



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, en la Finca Alegría, cantón Palanda, provincia Zamora Chinchipe

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniera Forestal

AUTORA:

Nayeli Elvira Armijos Bravo

DIRECTOR:

Ing. For. Byron Gonzalo Palacios Herrera, M. Sc.

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 31 de julio del 2024

Ing. For. Byron Gonzalo Palacios Herrera. M. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular: **Aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, en la Finca Alegría, cantón Palanda, provincia Zamora Chinchipe** de autoría de la estudiante **Nayeli Elvira Armijos Bravo**, previa a la obtención del título de **Ingeniera Forestal**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



**BYRON GONZALO
PALACIOS HERRERA**

Ing. For. Byron Gonzalo Palacios Herrera. M. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Nayeli Elvira Armijos Bravo** declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mí Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de Identidad: 1105099657

Fecha: 27 de noviembre de 2024

Correo electrónico: nayeli.armijos@unl.edu.ec

Teléfono/Celular: 0961594137

Carta de autorización por parte de la autora para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Nayeli Elvira Armijos Bravo** declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular titulado **Aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, en la Finca Alegría, cantón Palanda, provincia Zamora Chinchipe** como requisito para optar el título de **Ingeniera Forestal** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintisiete días de noviembre del dos mil veinticuatro.

Firma:



Autora: Nayeli Elvira Armijos Bravo

Cédula: 1105099657

Dirección: Pueblo Viejo/ Palanda/ Zamora Chinchipe

Correo electrónico: nayeli.armijos@unl.edu.ec

Teléfono/Celular: 0961594137

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Ing. For. Byron Gonzalo Palacios Herrera. M. Sc

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación les dedico con mucho amor, a mis padres, Ángel Omar y María Herminia, quienes se han convertido en mi indiscutible motivación, ya que debido a su apoyo y sacrificio hicieron posible la culminación de esta etapa de formación profesional. He sido apoyada, escuchada y comprendida por ustedes, me han dado la fuerza para continuar a pesar de cualquier situación, siempre me consideraré una persona bendecida de ser su hija, este logro no es solo mío, esto es por y para ustedes, mis padres.

A mis hermanos y hermana, porque con su ejemplo y amor incondicional me enseñaron a nunca rendirme y a luchar por mis metas paso a paso, hasta convertirlas en realidad. A todas aquellas personas que aportaron luz a mi vida, que con sus consejos, apoyo y amor han formado parte importante de mi vida y han contribuido enormemente a mi desarrollo académico y sobre todo personal, a todos ustedes, gracias por hacerme parte de su vida e impulsarme en la mía.

.....

Nayeli Elvira Armijos Bravo

Agradecimiento

En esta aventura formativa, expreso mis agradecimientos sinceros a la Universidad Nacional de Loja, a mi querida Carrera de Ingeniería Forestal; por haberme recibido en sus aulas, a cada docente, que no se han limitado solo a impartir sus conocimientos, sino que han contribuido mucho en mi vida personal, con cada consejo, apoyo y ejemplo, gracias a cada uno por contribuir a que sea una profesional.

A mis padres, hermanos y hermana que con su incondicional amor y apoyo me han motivado a no dejarme vencer por obstáculos y perseverar hasta cumplir mis propósitos en la vida.

Al Ingeniero Byron Gonzalo Palacios Herrera, quiero agradecerle de manera especial por apoyarme en esta investigación, por compartir sus sabios conocimientos, tiempo, paciencia y orientarme a llevar a cabo este Trabajo de Integración Curricular.

Nayeli Elvira Armijos Bravo

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de figuras	xi
Índice de tablas	xiii
Índice de anexos	xiv
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción.....	4
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
4. Marco teórico.....	6
4.1. Ecosistema.....	6
4.2. Bosque	6
4.2.1. Bosque nativo	6
4.2.2. Bosque primario	6
4.2.3. Bosque secundario	6
4.2.4. Bosque homogéneo.....	6

4.2.5.	Bosque heterogéneo.....	7
4.3.	Uso y cobertura del suelo.....	7
4.4.	Plantaciones forestales	7
4.4.1.	Plantaciones forestales comerciales.....	7
4.4.2.	Plantaciones forestales con fines de conservación	8
4.4.3.	Plantaciones forestales con fines de restauración.....	8
4.5.	Descripción de la especie de estudio	8
4.5.1.	Descripción botánica de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	8
4.5.2.	Requerimientos edafoclimáticos.....	9
4.5.3.	Nutrientes.....	10
4.6.	Fertilizantes.....	13
4.6.1.	Fertilizantes orgánicos.....	13
4.6.2.	Fertilizantes inorgánicos.....	14
4.7.	Variables	14
4.7.1.	Variables dasométricas	14
4.7.2.	Variables morfológicas	15
4.7.3.	Sobrevivencia	15
4.7.4.	Rectitud del tallo.....	15
4.7.5.	Bifurcación	15
4.8.	Establecimiento de plantaciones	15
4.8.1.	Diseño de plantación	15
4.8.2.	Diseño de plantación tresbolillo	16
4.8.3.	Densidad de plantación.....	17
4.9.	Actividades silviculturales	17
4.9.1.	Trazado y Balizado	17
4.9.2.	Hoyado.....	17
4.9.3.	Coronamiento.....	17

5. Metodología.....	19
5.1. Ubicación del área de estudio.....	19
5.2. Características edafoclimáticas.....	19
5.4. Metodología para evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento inicial de una plantación de <i>Cordia alliodora</i> , en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses.....	26
5.4.1. Aplicación de fertilizante orgánico e inorgánico.....	26
6. Resultados	29
6.1. Supervivencia y adaptabilidad inicial de una plantación de <i>Cordia alliodora</i>, en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses	29
6.1.1. Supervivencia	29
6.1.2. Adaptabilidad.....	29
6.2. Efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento inicial de una plantación de <i>Cordia alliodora</i>, en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses	30
6.2.1. Crecimiento en altura de las plantas de <i>Cordia alliodora</i>	30
6.2.2. Crecimiento en diámetro basal de las plantas de <i>Cordia alliodora</i>	32
6.2.3. Altura/Diámetro basal.....	32
6.2.4. Diámetro basal a los 0 meses.....	32
6.2.5. Diámetro basal a los 3 meses.....	33
6.2.6. Diámetro basal a los 6 meses.....	34
7. Discusión	35
7.1. Supervivencia y adaptabilidad inicial de <i>Cordia alliodora</i>	35
7.1.1. Supervivencia	35
7.1.2. Adaptabilidad inicial.....	35
7.2. Crecimiento inicial de <i>Cordia alliodora</i>.....	36
7.2.1. Altura.....	36
7.2.2. Diámetro basal.....	37

8. Conclusiones.....	39
9. Recomendaciones.....	40
10. Referencias bibliográficas.....	41
11. Anexos	48

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplar de <i>Cordia alliodora</i> , a los seis meses de edad	9
Figura 2. Diseño de plantación marco real	16
Figura 3. Diseño de plantación rectangular	16
Figura 4. Diseño de plantación tresbolillo	17
Figura 5. Ubicación del área de plantación de <i>Cordia alliodora</i> , en la Finca Alegría, cantón Palanda	19
Figura 6. Sitio de plantación para el establecimiento de <i>Cordia alliodora</i> , en la finca Alegría.	20
Figura 7. Diseño de plantación de <i>Cordia alliodora</i> , en la finca Alegría, cantón Palanda, n=150.	21
Figura 8. Trazado y balizado del terreno para plantación <i>Cordia alliodora</i> , en diseño tresbolillo, en la finca Alegría	21
Figura 9. Diseño de sistema tresbolillo para marcar el hoyado de <i>Cordia alliodora</i> , en la finca Alegría	22
Figura 10. Hoyado para el establecimiento de <i>Cordia alliodora</i> , en la finca Alegría.....	22
Figura 11. Plantación de individuos de <i>Cordia alliodora</i> , en la finca Alegría.....	23
Figura 12. Identificación de tratamientos en las unidades muestrales, en la finca Alegría	23
Figura 13. Actividades de coronamiento de plantas de <i>Cordia. alliodora</i> , en la finca Alegría.24	
Figura 14. Escala de evaluación de categorías para el análisis de rectitud del fuste.....	25
Figura 15. Aplicación de fertilizante orgánico en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> , finca Alegría	26
Figura 16. Aplicación de fertilizante inorgánico (NPK), en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> , finca Alegría	27
Figura 17. Medición de altura total (Ht), en plantas de <i>Cordia alliodora</i> , finca Alegría.....	28
Figura 18. Medición de diámetro basal (DAB)	28
Figura 19. Curva de altura promedio, a los 0, 3 y 6 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).	30
Figura 20. Promedio en altura, a los 0 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).31	
Figura 21. Promedio en altura, a los 3 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia</i>	

<i>alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).	31
Figura 22. Promedio en altura, a los 6 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).	32
Figura 23. Curva de diámetro basal promedio, a los 0, 3 y 6 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).....	32
Figura 24. Promedio en diámetro basal, a los 0 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).....	33
Figura 25. Promedio en diámetro basal, a los 3 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).....	34
Figura 26. Promedio en diámetro basal, a los 6 meses de establecimiento en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> . Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).....	34

Índice de tablas

Tabla 1. Categorización de porcentaje de sobrevivencia.....	24
Tabla 2. Categorías de evaluación de estado fitosanitario.....	25
Tabla 3. Porcentaje de sobrevivencia en una plantación de <i>Cordia alliodora</i> a los 6 meses de establecimiento.	29
Tabla 4. Porcentaje de rectitud del tallo a los 0, 3 y 6 meses, en una plantación de <i>Cordia alliodora</i>	29
Tabla 5. Porcentaje de estado fitosanitario a los 0, 3 y 6 meses en una plantación de <i>Cordia alliodora</i>	30

Índice de anexos

Anexo 1. Ubicación de puntos en WGS_1984_UTM_Zone_17S.....	48
Anexo 2. Lote de plántulas germinadas de <i>C. alliodora</i>	48
Anexo 3. Hoja de mediciones en campo.....	48
Anexo 4. Análisis de suelo bajo un sitio de individuos de 7 años de <i>Cordia alliodora</i>	49
Anexo 5. Análisis de suelo del sitio de establecimiento del área de estudio.....	50
Anexo 6. Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para altura y diámetro basal, a los 0 meses	51
Anexo 7. Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para altura y diámetro basal, a los 3 meses	51
Anexo 8. Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para altura y diámetro basal, a los 6 meses	52
Anexo 9. Certificación de traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular	53

1. Título

Aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, en la Finca Alegría, cantón Palanda, provincia Zamora Chinchipe

2. Resumen

Las plantaciones forestales constituyen una estrategia para reducir la presión de la extracción maderable en bosques nativos, siendo así una alternativa ambiental para contrarrestar la deforestación y degradación del suelo, además de generar beneficios económicos. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue contribuir al conocimiento sobre la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, Para ello en un área utilizada anteriormente para la ganadería se estableció una plantación de 150 individuos en un diseño tresbolillo (3,5 × 3,5 × 3,5 m) en la “Finca Alegría”, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, bajo la aplicación de fertilizantes orgánicos (45% de materia orgánica, 40% ácido húmico, 5% ácido fúlvico, 5 % de N , P , Ca , Mg , S , Zn y Fe, además de un 5% de algas marinas *Ascophyllum nodosum*) e inorgánicos (NPK, 18-46-40). La evaluación se realizó en tres mediciones (0, 3 y 6 meses), y las variables fueron sobrevivencia, adaptabilidad inicial, altura y diámetro basal. La plantación obtuvo un 100% de sobrevivencia y demostró una buena adaptabilidad, sin la presencia de bifurcación como característica morfológica, además de obtener un promedio del 88,66 % de plantas con tallos rectos. Entre los tratamientos aplicados, el fertilizante inorgánico NPK (18-46-40) mostró un 84 % de plantas en un estado fitosanitario sano, con una altura media de 48,17 cm y un diámetro basal de 9,72 mm. La plantación forestal de *Cordia alliodora*, establecida con fines comerciales, resaltan la importancia de generar información acerca de alternativas para mejorar la producción forestal y necesidades nutricionales para cada sitio y especie.

Palabras claves: laurel, altura, diámetro basal, silvicultura, Amazonía

2.1. Abstract

Forest plantations constitute a strategy to reduce the pressure of timber extraction in native forests, thus being an environmental alternative to counteract deforestation and soil degradation. In addition to generating economic benefits in this context, the objective of the present study was to contribute to the knowledge on the application of organic and inorganic fertilizers in a plantation of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, in an area previously used for cattle raising, a plantation of 150 individuals in a staggered design (3.5 × 3.5 × 3.5 m) was established at “Finca Alegria,” Palanda canton, Zamora Chinchipe province, under the application of organic fertilizers (organic and inorganic fertilizers), under the application of organic fertilizers (45% organic matter, 40% humic acid, 5% fulvic acid, 5% N, P, Ca, Mg, S, Zn, and Fe, in addition to 5% seaweed *Ascophyllum nodosum*) and inorganic fertilizers (NPK, 18-46-40). We conducted the evaluation using three measurements (0, 3, and 6 months), and the variables were survival, initial adaptability, height, and basal diameter. The plantation obtained 100% survival and showed good adaptability, without bifurcation as a morphological characteristic, in addition to receiving an average of 88.66% of plants with straight stems. Among the treatments applied, the inorganic NPK fertilizer (18-46-40) showed 84 % of plants in a healthy phytosanitary state, with an average height of 48.17 cm and a basal diameter of 9.72 mm. The *Cordia alliodora* forest plantation, established for commercial purposes, highlights the importance of generating information about alternatives to improve forest production and nutritional needs in each site and species.

Keywords: laurel, height, basal diameter, silviculture, Amazonia

3. Introducción

La alarmante pérdida de cobertura vegetal, ocasionada por actividades como la agricultura, ganadería extensiva y la sobreexplotación de madera en bosques nativos, ha generado la urgente necesidad de encontrar alternativas para contrarrestar el impacto en la deforestación mundial de aproximadamente 4,74 millones de hectáreas (ha) anuales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

En Ecuador, existen aproximadamente 12,5 millones de hectáreas (ha) de bosque, con una deforestación bruta que alcanza hasta 94 353 ha/año (FAO, 2020; Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2019). Dentro de la región Amazónica, la provincia de Zamora Chinchipe en el periodo del 2016 - 2018, reportó un descenso en la cobertura forestal de 6 864 ha/año, y específicamente en el cantón Palanda, un área de deforestación del 2014 al 2017 de 3 508,96 ha/año (Gobierno autónomo descentralizado del Cantón Palanda, 2020).

Ante esta situación, las plantaciones forestales se constituyen en una estrategia para reducir la presión sobre los bosques y promover una alternativa rentable y sostenible, además de aportar servicios ecosistémicos en el periodo de ocupación del sitio de establecimiento, como regulación de temperatura, balance hídrico, y un ecosistema como hábitat para ciertas especies de fauna (Enev et al., 2014). Sin embargo, la generación de información y datos sobre la superficie ocupada por plantaciones forestales en el Ecuador no se encuentran definidos, debido a que no se diferencia la superficie entre bosques plantados y plantaciones forestales, teniendo un reporte sumatorio de ambas coberturas en una sola cifra de 111 010 ha (FAO, 2020).

Las plantaciones forestales como parte de la economía del país, con actividades de extracción maderera y actividades relacionadas, representan el 0,89 % del PIB Nacional en el año 2022 (Corporación Financiera Nacional [CFN], 2023). En este contexto, *Cordia alliodora*, es una especie con gran potencial maderable, correspondiendo el 7,41 % de madera aprovechada a nivel nacional y el 17,3 % en la Amazonía, región de la cual proviene la mayor cantidad de madera pesada del país (Arias y Robles, 2011; Carrasco et al., 2014). Sin embargo, para garantizar una rentabilidad a largo plazo es necesario afrontar los desafíos relacionados al crecimiento y actividades silviculturales a ejecutar en su periodo de plantación.

C. alliodora, muestra diversos comportamientos en su desarrollo silvicultural dependiendo del tipo de suelo en el que se encuentre, presentando bajos niveles de altura, diámetro y alto grado de clorosis en suelos pobres de macronutrientes, causando un crecimiento superficial de raíces laterales durante su primera fase de plantación (Bergmann et al., 1994). Los suelos de la Amazonía presentan inconvenientes debido a la falta de nutrientes disponibles,

esto a causa de una acidez alta presente, además del alta humedad y elevadas precipitaciones, esto genera el interés de generar medidas que contrarresten esto y promueva el crecimiento de la especie (Martín y Pérez, 2009).

Es así como, el uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, constituyen una estrategia para enriquecer suelos, específicamente los de tipo orgánico, permiten una proliferación de hongos benéficos en el suelo, restaurando su funcionalidad. Sin embargo, existe un desafío acerca de establecer las concentraciones de nutrientes para cada etapa de crecimiento, que beneficien el incremento de variables dasométricas y estructura foliar en especies forestales; donde la escasa información se encuentra generada para especies agrícolas, donde las concentraciones a aplicar de macro y micronutrientes son mucho más bajas que las requeridas para especies maderables (Donoso et al., 2015).

Por tanto, la presente investigación afronta estos desafíos del campo forestal, generando datos acerca de la aplicación de fertilizantes que promuevan el sector forestal en el sector sur del Ecuador, con la finalidad de recuperar áreas deterioradas por la agricultura y ganadería extensiva y ofrecer beneficios ambientales y rentabilidad económica a la par.

En este contexto, la presente investigación se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento inicial de *Cordia alliodora*?, para ello se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

Contribuir al conocimiento sobre la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, en la “Finca Alegría”, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe.

Objetivos específicos

- Evaluar la sobrevivencia y adaptabilidad inicial de una plantación de *Cordia alliodora*, en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses.
- Evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento inicial de una plantación de *Cordia alliodora*, en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses.

4. Marco teórico

4.1. Ecosistema

Es una de las unidades básicas de la vida, entendido como una comunidad de organismos que interactúan en un medio físico específico, relacionando aquellos factores bióticos y abióticos del sitio (Armenteras et al., 2016). Este término se indica para establecer la relación entre una unidad de interacciones entre seres vivos y componentes inertes, el tamaño no se describe como tal, sino que puede ser considerado desde un entorno diminuto, hasta uno enorme, su principal condición es que sea un sistema estable y exista intercambio de componentes (Jiménez et al., 2017).

4.2. Bosque

Es el conjunto de árboles superiores a 5 m de altura, establecidos de manera natural dentro de una amplia extensión de terreno de 0,5 ha o más, entre sus principales funciones es la producción de servicios ecosistémicos, además de productos maderables y no maderables. La presencia de estas estructuras brinda protección contra la erosión hídrica, protección contra los vientos, regulación hídrica, regulación térmica, hábitats faunísticos, entre otros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2020).

4.2.1. Bosque nativo

Es la comunidad vegetal, donde se encuentra conformada en su mayoría por árboles, en el interactúan componentes bióticos y abióticos, están compuestos por especies originarias del sitio, que parten de regeneración natural, además que el grado de afectación antrópica es casi nula en estas áreas (Cevallos et al., 2015).

4.2.2. Bosque primario

Su desarrollo está originado a partir de un ciclo de regeneración natural del bosque, formado por especies nativas donde no hay presencia de actividades humanas, con dinámicas forestales naturales, y generalmente son de tipo heterogéneo (FAO, 2020).

4.2.3. Bosque secundario

Estas formaciones vegetativas son de tipo sucesional, emergen luego de una afectación natural o antrópica, las principales especies en aparecer son de tipo pioneras, tras la incidencia de incendios forestales, derrumbes, deslaves, tala rasa, etc (Smith et al., 1997).

4.2.4. Bosque homogéneo

Este tipo de bosque está conformado por un grupo de árboles, donde más del 80 % sea de la misma especie (Donoso et al., 2015).

4.2.5. Bosque heterogéneo

Este tipo de estructuras es más común dentro del trópico húmedo, donde se crean las condiciones óptimas para el crecimiento de varios tipos de especies, como las altas temperaturas y precipitaciones elevadas (Donoso et al., 2015).

4.2.6. Bosque coetáneo

Es un conjunto de árboles en un área específica, mismos que comparten una edad similar (Castillo et al., 2000).

4.2.7. Bosque disetáneo

Comprende un conjunto de árboles que mantiene una edad diferente, es decir hay mayor variación de tamaños y edades múltiples (Castillo et al., 2000).

4.3. Uso y cobertura del suelo

El uso del suelo se comprende por el hecho de que un área sea manipulada físicamente, de manera natural o antrópica, y que a su vez se encuentre una clase dominante de uso del suelo en un sitio en específico, esta se puede distinguir por una serie de tipos de coberturas con diversos fines como; la utilización agropecuaria, forestal, industrial, implementación de infraestructura o áreas de conservación natural en bosques o cuerpos hídricos, etc (Mendoza et al., 2021; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2018).

Este tipo de datos reflejan una visualización y descripción de un territorio, esto en base a su estado pasado y presente, permite identificar y analizar las tendencias de cambio en paisajes determinados, permiten generar mapas como insumos para proyectos y planificaciones de ordenamiento territorial (Flaherty et al., 2021).

4.4. Plantaciones forestales

Son ecosistemas cultivados, su ejecución se centra en la intervención antrópica mediante plantación, involucra la incorporación de árboles en un sitio en específico, estableciendo un diseño de plantación ya sea homogénea o heterogénea, es decir, no necesariamente incorporan un solo tipo de especie. Sus principales usos abarcan la producción de biomasa, conservación del agua, protección contra el viento, producción de servicios ecosistémicos, conservación de biodiversidad, restauración, entre otros (Carnus et al., 2006).

4.4.1. Plantaciones forestales comerciales

Son conformadas con especies de uso potencial maderable, se encuentran en áreas destinadas a fines económicos mediante la comercialización de madera, su empleo en general se basa en la utilización para leña, construcción estructural, ebanistería, decoración de espacios,

entre otros, además de beneficios en la provisión y protección de servicios ambientales (FAO, 2020; Sánchez et al., 2021).

Dentro de las especies a plantar, estas pueden ser de tipo nativas como exóticas, sin embargo, Ugarte y Román (2020) mencionan que, la incorporación de especies forestales nativas en plantaciones comerciales, proporcionan una óptima generación de servicios ecosistémicos, de provisión como es la madera, almacenamiento de carbono y protección a la biodiversidad.

4.4.2. Plantaciones forestales con fines de conservación

Suelen ser conocidos como bosques plantados y en la actualidad conforman el 7 % del área forestal mundial; el objetivo principal es la preservación de ecosistemas y biodiversidad, además de contribuir a la generación de servicios ecosistémicos, su implementación se ha ido ampliando es por medio de intervención antrópica, las mismas son implementadas de manera estratégica y la componen una serie de especies, mismas que son seleccionadas de acuerdo a los objetivos de la plantación y del sitio en particular que se implemente (FAO, 2020).

4.4.3. Plantaciones forestales con fines de restauración

Incluyen la realización de tareas de restauración y reforestación, mediante el uso de especies nativas, esto debido a que las especies exóticas son de fácil adaptación y suelen en algunos casos traer consigo un sinnúmero de inconvenientes, al ser especies de fácil adaptación y crecimiento pueden suprimir a especies nativas y comportarse como invasoras (Brockerhoff et al., 2013).

Estas áreas de plantaciones buscan revertir procesos de degradación y deforestación debido a actividades humanas, suelen proporcionar importantes beneficios ambientales como el almacenamiento de carbono, factor clave para la mitigación del cambio climático (Brockerhoff et al., 2013).

4.5. Descripción de la especie de estudio

4.5.1. Descripción botánica de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

Es una especie nativa, con gran potencial en estrategias de producción, distribuida desde el norte de México, América Central y Sur, dentro del Ecuador se encuentra en la Región Amazónica y Costa, comúnmente conocida en Ecuador como: laurel, laurel costeño, laurel cafetero, pertenece a la familia Boraginaceae (Briceño et al., 2016; Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 1994); Burns y Honkala, 1990).

Es un árbol caducifolio, alcanza alturas de entre 7 y 25 m, y hasta 0,90 cm de DAP, su fuste se caracteriza por un color gris a café claro, con una textura fisurada, su follaje lo

componen hojas simples, pecioladas y alternas, ovado lanceoladas, elípticas u oblongas de margen entero, de entre 4,5 y 17 cm de longitud, un envés con estructuras vellosas, presentan inflorescencias de entre 5 a 15 cm de largo, flores sésiles blancas de 1,2 a 1,5 cm de diámetro, con 5 pétalos (Figura 1), esta característica convierte a la especie en una excelente alternativa para polinizadores (Burns y Honkala, 1990; CATIE, 1994).

Utilizada en plantaciones forestales maderables, por la calidad de madera, debido a un proceso de secado rápido, y por ser poco susceptible a rajaduras y torceduras, por otro lado, se encuentra plantada en sistemas silvopastoriles y agroforestales junto con café, cacao, coco, guayaba, plátano, yuca, entre otros (Burns y Honkala, 1990).



Figura 1. Ejemplar de *Cordia alliodora*, a los seis meses de edad

4.5.2. Requerimientos edafoclimáticos

Crece en altitudes que varían entre 0 a 2 000 m s.n.m. en temperaturas desde 18,2 hasta 32,7 °C, la pluviometría oscila entre 1 400 a 2 500 mm, en tipos de suelos variables, poseen buen drenaje, pueden ir desde suelos de arenas profundas e infértiles, hasta fértiles con alto contenido de materia orgánica, arcillosos, arenosos, franca, franca arenosa, calizos, calcáreos con buen drenaje, pH de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (Burns y Honkala, 1990; CATIE, 1994).

Especie de fácil adaptación, su principal exigencia es la exposición solar por completo durante toda su fase de crecimiento, suelos con buen drenaje, buena estructura foliar, susceptible a daños por insectos defoliadores, aunque toleran las termitas en su madera (Burns y Honkala, 1990; CATIE, 1994; Carnus et al., 2006).

4.5.3. Nutrientes

Se trata de compuestos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, utilizado para desarrollar procesos como la fotosíntesis, la respiración y la formación de tejidos vegetales (Lyttleton y Buckman, 1922).

4.5.3.1. Macronutrientes

Como requerimientos nutricionales, las plantas tienen distintos requerimientos, dependiendo de sus necesidades nutricionales para los distintos procesos, existen nutrientes que es necesario una mayor cantidad disponibles, estos son los macronutrientes, entre ellos están: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, etc (Mengel y Kirkby, 2000).

- Nitrógeno (N)

Es el principal macronutriente esencial en las plantas, ya que las mismas contienen entre el 1 – 3 % de N en su estructura, su distribución se encuentra en varios sitios como la atmósfera, hidrosfera, litosfera, suelos, plantas terrestres y marinas, animales, no obstante, la gran cantidad del mismo presente en la atmósfera que es aproximadamente el 78 % y de manera orgánica no está disponible para las plantas, para que se pueda disponer en la nutrición de las plantas, este debe pasar por un proceso de amonificación y nitrificación para convertirse en amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) y ser utilizado para las plantas (Sela, 2019; Esquivel, 2018).

En el caso de existir una deficiencia presente en un tipo de cultivo, se puede visualizar con la presencia de ciertas características, el crecimiento baja, teniendo plantas débiles y de pequeño tamaño, baja formación radicular y presencia de clorosis en toda la superficie de las hojas, iniciando desde las hojas más jóvenes, hasta llegar a las más viejas, teniendo en casos extremos necrosis hasta llegar a una mortalidad (Mengel y Kirkby, 2000).

- Fósforo (P)

Elemento químico esencial de los ácidos nucleicos, en el suelo su presencia es exclusiva en forma de ortofosfatos, dependiendo del tipo de planta, esta puede contener desde el 0,3 al 3 % de fósforo en su estructura, es utilizado por la planta en la fase oscura para la asimilación de dióxido de carbono y formación de glucosa, es decir sin este nutriente la probabilidad de sobrevivencia es nula (Esquivel, 2018).

Su importancia radica en la fase inicial de crecimiento de las plantas, por tanto, su aplicación en plantaciones forestales, dentro de sus primeros años de establecimiento es imperativo para asegurar un mayor crecimiento en raíces, tallos y hojas (Esquivel, 2018).

- **Potasio (K)**

Según Esquivel (2018); Mengel y Kirkby (2000), el potasio como tal es un promotor del metabolismo de las plantas, previniendo la deshidratación al permitir la conservación de agua en épocas de aumento de temperatura, evitando de esta manera el estrés hídrico, además mejora la capacidad de resistencia a plagas y enfermedades, al fortalecer la estructura celular y estabilidad de la planta.

Uno de los fertilizantes más conocidos y utilizados en base al K, es el muriato de potasio o cloruro de potasio, mismo que contiene al menos un 50 % de potasio en su composición, una de las principales ventajas de su aplicación es su alta capacidad de absorción de las plantas (Mengel y Kirkby, 2000).

- **Calcio (Ca)**

Se considera un macronutriente con predominancia en suelos áridos, una de sus principales aplicaciones es para mejorar la estructura del suelo y regulación su pH, coadyuvando a la disponibilidad de otros nutrientes y su absorción, esto mediante la práctica denominada encalado, además contribuye a generar tejido de sostén, su deficiencia causa necrosis en estructuras foliares jóvenes, la cantidad de absorción por las plantas al igual que el Mg es mínima (Marschner, 2011; Mengel y Kirkby, 2000).

- **Magnesio (Mg)**

Su incorporación en las plantas es indispensable para permitir la captura de luz solar, debido a que favorece a la producción de clorofila, además de contribuir a la absorción y transporte de otros nutrientes, sin embargo, la absorción por partes de las plantas es relativamente baja, pero su deficiencia ocasiona clorosis en las nervaduras de hojas adultas (Marschner, 2011; Mengel y Kirkby, 2000).

- **Azufre (S)**

Es un nutriente utilizado por las plantas para su crecimiento y desarrollo de tejidos, está involucrado en la producción de proteínas, formación de clorofila, al existir una deficiencia las hojas forman una coloración verde claro, y amarillo claro, sin embargo, un exceso de este reduce la tasa de crecimiento y provoca un color de hojas verde oscuro (Mengel y Kirkby, 2000).

4.5.3.2. Micronutrientes

Es un conjunto de nutrientes que son caracterizados por presentar un bajo requerimiento por parte de las plantas, su utilización necesaria en bajas cantidades, entre ellos se encuentra: boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, entre otros (Mengel y Kirkby, 2000).

- **Boro (B)**

Su principal función es contribuir en el crecimiento y desarrollo, en el metabolismo vegetal de las plantas, ayuda en procesos fisiológicos como; formación de la pared celular, biosíntesis y regulación de carbohidratos, fotosíntesis, síntesis de proteínas y la polinización. Una deficiencia de este micronutriente ocasiona un crecimiento atípico de los ápices, hojas arrugadas y gruesas, presencia de clorosis irregular, específicamente en nervaduras secundarias, además de hojas quebradizas (Mengel y Kirkby, 2000).

- **Cobre (Cu)**

Un micronutriente que permite la activación enzimática en la fotosíntesis y síntesis de lignina permite la fijación de nitrógeno atmosférico mediante bacterias en simbiosis con raíces de leguminosas, su deficiencia retrasa el crecimiento y provoca síntomas de clorosis en hojas y el exceso ocasiona daños severos en las raíces, suprimiendo la capacidad de absorción (Marschner, 2011; Mengel y Kirkby, 2000).

- **Hierro (Fe)**

Sus principales aplicaciones se dan en procesos metabólicos como la fotosíntesis, sintetizando la clorofila, este micronutriente se encuentra en un 5 % del peso de la corteza terrestre, sin embargo, la disponibilidad de este nutriente se ve limitado por la presencia del pH en el suelo (Mengel y Kirkby, 2000).

- **Manganeso (Mn)**

La disponibilidad de este micronutriente está en suelos ácidos, contribuye a la oxigenación de agua y producción de oxígeno, su deficiencia al igual que el Mg ocasiona clorosis en nervaduras, pero visibles primero en tejidos jóvenes, además, la intoxicación por exceso de Mn muestra manchas castañas en hojas maduras, y áreas de clorosis en sus alrededores (Marschner, 2011; Mengel y Kirkby, 2000).

- **Molibdeno (Mo)**

Los requerimientos nutricionales de este micronutriente son relativamente bajos, siendo en la materia seca de las plantas, una cantidad menor a 1 ppm, entre sus principales funciones es contribuir en la fijación y metabolismo del nitrógeno, si existe deficiencia, el crecimiento se restringe y se evidencia hojas pálidas (Mengel y Kirkby, 2000).

- **Zinc (Zn)**

Un micronutriente con diversos beneficios en el metabolismo se halla en suelos de arcilla y materia orgánica, su disponibilidad permite a las plantas la formación de clorofila y

evita el estrés oxidativo, la sobre aplicación resulta tóxico y la deficiencia provoca clorosis por las nervaduras (Marschner, 2011; Mengel y Kirkby, 2000).

4.6. Fertilizantes

Existen diversos tipos de compuestos químicos, naturales o sintéticos, convencionalmente se utilizan para mejorar la estructura de las plantas, promover el crecimiento y elongación, mejorar las características de follaje, resistencia a plagas y enfermedades. La aplicación a cultivos se realiza con el objetivo de suplir necesidades nutricionales del cultivo, este suele componerse por varios tipos de nutrientes, entre ellos abarcan dos grandes grupos, macronutrientes y micronutrientes (Arévalo y Castellano, 2009).

Dependiendo del tipo de cultivo, la fase de crecimiento y la disponibilidad en el suelo la aplicación de estos nutrientes es en diferentes cantidades (Arévalo y Castellano, 2009).

4.6.1. Fertilizantes orgánicos

Su origen es natural, desde la descomposición de materia orgánica, a partir de restos vegetales, animales y su aplicación además de potenciar el crecimiento de las plantas, también contribuye a mejorar la calidad de suelos, mejorar la capacidad de absorción de otros nutrientes disponibles en el suelo, por otro lado, evita la susceptibilidad de las plantas a plagas, enfermedades y factores estresantes (Padilla, 1984; Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2023).

4.6.1.1. Ácidos húmicos (AH)

Compuesto obtenido mediante un proceso en que la materia orgánica del suelo, sedimentos y aguas naturales por reacciones bioquímicas y químicas es descompuesta por microorganismos y forman biopelículas para sintetizar su complejo enzimático para formar sustancias húmicas. Esta sustancia es un compuesto complejo y heterogéneo orgánico condensado, con características de alta persistencia en el suelo, hidroxilos y fenoles (Baldotto y Baldotto, 2014; Enev et al., 2014).

La aplicación de ácidos húmicos a cultivos agronómicos y forestales, ofrecen propiedades de gran importancia como, mejorar la resistencia al ataque de plagas, aumenta la biodisponibilidad de nutrientes a las plantas, regula el pH, estimula el desarrollo radicular, estimula la actividad de microorganismos y micorrizas, además de mejorar la eficiencia de agua a las plantas (Baldotto y Baldotto, 2014; Enev et al., 2014).

4.6.1.2. Ácidos fúlvicos (AF)

Se constituyen un tipo de ácidos húmicos, compuestos orgánicos complejos de bajo peso molecular, contienen carbono orgánico, oxhidrilos y grupos fenólicos, se obtienen a partir de

humificación de plantas y animales, e incluso algas marinas comúnmente del género *Ascophyllum* (Rosales et al., 2015). Según López et al. (2018) esto se da por medio de la actividad enzimática de microorganismos y metamorfismo orgánico.

La importancia de este tipo de compuesto es que presenta una alternativa para incrementar la producción de cultivos tanto forestales como agrícolas, esto debido a características de fácil absorción, aumento en la aireación del suelo, permeabilidad, retención de agua e incrementar la capacidad de disponibilidad y absorción de nutrientes, además de reducir la absorción de elementos tóxicos, lo que permite a las plantas incrementar su desarrollo radicular e aporta a la vigorosidad y rendimiento de cultivos de una madera sostenible y amigable con el ambiente (Rosales et al., 2015; López et al., 2018).

4.6.2. Fertilizantes inorgánicos

Su composición consta de nutrientes en forma de compuestos químicos inorgánicos, estos constituyen una fuente disponible y concentrada de varios elementos como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, zinc, etc. Su empleo es con la finalidad de suplir requerimientos básicos de plantas, la cantidad de concentración de nutrientes en cada tipo de fertilizante será dada en función de los requerimientos del cultivo y la fase de crecimiento en la que se encuentre, además de la deficiencia encontrada en el sitio para complementar las necesidades (Esquivel, 2018; Mengel y Kirkby, 2000).

4.7. Variables

Según Arias (2012), esta se define como “una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación”.

Así mismo, estas pueden ser de dos tipos: a) cuantitativas, que expresan cantidades numéricas en los datos obtenidos, es decir son medibles, pueden ser a su vez discretas con cifras enteras o continuas con decimales, por otro lado, están b) categóricas o cualitativas, son expresadas por características verbales, hay de dos tipos, categóricas con solos dos opciones y politómicas que permiten la incorporación de más de dos categorías. El objetivo principal de las variables es recabar información para análisis de investigaciones, y empleo es fundamental para definir, medir y analizar situaciones (Arias, 2012).

4.7.1. Variables dasométricas

4.7.1.1. Altura total (H)

Su medición se realiza tomando en consideración la distancia vertical desde la base de la planta, hasta el ápice de esta, su medición en individuos con menos de 1,30 cm se realiza

empleando el uso de varios tipos de instrumentos como: regla métrica, flexómetro, cinta métrica, etc (Cancino, 2012; Chadwick y Larson, 1996).

4.7.1.2. Diámetro basal (DAB)

Tipo de medida utilizada en individuos con una altura inferior a 1,30 m, la medición se realiza en el cuello de la planta, su utilización se emplea en la evaluación inicial de crecimiento, se realiza usando un micrómetro, calibrador, aunque comúnmente se emplea el uso de cinta métrica debido a la optimización de costos y facilidad de uso (Sánchez, 2012).

4.7.2. Variables morfológicas

4.7.2.1. Estado fitosanitario

En el análisis y monitoreo de plantaciones, existe una condición de gran relevancia para evaluar la salud y bienestar de plantas, mediante el registro de características en el vigor, color, follaje, marchitamiento, debido a enfermedades, plagas, afectaciones por condiciones climáticas, y síntomas de deficiencia o sobre aplicación de nutrientes (Medina et al., 2007).

4.7.3. Supervivencia

Su resultado se basa en el porcentaje entre la relación de las plantas inicialmente establecidas, frente al número de plantas en estado vivo al tiempo del registro, su aplicación es un aspecto esencial para determinar una correcta adaptabilidad de la especie en el sitio y su resistencia a condiciones ambientales, plagas o enfermedades (Bonner y Karrfalt, 2009).

4.7.4. Rectitud del tallo

Su evaluación se basa en la comparación con una escala de 4 categorías: Recto (4), Ligeramente torcido (3), Torcido (2) y Muy torcido (1) (Gutiérrez, 2017).

4.7.5. Bifurcación

Se caracteriza por la división en dos ramas del mismo grosor del tronco principal, la presencia o no de esta característica determina la calidad maderera y correcto crecimiento de especies forestales maderables, un individuo sin esta característica asegura un mayor volumen de madera al facilitar la obtención de piezas de madera rolliza más prolijas y grandes, además de una buena calidad sin presencia de nudos (Vignote et al., 2019).

4.8. Establecimiento de plantaciones

4.8.1. Diseño de plantación

Dentro de las plantaciones forestales, existe una parte de gran importancia, que es el diseño de plantación, este involucra la disposición y patrón de establecimiento de cada planta en un terreno, existen diversos tipos de diseños, estos se ven influenciados por las condiciones de cada caso, siendo la pendiente aquella con mayor peso a tener en consideración en cualquier

decisión, el objetivo principal es optimizar el espacio disponible, evitar la erosión de un sitio, mejorar los resultados de la aplicación de nutrientes, evitar deslizamientos, mejorar la retención de agua, entre otros (Pérez, 2021).

4.8.1.1. Diseño de plantación marco real

La distribución de los individuos está ubicada en el terreno en forma cuadrada (Figura 2), donde el distanciamiento debe ser igual en ambos lados, como por ejemplo 3×3 m (MAG, 2023).

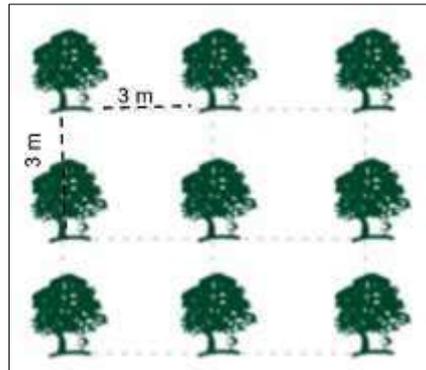


Figura 2. Diseño de plantación marco real

4.8.1.2. Diseño de plantación rectangular

Están ubicados a un diferente distanciamiento formando un diseño rectangular (Figura 3), como por ejemplo 3×4 m (MAG, 2023).

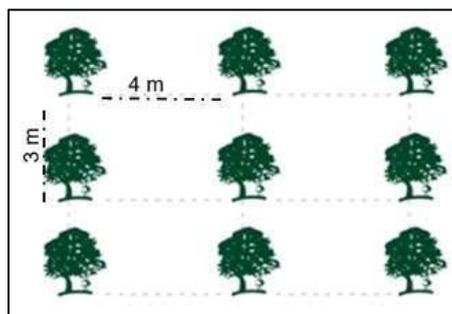


Figura 3. Diseño de plantación rectangular

4.8.2. Diseño de plantación tresbolillo

La distribución de cada individuo se sitúa en filas diagonales, así cada planta en un vértice de un diseño de triángulo equilátero (Figura 4), el patrón maximiza la eficiencia de un espacio, dando excelentes resultados en especies heliófilas, además reduce la competencia directa entre especies de la plantación, su aplicación es recomendable en terrenos donde su topografía posea pendientes mayores al 20 %, contribuyendo a disminuir la erosión del suelo (Nova y Caro, 1991; Pérez, 2021).

Este tipo de diseño en triángulo permite plantar incluso hasta el 15 % de más individuos por unidad de área que el sistema rectangular (Álvarez et al., 2022).

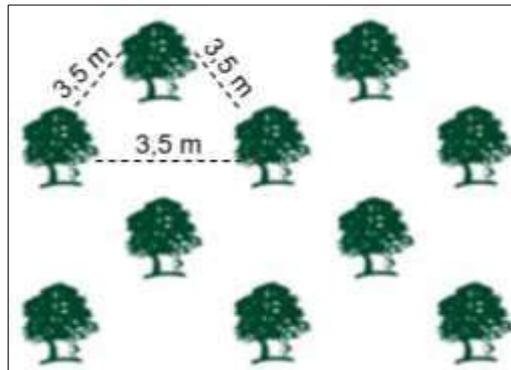


Figura 4. Diseño de plantación tresbolillo

4.8.3. Densidad de plantación

Esta variable se refiere a la cantidad de planta por unidad de área de la plantación, la distancia entre hileras y plantas depende de los objetivos de producción y las condiciones del sitio de establecimiento, en plantaciones forestales con fines de comercialización madera, según prácticas silviculturales es necesario aplicar altas densidades de siembra, para generar una competencia inicial de crecimiento en altura, para después aplicar una técnica de raleo, misma que se trata de eliminar cierta cantidad de individuos, con el fin de permitir el crecimiento en diámetro de los mismos, aumentando el volumen de la materia prima comercial (Célis et al., 2014; Pérez, 2021).

4.9. Actividades silviculturales

4.9.1. Trazado y Balizado

En función del diseño de plantación, esta práctica se encarga de realizar una marcación de cada punto específico donde se va a ubicar una planta, esto se aplica en conjunto con el trazado, que se realiza en función con el diseño de plantación determinado, donde se considera la pendiente y los objetivos de plantación (MAG, 2023).

4.9.2. Hoyado

Componente esencial del sistema de siembra, es un orificio realizado en el suelo, su finalidad es incorporar las plantas en el suelo para establecimiento, este debe ser lo suficientemente profundo y amplio en función a la especie a usar y la cantidad en volumen de sustrato que se encuentre incorporado del vivero de procedencia (Álvarez et al., 2022).

4.9.3. Coronamiento

Se realiza con el objetivo de evitar que la maleza arremeta contra el desarrollo de las plantas y compiten por nutrientes, agua, espacio y luz solar, se emplea el uso de herramientas

manuales como lampa, machete o equipos como guadaña, aunque también existe el control químico, mediante la aplicación de herbicidas de contacto y sistémicos, por medio de aspersores manuales o motorizados (MAG, 2023).

5. Metodología

5.1. Ubicación del área de estudio

5.1.1. Ubicación política

La presente investigación se realizó en la finca Alegría, ubicada en el barrio Santa Elena, perteneciente a la parroquia y cantón Palanda de la Provincia de Zamora Chinchipe, ubicada a 500 m del IV eje vial Loja - Chinchipe.

5.1.2. Ubicación geográfica

El área de estudio se encuentra ubicada geográficamente en el sur del Ecuador, en el cantón Palanda, para delimitar el área de plantación se levantó cuatro puntos (Anexo 1) y (Figura 5).

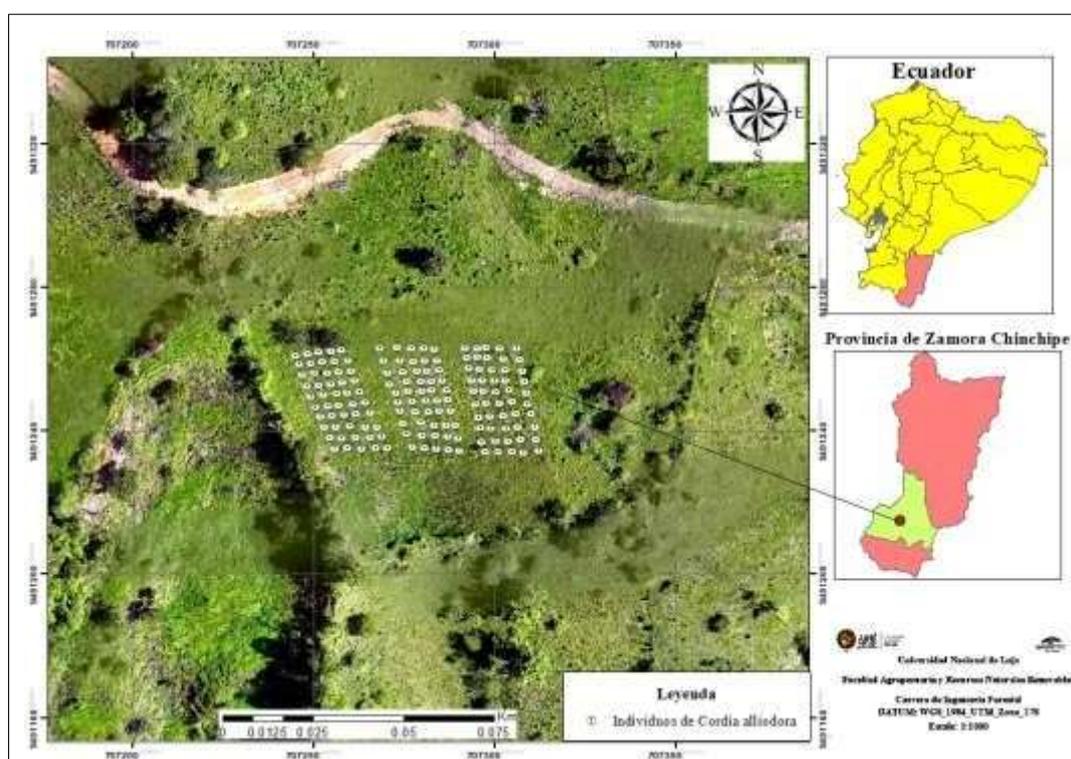


Figura 5. Ubicación del área de plantación de *Cordia alliodora*, en la Finca Alegría, cantón Palanda.

5.2. Características edafoclimáticas

El sitio de estudio está caracterizado por un tipo de clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo, donde se presentan temperaturas que oscilan entre 12 – 20 °C, una precipitación anual de 700 y 2 000 mm, y una humedad relativa del 65 al 85 % (Gobierno autónomo descentralizado del Cantón Palanda, 2020).

La finca Alegría como sitio de estudio, presenta una altitud de 1427 – 1418 m s.n.m. con pendientes de entre 12 a 25 % y la presencia de suelos del tipo franco arcillosos (Gobierno autónomo descentralizado del Cantón Palanda, 2020).

5.3. Metodología para evaluar la sobrevivencia y adaptabilidad inicial de una plantación de *Cordia alliodora*, en la “finca Alegría”, durante un periodo de seis meses.

Para dar cumplimiento al primer objetivo, se realizó en base a las metodologías propuestas por Lamprecht (1990); así:

5.3.1. Establecimiento de plantación de *Cordia alliodora*

Para el establecimiento de la plantación se realizaron las siguientes actividades:

a) Selección de material de plantación

Las plántulas de *C. alliodora* se propagaron en la finca Alegría (Anexo 2), las semillas utilizadas fueron entregadas por parte del Programa Integral Amazónico de conservación de bosques y producción sostenible [PROAmazonía], con procedencia de un bosque secundario perteneciente al cantón Chinchipe, provincia Zamora Chinchipe.

A partir del lote germinado se obtuvo 500 plántulas, de las cuales se seleccionó 150 individuos con las mejores características de vigorosidad, con una altura de entre 15 a 30 cm aproximadamente, esto con el objetivo de reducir la posible mortalidad por estrés y obtener mayor porcentaje de sobrevivencia para la plantación.

b) Preparación del sitio

Se realizaron dos actividades para adecuar el sitio de establecimiento, primero una limpieza del terreno con el uso de machete y guadaña, y posteriormente se levantó una cerca eléctrica alrededor del terreno con la finalidad de evitar el ingreso de ganado vacuno alledaño que cause afectaciones en las plantas (Figura 6).



Figura 6. Sitio de plantación para el establecimiento de *Cordia alliodora*, en la finca Alegría.

c) Diseño de plantación

En función de la disponibilidad del terreno de 0,20 ha, se seleccionaron 150 plántulas con las mejores características y se dividieron en tres tratamientos, cada uno con 50 unidades muestrales, utilizando un diseño de tresbolillo (Figura 7).

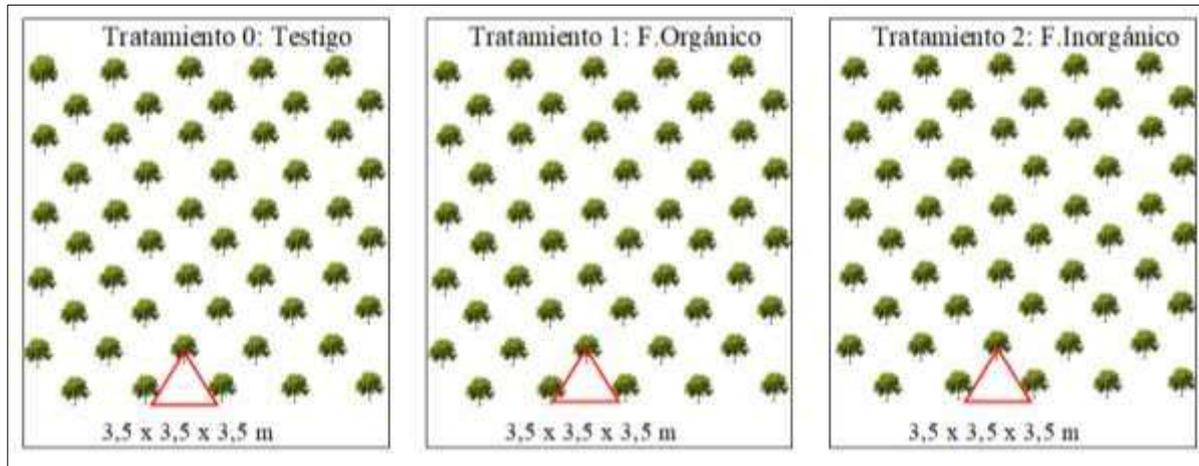


Figura 7. Diseño de plantación de *Cordia alliodora*, en la finca Alegría, cantón Palanda, n=150.

d) Trazado y balizado del diseño de plantación

Para establecer el trazado, inicialmente se utilizó una cuerda y dos balizas para marcar la hilera inicial. Con una medida estándar, se señaló la ubicación de cada unidad muestral a intervalos de 3,5 m. Conforme al diseño establecido, se utilizaron un total de 150 balizas, cada una de 1 m de longitud y aproximadamente 3 cm de diámetro, para indicar la ubicación de cada unidad muestral (Figura 8).



Figura 8. Trazado y balizado del terreno para plantación *Cordia alliodora*, en diseño tresbolillo, en la finca Alegría.

Para ubicar cada baliza en columnas y filas se utilizó una cuerda formando un triángulo equilátero de $3,5 \times 3,5 \times 3,5$ m, posteriormente se ubicó el punto 1 en la parte más alta a la

pendiente al ras del suelo, y en la esquina 2 y 3 se levantó la cuerda, colocándola en una posición paralela al punto 1, con la finalidad de corregir la pendiente del suelo (Figura 9).

Además, cada 4 filas se repitió el proceso de trazar una fila base de lado a lado y colocar balizas cada 3,5 m, esto para evitar sumar posibles errores de corrección de pendiente.

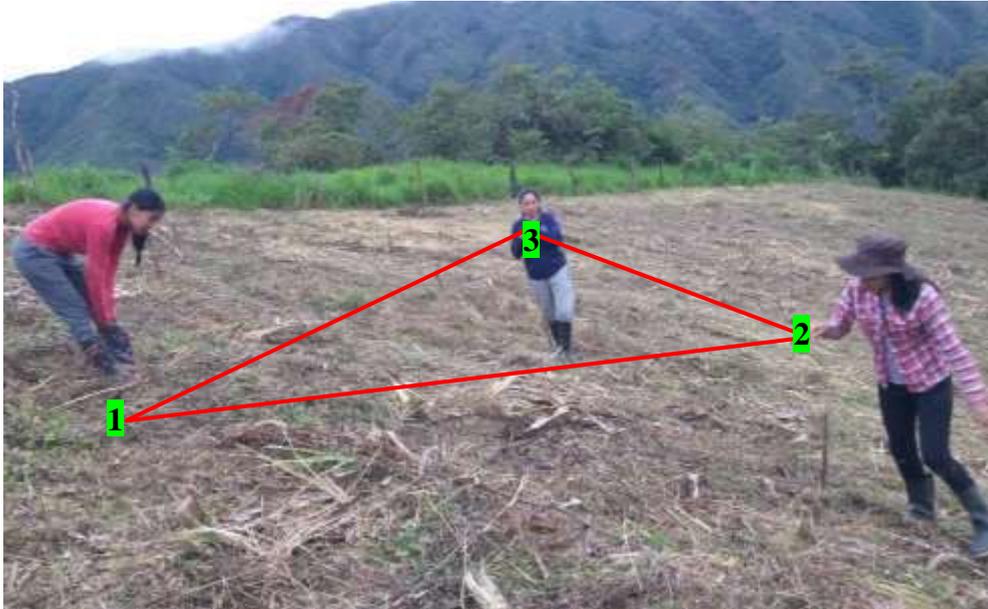


Figura 9. Diseño de sistema tresbolillo para marcar el hoyado de *Cordia alliodora*, en la finca Alegría.

e) **Hoyado del terreno**

Con la utilización de herramientas como barreta y lampa se realizó el hoyado (Figura 10) en cada baliza anteriormente colocada, con un dimensionamiento de $30 \times 30 \times 30$ cm.



Figura 10. Hoyado para el establecimiento de *Cordia alliodora*, en la finca Alegría.

f) Plantación

A cada planta se le retiró cuidadosamente la funda que la contenía. Luego, se colocó en el hoyo correspondiente y se cubrió con la tierra removida, presionando suavemente con las manos (Figura 11) y finalmente compactando mediante pisoteo. Se aseguró el cuello de la planta a ras del suelo, evitando dejar espacios de aire, para prevenir encharcamientos y la pudrición de las raíces.



Figura 11. Plantación de individuos de *Cordia alliodora*, en la finca Alegría.

g) Etiquetado de tratamientos y unidades muestrales

Posterior a la plantación se identificó con una ficha impresa de lona de 5 × 3 cm, los tratamientos en base al diseño. En cada ficha se especificaron el tratamiento y la unidad muestral correspondiente. Cada etiqueta se fijó con una sección de cuerda a una baliza (Figura 12).



Figura 12. Identificación de tratamientos en las unidades muestrales, en la finca Alegría.

h) Actividades silviculturales

Para disminuir la competencia entre las plantas de *C. alliodora* y las malezas del sitio, se realizaron actividades de coronamiento cada dos meses, en el lapso de investigación (seis meses) (Figura 13), con el uso de una lampa, abarcando un radio de 50 cm alrededor de cada planta (Velástegui, 2017).



Figura 13. Actividades de coronamiento de plantas de *Cordia. alliodora*, en la finca Alegría.

5.3.2. Evaluación de variables morfológicas

5.3.2.1. Supervivencia

Se evaluó el estado de supervivencia para cada tratamiento y de la plantación en general, asignando “0” a plantas muertas y “1” a plantas vivas. Con los datos obtenidos y en base al número inicial se determinó el porcentaje de supervivencia final del periodo de evaluación (seis meses). Para esto se aplicó la siguiente fórmula establecida por Linares (2005).

$$\% \text{ Supervivencia} = \frac{\text{plantas vivas}}{\text{plantas vivas} + \text{plantas muertas}} \times 100$$

A partir del porcentaje de supervivencia obtenido se categorizó (Tabla 1) con la metodología propuesta por Centeno (1993):

Tabla 1. Categorización de porcentaje de supervivencia.

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

5.3.2.2. Adaptabilidad

a) Bifurcación

Se evaluó la presencia o no de esta característica mediante la metodología propuesta por Rojas (2002) donde se calificó en base a dos categorías; 0: No bifurcado y 1: Bifurcado.

b) Rectitud del fuste

La rectitud del fuste fue tomada en base a la categorización propuesta por Gutiérrez (2017), donde se identifican 4 categorías: Recto (4), Ligeramente torcido (3), Torcido (2) y Muy torcido (1), (Figura 14).

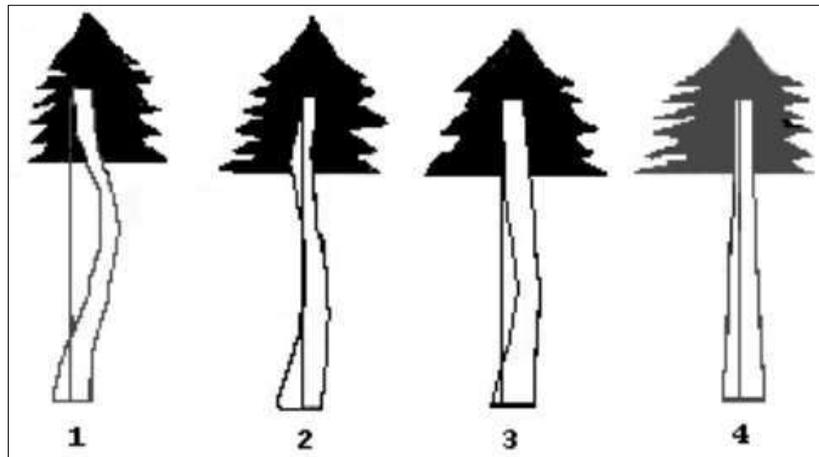


Figura 14. Escala de evaluación de categorías para el análisis de rectitud del fuste.

c) Estado fitosanitario

En base a la metodología propuesta por Rojas (2002), se evaluó el estado de hojas, ramas y tallo, en estas partes se observó posibles presencias de plagas, enfermedades, presencia de herbívora, entre otras. Se calificó cada planta en base a 3 categorías (Tabla 2).

Tabla 2. Categorías de evaluación de estado fitosanitario.

Categoría	Descripción
1	Planta completamente sana sin ningún problema fitosanitario visible, de buen color y vigor
2	Planta relativamente sana, con alguna evidencia de problemas fitosanitarios pero que no corre riesgo de morir, y principalmente cuando no se presente en más de un 50 % del follaje o que no haya provocado heridas severas en el tallo
3	Enferma, plantas con problemas fitosanitarios, pérdida del eje dominante o del follaje y en general, daños visibles en más del 50 % de la planta con probabilidad de afectación a la sobrevivencia de la planta.

5.4. Metodología para evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento inicial de una plantación de *Cordia alliodora*, en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses.

Para cumplir este objetivo, se aplicó la metodología propuesta por Ladrach (2010), para las actividades de la aplicación de fertilizantes.

5.4.1. Aplicación de fertilizante orgánico e inorgánico

En la plantación de *Cordia alliodora* se aplicó fertilizante orgánico (Tratamiento 1) e inorgánico (Tratamiento 2):

a) Fertilizante orgánico (Tratamiento 1)

Considerando que el área de estudio anteriormente fue utilizada con fines de ganadería, los suelos por tanto se encuentran degradados y con una disponibilidad nutricional baja; para ello se empleó un producto comercial con certificación orgánica (USDA), denominado Green Edge (45% de materia orgánica, 40% ácido húmico, 5% ácido fúlvico, 5 % de N , P , Ca , Mg , S , Zn y Fe, 5% de algas marinas *Ascophyllum nodosum*), debido a no disponer información referencial acerca de las concentraciones sobre fertilizantes orgánicos aplicados a plantaciones forestales, se aplicó la concentración recomendada el fabricante (50 kg / ha).

A partir de la densidad de plantación ($3,5 \times 3,5 \times 3,5$ m) de 816 plantas / ha, se aplicó 60 g de fertilizante, en forma de medialuna, a un distanciamiento de 20 cm del cuello de la planta (Figura 15).



Figura 15. Aplicación de fertilizante orgánico en una plantación de *Cordia alliodora*, finca Alegría.

b) Fertilizante inorgánico (Tratamiento 2)

Previo a la aplicación de fertilizante inorgánico en la plantación, se recolectó de forma sistemática varias muestras de suelo en el área de establecimiento, así como en un área de referencia (plantación de *Cordia alliodora* de 7 años). Las muestras fueron enviadas al

laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador [INIAP], posteriormente, a partir de los análisis obtenidos (Anexo 3 y 4) se realizó la interpretación y comparación de los resultados, con la finalidad de establecer la concentración a aplicar de 50 gr / planta.

Se aplicó una mezcla de NPK, aplicando dos productos comerciales, DAP (18 % nitrógeno, 46 % fósforo) y de potasio Korn – Kali + B (40%). Para lograr una mezcla equilibrada del fertilizante, se determinó proporciones de 1:1:1 de NPK, en una dosificación de 50 g/planta, se utilizó un total de 2500 g (1666 g de DAP y 833 g de KORN-KALI+B). La aplicación se realizó en la parte superior de la planta, en forma de medialuna, a un distanciamiento de 20 cm de la base de cada planta y cubierta con tierra (Figura 16).



Figura 16. Aplicación de fertilizante inorgánico (NPK), en una plantación de *Cordia alliodora*, finca Alegría.

5.4.2. Medición de variables dasométricas

Para evaluar el efecto de la aplicación de fertilizante orgánico e inorgánico, en el crecimiento inicial de *C. alliodora*, se realizó la medición de variables dasométricas: altura total (Ht, cm) (Figura 17) y diámetro basal (DAB, mm) (Figura 18), a los 0, 3 y 6 meses de plantación.



Figura 17. Medición de altura total (Ht), en plantas de *Cordia alliodora*, finca Alegría.



Figura 18. Medición de diámetro basal (DAB)

5.4.3. Análisis de datos

Para analizar y comparar los datos obtenidos de los tres tratamientos aplicados, se inició con una prueba de Shapiro-Wilk, la cual mostró que los datos no llevan una distribución normal ($p < 0,05$). Posteriormente se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, en la que se evaluó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Mediante las variables morfológicas (rectitud del tallo, estado fitosanitario) se evaluó la adaptabilidad inicial y con las variables dasométricas (H, DAB) se evaluó el crecimiento inicial de *Cordia alliodora*.

6. Resultados

6.1. Supervivencia y adaptabilidad inicial de una plantación de *Cordia alliodora*, en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses

6.1.1. Supervivencia

La supervivencia final de la plantación de *C. alliodora*, a los 6 meses de establecimiento fue del 100%, siendo categorizada como una supervivencia muy buena (80 – 100%) (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de supervivencia en una plantación de *Cordia alliodora* a los 6 meses de establecimiento.

Tratamientos	N° de ind	N° de ind. vivos	N° de ind. muertos	Supervivencia (%)
T0	50	50	0	100
T1	50	50	0	100
T2	50	50	0	100
Total	150	150	0	100

Tratamientos: Testigo (T0), Fertilizante orgánico (T1), Fertilizante inorgánico (T2)

6.1.2. Adaptabilidad

6.1.2.1. Bifurcación

Al finalizar la evaluación de la plantación de *C. alliodora*, se registró la ausencia de la bifurcación como característica morfológica en las 150 unidades muestrales.

6.1.2.2. Rectitud del tallo

Los datos mostrados en porcentaje para esta variable se obtuvieron basándose en el número de individuos dentro de cada categoría (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de rectitud del tallo a los 0, 3 y 6 meses, en una plantación de *Cordia alliodora*.

Tratamiento	Tiempo (meses)	Muy torcido (%)	Torcido (%)	Ligeramente torcido (%)	Recto (%)	Porcentaje (%)
T0	0	0	4	30	66	100
T1	0	0	0	24	76	100
T2	0	0	2	42	56	100
T0	3	0	4	28	68	100
T1	3	0	0	52	48	100
T2	3	0	0	16	84	100
T0	6	0	0	12	88	100
T1	6	0	2	16	82	100
T2	6	2	0	2	96	100

6.1.2.3. Estado fitosanitario

Los datos presentados en porcentaje se obtuvieron a partir del número de individuos que fueron categorizados dentro de cada categoría, por tratamiento, a los 0, 3 y 6 meses (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de estado fitosanitario a los 0, 3 y 6 meses en una plantación de *Cordia alliodora*.

Tratamiento	Tiempo (meses)	Relativamente		Enferma (%)	Porcentaje
		Sana (%)	Sana (%)		
T0	0	90	10	0	100
T1	0	92	8	0	100
T2	0	94	6	0	100
T0	3	50	36	14	100
T1	3	62	32	6	100
T2	3	94	6	0	100
T0	6	48	26	26	100
T1	6	54	16	30	100
T2	6	84	10	6	100

6.2. Efecto de la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el crecimiento inicial de una plantación de *Cordia alliodora*, en la “Finca Alegría”, durante un periodo de seis meses

6.2.1. Crecimiento en altura de las plantas de *Cordia alliodora*

6.2.1.1. Crecimiento promedio en altura

El crecimiento en altura de las plantas se representa con base en las medias de cada tratamiento a los 0, 3 y 6 meses de establecimiento.

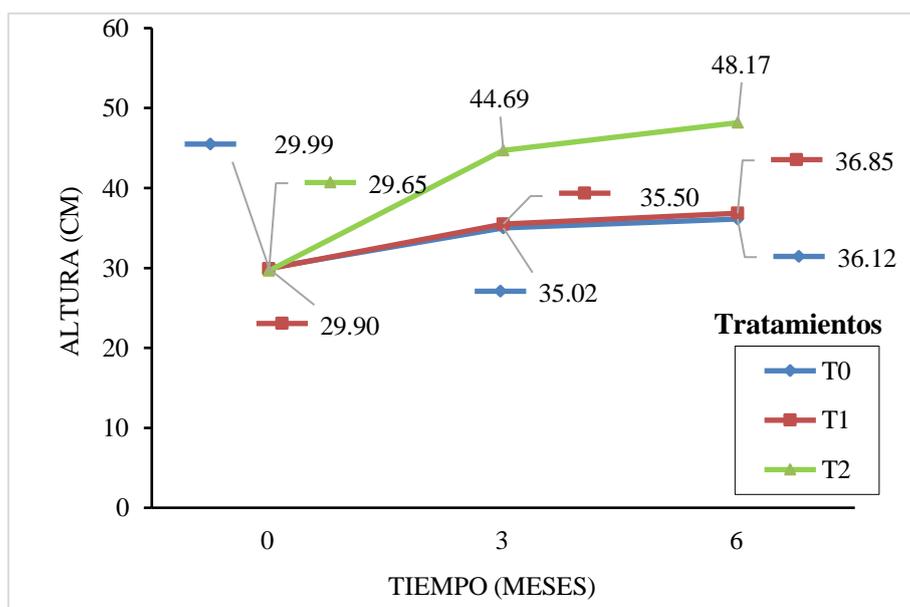


Figura 19. Curva de altura promedio, a los 0, 3 y 6 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

6.2.1.2. Altura a los 0 meses

A continuación, se representa el promedio de alturas a los 0 meses de establecimiento (Figura 38) y (Anexo 6).

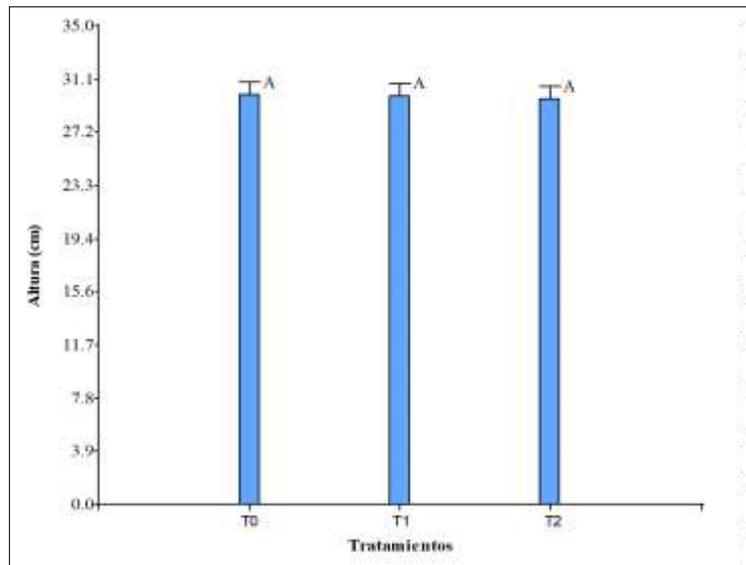


Figura 20. Promedio en altura, a los 0 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

6.2.1.3. Altura a los 3 meses

En el siguiente gráfico se indica la altura promedio a los 3 meses de evaluación (Figura 39) y (Anexo 7)

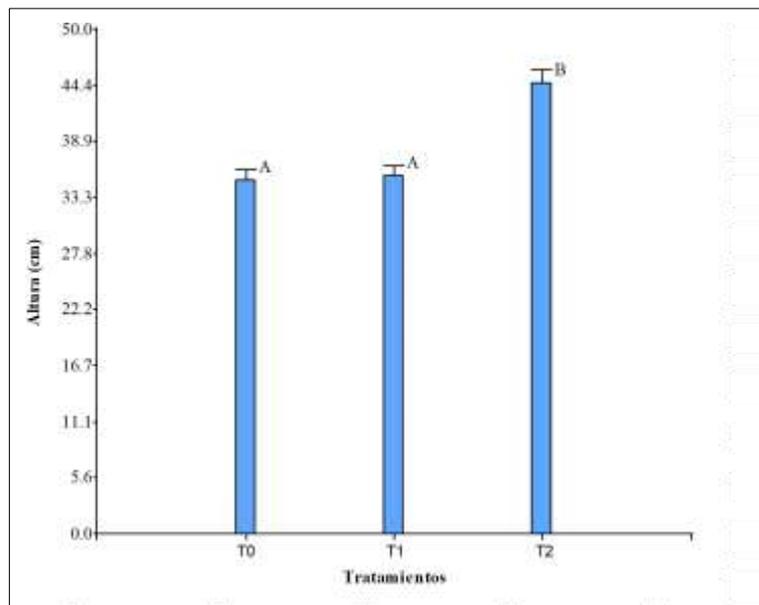


Figura 21. Promedio en altura, a los 3 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

6.2.1.4. Altura a los 6 meses

En el siguiente gráfico se indica la altura promedio a los 6 meses de evaluación (Figura 40) y (Anexo 8)

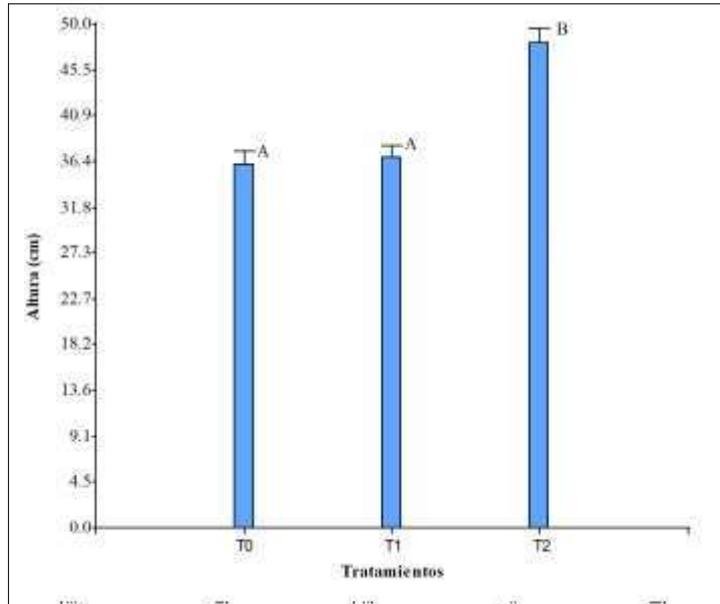


Figura 22. Promedio en altura, a los 6 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

6.2.2. Crecimiento en diámetro basal de las plantas de *Cordia alliodora*

El crecimiento del diámetro basal se evaluó utilizando las medias obtenidas de cada tratamiento a los 0, 3 y 6 meses de establecimiento (Figura 41)

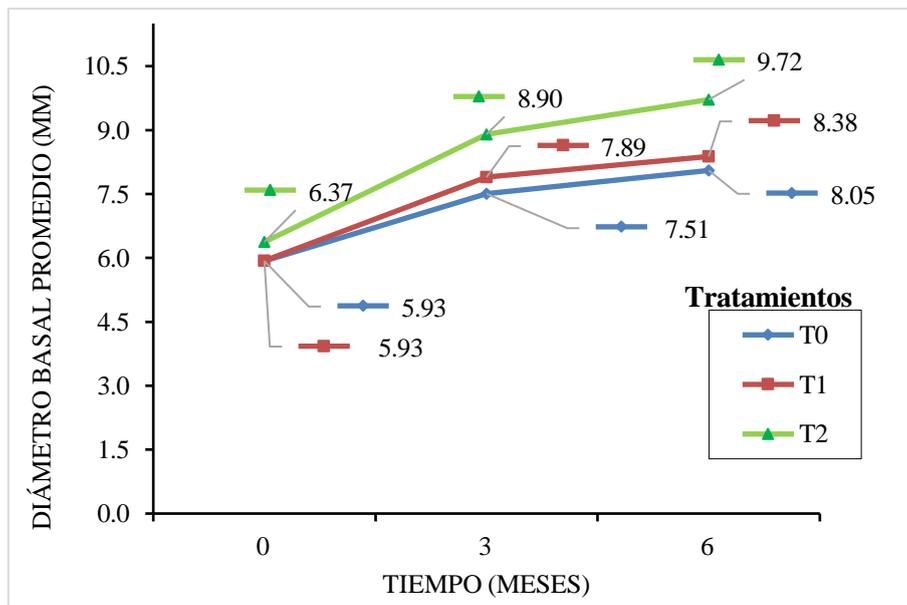


Figura 23. Curva de diámetro basal promedio, a los 0, 3 y 6 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

6.2.3. Altura/Diámetro basal

6.2.4. Diámetro basal a los 0 meses

El siguiente gráfico representa el diámetro basal de las plantas a los 0 meses de evaluación (Figura 42) y (Anexo 6).

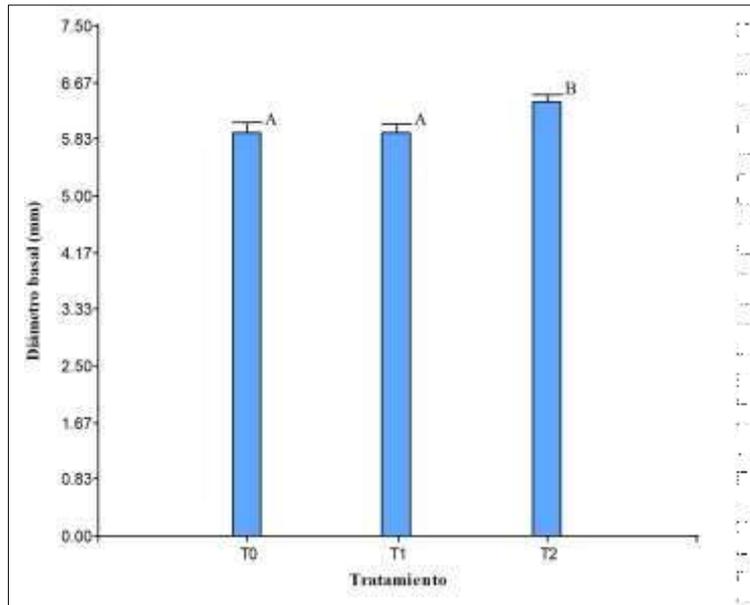


Figura 24. Promedio en diámetro basal, a los 0 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

6.2.5. Diámetro basal a los 3 meses

El siguiente gráfico representa el diámetro basal de las plantas a los 0 meses de evaluación (Figura 43) y (Anexo 7)

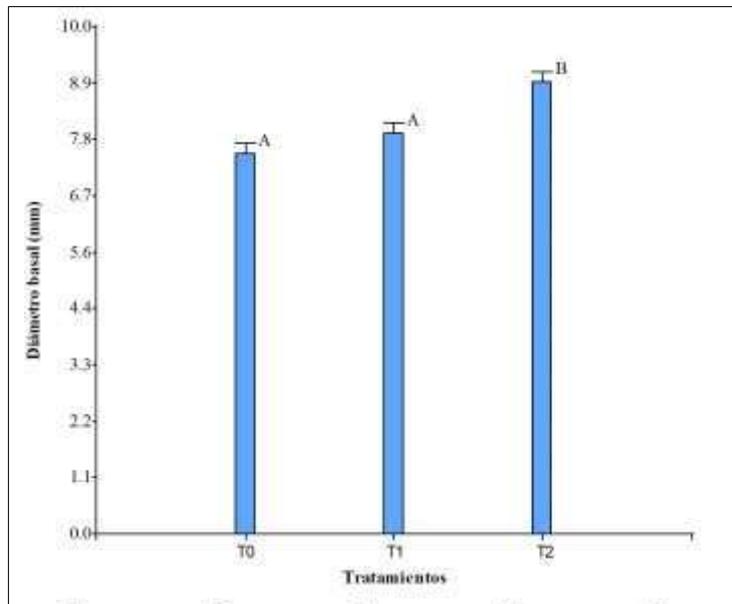


Figura 25. Promedio en diámetro basal, a los 3 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

6.2.6. Diámetro basal a los 6 meses

El siguiente gráfico representa el diámetro basal de las plantas a los 0 meses de evaluación (Figura 43) y (Anexo 8).

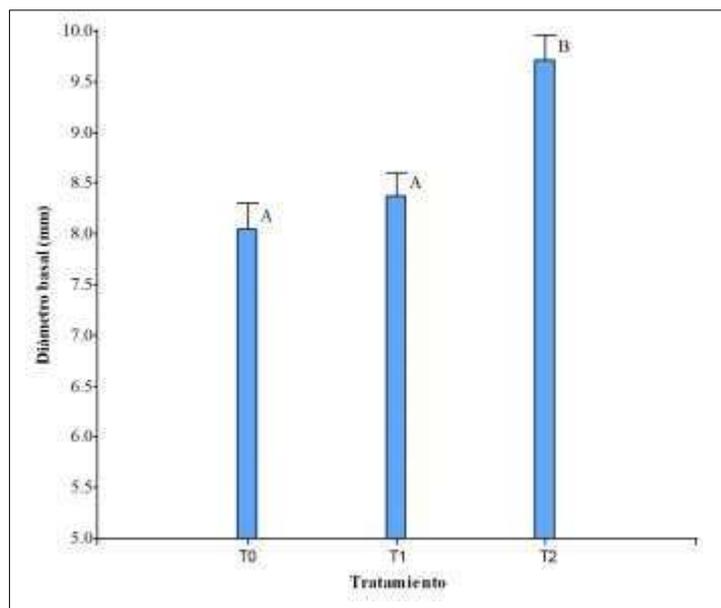


Figura 26. Promedio en diámetro basal, a los 6 meses de establecimiento en una plantación de *Cordia alliodora*. Tratamientos: testigo (T0), fertilizante orgánico (T1), fertilizante inorgánico (T2).

7. Discusión

7.1. Sobrevivencia y adaptabilidad inicial de *Cordia alliodora*

7.1.1. Sobrevivencia

La plantación de *Cordia alliodora* durante los primeros seis meses de establecimiento obtuvo una sobrevivencia muy buena del 100%. Este porcentaje es mayor al descrito por Vallejos et al. (2020), quienes señalan una sobrevivencia del 73% en una plantación asociada a un sistema agroforestal de 1 año. Por otro lado, Hernández et al. (2011) mencionan una plantación asociada de *C. alliodora* con otras especies forestales, con un porcentaje del 92,96 % en el primer año.

Sin embargo, los mismos autores describen que debido a la alta densidad y los suelos con exceso de humedad, este valor fue descendiendo en los próximos años de evaluación. A diferencia de esto, el sitio de establecimiento de la presente investigación se encuentra a una altitud entre 1 418 – 1 427 m s.n.m, posee un suelo franco arcilloso con buen drenaje, y un pH de 6,39, mismas características descritas por (Burns y Honkala, 1990; Boshier y Lamb, 1997) como ideales para un crecimiento óptimo de la especie.

7.1.2. Adaptabilidad inicial

7.1.2.1. Bifurcación

No se encontró la presencia de bifurcación en la plantación de *C. alliodora*. La ausencia de esta característica indica individuos con buen potencial comercial, que proporcionen una mayor cantidad y calidad maderable (Valladolid et al., 2017). Además, autores como Boshier y Lamb (1997) mencionan que la especie presenta como característica común una mínima bifurcación, lo que la hace ideal para el establecimiento de plantaciones forestales.

7.1.2.2. Rectitud del tallo

La evaluación de la plantación forestal a los 6 meses de establecimiento mostró que el 88,66 % de las plantas de *C. alliodora* presentaron tallos rectos, mientras que un 10 % tallos ligeramente torcidos. Estas características son consideradas ideales para cualquier especie forestal con fines comerciales (Nambiar y Brown, 1997).

El resultado obtenido mediante la evaluación cualitativa del presente estudio concuerda con lo mencionado por, Boshier y Lamb (1997) autores que describen a *C. alliodora* como una especie ideal para la producción maderable, destacando su tallo recto y cilíndrico como característica principal.

7.1.2.3. Estado fitosanitario

El tratamiento T2, donde se aplicó un fertilizante inorgánico de NPK (18-46-40) obtuvo el 84% de plantas en estado fitosanitario sano. Donde se ve manifestada la acción del potasio, nutriente que mejora las funciones inmunológicas de las plantas, generando una mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, causando así mayor vigorosidad (Nambiar y Brown, 1997).

7.2. Crecimiento inicial de *Cordia alliodora*

7.2.1. Altura

En el presente estudio, las plantas de *C. alliodora* correspondientes al T2, bajo la aplicación de 50 g fertilizante inorgánico NPK (18-46-40), alcanzaron una altura promedio de 48,17 cm en un periodo de seis meses. Este resultado es superior al reportado por Hernández y López (2019), donde se obtuvo una media anual de 83 cm con la aplicación de 200 g de fertilizante inorgánico NPK (17-17-17), al ponderar este crecimiento a un periodo de seis meses, se considera una altura de 41,5 cm, que es ligeramente inferior al valor obtenido en la presente investigación.

La formulación de fertilizante y las diferentes condiciones de cada sitio tuvieron un impacto considerable en el desarrollo de las plantas. El fertilizante aplicado en la presente investigación contiene una mezcla de NPK (18-46-40), el cual presenta una proporción significativamente diferente de fósforo (46 %) y potasio (40 %).

La efectividad de un fertilizante no solo se basa en la dosificación ni en la concentración de cada nutriente, sino también en factores edafoclimáticos de cada sitio (Rose et al., 2004). Es por lo que para este estudio se realizó un análisis de suelo para el sitio de establecimiento (Anexo 5), donde se obtuvo un pH de 6,39, un contenido de 11 ppm de nitrógeno, 7 ppm de fósforo y 0,1 meq/100mL de potasio, esto fue comparado con una plantación de *Cordia alliodora* de 7 años, en la cual el contenido nutritivo fue de 12 ppm de nitrógeno, 108 ppm de fosforo y 0,6 meq/100mL de potasio (Anexo 4).

La aplicación de fertilizantes en especies forestales es una práctica compleja, en general, el número de investigaciones realizadas es insuficiente (Rose et al., 2004). Aunque en el caso de las especies nativas, la situación se representa por un número considerablemente menor (Rose et al., 2004). En ciertas plantaciones forestales de especies exóticas se ha considerado en la etapa inicial de establecimiento una aplicación de entre 20 a 50 g, en distintas concentraciones de NPK, esto dependiendo de las necesidades nutricionales de la especie plantada donde se

redujo significativamente la tasa de mortalidad, se aumentó el crecimiento hasta en un 100%, con respecto a otros tratamientos aplicados sin fertilizantes (Rose et al., 2004).

En este contexto, una mayor concentración de fósforo favorece a un mayor desarrollo radicular, mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes, lo cual se interpreta como una mayor posibilidad de crecimiento (Mengel y Kirkby, 2000). Además, el nitrógeno promueve el crecimiento inicial de plantas y el potasio contribuye a una mayor resistencia a plagas y enfermedades (Esquivel, 2018).

Por otro lado, el tratamiento T1, en base a la aplicación de fertilizantes orgánicos obtuvo una media de 36,85 cm, lo cual no presenta diferencias significativas con respecto al tratamiento testigo T0. Según Li (2020), la aplicación de fertilizantes orgánicos, específicamente que contengan ácidos húmicos y fúlvicos, contribuyen enormemente a la reducción de problemas de degradación y la contaminación, además de mejorar la capacidad de absorción y disponibilidad de nutrientes. Sin embargo, la aplicación de este tipo de fertilizantes en el campo forestal aún es deficiente y se requiere de más investigación a largo plazo para dimensionar los posibles beneficios ambientales, sin dejar de lado los beneficios económicos (Donoso et al., 2015; Li, 2020).

7.2.2. Diámetro basal

La influencia del fertilizante inorgánico NPK (18-40-46) aplicado en el tratamiento T2, mostró un aumento significativo en el diámetro basal de *Cordia alliodora*, iniciando la investigación con una media de 6,37 mm, alcanzando una media de 9,72 mm en un periodo de seis meses.

Una investigación realizada por Hernández y López (2019) comparó la aplicación de fertilizante NPK (17-17-17) en una plantación asociada de *C. alliodora* y *Cedrela odorata*, con plantas de procedencia local y foránea, obteniendo una media anual de 3,5 mm. Esta diferencia en los resultados se da por las condiciones del sitio de establecimiento descritas por (Hernández et al., 2011) quienes reportaron suelos profundos susceptibles a inundaciones, características que afectan la capacidad de absorción de nutrientes en *C. alliodora* y por tanto su crecimiento en altura y diámetro basal.

Por otro lado, Lozada et al. (2003) mencionan un incremento anual en el crecimiento diamétrico sin la aplicación de fertilizantes ni tratamientos silviculturales en franjas de enriquecimiento de *C. alliodora* una media de 8,1 mm, teniendo una ponderación de 4,05 mm a los seis meses. Este resultado al compararlo con la presente investigación mostró ser

significativamente inferior a la media obtenida en el tratamiento testigo T0, con una media de 8,05 mm.

8. Conclusiones

- La plantación forestal de *Cordia alliodora*, establecida con fines comerciales, mostró una buena sobrevivencia y adaptabilidad inicial durante los primeros seis meses. Este resultado indica que las condiciones del sitio y las prácticas silviculturales implementadas fueron óptimas para la especie.
- En comparación al fertilizante orgánico e inorgánico, el tratamiento T2, bajo la aplicación de fertilizante inorgánico resultó ser estadísticamente más efectivo, al promover mayor desarrollo en altura y diámetro. Mientras el tratamiento testigo y el tratamiento con fertilizante orgánico, no demostraron diferencias significativas entre sí.
- Estos resultados resaltan la importancia de generar información acerca de alternativas para mejorar la producción forestal y que estas sean desarrolladas específicamente para las necesidades nutricionales de cada sitio y especie.

9. Recomendaciones

- Aunque los resultados iniciales son prometedores en los primeros seis meses, es crucial monitorear las plantaciones durante varios años para evaluar si estas condiciones favorables se mantienen con el tiempo.
- Es necesario complementar la información obtenida con un análisis de suelo y un análisis bromatológico, después de dos años de establecimiento, con la finalidad de evaluar la absorción y disponibilidad nutricional presente en cada tratamiento.

10. Referencias bibliográficas

- Álvarez, M., Amado, G., Córdoba, O., Gil, J., Correa, D., Gómez, J., Gutiérrez, A., Martínez, J., Monsalve, D., & Tapiero, A. (2022). Modelo productivo para el cultivo de caucho natural (*Hevea brasiliensis*) en el bajo Cauca antioqueño y en el sur de Córdoba. *Editorial Agrosavia*. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7405828>
- Arévalo, G., & Castellano, M. (2009). Manual Fertilizantes y Enmiendas. *PROMIPAC, Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central*.
- Arias, E., & Robles, M. (2011). Aprovechamiento de recursos forestales en el Ecuador. *Ministerio del Ambiente*.
https://www.itto.int/files/user/pdf/PROJECT_REPORTS/PD%20406_06_%20Forest%20Harvesting%20in%20Ecuador%202010%20offenses%20and%20forfeiture.pdf
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. *Editorial Episteme*, 6. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- Armenteras, D., González, T. M., Vergara, L. K., Luque, F. J., Rodríguez, N., & Bonilla, M. A. (2016). Revisión del concepto de ecosistema como «unidad de la naturaleza» 80 años después de su formulación. En *Ecosistemas* (Vol. 25, Número 1).
<https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-1.12>
- Baldotto, M. A., & Baldotto, L. E. B. (2014). Ácidos húmicos. *Revista Ceres*, 61.
<https://doi.org/10.1590/0034-737X201461000011>
- Bergmann, C., Stuhmann, M., & Zech, W. (1994). Site factors, foliar nutrient levels and growth of *Cordia alliodora* plantations in the humid lowlands of Northern Costa Rica. *Plant and Soil*, 166(2). <https://doi.org/10.1007/BF00008333>
- Bonner, F., & Karrfalt, R. (2009). The Woody Plant Seed Manual. *Native Plants Journal*, 10(3). <https://doi.org/10.2979/npj.2009.10.3.300>
- Boshier, D., & Lamb, A. (1997). *Cordia alliodora*: Genética y Mejoramiento de Árboles. *Tropical Forestry Papers*, 36, 100.
- Briceño, A., Rangel, J., & Bogino, S. (2016). Estudio de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Colombia. *Colombia Forestal*, 19(2).
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a07>
- Brockerhoff, E., Jactel, H., Parrotta, J., & Ferraz, S. (2013). Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related

- ecosystem services. *Forest Ecology and Management*, 301.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.09.018>
- Burns, R. M., & Honkala, B. H. (1990). *Silvics of North America: Volume 2. Hardwoods. Agriculture Handbook 654, 2.* https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654_vol2.pdf
- Cancino, J. (2012). Dendrometría básica. *Universidad de Concepción. Departamento de Manejo de Bosques y medio Ambiente*, 1(2), 1-171.
<http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/407>
- Carnus, J. M., Parrotta, J., Brockerhoff, E., Arbez, M., Jactel, H., Kremer, A., Lamb, D., O'Hara, K., & Walters, B. (2006). Planted forests and biodiversity. *Journal of Forestry*, 104(2), 65-77.
- Carrasco, A., Mejía, E., Muzo, A., Pacheco, P., & Torres, B. (2014). Opciones de política para mejorar la inclusión en el uso del bosque por parte de pequeños productores en la Amazonia ecuatoriana. *Revista Ciencia e Investigación forestal (CIFOR)*, 95.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17528/cifor/005259>
- Castillo, P., Cruz, O., Takano, K., & Jaen, B. (2000). *Manual de Manejo de Bosques Naturales.*
https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Manual%20de%20Plantaciones%20Forestales.pdf
- Célis, F., Guerra, E., & Moreno, N. (2014). Efecto de la densidad de plantación en la rentabilidad de plantaciones de *Eucalyptus globulus*. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 20(1). <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.08.051>
- Centeno, M. (1993). *Inventario nacional de plantaciones forestales en Nicaragua.* Universidad Nacional Agraria.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. (1994). *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. *CATIE*, 1-4.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/16-borag1m.pdf
- Cevallos, G., Sospedra, R., Pérez, M., Victores, A., & Blandariz, S. (2015). Estrategias de conservación del bosque natural tropical de la comuna “El Pital” Manabí, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 3(2), 172-182.
<https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/136/303>
- Chadwick, O., & Larson, B. (1996). Forest Stand Dynamics (Update Edition). *Forest Science*, 42(3).

- Chavarría, J., Mendoza, H., & Giler, A. (2021). Evaluación de cambios en uso y cobertura de la tierra a escala de cuenca hidrográfica del río Chone. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 11.
<https://doi.org/https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2602>
- Corporación Financiera Nacional [CFN]. (2023). *Ficha sectorial: Silvicultura y extracción de madera*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-1-trimestre/Ficha-Sectorial-Silvicultura-y-extraccion-de-madera.pdf>
- Donoso, P., Escobar, B., Gerding, V., Pinares, J., Sanhueza, M., Soto, D., & Thiers, O. (2015). Manual de plantaciones de raulí (*Nothofagus alpina*) y coihue (*Nothofagus dombeyi*) en Chile. *Universidad Católica de Temuco*.
https://www.researchgate.net/publication/338079351_Manual_de_plantaciones_de_rauli_Nothofagus_alpina_y_coihue_Nothofagus_dombeyi_en_Chile/citations
- Enev, V., Pospíšilová, L., Klučáková, M., Liptaj, T., & Doskočil, L. (2014). Spectral characterization of selected humic substances. *Soil and Water Research*, 9(1).
<https://doi.org/10.17221/39/2013-swr>
- Esquivel, G. (2018). Nutrientes Esenciales Para Las Plantas. *Brokosa Perú*, 2.
- Flaherty, S., Liberoff, A., Pessacq, N., Pacheco, C., & Trujillo, M. (2021). Uso de Métodos de Aprendizaje Automático y teledetección para clasificación de uso y cobertura del suelo en un valle semiárido de la Patagonia. *Congreso Argentino de Agroinformática (CAI)*.
<https://n9.cl/5ocgw>
- Gobierno autónomo descentralizado del Cantón Palanda. (2020). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2020- 2023. En *GAD. GAD PALANDA*.
https://gadpalanda.gob.ec/gadcp/transparencia/PDyOT/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20Y%20ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL_CANT%C3%93N%20PALANDA_2020-2023.pdf
- Gutiérrez, B. (2017). Evaluación de crecimiento y forma de fuste de un ensayo de procedencias y progenies de Coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.) de 15 años de edad. *Ciencia & Investigación Forestal*, 23(3). <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2017.484>
- Hernández, E., López, J., & Sánchez, V. (2011). Crecimiento en diámetro y altura de una plantación mixta de especies tropicales en Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(7). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i7.565>

- Jiménez, A., Gabriel, J., & Tapia, M. (2017). Ecología Forestal. *Grupo COMPAS*.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2065/1/Ecologia%20Forestal.pdf>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*.
https://www.academia.edu/89966516/Silvicultura_en_Los_Tropicos_Lamprecht
- Li, Y. (2020). Research Progress of Humic Acid Fertilizer on the Soil. *Journal of Physics: Conference Series*, 1549(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1549/2/022004>
- Linares, E. (2005). Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales (Instrucción Técnica No. 6). En *MINAG* (pp. 3-14).
- López, R., González, G., Vázquez, R., Olivares, E., Vidales, J., Carranza de la Rosa, R., & Ortega, M. (2018). Metodología para obtener ácidos húmicos y fúlvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i8.1094>
- Lozada, J. R., Moreno, J., & Suescun, R. (2003). Plantaciones en fajas de enriquecimiento. Experiencias en 4 unidades de manejo forestal de la Guayana Venezolana. *Interciencia*, 28(10).
- Lyttleton, L., & Buckman, H. (1922). The nature and properties of soils. En *Agricultural Science Series*.
https://dn790000.ca.archive.org/0/items/CU biodiversity102127/CU biodiversity102127_bw.pdf
- Marschner, P. (2011). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants: Third Edition. En *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants: Third Edition*.
<https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9>
- Martín, N., & Pérez, G. (2009). Evaluación agroproductiva de cuatro sectores de la provincia de Pastaza en la Amazonía Ecuatoriana. *Cultivos Tropicales*, 30.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193217899001>
- Medina, R., Sánchez, A., & Sánchez, J. (2007). Equipos de aplicación de productos fitosanitarios en invernadero. *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola*, 199, 26–31.
http://www.marm.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort%5CHort_2007_199_26_31.pdf

- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). Principios de Nutrición Vegetal. *Instituto Internacional de la Potasa, I*. <https://n9.cl/jxntn>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2023). *Manual de buenas prácticas en plantaciones forestales comerciales*. <https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2023/09/Manual-plantaciones-sep.pdf>
- Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2019). Proyecto Socio Bosque de conservación: Sistema para protección de bosques, páramos, manglares y vegetación nativa, mediante la entrega de incentivos que benefician a poblaciones indígenas y campesinas en la Costa, Sierra y Amazonia. En *MAATE*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/07/12.SOCIO_BOSQUE.pdf
- Nambiar, E. K. S., & Brown, A. G. (1997). Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests. *ACIAR Monograph*.
- Nova, G., & Caro, F. (1991). Reforestación de Microcuencas. *Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)*, 6. <https://n9.cl/zshgj>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2020). Evaluación de recursos forestales mundiales 2020. En *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca8753es>
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020: Término y Definiciones*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales, Informe Ecuador. En *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://n9.cl/uwvzg>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. En *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Padilla, W. (1984). El uso de abonos orgánicos e inorgánicos en la producción de cultivos. *INIAP / FAO*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4654/1/iniapscI1550p65.pdf>
- Pérez, V. (2021). Evaluación de la estructura y manejo de la densidad de tres plantaciones mixtas de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta* en Misiones, Argentina [Universidad

- Nacional del Nordeste]. En *Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina*.
<https://fcf.unse.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/14-PEREZ-V-2021-Tesis-Doctoral-Estructura-y-manejo-FCF-UNSE-ebook.pdf>
- Rojas, F. (2002). Metodología para la evaluación de la calidad de plántulas de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en vivero. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(1).
- Román, F., & Ugarte, J. (2020). Tasas de crecimiento de cuatro especies nativas en plantaciones forestales comerciales en cuatro regiones de la Amazonía peruana. *Revista Forestal del Perú*, 35(3). <https://doi.org/10.21704/rfp.v35i3.1600>
- Rosales, L., Segura, M., González, G., Potisek, M. del C., Orozco, J. A., & Preciado, P. (2015). Influencia de los ácidos fúlvicos sobre la estabilidad de agregados y la raíz de melón en casa sombra. *Interciencia*, 40(5).
- Rose, R., Haase, D., & Arellano, E. (2004). Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. *Bosque (Valdivia)*, 25(2).
<https://doi.org/10.4067/s0717-92002004000200009>
- Sánchez, J., Botero, S., & Villada, T. (2021). Mamíferos silvestres en plantaciones forestales: ¿Una oportunidad para su conservación? *Caldasia*, 43(2), 343-353.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n2.85471>
- Sánchez, Y. (2012). *Elaboración de Tablas de Volúmenes y determinación de factores de forma de las Especies Forestales: Chuncho (Cedrelinga cateniformes), Laurel (Cordia alliodora), Sangre de Gallina (Otoba sp), Ceibo (Ceiba samauma) y Canelo (Nectandra sp), en la provincia de Orellana* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2213/1/33T0103.pdf>
- Sela, G. (2019). *El nitrógeno en las plantas*. CroPaia. <https://croPaia.com/es/blog/nitrogeno-en-las-plantas/>
- Smith, J., Sabogal, C., Jong, W., & Kaimowitz, D. (1997). Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. *Cifor*, 13. https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-13.pdf
- Valladolid, J., León, Á., & Paredes, D. (2017). Selección de Árboles Semilleros en Plantaciones Forestales de la Península de Santa Elena. Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2). <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i2.261>

- Vallejos, H., Añazco, M., Vizcaíno, M., Paredes, H., & Ruiz, J. (2020). Comportamiento de *Alnus nepalensis* D. Don en asocio con tres especies forestales *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blaque, *Swietenia macrophylla* King, y *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. bajo sistema agroforestal. *Ciencia y Tecnología*, 13(1). <https://doi.org/10.18779/cyt.v13i1.347>
- Velástegui, C. (2017). Evaluación de tres dosis de fertilizante en plantación de *Pinus radiata* D. Don en la Escuela de Formación de soldados del Ecuador, Parroquia Pisque, Cantón Ambato. *Escuela Superior Politécnica De Chimborazo*.
- Vignote, S., Martínez, I., & Villasante, A. (2019). Silvicultura y calidad maderera. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(4). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i4.597>

11. Anexos

Anexo 1. Ubicación de puntos en WGS_1984_UTM_Zone_17S

N° Puntos	Localización UTM	
	Este	Norte
1	707250	9491253
2	707307	9491270
3	707267	9491214
4	707326	9491235

Anexo 2. Lote de plántulas germinadas de *C. alliodora*



Anexo 3. Hoja de mediciones en campo

N°	h (cm)	DAB (mm)	Diámetro basal	Bifurcación	Rectitud del tallo		Estado fitosanitario
					Recto	(4),	
			0:	No	Ligeramente		1:
			1:	bifurcado;	torcido (3), Torcido		2:
				bifurcado	(2) y Muy torcido	completamente sana;	3:
					(1)	relativamente sana;	
						enferma	
T0_1							
T0_2							
T0_3							
T0_4							
T0_x							

Anexo 4. Análisis de suelo bajo un sitio de individuos de 7 años de *Cordia alliodora*



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Guayaquil www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



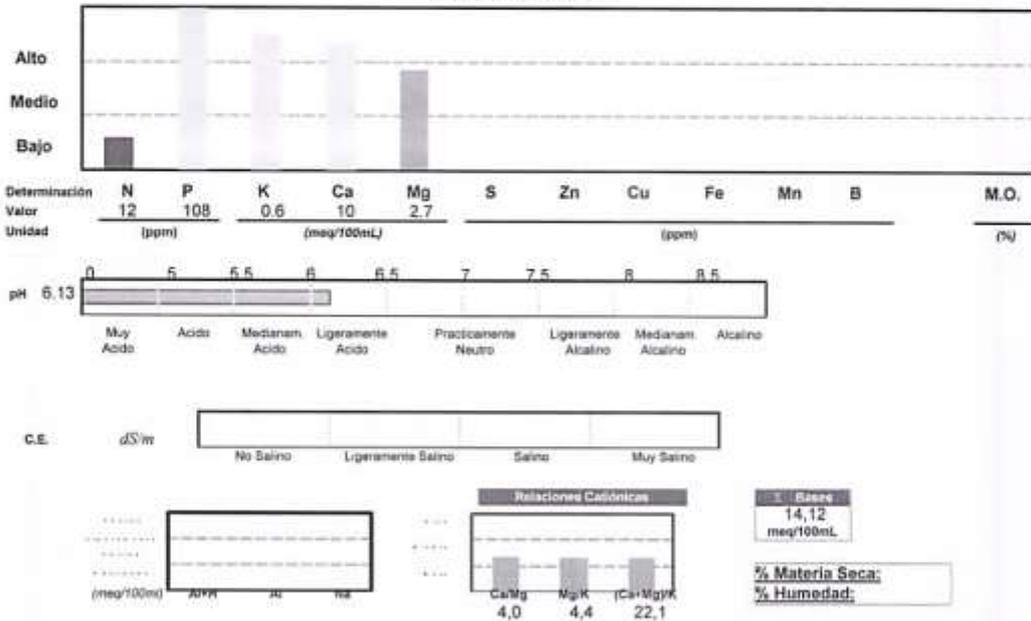
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	Byron Palacios	Teléfono :	0981643726
Dirección :	Av Manuel Carrion	e-mail :	byronph79@yahoo.es
Ciudad :	Palanda		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :		Parroquia :	Palanda
Provincia :	Zamora Chinchipe	Ubicación :	Santa Elena
Cantón :	Palanda	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	7859	Responsable Muestreo :	Cliente
Identificación :	Muestra2	Fecha Muestreo :	10/12/2023
Cultivo Actual :	N/E	Fecha Ingreso :	18/12/2023
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	18/12/2023
		Fecha Emisión :	22/12/2023

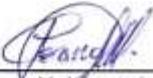
INTERPRETACION



Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Cloro
K, Ca, Mg	Absorción Atómica	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Turbidimetría	Fuente de Ca
B	Colorimetría	Mordante
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Oxidación	No aplica
	Via Humeda	

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suero Agua (1:2.5)
CE	Conductimetría	Pasta Saturada
N	Tríplica	No aplica
Al + H	Espectrometría	K, Cl, N
Na	Absorción Atómica	Pasta Saturada
E Base	Atómica	Cloro Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos							
N	20 - 40	S	10 - 20	P	0.3 - 1.0	Na	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2.5 - 10.0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al/H	0.5 - 1.5	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
Mg	1 - 2	Mn	5 - 10	Al	0.2 - 1.0		


Responsable laboratorio


ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
 Laboratorio de Suelos y Aguas
Laboratorista

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 22/12/2023

Anexo 5. Análisis de suelo del sitio de establecimiento del área de estudio



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
km 12 1/2 vía El Descanto - BULLCAY - Guayaquil - www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



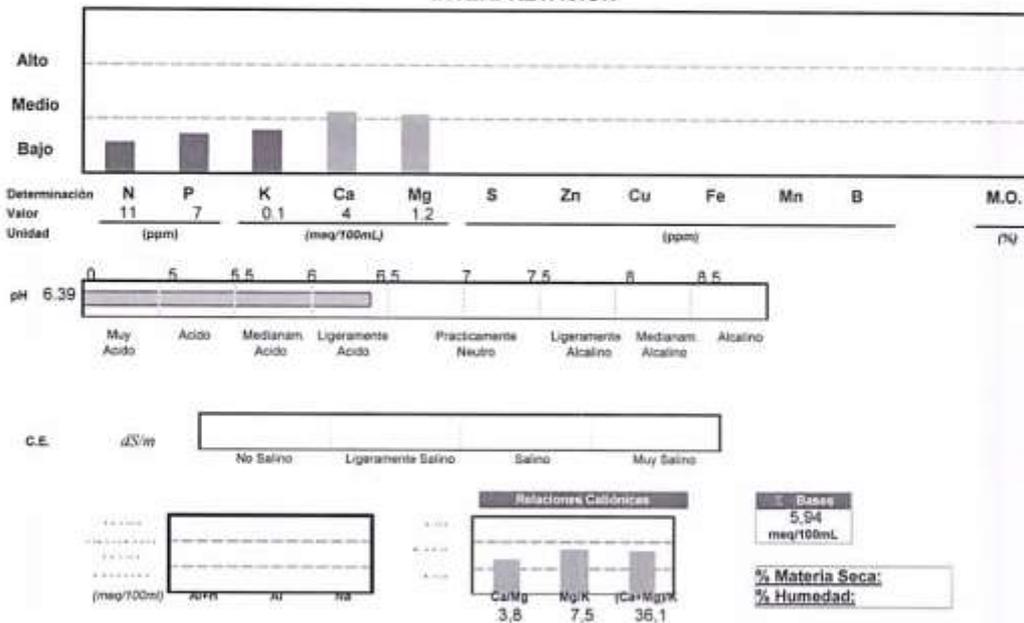
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	Byron Palacios	Teléfono :	0981643726
Dirección :	Av Manuel Carrion	e-mail :	byronph79@yahoo.es
Ciudad :	Palanda		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :		Parroquia :	Palanda
Provincia :	Zamora Chinchipe	Ubicación :	Santa Elena
Cantón :	Palanda	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	7858	Responsable Muestreo :	Cliente
Identificación :	Muestra1	Fecha Muestreo :	10/12/2023
Cultivo Actual :	N/E	Fecha Ingreso :	18/12/2023
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	18/12/2023
		Fecha Emisión :	22/12/2023

INTERPRETACION

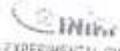


Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Cromatografía	Cian
K, Ca, Mg	Atomica	Mezclado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn	Atomica	Mezclado pH 8.5
S	Turbidimetría	Filtrado de Ca
B	Cromatografía	Minotabaco
Cl	Volumetrica	Pasta Saturada
M.O.	Quimico	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometria	Suero Agua (1:2.5)
CE	Conductometria	Pasta Saturada
Turbidez	Opticofotometria	No aplica
Al	Volumetrica	K, Cl, 1 N
Al + H		
Na	Absorcion	Pasta Saturada
E. Bases	Atomica	Cian Mezclado pH 8.5

Niveles de Referencia Óptimos					
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 5
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.D.	3 - 5
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	A/H	0.5 - 1.5
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0
				Ca+Mg/K	12.5 - 50.5


Responsable laboratorio


ESTACION EXPERIMENTAL CHIGUAY
 Laboratorio de Suelos y Ag

Laboratorista

NE: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 22/12/2023

Anexo 6. Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para altura y diámetro basal, a los 0 meses

Tiempo	Variable	Codigo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
0	Altura (H)	T0	50	29.99	6.53	29.50	0.10	0.9521
0	Altura (H)	T1	50	29.90	6.11	29.50		
0	Altura (H)	T2	50	29.65	6.51	29.50		

Tiempo	Variable	Codigo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
0	Diametro basal (DAB)	T0	50	5.93	1.11	5.73	8.63	0.0127
0	Diametro basal (DAB)	T1	50	5.93	0.90	5.73		
0	Diametro basal (DAB)	T2	50	6.37	0.77	6.53		

Trat. Ranks

T0	67.95	A
T1	68.31	A
T2	90.24	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para altura y diámetro basal, a los 3 meses

Tiempo	Variable	Codigo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
3	Altura (H)	T0	50	35.02	7.85	34.75	31.05	<0.0001
3	Altura (H)	T1	50	35.50	7.51	36.00		
3	Altura (H)	T2	50	44.69	9.54	43.25		

Trat. Ranks

T0	60.34	A
T1	62.74	A
T2	103.42	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo	Variable	Codigo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
3	Diametro basal (DAB)	T0	50	7.51	1.32	7.48	21.05	<0.0001
3	Diametro basal (DAB)	T1	50	7.89	1.45	7.96		
3	Diametro basal (DAB)	T2	50	8.90	1.47	8.91		

Trat. Ranks

T0	59.09	A
T1	69.73	A
T2	97.68	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 8. Análisis no paramétrico de Kruskal Wallis para altura y diámetro basal, a los 6 meses

Tiempo	Variable	Codigo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
6	Altura (H) T0		50	36.12	8.55	36.35	42.13	<0.0001
6	Altura (H) T1		50	36.85	7.83	36.40		
6	Altura (H) T2		50	48.17	9.74	48.55		

Trat. Ranks	
T0	56.92 A
T1	61.63 A
T2	107.95 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tiempo	Variable	Codigo	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
6	Diametro basal (DAB) T0		50	8.05	1.76	7.78	24.47	<0.0001
6	Diametro basal (DAB) T1		50	8.38	1.56	8.36		
6	Diametro basal (DAB) T2		50	9.72	1.73	9.53		

Trat. Ranks	
T0	58.89 A
T1	67.84 A
T2	99.77 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

English Speak Up Center

Nosotros "*English Speak Up Center*"

CERTIFICAMOS que

La traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular denominado "Aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en una plantación de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, en la Finca Alegría, cantón Palanda, provincia Zamora Chinchipe" documento adjunto solicitado por la señorita Nayeli Elvira Armijos Bravo con cédula de ciudadanía número 1105099657 ha sido realizada por el Centro Particular de Enseñanza de Idiomas "*English Speak Up Center*"

Esta es una traducción textual del documento adjunto. El traductor es competente y autorizado para realizar traducciones.

Loja, 26 de noviembre de 2024


Mg. Sc. Elizabeth Sánchez Burneo
DIRECTORA ACADÉMICA
Perito Intérprete Traductor
inglés-español / español-inglés
Consejo de la Judicatura
N° calificación: 12311825

DIRECCIÓN: SUCRE 207-46 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RÍOFRÍO

TELÉFONO: 099 5263 264