento de la sobrevivencia de <i>C. velutina</i> en los dos callejones evaluados, en un periodo de 10 meses, 2022	24

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Formato para la recolección de datos dasométricos y estado fitosanitario de la plantación de <i>Caesalpinia velutina</i>	31

RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la finca El Plantel, con el fin de evaluar el establecimiento inicial de la especie de *Caesalpinia velutina*, en dos distanciamientos a través del monitoreo de crecimiento e incremento en diámetro basal y altura, así como porcentaje de la sobrevivencia y los principales daños durante un periodo de 10 meses. Se realizaron plantaciones en callejones de 14 metros de ancho por 437 metros de largo, ubicados entre bloques de una plantación de *Eucalyptus camaldulensis*, realizando 3 líneas de plantación en cada callejón. Los distanciamientos utilizados fueron de 2 m x 3.5 m en el callejón uno, y 1.5 m x 3.5 m para el callejón dos. A estas plantas se les aplicó riego, limpieza y fertilización para su manejo. El muestreo se realizó en 10 parcelas de 7 m x 20 m en la línea central de cada callejón, con una muestra total de 110 plantas por callejón. Las variables evaluadas fueron diámetro basal, altura total, tipo de daños y sobrevivencia, realizando 3 mediciones en total. En el primer callejón, la plantación presentó un crecimiento promedio de diámetro basal de 16.80 mm y con un incremento de 0.721 mm/mes, en altura obtuvo un crecimiento de 91.54 cm e incremento de 5.358 cm/mes; el segundo callejón demostró un crecimiento de diámetro basal al final de la evaluación de 18.19 mm y un incremento de 0.923 mm/mes, con una altura de 101.95 cm e incremento de 6.638 cm/mes. Según la prueba de T-Student, se obtuvo que existen diferencias significativas en los incrementos en diámetro basal en ambos callejones más no así en los incrementos obtenidos en altura. La sobrevivencia fue de 94% en el primer callejón y 90% en el segundo. El daño que más se presentó en las tres mediciones fue la defoliación y en menor medida daños por animales domésticos y antropogénicos. Se concluye que la respuesta de esta especie en términos de crecimiento e incremento fue mejor que los otros estudios realizados, así como los valores obtenidos por la sobrevivencia y tipos de daños, afectando muy poco a la plantación.

Palabras clave: Plantaciones dendroenergética, Plantaciones de alta densidad, crecimiento, sobrevivencia, manejo de plantación.

ABSTRACT

The present study was carried out on the El Plantel farm, in order to evaluate the initial establishment of the species of *Caesalpinia velutina*, in two spacings through growth monitoring and increase in basal diameter and height, as well as percentage of survival and the main damages during a period of 10 months. Plantations were made in alleys 14 meters wide by 437 meters long, located between blocks of a *Eucalyptus camaldulensis* plantation, making 3 planting lines in each alley. The distances used were 2 m x 3.5 m in alley one, and 1.5 m x 3.5 m for alley two. Irrigation, cleaning and fertilization were applied to these plants for their management. The sampling was carried out in 10 plots of 7 m x 20 m in the central line of each alley, with a total sample of 110 plants per alley. The variables evaluated were basal diameter, total height, type of damage and survival, making 3 measurements in total. In the first alley, the plantation presented an average growth of basal diameter of 16.80 mm and with an increase of 0.721 mm/month, in height it obtained a growth of 91.54 cm and an increase of 5.358 cm/month; the second alley showed a basal diameter growth at the end of the evaluation of 18.19 mm and an increase of 0.923 mm/month, with a height of 101.95 cm and an increase of 6.638 cm/month. According to the T-Student test, it was found that there are significant differences in the increases in basal diameter in both alleys, but not in the increases obtained in height. Survival was 94% in the first alley and 90% in the second. The damage that occurred the most in the three measurements was defoliation and, to a lesser extent, damage by domestic and anthropogenic animals. It is concluded that the response of this species in terms of growth and increase was better than the other studies carried out, as well as the values obtained for survival and types of damage, affecting the plantation very little.

Keywords: Wood energy plantations, High density plantations, growth, survival, plantation management

I. INTRODUCCION

De acuerdo al INTA (2003), Nicaragua es un país privilegiado por sus enormes recursos forestales que, si se manejan adecuadamente, pueden constituirse en uno de los pilares para el desarrollo socioeconómico del país (p. 6). González & López (2006) afirma que, el acelerado deterioro de los bosques y ecosistemas forestales en la región centroamericana tienen importantes consecuencias económicas y ambientales.

IRENA (1993), el 50% de las tierras de Nicaragua son de vocación forestal que equivalen a 2.1 millones de hectáreas de suelo de aptitud forestal, donde la mayoría de estos suelos se encuentran bajo la ganadería y agricultura extensiva, si la agricultura migratoria continúa extendiéndose sin control, en unos 15 a 20 años quedará poco bosque en Nicaragua (Citado por González y López, 2006, p. 1). Meyrat (2000, como se citó en Rodríguez, 2013) afirma que en Nicaragua el bosque seco abarca alrededor de 454, 829 hectáreas (3.75% del territorio nacional) distribuidas en la región del Pacífico y norcentral, así mismo, el 80% de la población total del país se concentran en estas mismas regiones (p. 1).

De acuerdo la FAO (2002, como se citó en Rodríguez, 2013) la madera es conocida como la primera fuente de energía usada por la humanidad actualmente (p. 1). De acuerdo Arias & Guevara (2017), una plantación dendroenergética consiste en un grupo de árboles densamente plantados con el fin principal de producir madera, leña y carbón (biomasa), de calidad al mínimo costo y en el menor tiempo posible para la producción de energía, las especies seleccionadas deben ser de rápido crecimiento, con alta capacidad de rebrote y alto poder calórico (p. 11). Según Rodríguez (2013), la leñas y el carbón son los recursos más utilizados por los pobladores de Nicaragua. Es preocupantes la creciente demanda de este recurso, ya que el INAFOR es encargado, por ende, apoya en el manejo y seguimiento para el aprovechamiento sostenible de la plantación dendroenergética (p. 1).

Rojas (1997, como se citó en Rodríguez, 2013) al considerar la gran importancia que tiene la leña y carbón vegetal en el mundo y específicamente en Latinoamérica, es lógico pensar que la abundancia del recurso madera es severamente explotado por las personas sin ningún tipo de práctica sostenible, (p. 1.) Principalmente se establecen en potreros sobre pastoreados y abandonados, cada situación deberá manejar de diferentes maneras, (González y López, 2006, p. 1).

Según Rizo & González (1999), La insuficiente información sobre evaluaciones de plantaciones forestales, constituye una limitante para el desarrollo forestal del país. Siendo una de esas especies que ha sido poco estudiada *Caesalpinia velutina* (Brasil blanco).

Por lo antes mencionado, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el crecimiento e incremento en 10 meses de la especie forestal de Brasil blanco establecida en dos distanciamientos en la finca El Plantel, a través de la realización de mediciones dasométricas (diámetro basal y altura) para lo que se estimó el incremento (en diámetro y altura) de dicha especie, mediante la aplicación de un muestreo en la plantación forestal, así como también, determinar las afectaciones antropogénicas y naturales a través de observación directa, de ésta manera obtener información y resultado que sirvan de herramientas para la toma de decisiones en el manejo de la plantación de esta especie.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el establecimiento inicial de la especie *Caesalpinia velutina* bajo dos distanciamientos que permita la generación de información base para su manejo.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Cuantificar el crecimiento e incremento en diámetro basal y altura de la plantación de Brasil blanco establecida bajo dos distanciamientos durante un periodo de 10 meses.
- ✓ Estimar el porcentaje de sobrevivencia en la plantación de Brasil blanco durante un periodo de 10 meses.
- ✓ Determinar los principales daños en la plantación de Brasil blanco durante un periodo de 10 meses.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Plantaciones dendroenergéticas

MARENA/POSAF (2005) afirma que:

Las plantaciones dendroenergéticas (PDE), también se conocen con los nombres de plantaciones silvoenergéticas o plantaciones de alta densidad, cuyo objetivo es producir leña y carbón. Los cultivos energéticos incluyen especies herbáceas y leñosas. Donde los cultivos leñosos se siembran en altas densidades porque son mucho más rápido su desarrollo en comparación con los cultivos maderables (p. 15).

Arias & Guevara (2017), indica que:

En la década de 1990, en diferentes países emprenden y desarrollan ensayos de plantaciones dendroenergéticas para evaluar la capacidad de producción de la biomasa de los árboles. Las densidades de plantaciones hoy en día siguen cubriendo un amplio rango que van desde 1.500 hasta 36.000 individuos/ ha (p. 7).

3.2 Plantaciones forestales

Según MARENA/POSAF (2005),

“bosque proveniente del cultivo de árboles con fines comerciales o de conservación. Está integrado por especies introducidas o especies autóctonas” (p. 15).

Pérez & Zeledón (2004, como se citó en Gonzales & López, 2006) las plantaciones forestales además de ser utilizadas en el futuro para el aprovechamiento maderable son rodales creados artificialmente para satisfacer un conjunto específico de productos y servicios.

3.3 Ciclo de producción de una plantación Dendroenergética

Arias & Guevara (2017), indica que:

el ciclo de producción de una plantación dendroenergética es diferente a una plantación comercial tradicional. Al utilizarse densidades muy altas por hectárea, los turnos de producción se reducen a desde 1 a 5 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. Se inicia con la siembra de árboles y su cuidado hasta la primera cosecha, donde todos los árboles serán cortados y extraídos del lugar ya sea en forma de fuste o de astillas, luego se continua el manejo de los nuevos brotes hasta la segunda cosecha y así continua el ciclo (p. 12).

3.4 Proceso de crecimiento

Según Hughell (1999), el crecimiento se puede definir teóricamente, como el aumento irreversible de tamaño y el peso de la biomasa de un árbol. Este fenómeno es acompañado por procesos como la morfogénesis y la diferenciación celular y depende de la fotosíntesis, la respiración, la división celular, la elongación, entre otros procesos subyacentes de competencia en el proceso de crecimiento.

Rojas (1997, como se citó en González & López, 2006) la especie plantada el ritmo del crecimiento varía por el clima, suelo, la región y la precipitación

3.5 Expectativas de sobrevivencia en una plantación

De acuerdo con González & López (2006), en cuanto menor sea las expectativas de sobrevivencia de la especie establecida en la plantación mayor debe ser la cantidad de plantas a establecer por hectárea (p. 6).

MARENA (2003, como se citó en González & López 2006) afirma que los elementos que más influyen en la sobrevivencia de una especie en una plantación en los primeros años establecidas son:

- a) Plantas de alta calidad
- b) Época de plantación
- c) Tratamientos silviculturales aplicados en época correcta
- d) Protección de la plantación durante los tres primeros años, (p. 8).

Según Rojas (1997, como se citó en González & López 2006) se pueden presentar mortalidad de plantas establecidas en una plantación por cualquiera de estos factores: siembra inadecuada, ataque de plagas y enfermedades, carencia de humedad en los suelos y falta de protección del área donde está establecida la plantación (p. 6).

3.6 Criterios para conocer el estado actual de la plantación de acuerdo con el porcentaje de sobrevivencia

De acuerdo a Rizo & González (1999, como se citó en González & López 2006) los criterios para determinar la etapa actual de una plantación establecida son los siguientes:

- ✓ Muy bueno; cuando existen un 80 % o más de sobrevivencia de las plantas establecidas en una plantación.
- ✓ Bueno; cuando existen un 60 - 79% de sobrevivencia de las plantas establecidas en la plantación.
- ✓ Regular; cuando existe un 40-59% sobrevivencia de las plantas establecidas en la plantación.
- ✓ Malo; cuando la sobrevivencia de las plantas establecidas en la plantación es menor del 40% (p. 7).

3.7 Manejo de la plantación

3.7.1 Limpieza

Según Martínez y Castillo (2013), esta actividad consiste en la eliminación de hierbas y arbustos de manera manual y mecanizada (a través de una chapodadora) para eliminar agentes asociados a la maleza y por otro lado, disminuir la competencia por luz y nutrientes con las plantas que se establecieron en el área.

3.7.2 Fertilización

De acuerdo a Martínez y Castillo (2013), la fertilización consiste en la incorporación de abonos (orgánico o inorgánico) para introducir al suelo características morfológicas y fisiológicas en las plantas de modo que estas respondan haciendo la planta más resistente y aumente su potencial de crecimiento.

3.7.3 Reposición de plantas

Según Martínez y Castillo (2013), consiste en la sustitución de aquellas plantas que no han sobrevivido. Normalmente esta reposición de plantas se llevó a cabo de forma manual (p. 8).

3.8 Características generales de la especie

Nombre común: Brasil blanco, Mandagual

Nombre científico: *Caesalpinia velutina* (Britton & Rose Standl)

Familia: Fabaceae **Subfamilia:** Caesalpinioideae

3.8.1 Descripción botánica de la especie

Standley Steyermark (1946), afirma que:

la *C. velutina* es un árbol latifoliado, caducifolio, de tamaño mediano que alcanza hasta 20 m de altura y 30 cm dap, esta especie presenta un fuste recto, que ramifica a poca altura cuando crece a espacio abierto, su base también es recta; a copa es ancha cuando crece de libre de competencia, su corteza de color blanco grisáceo y lenticelado (Citado por CATIE, 1992. p. 4).

CATIE (1992), indica que:

el sistema radial es profundo, con raíces pivotante y raíces secundarias laterales, con gran capacidad de enraizamiento en suelos rocosos, las hojas son densamente velutinosas (a terciopeladas) o pilosas, con yemas axilares frecuentemente grandes (20 a 30 cm de longitud), compuesta, paripinnadas, alternas, de dos a cuatro pares de pinnas y de 5 a 7 pares de hojuelas con yemas axilares; Su floración es abundante y se produce en racimo más corto que las hojas, con pedicelos de 5 a 10 mm, cáliz de 5 mm de largo y pétalos amarillos de 8 mm de largo; Los frutos son legumbre oblonga, indehiscentes, de 2.5 a 3 cm de ancho y de 10 a 15 cm de largo, de bases obtusa, también densamente velutinosas, de color verde claro cuando están inmaduros y café oscuro al madurar. Cada vaina contiene de 2 a 10 semillas redondeadas, aplanadas, de 5 a 7 mm de diámetro. Se estima una cantidad de 5000 a 6000 semillas por kg (p. 5).

3.8.2 Distribución y hábitat

De acuerdo a CATIE (1992), su distribución natural se inicia en la zona del sur de México hasta Guatemala, en zonas de vida de bosque seco subtropical y monte seco espinoso, también se le ha encontrado en Sébaco y Matagalpa, Nicaragua (p. 102)

3.8.3 Condición Climática

Según CATIE (1992), el clima ideal es el tropical o subtropical húmedo, pero se adapta también al cálido, pudiendo resistir temperaturas de 24° C hasta 28°C, el caso de periodo de sequias la especie de Brasil blanco, si bien con crecimientos menos exuberantes y pérdida parcial de sus hojas (p. 100).

3.8.4 Altitud

De acuerdo a CATIE (1992), la especie de Brasil blanco se desarrolla bien en altitudes comprendidas entre los 50 y los 1,000 msnm. Pero lo hace en óptimas condiciones entre los 600 msnm, (p. 101).

3.8.5 Suelo

SIRE (1946), afirma que los suelos más aptos son el Alfisol ústico, Mollisol ústico, Entisol, e Inceptisol con buena humedad, con un buen drenaje, que tenga la gran capacidad de retención de humedad con pH: > 5.5, (p. 1).

3.8.6 Uso

SIRE (1946), aduce que:

la madera es dura, muy usada para carbón y leña ya que es de excelente calidad, quema lentamente con gran producción de brasas. Su poder calórico es moderadamente alto y fluctúa entre 4,046.79 y 4,571.82 kcal/kg, sin olor desagradable, produce poco humo; seca rápidamente, y puede ser usada verde mezclada con leña seca. La madera seca puede ser almacenada sin problemas al aire libre, por un año o más siempre que se proteja de la lluvia. Ha sido utilizada para muebles rústicos, construcción, herramienta y postes. Se utiliza en sistemas agroforestales asociada con cultivos anuales (maíz, frijol y tomate), o con pastos como *Cynodon plectostachyus* para uso en ganadería; aunque su follaje está reportado como no palatable, las cabras pueden comer sus hojas tiernas. Es una especie melífera y tiene potencial para uso ornamental, (p. 2).

3.8.7 Plagas y enfermedades forestales

Según MARENA/ INAFOR (2002), son pocos los problemas de plagas y enfermedades detectados en plantación, sólo se ha reportado el gusano defoliador (Órden *Lepidoptero*, Familia *Tortricidae*); un lepidoptero, no identificado, que destruye las semillas y un coleóptero que oviposita en las vainas en estado tierno y que destruyen los fruto.

3.9 Estudios realizados

Es importante mencionar que, como se había resaltado inicialmente, son pocos los estudios que se han realizado con la especie *C. velutina* en su establecimiento inicial, principalmente con condiciones similares, sin embargo, se presentan a continuación algunos estudios encontrados que servirán como base para la discusión de los resultados.

3.9.1 Evaluación de las plantaciones forestales en Darío, Matagalpa, Nicaragua, 1999

En un estudio realizado por Rizo y González (1999) en la ciudad de Darío, Matagalpa, evaluaron tres plantaciones forestales de; *Eucaliptus camaldulensis*, *Caesalpinia Velutina* y *Azadirachta indica* con una precipitación de 895.3 mm al año, distribuida entre los meses de mayo y junio, con un relieve montañoso a una altitud de 600 msnm (p. 20). La vegetación es seca decidua tropical, de altura de 15 a 20 metros, pierden sus hojas en período de 5 a 7 meses en la época seca. Actualmente la vegetación está sumamente intervenida y presentan un aspecto de bosque sabanoide (muy bajo), esparcido y muy matorraloso (p. 23).

Se estableció la plantación de *C. velutina* con un distanciamiento de 3 x 2.5 metros. Se realizó una evaluación, a los 10 meses se obtuvo un crecimiento promedio de 25.6 mm en diámetro en la plantación forestal (p. 49), la altura promedio de esta plantación fue de 0.47 metros (p. 45). Y la sobrevivencia promedio de la plantación de esta especie es de 72.38 (p. 42). Según Centeno (1993), el porcentaje de sobrevivencia es clasificado como una plantación buena, basados a los resultados que se encontró en este estudio (p. 9). El estudio realizado concluye que la especie de *C. velutina* es de gran rentabilidad su establecimiento por el alto valor comercial que tiene esta especie para el uso de leña y carbón, ya que esta especie es de rápido crecimiento.

3.9.2 Evaluación del establecimiento de tres especies forestales en la unidad experimental finca El Plantel, Nindirí, Masaya, 2013

De acuerdo al estudio realizado por Martínez y Castillo (2013), en la finca el Plantel, propiedad de la UNA, ubicado en km 31 carretera Tipitapa-Masaya, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, se evaluaron tres especies forestales de: *Hymenaea courbaril*, *Caesalpinia violacea* y *Tabebuia ochracea ssp. neochrysantha* (A.H. Gentry) A.H, con el propósito de conocer su comportamiento en sobrevivencia, diámetro y altura.

La descripción del área; la textura de suelo varía desde arenoso a franco arenoso, suelo bien drenados con fertilidad aceptable respectivamente; el clima es tropical sabana con transición a subtropical semi-húmedo; con una precipitación varia de 600 mm a 1800 mm al año, precipitación anual mes de 1100 mm, temperatura media es de 26° C. el área de la plantación corresponde con una transición entre bosque tropical, moderadamente denso, seco y bosque tropical sub-húmedo. La dimensión de la parcela establecida fue de 15 x 15 metros, distanciamiento fue de 3 x 3 m; este estudio se evaluó en un periodo de 12 meses.

Se destaca que la plantación en específico *Caesalpinia velutina*, obtuvo mayor porcentaje de sobrevivencia 69% comparando con otras especies evaluadas, el crecimiento en altura de la misma fue de 123.3 cm y el incremento en diámetro fue de 2.29 mm, superior a las otras especies evaluadas. Haciendo la valoración de los daños por defoliación para esta especie reportaron mayor con un 80% de las plantas afectadas por Zompopos. La conclusión de estudio realizado para la especie *C. velutina* fue la que obtuvo un mayor crecimiento en altura con 123.3 cm en un periodo de un año, donde indica que dicha especie se desarrolla bien con las condiciones edafoclimáticas que tiene la finca ya que esta especie forestal es apta para uso y la producción de leña y carbón.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción General de la Unidad Experimentación y Validación el Plantel

4.1.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la Unidad Experimentación y validación el Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria (Figura 1). Esta se ubica en el kilómetro 30 carretera Tipitapa-Masaya, municipio de Masaya, departamento de Masaya, contiguo a la empresa Avícola Estrella. Según Somarriba (1989), la finca cuenta con un área de aproximadamente 270 manzanas y se ubica geográficamente entre las coordenadas 12°06'24" latitud norte y los 86° 04'46" y 86°05'27" longitud oeste (Citado por Gonzales y López, 2006, p. 11).

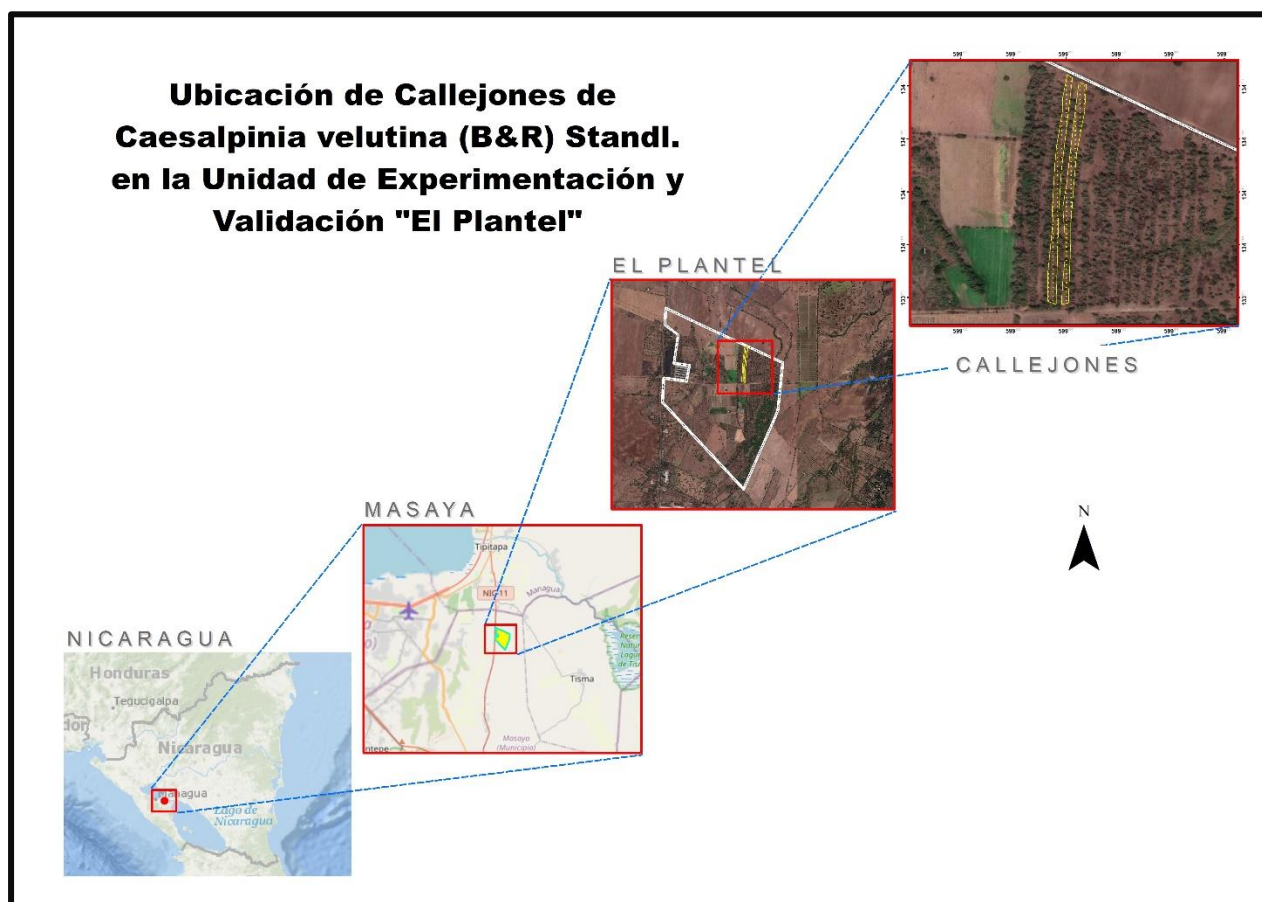


Figura 1. Mapa de ubicación (macro y microlocalización de la finca el Plantel, 2022).

4.1.2 Acceso

Según Somarriba (1989, como se citó en Gonzales y López, 2006) el Plantel cuenta con un fácil acceso debido a que se ubica a orillas de la carretera pavimentada que va de Tipitapa – Masaya (p. 11).

4.1.3 Descripción biofísica

De acuerdo a Bendaña, (1999, como se citó en Gonzales y López, 2006) en el área se registra una precipitación de 1,100 mm al año, una elevación entre 98 y 110 msnm, con una humedad relativa promedio de 70%, temperatura media de 26°C, (p. 11).

a) Suelo

Según Somarriba (1989, como se citó en Gonzales y López, 2006) el área de la finca el Plantel, se encuentra suelo de origen volcánico y tectonismo, los procesos formadores que han modelado la erosión y la sedimentación; la lectura varía desde arenosa a franco. En términos generales se consideran que los suelos son bien drenados con fertilidad aceptable, (p. 13)

b) Clima

Somarriba (1989 como se citó en Gonzales y López, 2006), con la clasificación de Köppen, el clima es tropical de sabana con transición a sub-tropical-húmedo. La precipitación varía de 600 mm a 1,800 mm/año. Existen una marcada época seca durante seis meses (noviembre-abril). Durante la época seca, el promedio de precipitación es de 0 a 3 mm. Los meses de febrero y marzo son los meses más secos. Los de mayor precipitación son los de septiembre y octubre en que ocurre un promedio de 200 a 250 mm de lluvia, (p.13)

Somarriba (1989, como se citó en Gonzales y López, 2006) afirma que la temperatura mínima media corresponde al mes de diciembre, con valores que varía de 24.7°C y 25.3°C. La evaporación media anual es de 2,044 mm. El mes con mayor evaporación es abril. La variación mensual de la evaporación es opuesta a la de la marcha de la precipitación y los valores medio de la humedad relativa. Los vientos predominantes, independientes de su velocidad son de componentes de; (Noroeste, Este y Sureste). Tienen velocidad promedio de 3.4m / seg. (12km /hora), (p.13)

c) Vegetación

Según Somarriba (1989, como se citó en Gonzales y López, 2006) el Plantel corresponde a una transición entre bosque tropical, moderado denso y seco, y bosque tropical subhúmedo. Esta vegetación fue eliminada con la introducción del monocultivo del algodón, entre los años 50 y 60. Actualmente la tierra se usa con cultivos de granos básicos como Maíz (*Zea mays*), Sorgo (*Sorghum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*): además de frutales como Cítricos, mango (*Mangifera indica*), Aguacate (*Persea americana*) y plátano (*Musa paradisiaca*). La yuca (*Manihot esculenta*) también es un cultivo común en esta área, así como las plantaciones de Neem (*Azadirachta indica*), Eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) y especies como Madero negro (*Gliricidia sepium*), Espino de playa (*Pithecellobium dulce*), Sardinillo (*Tecoma stans*), entre otras, (p. 14)

4.2 Proceso metodológico

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 con cada una de las actividades principales en cada etapa y en los siguientes párrafos se explica cada una de estas (Figura 2).

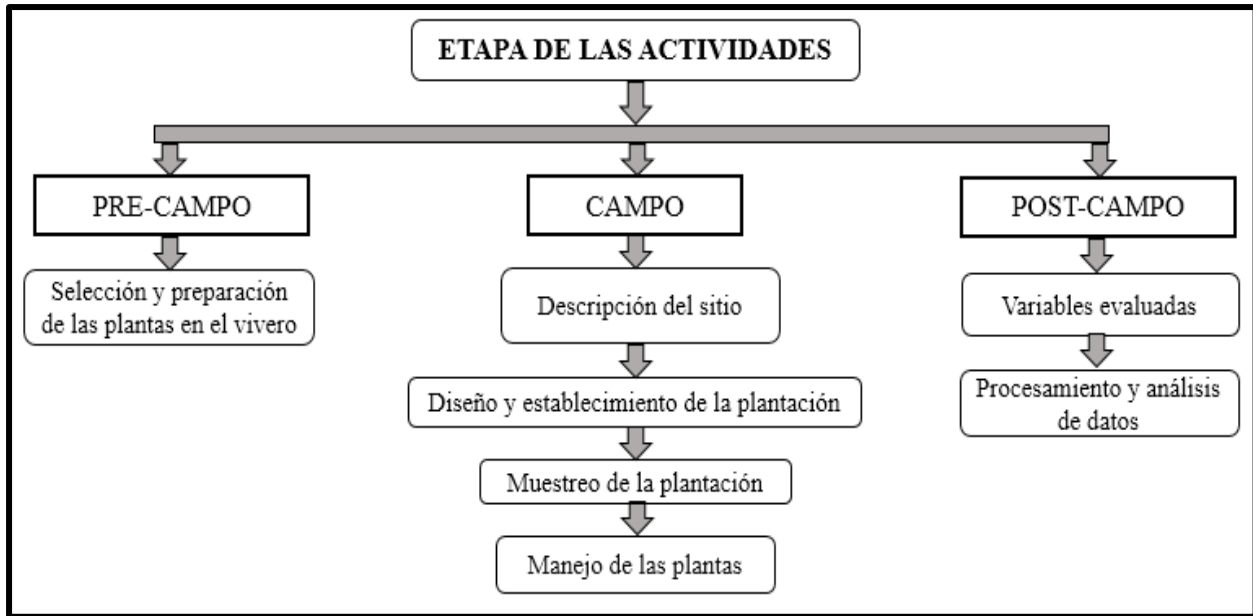


Figura 2. Diagrama de proceso metodológico de las plantaciones.

4.2.1 Etapa de Pre-campo

a) Selección y preparación de la planta en vivero

Se escogieron 1,530 plantas del vivero forestal del departamento de Manejo de Bosques y Ecosistema. De acuerdo a (SIRE, 1946), existen criterios generales que indican buena calidad en las plantas; plantas vigorosas, libres de plagas y enfermedades, con altura promedio de 30 cm aproximadamente, sin bifurcaciones y que esté lignificada.

Se aplicó riego a las plantas de la especie de Brasil blanco antes de transportar las plantas hacia la finca el Plantel; para transportar las plantas al sitio fue por la mañana en la camioneta debida cubierta con el fin de proteger del viento e insolación, con ello deshidratación y que las plantas sufran menor daño y estrés posible; en el momento de ser descargadas las plantas en sitio, se colocaron bajo la sombra de árboles (Figura 3).



Figura 3. Selección y preparación de planta de B. blanco en el vivero, 2022.

4.2.2 Etapa de campo

a) Descripción de los sitios seleccionados

En la finca el Plantel se encuentran 2 lotes con plantaciones de *Eucaliptus camaldulensis* establecidas en los años 80. Para el establecimiento la plantación de Brasil blanco se seleccionó uno de los lotes de *E. camaldulensis*, habiendo, además, algunas especies como *A. indica*, *Tabernaemontana glabra*, *Bursera simaruba*, entre otras. Dentro de este lote había callejones sin vegetación entre bloques de eucalipto y para fines de este estudio se seleccionaron 2 callejones para establecer la plantación. La longitud de estos era de 437 metros y 14 metros de ancho, para un área de 1.22 ha (Figura 4).



Figura 4. Bloques de Eucalipto en los sitios seleccionados para el establecimiento de plantación de B. blanco, 2022.

b) Diseño y establecimiento de la plantación

Se establecieron plantaciones lineales en cada callejón. En el primer callejón se dejaron 3.5 metros entre líneas y 2 metros entre plantas. En el segundo callejón se dejaron 3.5 metros entre líneas y 1.5 metros entre plantas (Figura 5).

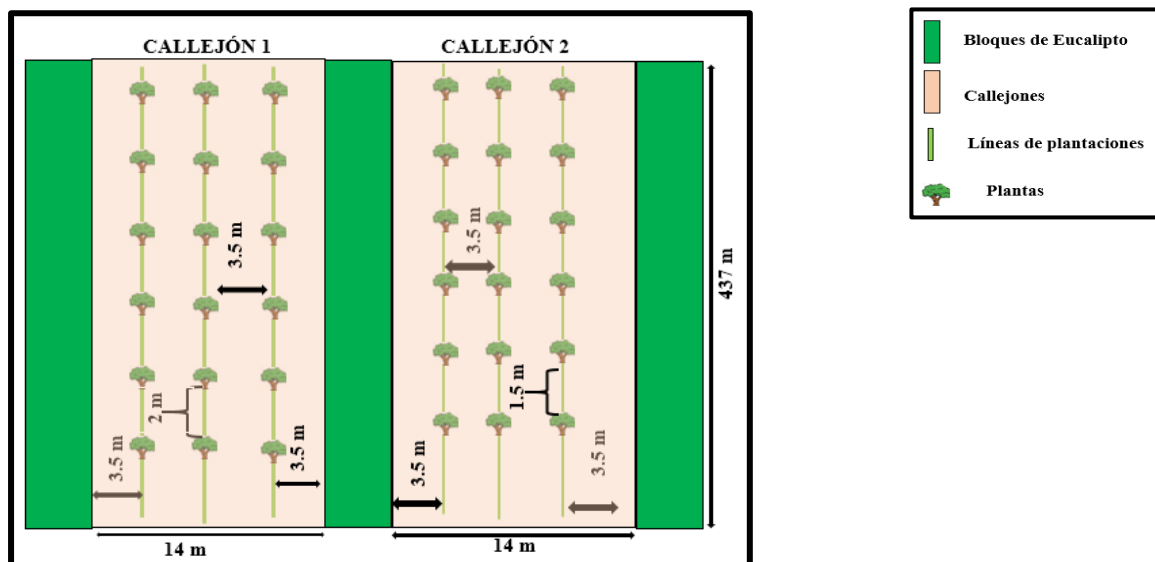


Figura 5. Diseño de las dos plantaciones en los callejones, en la finca el Plantel, 2022. Diseño del primer callejón y diseño del segundo callejón.

- **Preparación de terreno**

Se realizaron arado con un tractor agrícola en cada callejón. Esto se realizó con el propósito de remover el suelo y facilitar las labores de siembra, así como crear condiciones al descompactar el suelo para que las plantas tuvieran buen desarrollo radicular (Figura 6).



Figura 6. Preparación de terreno en donde se realizó el arado para la siembra de las plantas, 2022.

- **Siembra de las plantas**

Se estableció la plantación de la especie *Caesalpinia velutina* en dos callejones en un área total de 437 m lineales por cada callejón, los distanciamientos fueron los siguientes: para el callejón uno fué de 2 m entre cada planta y 3.5 m entre línea, para el callejón dos fue de 1.5 m entre planta por 3.5 entre líneas para, en un área total de 1.22 ha (Figura 7).



Figura 7. Siembra de las plantas en el establecimiento de las plantaciones B. blanco, 2022.

c) Muestreo de la plantación

Se establecieron 10 parcelas de muestreo haciendo un total de 20 parcelas. Las parcelas establecidas en el primer callejón tuvieron una dimensión de 7 metros de ancho por 20 metros de largo, para un área de 140 m². Las parcelas del segundo callejón tuvieron una dimensión de 7 metros de ancho por 16.5 metros de largo, equivalente a un área de 115.5 m² (Figura 8). La distancia entre parcelas fue de 20 metros. La parcela útil estuvo conformada por 11 plantas, para un total de 110 plantas en cada callejón que fue muestreada, siendo seleccionadas las que estaban en la línea central, esto con el objetivo de evitar el efecto borde, en este caso, ocasionado por los bloques de Eucalipto a ambos lados.

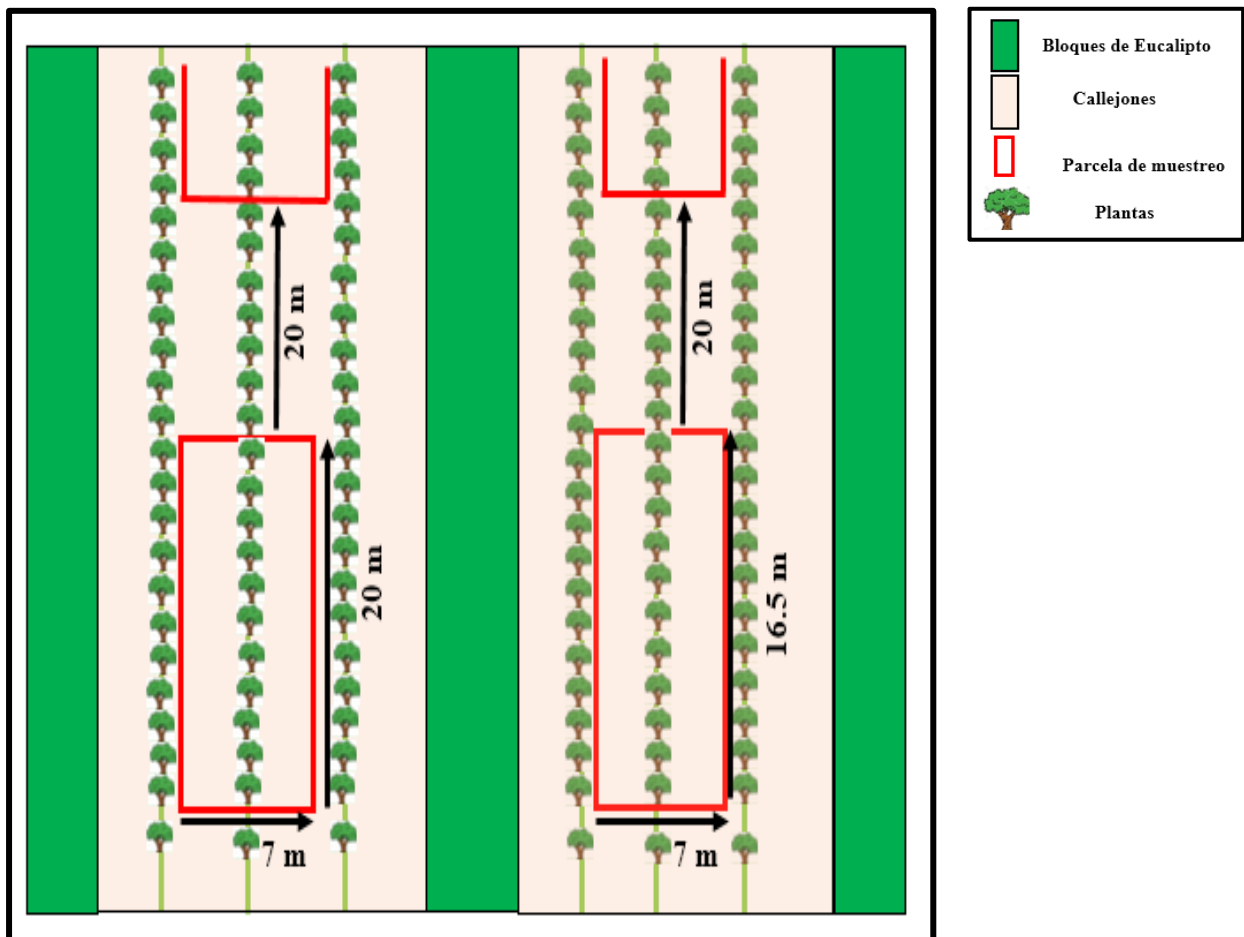


Figura 8. Diseño de muestreo en las plantaciones de B. blanco en la finca el Plantel, Nindirí, Masaya, 2022.

Para el registro de los datos en cada una de las parcelas de muestreo, se empleó un formato el cual se presenta en anexos 1. En este se registró el número del callejón, el número de la parcela, el código de la planta, las variables diámetro basal y altura total, así como los tipos de daños identificados.

d) Manejo de la plantación

- **Riego**

Se aplicó riego manual en época de verano, dos veces por mes (febrero, marzo y abril) para los dos callejones de la plantación durante el periodo de evaluación; para esto se utilizó la regadera metálica, se aplicaban 7 litros por planta para asegurar que el suelo quedará húmedo y la planta pudiera aprovechar esta agua (Figura 9).



Figura 9. Riego manual de las plantas utilizando regadera metálica en las plantaciones, 2022.

- **Limpieza**

Frecuencia de limpieza

Se realizaron dos limpiezas en total durante los 10 meses de evaluación, con intervalos de 5 meses entre cada limpieza en los dos callejones, esto con el objetivo de reducir la competencia con otras especies. A su vez, se hizo un caso de las plantas de forma manual utilizando machetes, esto consistió en limpiar alrededor de cada planta con un radio de 40 cm (Figura 10).



Figura 10. Caseo de las plantas de Brasil blanco establecida en 2022.

Maquinaria y equipo empleado para la limpieza

La maquinaria utilizada consistió en un tractor que se encargaba de limpiar entre línea y línea de la plantación, realizándose cada cinco meses. A su vez se utilizó una máquina de chapodadora y machetes (Figura 11).



Figura 11. Limpieza mecanizada y manual en las plantaciones de B. blanco, 2022.

• Preparación y Aplicación de fertilizante

La aplicación de fertilizante después del establecimiento de la plantación fue cada 5 meses durante el periodo de evaluación, esto con el fin obtener un mejor desarrollo y crecimiento de los árboles. Para la preparación de la mezcla de fertilización, se utilizó 50 % de urea y 50% de 15-15-15 (Nitrógeno, fosforo y potasio), mezclados en un recipiente. Posteriormente, se depositó el fertilizante a una distancia de 30 cm de la planta en direcciones opuestas, realizando un agujero de 5 cm de profundidad. Se empleó una onza de la mezcla de fertilizante por cada planta (Figura 12).



Figura 12. Preparación y aplicación de fertilizantes, en la plantación de *C. velutina*, 2022.

4.2.3 Etapa de post – campo

a) Variables evaluadas

- **Incremento en diámetro basal y altura**

Para realizar el cálculo de los incrementos en los 10 meses de evaluación, se empleó la fórmula del CATIE (2002) del incremento periódico anual, realizando un ajuste la variable tiempo, puesto que la fórmula original consiste en restar el dato de la variable de la última medición menos el dato de la variable de la primera medición y dividir este resultado por el tiempo en años, por lo que, para este estudio en lugar de emplear el tiempo en años, se utilizó en meses (los 10 meses de evaluación). A continuación, se presentan las fórmulas para cada incremento.

- **Incremento en diámetro basal**

Para obtener este dato se utilizó un vernier tomando el diámetro de la planta lo más horizontal posible a la base de la planta (Figura 13), esta toma de datos solamente se hizo a las plantas que están dentro de las parcelas útiles de las plantaciones. Se hicieron 3 mediciones en intervalos de 5 meses, iniciando en el mes de marzo de 2021, luego agosto de 2021 y finalizando en enero de 2022.



Figura 13. Incremento diámetro basal en milímetros de las plantaciones, 2022.

Fórmula de incremento medio mensual en diámetro (modificado de CATIE, 2022)

$$IPMd = \frac{D10 - D0}{10 \text{ meses}}$$

Donde:

IPMd = Incremento periódico mensual diámetro (mm/mes)

D10 = diámetro a los 10 meses de evaluación

D0: Diámetro al inicio de la evaluación

- **Incremento en altura**

Para el incremento en altura de las plantas se hizo uso de una cinta métrica de 5 m, esta medida se extiende desde la base hasta el ápice de la planta. Se evaluaron las plantas ubicadas en la parcela útil. El muestreo para esta variable se realizó con la frecuencia de cada 4 meses iniciando en Marzo del 2021 y finalizando en Enero del 2022 (Figura 14).



Figura 14. Incremento altura en centímetros de las plantas, 2022.

Según Sediles (2010), el incremento de altura resulta un parámetro interesante de estudiar puesto que permite comprender las variaciones que va teniendo la altura de la planta con respecto al tiempo, siendo un dato útil en la planificación futura de la plantación. Este cálculo se realizó con la siguiente fórmula:

Fórmula de incremento medio mensual en altura (modificado de CATIE, 2002)

$$IPMh = \frac{H10 - H0}{10 \text{ meses}}$$

Donde:

IPMh = Incremento periódico mensual altura (cm/mes)

H0= altura al inicio de evaluación

H10 = altura a los 10 meses de evaluación

- **Sobrevivencia**

Para determinar el porcentaje de individuos vivos que presentaron las plantaciones de *C. velutina*, donde tomaron como referencia el número inicial de plantas que se establecieron en las plantaciones y la cantidad de plantas vivas contabilizadas al final del estudio. De esta manera conocieron el comportamiento de la especie establecidas en dos distintos distanciamientos entre plantas.

Fórmula de porcentaje de sobrevivencia Linares (2005, como se citó en López, 2015)

$$\% \text{ de Sobrevivencia} = \frac{Pv}{(Pv + Pm)} \times 100$$

Donde:

Pv= plantas vivas

PI= Plantas muertas

100= Valor estándar para obtener el porcentaje de sobrevivencia, (p. 9)

Según Centeno (1993, como se citó en Sediles, 2010) la sobrevivencia de plantas en una plantación se clasifica definiendo los siguientes rangos para evaluar la sobrevivencia en un sistema de plantaciones forestales, (p. 10)

Cuadro 1. Clasificación de sobrevivencia en plantaciones forestales de acuerdo con Centeno, (1993)

Categoría	Porcentaje de sobrevivencia
Muy Buena	80 – 100 %
Buena	60 – 79 %
Regular	40 – 59 %
Mala	Menos 40 %

- **Clasificación del tipo de daño**

Uno de los puntos clave a evaluar en una plantación forestal, son los tipos de agentes que causan daño ya sea en las primeras etapas de las plantaciones, así como en etapas más avanzadas, esto con el fin de determinar cuál de las afectaciones tiene mayor incidencia sobre las plantas y poder tomar decisiones en cuanto al control o reducción de los daños. A continuación, se presentan los tipos de daño evaluados en este estudio (Cuadro2).

Cuadro 2. Clasificación de los tipos de daños en plantaciones forestales

N°	Clasificación	Descripción
1	Animales domésticos	En el caso de animales domésticos, para fines de este estudio se consideró en esta categoría únicamente los daños causados por vacas y caballos (pisoteo) que son los que se encuentran en la finca.
2	Defoliación	Es la caída prematura de las hojas de las plantas producidas por plagas.
3	Enfermedades	Afectaciones en las ramas y el tallo de las plantas por algún agente patógeno.
4	Antropogénica	Son los daños que se puede producir durante el manejo de la plantación.
5	Sin daños	Las plantas que se encuentran sana o en buen estado.

Fuente: Adaptado de Pérez & Mota (2009) citado por Sediles (2010)

b) Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron en los siguientes programas: Word 2016, Excel 2016 para análisis estadístico. Para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en el incremento diamétrico y de altura en los distanciamientos evaluados, se utilizó la prueba de T-Student con un nivel de confianza del 95%.

4. 2. 4 Materiales utilizados

Para el establecimiento de parcelas utilizaron los siguientes materiales como:

1. Brújula
2. GPS
3. Vernier
4. Cinta métrica (50 m y 3 m)
5. Motosierra
6. Tractor agrícola
7. Chapodadora
8. Cinta biodegradable
9. Tabla de campo
10. Mazo
11. Nylon
12. Machete

V. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación se corresponden a 220 plantas que fueron evaluadas en el muestreo (110 plantas en el callejón N. ° 1 y 110 plantas en el callejón N. ° 2) por lo que se estará empleando el término “callejón 1” y “callejón 2” para referirse a cada uno.

5.1 Análisis del crecimiento e incremento de *Caesalpinia velutina* Britton & Rose Standl) en diámetro basal para los dos callejones

En la Figura 15 puede observarse la tendencia de crecimiento en diámetro basal de la especie evaluada, siendo los valores del primer callejón de 9.59 mm de diámetro basal promedio, logrando un leve crecimiento 5 meses después con 11.20 mm de diámetro y finalizando a los 10 meses con 16.80 mm.

En el segundo callejón la tendencia es similar, sin embargo, con diferencias claras en cuanto a los valores del primer callejón, por lo que para la primera medición se obtuvo un diámetro basal promedio de 8.96 mm, un leve crecimiento a los 5 meses con 10.84 mm y finalizando a los 10 meses con 18.19 mm de diámetro basal. Para ambos casos, esto puede explicarse, debido a las condiciones climáticas que favorecieron el crecimiento de la planta, además de las labores culturales como limpieza y fertilización.

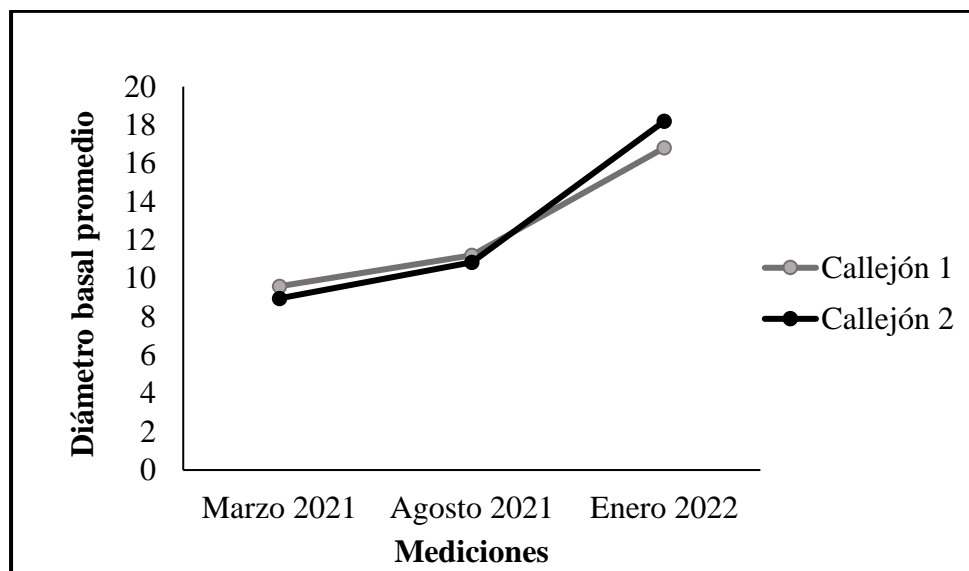


Figura 15. Crecimiento promedio en diámetro basal en la especie de *C. velutina* en un periodo de 10 meses, 2022.

En el caso del incremento promedio obtenido en los 10 meses de evaluación, este fue de 7.21 mm para el callejón 1, siendo la tasa de incremento mensual de 0.721 mm/mes y un valor de 9.23 mm de incremento en diámetro promedio en 10 meses para el segundo callejón, con una tasa de crecimiento mensual de 0.923 mm/mes. Estos valores son bajos si se comparan con los encontrados por Rizo & González (1999), donde obtuvieron una tasa de incremento de 2.56 mm/mes, con distanciamiento de 3 x 2.5 metros, por lo que esto pudo haber influenciado un mayor crecimiento en diámetro (un mayor espacio horizontal), así como estar ubicado en una zona más fresca (a 600 msnm).

En un estudio realizado por Martínez y Castillo (2013) en una plantación de *C. velutina* en la finca El Plantel, obtuvieron un incremento en diámetro basal de 2.29 mm en 12 meses de evaluación, siendo el resultado de este estudio mayor con 6.08 mm (callejón 1) y 8.51 mm (callejón 2) a los 10 meses. Es importante tomar en cuenta que ambos estudios se realizaron en el Plantel, y uno de los factores que pudo haber favorecido un mayor incremento en diámetro en este estudio es que se aplicó fertilizantes, algo que no se realizó en el estudio de Martínez y Castillo, por lo que, para fines de manejo de esta especie, este deberá ser un punto clave a tomar en cuenta.

5.1.1 Prueba de T-Student para el diámetro basal

Según la prueba de T-Student realizadas con un 95% de confiabilidad, se obtuvo que existen diferencias significativas ($P = 0.00657$) en los incrementos en diámetro basal en ambos callejones, siendo el callejón 2, el que obtuvo significativamente un incremento en diámetro mayor en relación con el callejón 1. Según Ortiz Malavasi (1989), conforme mayor sea la densidad, el diámetro medio de los árboles será menor, esto debido a que aumenta el efecto de la competencia (p. 1). Algo que no se logró evidenciar en este estudio puesto que el callejón con menor distanciamiento tuvo significativamente un mayor incremento en diámetro que el callejón 1 en el que las plantas tenían medio metro más de distanciamiento. Sin embargo, el efecto de esta competencia puede verse manifestado de una forma más clara con el tiempo.

Es importante destacar que hay otras variables no controladas que también pueden haber incidido en esta diferencia en incremento diamétrico en ambos callejones, como por ejemplo la fertilidad natural del suelo previo a la aplicación de los fertilizantes, así como la intensidad de la remoción que se hizo en el suelo.

5.2 Análisis del crecimiento e incremento de *Caesalpinia velutina* Britton & Rose Standl) en altura para los dos callejones

En la Figura 16 se muestra la tendencia de crecimiento en la altura de dichas especies, siendo los valores del primer callejón es de 37.96 cm de altura promedio, luego a los 5 meses se registró una altura promedio de 53.09 y finalizando a los 10 meses de la evaluación con 91.54 cm, siendo la diferencia de crecimiento mayor entre la segunda y la última medición (38.44 cm) en relación a la diferencia de altura registrada entre la segunda y la primera medición (15.136 cm).

En el callejón 2, la tendencia de crecimiento en altura es similar al callejón 1, siendo el resultado promedio de la primera medición de 35.57 cm, pasando a 54.89 cm y finalizando a los 10 meses de evaluación con un 101.95 cm. La diferencia de crecimiento entre mediciones es notoria, siendo la diferencia de altura mayor entre la última y la segunda medición (47.06 cm) y menor entre la segunda y primera medición (19.32 cm). Para ambos callejones, este comportamiento es atribuido a las precipitaciones, pues entre junio a octubre de 2021 se registró un acumulado de precipitación de 597 mm, favoreciendo el crecimiento. Además de las precipitaciones, las diferentes actividades de manejo fueron esenciales para el crecimiento.

En el caso de los incrementos, el callejón 2 fue el que registró un mayor valor, con 66.38 cm de incremento en 10 meses, para un valor de incremento mensual de 6.638 cm/mes. El primer callejón obtuvo un valor de 53.58 cm en 10 meses, con un incremento medio mensual de 5.358 cm/mes.

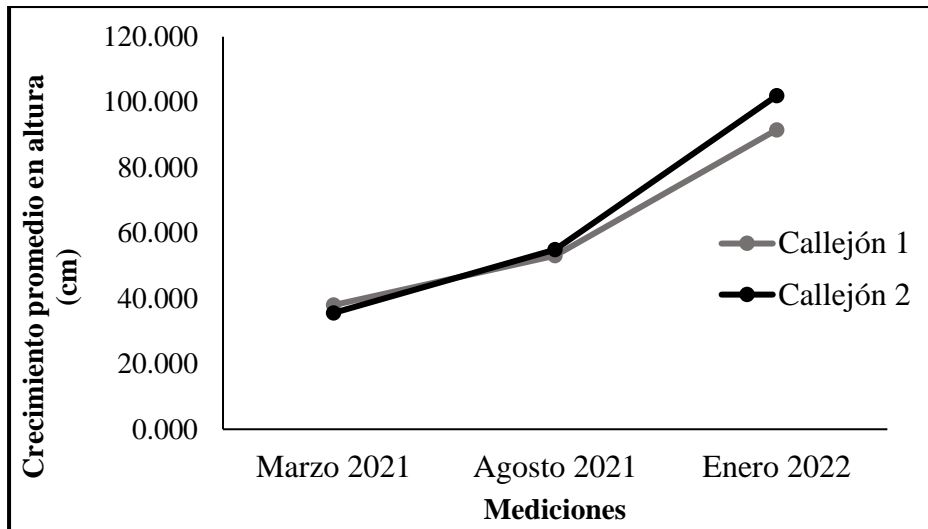


Figura 16. Crecimiento promedio en altura de la especie de *C. velutina* en los dos callejones evaluados, en un periodo de 10 meses, 2022.

Los resultados obtenidos en este estudio son más altos que los reportados por Rizo y González (1999), quienes registraron un incremento en altura de 4.7 cm/mes, siendo el distanciamiento de 3 x 2.5 metros, algo contrastante con el estudio de la plantación de *C. velutina* en la finca el Plantel, realizados por Martínez y Castillo (2013), donde presentaron un crecimiento en altura de 123.3 cm en 12 meses de evaluación, en este caso, los datos obtenidos en este estudio son más bajos, con un 91.54 cm en los 10 meses para el callejón 1 y el callejón 2 con 101.95 cm a los 10 meses de evaluación.

5.2.1 Prueba de T-Student para altura

El análisis de T-Student para la muestra independientes indica que no hay diferencias significativas en los incrementos promedios de altura para ambos callejones ($P= 0.05759$) siendo los incrementos promedios 5.33 cm/mes para el callejón 1 con distanciamiento de 2 m x 3.5 m y 6.59 cm/mes para el callejón 2 de 1.5 m x 3.5 m. Sin embargo, estos son resultados de una evaluación inicial, por lo que, probablemente las plantas aún no se ven en la necesidad de competir por luz, pudiendo expresarse de una forma bien marcada esta competencia cuando las plantas alcancen mayores diámetros y sus raíces estén más extendidas.

5.3 Análisis de la sobrevivencia en la especie *C. velutina*

En la Figura 14 se muestra la tendencia de la sobrevivencia de la especie evaluada en los dos callejones, obteniendo una sobrevivencia en el primer callejón del 100 % de plantas vivas, a los 5 meses la plantación tuvo una disminución de sobrevivencia quedando con un 94 % de plantas vivas y finalizando a los 10 la evaluación con 94 % de plantas vivas, manteniéndose el valor de sobrevivencia constante a partir de la segunda medición.

En el segundo callejón la tendencia es similar, sin embargo, con diferencias claras en cuanto a los valores del primer callejón, por lo que para la primera medición se obtuvo una sobrevivencia del 100 %, en la segunda medición se tuvo una disminución de sobrevivencia quedando con 90 % de plantas vivas, finalizando a los 10 meses con una sobrevivencia de 90%. Para ambos casos, esto puede explicarse, debido a las condiciones climáticas que favorecieron a la sobrevivencia de dicha especie, principalmente en la época comprendida desde junio hasta noviembre, además de las labores culturales como limpieza y riego en la época de sequía, lo cual ayudó a que las plantaciones no tuvieran una alta tasa de mortalidad.

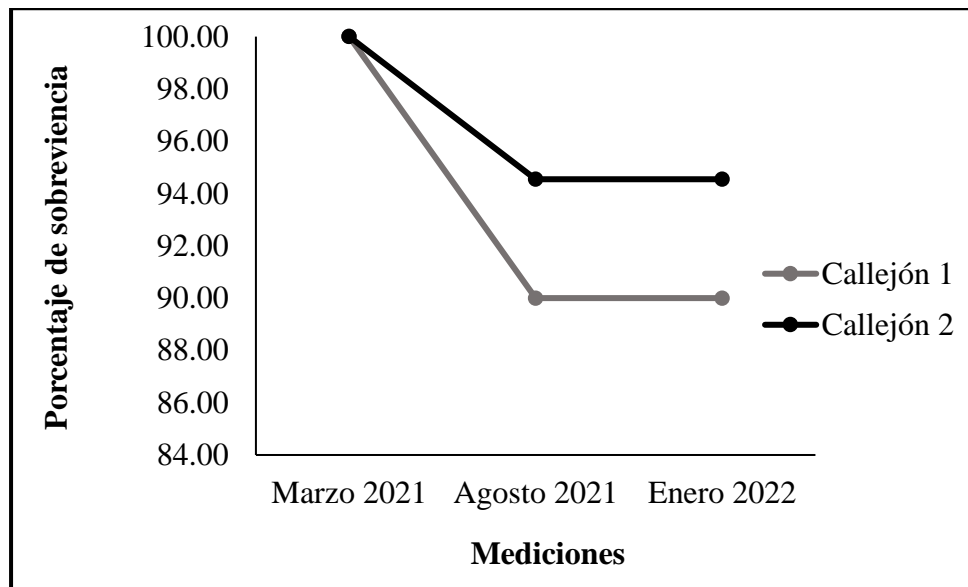


Figura 17. Comportamiento de la sobrevivencia de *C. velutina* en los dos callejones evaluados, en un periodo de 10 meses, 2022.

Resulta interesante el hecho de que, aunque las plantas fueron cultivadas entre plantaciones de Eucalipto, se puede evidenciar que no hubo una interacción negativa, más bien, es probable que hayan servido como protección en ambos callejones, brindando cierta sombra en algunos momentos del día, disminuyendo un poco la presión por la radiación solar.

Basado en la clasificación de Centeno (1993), ambos callejones se clasifican en la categoría de sobrevivencia muy buena. Estos valores de sobrevivencia encontrados en el estudio realizado en el plantel son altos en comparación con los resultados de sobrevivencia del estudio realizado por Rizo & González (1999), en Darío departamento de Matagalpa en una plantación de *C. velutina* con espaciamiento de 3 por 2.5 metros, donde esta plantación obtuvo una sobrevivencia promedio de 72.38, siendo clave el mantenimiento para el desarrollo de crecimiento de las plantas (p. 12).

En un estudio realizado por Martínez y Castillo (2013) en una plantación de *C. velutina* con distanciamiento de 3 por 3 metros establecida en la finca el Plantel, obtuvieron una sobrevivencia de esta misma especie de 69 % en 12 meses de evaluación, siendo el resultado de sobrevivencia promedio de los dos callejones de nuestro estudio fue mayor con 92 % a los 10 meses, tomando en cuenta que ambos se realizaron en el Plantel.

5.4 Tipos de daños causados en los callejones por cada periodo evaluado en las plantaciones

5.4.1 Análisis de los tipos de daño en el callejón 1

Según el cuadro 3, en el primer callejón, el daño más frecuente fue la defoliación, representada por un 78.2% del total de afectaciones detectadas en la primera medición, un 20% de las plantas no presentaron daños, un 0.9% presentaron daños por animales domésticos y un 0.9% por daños antropogénicos. En el caso de las plantas afectadas por animales domésticos, esto fue causado por el pisoteo del ganado en algunos momentos que ingresaron a pastorear en las plantaciones, aunque el daño causado fue mínimo. En el caso de las plantas afectadas por daño antropogénico, esto se debió a cortas accidentales durante la limpieza manual que se realizó.

En el caso de la segunda medición, la defoliación representó el 38.4 % de los daños reportados, seguido de un 44.4% de plantas que no fueron afectadas, un 14.14% de plantas afectadas por enfermedades y un 3% por daños antropogénicos, en este caso algunas cortas accidentales durante las actividades de limpieza.

En la tercera medición del callejón, se obtuvo que la defoliación fue el principal daño con un 61.61%, las plantas sin daños encontrada fueron de 37.37% y con un 1.01 % de las plantas causado por enfermedades. De acuerdo a Sediles (2010), las defoliaciones disminuyen el proceso fotosintético de las plantas y a su vez; disminuye el incremento, según el grado de daños impactado con la sobrevivencia de la plantación (p. 28).

Cuadro 3. Distribución del porcentaje de daños en el primer callejón de la plantación de *C. velutina* para cada uno de los periodos evaluados

Medición	Tipo de daño				
	Animales domésticos	Defoliación	Enfermedades	Antropogénico	Sin daño
Marzo	0.91	78.18	0.00	0.91	20.00
Agosto	0.00	38.38	14.1	3.03	44.44
Enero 2022	0.00	61.62	1.01	0.00	37.37

Resulta interesante el hecho de que, en los meses de marzo y enero, fue donde hubo mayor incidencia de defoliación, algo que puede atribuirse a que, estos meses están dentro de la época seca y muchas especies pierden su follaje, además que las labores de limpieza en los callejones hacían que *C. velutina* se convirtiera en una fuente de alimento para muchos insectos al ser de las pocas especies que aún conservaban buena parte del follaje. Ya en agosto, esta afectación disminuye posiblemente porque había más disponibilidad de alimento (plantas con hojas) debido que ya era periodo de lluvia.

5.4.2 Análisis de los tipos de daño en el callejón 2

Según el cuadro 4, en la primera medición la proporción de daño en las plantas, fue la defoliación, representada por un 70.90% del total de plantas afectadas, un 28.18% de las plantas no presentaron ningún daño y un 0.90% presentaron daños por animales domésticos. En el caso de las plantas afectadas por animales, este fue ocasionado por pisoteo del ganado al igual que se comentó para el callejón 1. Para la segunda medición, el daño por defoliación fue más bajo en comparación a las otras dos mediciones, con un 24.03 % de los daños reportados, seguido de un 74.03% con plantas sin daños y un 1.92% de plantas se encuentran afectadas por enfermedades.

En la tercera medición la defoliación presentó un 65.38%, seguido de un 33.65% de las plantas no presentaron daño y un 0.96% por daños antropogénico. En el caso de las plantas afectadas por daño antropogénico, esto se debió a cortas accidentales durante la limpieza manual que se realizó. El daño por defoliación presenta la misma tendencia que en el callejón 1, habiendo un mayor registro de plantas defoliadas en los meses de marzo y enero.

En el caso de la afectación por enfermedades, no se llegó a determinar el tipo de agente causante de estas, sin embargo, si se observaron signos como hojas marchitas y decoloradas, así como tallos débiles. Asimismo, no se determinó los insectos causantes de la defoliación en las plantas, aunque en ocasiones se observó la presencia de capullos vacíos de larvas que probablemente se alimentaban de las hojas y otras partes nutritivas de la planta.

Cuadro 4. Distribución del porcentaje de daños en el segundo callejón de la plantación de *C. velutina* para cada uno de los periodos evaluados

Medición	Tipo de daño				
	Animales domésticos	Defoliación	Enfermedades	Antropogénico	Sin daño
Marzo	0.91	70.91	0.00	0.00	28.18
Agosto	0.00	24.04	1.92	0.00	74.04
Enero 2022	0.00	65.39	0.00	0.96	33.65

VI. CONCLUSIONES

El incremento en diámetro y altura de las plantas reportadas en ambos callejones fue positivo, siendo el callejón 2 (con el menor distanciamiento) el que presentó un mayor incremento en diámetro y altura (0.923 mm/mes y 6.638 cm/mes respectivamente), atribuible a algún factor no controlado del estudio.

La sobrevivencia en ambos callejones fue (muy buena), recuerdan que les dije que para hacer esta aceveración deben de justificar lo de muy buena si no recomiendo ponerle solo buena obteniendo mejor resultado el Callejón 1 en comparación al callejón 2, esto como efecto de las labores culturales que se aplicaron a las plantaciones.

El principal daño reportado durante los 10 meses de evaluación fue por defoliación, aunque esta no incidió negativamente en la sobrevivencia o crecimiento de las plantas, sin embargo, se debe poner especial cuidado en el tipo de insecto que la provoca.

VII. RECOMENDACIONES

Es importante dar continuidad a esta investigación por medio de otro estudio que tenga como enfoque determinar los agentes entomológicos o patógenos que causan los principales daños en esta plantación. Así mismo, se dar seguimiento al crecimiento y sobrevivencia que permita generar más información sobre esta especie.

Las labores culturales como limpieza, riego y fertilización fueron clave para lograr una muy buena sobrevivencia en la plantación, por lo que es recomendable realizar al menos 2 veces limpieza en intervalos de 5 meses, principalmente en marzo y agosto (cuando ya está establecida la época lluviosa). En el caso del riego, se puede aplicar 7 litros de agua cada 2 semanas, durante 3 meses, principalmente en febrero, marzo y abril, donde las plantas tienen mayor estrés por déficit hídrico.

VIII. LITERATURA CITADA

- Arias, D & Guevara Bonilla, M. (2017). *Establecimiento, Manejo Y Aprovechamiento de Plantaciones Dendroenergéticas*. Costa Rica. César Augusto Alvarado. https://fondohonduras.espana.bcie.org/fileadmin/fhe/espanol/archivos/publicaciones/Educacion_Superior/9_Manejo_Aprovecha_Plantaciones_Dendroenergs.pdf
- CATIE (1992). *Caesalpinia velutina* (Britton & Rose). <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a0008s/a0008s51.pdf>
- CATIE (1992). *Colección de guías silviculturales de Caesalpinia velutina*. Recuperado de: https://books.google.com.uy/books?id=dVEVaW2arBkC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Centeno Solórzano, M. (1993). *Inventario nacional de plantaciones forestales en Nicaragua*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria, UNA. Managua-Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/877/1/tnk10c397.pdf>
- González, E & López, A. (2006). *Estudio del Crecimiento y Supervivencia de Cinco Especies Forestales en la Finca El Plantel*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua-Nicaragua. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnk10g643e.pdf>
- Guevara Bonilla M. (2017). *Productividad y manejo de cultivos Dendroenergético*. https://fondohonduras.espana.bcie.org/fileadmin/fhe/espanol/archivos/publicaciones/Educacion_Superior/3_Productividad_Manejo_Cultivos_Dendroenergeticos.pdf
- Gutiérrez, E. Rubén, D. & Villota, N. (2005). *CUBICACIÓN de MADERA. Guía de CUBICACIÓN de MADERA*, 44. https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Gobernanza_forestal_2/10._Gu%C3%ADa_de_Cubicaci%C3%B3n_de_Madera.pdf
- INTA (2003). *Plantaciones forestales de Nicaragua*. Guía tecnológica N° 26. Primera edición. Managua, Nicaragua 98 p. <https://docplayer.es/23508486-Plantaciones-forestales-t-e-c-n-o-l-o-g-i-c-a-autores-ing-jellin-pavon-tijerino-investigadora-nacional-suelos-agua-y-agroforesteria.html>
- López, C. (2010). *Evaluación de supervivencia e incremento de seis especies forestales maderables en plantaciones de la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas, 2010*. (Tesis de grado). Universidad nacional Agraria, Managua-Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/3240/1/tnk10l864v.pdf>
- MARENA & POSAF. (2005). *Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales*. Managua: Emilio Tomás González Romero. http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Plantaciones%20Forestales.pdf

- MARENA/INAFOR. (2002) *Guía de especies forestales de Nicaragua*. 1ra Edición. Managua, Nicaragua. 315 p. <http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/Gu%C3%ADa-de-Especies-Forestales.pdf>
- Martínez López F. I, & Castillo Muñoz, M. A. (2013) *Evaluación del establecimiento de tres especies forestales en la unidad experimental finca El Plantel, Nindirí, Masaya*. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/1187/1/tnk10m385v.pdf>
- Ortiz Malavasi, E. (1989). *Planificación y ejecución de raleo en plantaciones forestales*. (Serie de Apoyo Académico N° 10). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago-Costa Rica.
- Pérez Treminio, & I. Mota Hernández, D. A. 2009. *Evaluación del establecimiento de tres especies forestales bajo dosel (Cedrela odorata L.), (Cordia alliodora Ruiz & Pavon Oken) (Hymenaea Courbaril L.), como medida de restauración del bosque seco secundario*. Trabajo de Diploma. UNA-FARENA. Managua, Nicaragua.
- Reyes Flores, F. G. Castro Marín, G. R., & Alonzo Serrano, E. A. (2021). *Manual de fórmulas forestales*. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4324>
- Rizo Rodríguez, J. R. & González Mairena, J. V. (1999) *Evaluación de las plantaciones forestales en Darío, Matagalpa, Nicaragua*. (Tesis), Universidad Nacional Agraria, UNA. Managua-Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/927/>
- Rodríguez Cruz, J. H. (2013). *Sistematización de la información sobre dendroenergía existente en la región del Pacífico y Central de Nicaragua, período 1993-2012* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1180>
- Sediles Palacio, G. S. (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 Nandaime, Granada*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1144>
- SIRE (1946), *Caesalpinea velutina (Briton et Rose) Stanley*. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/895Caesalpinea%20velutina.pdf>
- Somarriba Chang, M. (1989). *Planificación conservacionista de la finca El Plantel*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Agraria, UNA. Managua-Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2586>
- Vílchez, L. O. (Ed.). (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central* (No. 50). CATIE. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios_forestales_para_bosques_latifoliados.pdf?sequence=1

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato para la recolección de datos dasométricos y estado fitosanitario de la plantación de *Caesalpinia velutina* (Britton & Rose Standl)

Anotador: _____ Fecha de registro: _____

N° de parcela	N° de callejón	N° de planta	Diámetro basal (Cm)	Altura (cm)	Tipo de daño