

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN EL CRECIMIENTO Y
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *Cordia alliodora* (Ruiz
& Pav.) Oken EN JAÉN 2023**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
JOSÉ CARLOMAN ALARCÓN CUBAS**

ASESORES

Ing. M. Sc. SEGUNDO MEDARDO TAFUR SANTILLÁN

Ing. M. Sc VITOLY BECERRA MONTALVO

Jaén – Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: José Carlomán Alarcón Cubas
DNI: 400878001
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesores:
Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN EL CRECIMIENTO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE
Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken EN JAÉN 2023
6. Fecha de evaluación: 27/03/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 16 %
9. Código Documento: oid: 3117.443259374
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 27/03/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>	
 _____ Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán DNI: 26615206	 _____ Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo DNI: 27727452



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

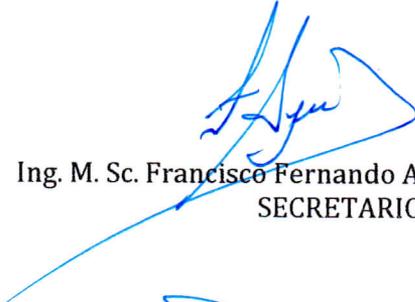
En la ciudad de Jaén, a los **treinta** días del mes de **enero** del año dos mil veinticinco, se reunieron en el **Ambiente del auditorium principal de la Universidad Nacional de Cajamarca- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°673-2024-FCA-UNC, de fecha 16 de diciembre 2024, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN EL CRECIMIENTO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA DE *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken EN JAÉN 2023"**, ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don JOSÉ CARLOMÁN ALARCÓN CUBAS**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

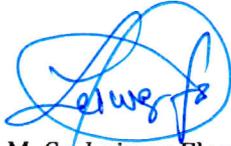
A las **dieciséis** horas y **treinta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **diecisiete** horas y **veintiocho** minutos del mismo día, el presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 30 de enero de 2025.


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos
SECRETARIO


Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores
VOCAL


Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán
ASESOR


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
ASESOR

DEDICATORIA

Este logro va para mi padre porque gracias a su dedicación y enseñanzas, aprendí a nunca rendirme. Se que no estas presente, pero de donde estés serás mi ejemplo a seguir, luchando para salir adelante hasta lograr las metas trazadas

A mi madre Claudina que, con mucho esfuerzo y valentía, ha sabido formarme con hábitos y valores lo cual me han permitido lograr los objetivos.

A mis hijos Mayte y Mailyn por motivarme a seguir cumpliendo nuestro propósito y metas trazadas.

José Carlomán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres por darme la vida, la crianza los valores y las fuerzas para lograr culminar mi carrera.

A todos mis hermanos en general y en especial a Gerardo por la motivación e impulso para iniciar y culminar mis estudios profesionales.

Agradezco a CARITAS JAÉN y a la Cooperativa SOL&CAFÉ por ser parte de la formación y desarrollar mis actividades de prácticas y trabajo.

En general a todos los docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén por albergarme los años de estudios académicos y en especial a mis asesores; y a todos los actores involucrados en la realización y culminación de este trabajo.

José Carlomán

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Antecedentes de la Investigación	13
2.2. Bases Teóricas.....	15
2.2.2. <i>Altitud</i>	15
2.2.3. <i>Crecimiento Diamétrico</i>	16
2.2.4. <i>Propiedades Físicas de la Madera</i>	17
2.2.5. <i>Generalidades de la Especie Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken</i>	19
2.3. Definición de Términos Básicos	20
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1. Localización de la Investigación	22
3.2. Tipo y Diseño de la Investigación.....	22
3.2.1. <i>Matriz de Operacionalización de Variables</i>	23
3.2.2. <i>Unidad de Análisis – Población y Muestra</i>	23
3.2.3. <i>Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	24
3.2.4. <i>Validación y Prueba de Confiabilidad de los Instrumentos</i>	26
3.2.5. <i>Técnica del Procesamiento y Análisis de Datos</i>	26
3.2.6. <i>Aspectos Éticos por Considerar</i>	26
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Resultados	27
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CAPÍTULO VII. ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	23
Tabla 2. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en El Triunfo	27
Tabla 3. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en El Triunfo.....	28
Tabla 4. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Naranjas ..	29
Tabla 5. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Naranjas	30
Tabla 6. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Delicias ...	31
Tabla 7. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Delicias.....	32
Tabla 8. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en La Palma Central.	33
Tabla 9. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en La Palma Central.....	34
Tabla 10. Curvas de crecimiento de los árboles <i>Cordia alliodora</i> según lugares evaluados	35
Tabla 11. Propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en el sector el Triunfo	36
Tabla 12. Propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en el sector las Naranjas.....	37
Tabla 13. Propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en el sector las Delicias– Jaén.	38
Tabla 14. Propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en el sector La Palma Central	39
Tabla 15. Propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en los lugares evaluados.....	39
Tabla 16. Curvas de crecimiento y altitud de los lugares evaluados	41
Tabla 17. Prueba de correlación de Pearson entre IMA y altitud	41
Tabla 18. Propiedades físicas de la madera <i>Cordia alliodora</i> a diferentes altitudes	42
Tabla 19. Coeficiente de correlación de Pearson entre altitud y densidad básica de la madera de <i>Cordia alliodora</i>	42
Tabla 20. Propiedades químicas del suelo, densidad básica y altitud	43
Tabla 21. Coeficiente de relación de Pearson entre el crecimiento, densidad y altura con sus variables de suelo	43
Tabla 22. Datos climáticos `promedio de los lugares de evaluación y densidad de la madera y crecimiento del árbol	47
Tabla 23. Coeficientes de correlación Pearson de las variables temperatura media anual, IMA, densidad y precipitación.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación.....	22
Figura 2. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> El Triunfo	27
Figura 3. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en El Triunfo	28
Figura 4. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Naranjas.	29
Figura 5. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Naranjas	30
Figura 6. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Delicias..	31
Figura 7. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en Las Delicias	32
Figura 8. Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en La Palma Central	33
Figura 9. Crecimiento diamétrico de árboles de <i>Cordia alliodora</i> en La Palma Central	34
Figura 10. ICA de la <i>Cordia alliodora</i> según lugares evaluados	35
Figura 11. IMA de la <i>Cordia alliodora</i> según lugares evaluados	35
Figura 12. Densidad básica de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en los lugares evaluados	40
Figura 13. Contracción volumétrica de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en los lugares evaluados	40
Figura 14. Humedad máxima de la madera de <i>Cordia alliodora</i> en los lugares evaluados.....	40
Figura 15. Relación entre la altitud y crecimiento diamétrico de los árboles de <i>Cordia alliodora</i>	41
Figura 16. Relación entre la altitud y la densidad básica de la madera de <i>Cordia alliodora</i>	42
Figura 17. Relación entre Fosforo e IMA de la madera <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken44	
Figura 18. Relación entre Fosforo y densidad básica de la madera de <i>Cordia alliodora</i>	44
Figura 19. Relación entre nitrógeno e IMA de la madera de <i>Cordia alliodora</i>	45
Figura 20. Relación entre nitrógeno y densidad de la madera de <i>Cordia alliodora</i>	45
Figura 21. Relación entre pH e IMA de la madera de <i>Cordia alliodora</i>	46
Figura 22. Relación entre PH y densidad de la madera de <i>Cordia alliodora</i>	46
Figura 23. Relación entre la variable IMA diamétrico del árbol y temperatura media anual ...	48
Figura 24. Relación entre densidad básica de la madera y temperatura media anual	48
Figura 25. Relación entre IMA diamétrico del árbol y precipitación anual media.....	49
Figura 26. Relación entre densidad básica de la madera y precipitación anual media	49

RESUMEN

La presente investigación realizada en la ciudad de Jaén, tuvo como finalidad, determinar la influencia de la altitud en el crecimiento y las propiedades físicas de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Se seleccionaron cuatro lugares ubicados a altitudes de 900, 1 200, 1 600 y 1 900 m s.n.m. aproximadamente, donde existen plantaciones agroforestales con la especie. La investigación fue de tipo no experimental, seleccionándose cinco árboles por lugar, de los cuales se obtuvieron las probetas para la medición del crecimiento diamétrico a través de la dendrocronología y de las propiedades físicas aplicando las Normas Técnicas Peruanas correspondientes. Los resultados obtenidos fueron un crecimiento diamétrico expresado en un IMA de 2,07, 2,40, 1,80 y 1,81 cmDAP/año para las altitudes de 900, 1 200, 1 600 y 1 900 m s.n.m. respectivamente; así mismo la densidad básica para esas mismas altitudes fue de 0,38, 0,37, 0,41 y 0,41 g.cm⁻³. En cuanto a la relación entre altitud y crecimiento, se encontró un valor de Pearson de -0,6713, indicando una relación inversa; para altitud con densidad básica el valor de Pearson fue de 0,7872, indicando una alta relación directa. La relación de crecimiento con precipitación, es inversa media, y con la temperatura es directa alta; mientras que con la densidad básica la temperatura tuvo relación inversa alta y la precipitación directa alta. Se concluye que el crecimiento del árbol de *Cordia alliodora*, es influenciada por la altitud en su crecimiento y propiedades físicas, por lo que es necesario tomar en cuenta para su instalación en plantaciones forestales.

Palabras clave: Árbol, crecimiento, densidad básica, altitud, clima, suelo

ABSTRACT

The purpose of this research conducted in the city of Jaén was to determine the influence of altitude on the growth and physical properties of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. For this purpose, four sites were selected located at altitudes of 900, 1 200, 1 600 and 1 900 m a.s.l. approximately, where there are agroforestry plantations with the species. The research was non-experimental, selecting five trees per site, from which specimens were obtained for the measurement of diameter growth through dendrochronology and physical properties by applying the corresponding Peruvian Technical Standards. The results obtained were a diameter growth expressed in an AMI of 2,07, 2,40, 1,80 and 1,81 cmDAP/year for altitudes of 900, 1 200, 1 600 and 1 900 m a.s.l. respectively; likewise, the basic density for these same altitudes was 0,38, 0,37, 0,41 and 0,41 g.cm⁻³. As for the relationship between altitude and growth, a Pearson value of -0,6713 was found, indicating an inverse relationship; for altitude with basic density the Pearson value was 0,7872, indicating a high direct relationship. The relationship of growth with precipitation is medium inverse, and with temperature is high direct; while with basic density, temperature had a high inverse relationship and precipitation had a high direct relationship. It is concluded that the growth of the *Cordia alliodora* tree is influenced by altitude in its growth and propensity for growth.

Keywords: Tree, growth, basic density, altitude, climate, soil.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la madera es un material muy utilizado para diferentes fines como carpintería, construcción, ebanistería, pulpa y papel, pisos, entre otros (Castillo, 2021, p. 1).

En América Latina y el Caribe, la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken es muy conocida para la producción de madera valiosa, se caracteriza por su rápido crecimiento y su factibilidad para ser utilizada en sistemas agroforestales. En Centro América y Sudamérica, un gran porcentaje de la madera que se extrae es de la especie *Cordia alliodora* proveniente de sistemas agroforestales de café, cacao y plátano. Esta especie es apreciada debido a que además de proveer sombra a los cultivos, constituye un ingreso económico adicional gracias al aprovechamiento de su madera (Pineda et al., 2018).

En Perú, la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, viene teniendo una gran demanda comercial en los mercados locales y regionales por su madera, la cual proviene en un gran porcentaje de plantaciones agroforestales; así mismo, en la provincia de Jaén, el laurel es una de las especies que más destaca en los sistemas agroforestales, estos árboles actualmente se encuentran disponibles para su aprovechamiento, convirtiéndose en una de las maderas de especies nativas más importantes en esta región (Delgado y Correa, 2019).

Por otro lado, es importante saber que el crecimiento y las propiedades de la madera de especies forestales tienen una relación significativa con los factores climáticos, la altitud es uno de estos factores que influye en el crecimiento de los árboles; sin embargo, son pocas las investigaciones realizadas en estos temas (Valverde et al., 2021).

A pesar de la importancia de la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en el país, hay escasa información sobre la influencia de factores climáticos como la altitud en el crecimiento de esta especie, así como también existe un limitado conocimiento sobre las propiedades físicas de su madera. En este contexto se plantea realizar el presente trabajo de investigación, en el cual se determinará la influencia de la altitud en el crecimiento y propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Jaén 2022, contribuyendo con conocimientos que permitan su siembra en altitudes más adecuadas, que garanticen un mejor crecimiento y con ello mayor rendimiento en su volumen y a la vez a planificar mejor su comercialización de acuerdo a sus propiedades físicas. Por ende,

se formuló como pregunta investigativa ¿Cuál es la influencia de la altitud en el crecimiento y propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Jaén 2023?

Con el propósito de realizar la presente investigación se formuló como objetivo general: Determinar la influencia de la altitud en el crecimiento y propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en Jaén 2023.

Así mismo, se planteó los siguientes objetivos específicos: Medir el crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken a diferentes altitudes, utilizando técnicas dendrocronológicas, Determinar las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken proveniente de diferentes altitudes, Establecer la relación entre la altitud y el crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken y Establecer la relación entre la altitud y las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la Investigación

Valverde et al. (2021) evaluaron los efectos de la variabilidad climática en el crecimiento diamétrico (cd) de 8 especies arbóreas, entre ellas la especie *Cordia alliodora*; se midió el cd entre el 2015 y el 2018, complementado con mediciones climáticas (temperatura, precipitación, humedad relativa y horas luz). Los resultados mostraron que el Cd anual es de 2,07 mm en *Cordia alliodora*, se encontró una fase de crecimiento en la estación lluviosa y leves contracciones diamétricas en la estación seca. Con la correlación significativa de Cd con precipitación y temperatura media anual, se determinó una relación positiva entre cd y precipitación y negativa entre Cd y temperatura promedio.

González & Cruz (2021) determinaron las características macroscópicas, organolépticas y dos propiedades físicas de las especies comerciales del país: Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken], las muestras de *Cordia alliodora* fueron extraídas de la comunidad La Calera, Nicaragua, a una altitud de 151 m s.n.m., respecto a las propiedades físicas de la *Cordia alliodora* los resultados arrojaron un contenido de humedad de 43 % y la densidad básica fue de 0.65 g/cm³.

Vera (2019) estudió la resiliencia de la especie *Cordia alliodora* ante el estrés hídrico inducido por el cambio climático concluyendo que el déficit de agua afecta directamente el desarrollo morfológico y fisiológico de la especie causando efectos negativos en el grosor del tallo, desarrollo de altura lento, número de hojas y estado de la planta.

Delgado & Correa (2019) estudiaron la dendrocronología en árboles de laurel [*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken] bajo sistemas agroforestales en San Ignacio – Cajamarca, los resultados indicaron un IMA promedio de 19,139 mm/año, además se estableció dos turnos óptimos técnicos: con datos discretos de 16 años y con datos continuos (líneas de tendencia) de 15 años.

Bazurto & Vélez (2019) realizaron una investigación con el objetivo de determinar la captura de carbono en las especies laurel (*Cordia alliodora*) y guachapelí (*Albizia guachapele*). Los resultados obtenidos con respecto a la captura de carbono de laurel fueron de 1,45 (Ton/ha) y el guachapelí de 0,56 (Ton/ha), de esta manera concluyeron que

la *Cordia alliodora* tiene mayor captación por lo que recomiendan la instalación de plantaciones con dicha especie ya se mediante sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, cercas vivas, entre otros.

Fernández (2018), realizó una investigación en la cual estudio las propiedades organolépticas, físicas y mecánicas de la *Cordia alliodora* Oken, para ello utilizó las NTP correspondientes, como resultados respecto a las propiedades físicas obtuvo una densidad básica entre 0,35 y 0,36 g/cm³ y contracciones totales entre 8,26 % y 9,15 %, concluyendo de esta manera que dicha especie se encuentra en el grupo II dentro de las maderas de baja densidad.

Pineda et al. (2018), en su investigación Crecimiento diamétrico de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en un sistema agroforestal de Oaxaca, México; tuvo como objetivo principal medir y comparar el crecimiento de cinco categorías diamétricas durante diez meses, así como tres categorías de incidencia de luz en su copa. La investigación se llevó a cabo en la localidad La Esperanza se correlacionó la temperatura 24 °C y la precipitación anual promedio de 3 000 mm con el crecimiento en diámetro de las categorías diamétricas y las incidencias de luz en la copa. Se obtuvo un crecimiento promedio de 0,17 cm/año y las categorías que más crecieron fueron las de 5 y 15 cm ($p \leq 0,01$); los árboles con copas escasa y parcialmente iluminadas crecieron significativamente más ($p \leq 0,01$) que aquellas totalmente iluminadas. La temperatura se correlacionó positivamente ($p \leq 0,01$) con el crecimiento de las categorías 5, 15, 20 y 25 cm. El crecimiento no se relacionó proporcionalmente con el tamaño de los árboles. La temperatura promedio determinó un patrón estacional del crecimiento en diámetro.

Peralta & Feijoo (2023) en su investigación Rasgos anatómicos de la madera de especies comunes de bosque seco en la Reserva Natural Laipuna al sur de Ecuador, tuvo como objetivo evaluar los rasgos anatómicos y la densidad de la madera de 22 especies forestales de la Reserva Natural Laipuna al sur de Ecuador. En el estudio se caracterizó anatómicamente a 22 especies forestales y determinó su densidad básica a 600 y 1 200 m s.n.m. Con la ayuda de un barrenador de Pressler se obtuvieron dos núcleos de madera de 5 cm de longitud de 8 árboles por especie. Los resultados mostraron que, a 600 m s.n.m. las especies tienen densidad baja de 0,51 g/cm³, alto contenido de humedad, mayor área de lumen y diámetro de vasos, menor densidad de vasos, mayor conductividad específica, vasos solitarios, y parénquima apotraqueal y paratraqueal. Mientras que, a 1 200 m s.n.m.

las especies tienen alta densidad de $0,67 \text{ g/cm}^3$, menor contenido de humedad, mayor densidad de vasos, menor área de lumen y diámetro de vasos, menor conductividad, vasos agrupados y parénquima escaso. Este estudio demostró que a diferente altitud la anatomía de la madera varía. Se consideró que estas variaciones están principalmente influidas por las diferencias de temperatura y humedad relativa entre sitios

Mamani (2018) estudió la dendrocronología en árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken., en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios, logrando construir una cronología de 13 años (2003-2015), el incremento medio anual tuvo un promedio de 1.72 cm/año. Además, se evidenció una respuesta significativa con la precipitación local y posible influencia del fenómeno El Niño en los años 2006 y 2015.

Briceño-J, Rangel-Ch y Bogino (2016) estudiaron la relación entre la precipitación anual, temperatura media anual y el índice de oscilación del sur (SOI) con los anillos anuales de crecimiento de *Cordia alliodora* llegando a la conclusión de que el crecimiento radial de *Cordia alliodora* tuvo una influencia positiva por el monto de precipitación anual y negativa por la temperatura media anual.

2.2. Bases Teóricas

2.2.2. Altitud

La altitud es la distancia vertical de un punto de la superficie terrestre respecto al nivel del mar. El descubrimiento de las curvas de nivel permitió introducir la altitud en la cartografía (Instituto Geográfico Nacional, s.f.). Según Espiago (2017) la altitud es un valor numérico que expresa el vector de elevación, es indispensable para fijar la posición terrestre de un punto. La altitud es un factor climático que influye en la presión atmosférica y la temperatura, por lo que cuando mayor es la altitud la presión atmosférica y la temperatura disminuyen (Ministerio de Educación Pública, 2022).

Según Romahn et al. (2020) la altitud tiene influencia en la temperatura y la humedad ambiental y del suelo, si los cambios son extremos esto puede manifestarse como una disminución en el crecimiento anual típico de las especies forestales, reducir la supervivencia de la regeneración, afectar la viabilidad de las semillas y el vigor de la vegetación. Por cada 100 metros de incremento en la altitud se produce una disminución de la temperatura entre $0,4$ y $0,7 \text{ }^\circ\text{C}$, dependiendo de la humedad relativa del aire, esto

puede causar diferentes cambios dentro de la misma masa forestal a lo largo de su distribución vertical en el terreno.

Así mismo, Murga et al (2021) indica que las gradientes altitudinales influyen en condiciones climáticas, en las propiedades y en la biología del suelo, en la estructura poblacional y en la fisiología de las especies forestales.

2.2.3. Crecimiento diamétrico

Los árboles presentan un crecimiento producto de la modificación de variables como: altura, área basal, diámetro y volumen; esta modificación se debe a la actividad de los meristemos primarios y secundarios que dan lugar al crecimiento longitudinal y al crecimiento en diámetro respectivamente. El crecimiento de un árbol es influenciado por factores genéticos de la especie, factores climáticos, factores edafológicos, topográficos, por enfermedades o plagas y por la propia competencia entre árboles u otra vegetación (Lozano, 2012).

El crecimiento y la adaptación de las especies forestales está relacionado a las condiciones de sitio, y en especial a las variaciones climáticas de precipitación y temperatura (Pucha et al., 2020). Es fundamental estudiar el crecimiento de los árboles ya que es importante tanto ecológica como económicamente, porque permite estimar y predecir el rendimiento forestal, hasta la actualidad hay pocos estudios sobre la variación de las tasas de crecimiento de árboles mediante gradientes ambientales, variación que podría ser crítica para la distribución y abundancia de la especie (Ramírez, 2009).

El diámetro es una de las dimensiones más consideradas para realizar la evaluación del crecimiento de los árboles, ya que su medición es precisa y sencilla. Es por esto que las investigaciones sobre crecimiento arbóreo se han basado en estimaciones a partir de mediciones repetidas de diámetros realizadas en parcelas de distintos tamaños (Lozano, 2012).

El crecimiento diamétrico se da como producto a la actividad del meristemo lateral llamado cámbium, localizado entre el floema y xilema de los troncos, ramas y raíces principales; consiste en el aumento de la dimensión del tronco de un árbol en un periodo determinado de tiempo, es influenciado por factores climáticos, edafológicos, fisiográficos, genéticos, sanitarios, competencia arbórea o simbiosis (Mendoza, 2015). El crecimiento

diamétrico anual de los árboles es una variable esencial para elegir las especies que deben usarse para reforestación, en plantaciones, en proyectos de restauración ecológica, y aún para plantarse en jardines y calles (Williams, 2016).

2.2.4. Propiedades físicas de la madera

Las propiedades físicas de la madera permiten la evaluación y determinación del comportamiento de los factores ambientales en la estructura de la madera sin modificarla químicamente, estas propiedades son muy importantes ya que sus valores indican las características o calidad de la madera necesaria según el tipo de uso que se le dé (Freire, 2020), citado en Nugshi,(2021).

Densidad básica. Es una propiedad sumamente importante ya que presenta una estrecha relación con mayoría de las demás propiedades de la madera, además es fácil de determinar (Chavesta et al., 2019). La densidad básica es la relación entre el peso de la muestra anhidra o seca al horno (PSH) y el volumen en estado saturado (V) de la madera a un determinado contenido de humedad (NTP 251.011, 2016). Esta densidad es la más importante porque nos permite clasificar estructuralmente a la madera estudiada (Paredes y Bocanegra, 2018). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad básica} = \frac{PSH}{V} \text{ g/cm}^3$$

Donde:

PSH: Peso seco al horno (g)

V: Volumen de la madera (cm³)

Contenido de humedad. El agua en la madera se encuentra bajo tres formas: el agua libre la cual se encuentra en las cavidades celulares, el agua higroscópica la cual se encuentra en las paredes celulares y el agua de constitución la cual forma parte de la estructura molecular. En ese sentido el contenido de humedad de la madera (CH) viene a ser el porcentaje en peso del agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra (Valdera, 2020). Según la NTP 251. 010 (2016) esta propiedad se calcula con la siguiente fórmula:

$$CH \% = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{peso anhídrido}}{\text{Peso anhídrido}} \times 100$$

El peso anhidro es conseguido mediante el uso de un horno a 103 ± 2 °C, también se llama peso seco al horno (Valdera, 2020).

Contracción. La madera es un material anisotrópico por lo que se contrae en dirección radial (perpendicular a los anillos de crecimiento), tangencial (paralelo a los anillos de crecimiento) y longitudinal (paralelos a las fibras de la madera). La contracción se produce cuando la madera pierde el agua higroscópica y se da de forma proporcional a la humedad perdida por debajo del punto de saturación de las fibras (< 30 % CH). La contracción está relacionada con los defectos producidos durante el secado los cuales generalmente se presentan después de que la madera pierde su agua libre y empieza a perder agua fija. Por otro lado, la contracción volumétrica se produce durante la evaporación del agua causando una disminución del volumen de la madera (Aguirre, 2014). Según la NTP 251.012 (2016) para calcular las contracciones en diferentes direcciones se utiliza las siguientes fórmulas:

$$\text{Contracción radial} = \frac{Drv - Drsh}{Drv} \times 100$$

$$\text{Contracción tangencial} = \frac{Dtv - Dtsh}{Dtv} \times 100$$

$$\text{Contracción longitudinal} = \frac{Dlv - Dlsh}{Dlv} \times 100$$

$$\text{Contracción volumétrica} = \frac{Vv - Vsh}{Vv} \times 100$$

Donde:

Drv = Dimensión radial madera verde (cm)

Drsh = Dimensión radial seca al horno (cm)

Dtv = Dimensión tangencial madera verde (cm)

Dtsh = Dimensión tangencial seca al horno (cm)

Dlv = Dimensión longitudinal saturada (cm)

Dlsh = Dimensión longitudinal seca al horno (cm)

Vsh = Volumen de la madera seca al horno (cm³)

Vv = Volumen de la madera verde (cm³)

2.2.5. Generalidades de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

Taxonomía. El autor Mamani (2018) indica que de acuerdo al sistema integrado de clasificación de las angiospermas de Arthur Cronquist (1981), la clasificación taxonómica de especie *Cordia alliodora*, es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Lamiales

Familia: Boraginaceae

Género: *Cordia*

Especie: *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

Nombre común: laurel, ñayo caspi, varejón, nogal cafetalero.

Descripción botánica. Es un árbol que puede llegar a medir de 18 m a 35 o 40 m de altura total, su diámetro puede alcanzar los 80 cm, presenta un fuste generalmente cilíndrico con corteza externa agrietada de color café claro a gris, corteza interna fibrosa de color blanquecino. Presenta hojas simples, alternas y dispuestas en espiral. Inflorescencia panículas terminales o subterminales, flores de color blanco hermafroditas actinomorfas, con cáliz y corola presentes. Fruto nuececillas con todas las partes florales persistentes, los pétalos secos convertidos en alas papiráceas de color marrón, las semillas de 4-5 mm de largo (Mamani, 2018).

Distribución. La especie *Cordia alliodora* es originaria de América tropical se encuentra distribuida desde Misiones (Argentina) (latitud 25° S) hasta Sinaloa (México) (latitud 25° N) Macías (2015). Por su parte el autor Torres (2020) indica que dicha especie se encuentra distribuida en México, Perú, Brasil, Bolivia y Ecuador.

Ecología. Según Bazurto (2019), el laurel es una especie que se desarrolla en climas cálidos, a temperaturas desde 18 °C hasta 32 °C, tiene un gran potencial para ser usada en la reforestación de zonas degradadas de selva y zonas secas.

Por su parte, Cieza (2019) indica que esta especie presenta un buen desarrollo con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm anuales y una temperatura media anual de 25 °C,

crece en suelos profundos y ricos en materia orgánica. Además, menciona que el laurel se adapta fácilmente en plantaciones agroforestales y es una alternativa de reforestación biológicamente factible y económicamente ventajosa, en comparación con plantaciones forestales puras. La especie *Cordia alliodora* crece mejor en suelos francos arenosos, profundos y bien drenados. Soporta suelos alcalinos, neutros y ligeramente ácidos, y su mejor desarrollo se da en suelos que fluctúan entre valores de pH de 4,5 a 6,5 Calderón (2020), citado en Zambrano (2022). Esta especie no tolera suelos mal drenados y pobres en calcio, ni suelos degradados (Vera, 2019).

Características generales de la madera. La madera de laurel presenta albura de color gris amarillenta y el duramen es de color café claro a café dorado con transición abrupta de albura a duramen. Se caracteriza por tener un vetado de arcos superpuestos, brillo medio, grano recto, textura media, y anillos de crecimiento poco diferenciados (Mamani, 2018).

Usos. El laurel además de ser utilizado para fines de protección del medio ambiente, restauración y prevención de la erosión, captura de carbono, etc., también es utilizado como madera aserrada, madera contrachapada, leña, con fines de sombra en cultivos, refugio de animales, entre otros (Zambrano, 2022).

2.3. Definición de términos básicos

Altitud. Distancia vertical de un punto de la superficie terrestres respecto al nivel del mar (Instituto Geográfico Nacional, s.f., p. 8).

Crecimiento. Se da gracias a la actividad de los meristemos primarios y secundarios que dan lugar al crecimiento longitudinal y al crecimiento en diámetro respectivamente (Lozano, 2012, p. 20).

Crecimiento diamétrico. El crecimiento diamétrico se da producto a la actividad del meristemo lateral llamado cámbium, localizado entre el floema y xilema de los troncos, ramas y raíces principales; consiste en el aumento de la dimensión del tronco de un árbol en un periodo determinado de tiempo, es influenciado por factores climáticos, edafológicos, fisiográficos, genéticos, sanitarios, competencia arbórea o simbiosis (Mendoza, 2015, p. 18).

Densidad básica. Se define como la relación entre el peso de la muestra anhidra o seca al horno (PSH) y el volumen en estado saturado (V) de la madera (Paredes & Vásquez, 2018, p. 31).

Contenido de humedad. Porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra (Paredes & Vásquez, 2018, p. 31).

Punto de saturación de la fibra: Se da cuando la madera ha perdido la totalidad del agua libre y comienza a perder el agua higroscópica (Paredes & Vásquez, 2018, p. 31).

Agua libre. Agua que ocupa las cavidades celulares (lumen) de los elementos vasculares, limitada por el volumen del poro, dándole a la madera la condición de verde. Al iniciarse el secado, el agua libre se va perdiendo fácilmente por evaporación ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles (Aguirre, 2014, p. 9).

Agua higroscópica. Se encuentra en las paredes celulares, esta agua se pierde durante el secado, causando cambios dimensionales. El equilibrio higroscópico es el estado de equilibrio de la madera con el medio ambiente que lo rodea. Se localiza en el rango de 12 % y 18 % (Aguirre, 2014, p. 10).

Agua de constitución. Agua que forma parte de la madera, es el agua que se encuentra formando parte de la materia celular y su eliminación implicaría la destrucción de la madera por combustión (Aguirre, 2014, p. 11).

Contracción. Cuando la madera pierde humedad se contrae, la contracción se da en dirección tangencial, radial y longitudinal, también está la contracción volumétrica (Cardona, 2017, p. 10).

Madera. Es una materia prima de origen vegetal, es esa parte sólida y rígida que está situada bajo la corteza de los árboles, químicamente está compuesta por celulosa (50 %), lignina (30 %) y otros extractivos (20 %) (Departamento de Tecnología IES El Tablero I, 2018, p. 3).

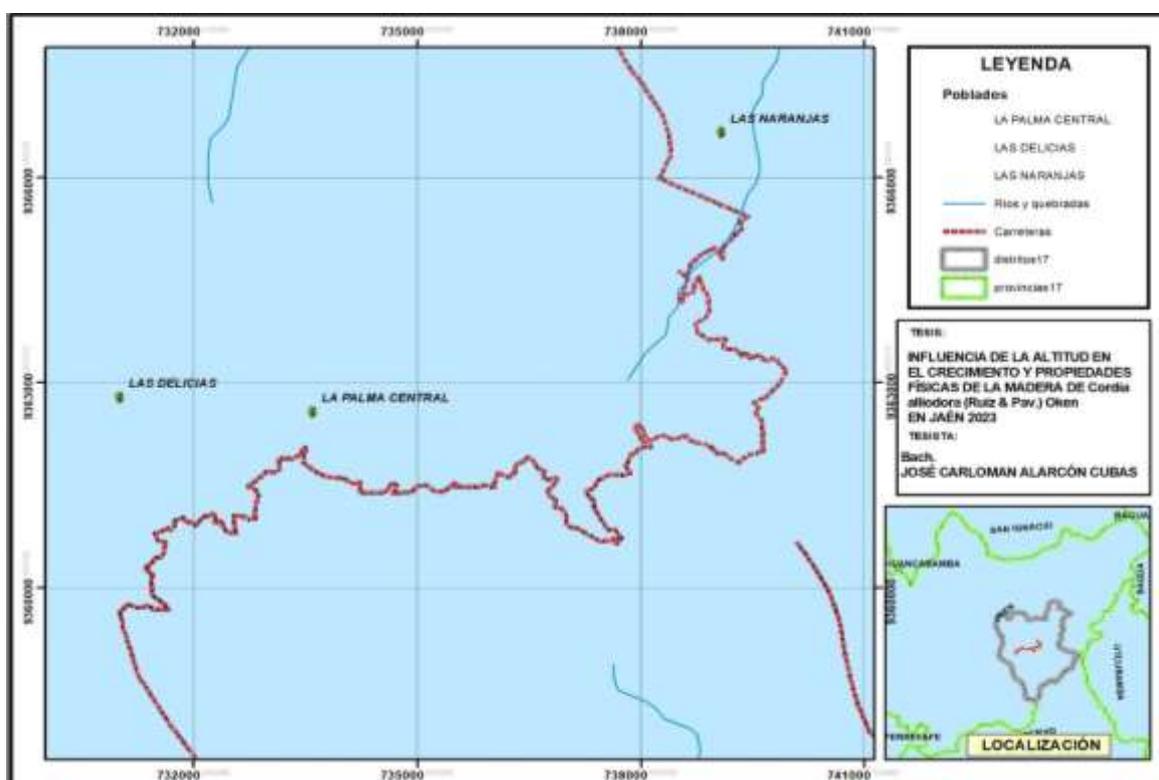
CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización de la investigación

Las muestras de madera para la evaluación del crecimiento y calidad de madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) se obtuvieron de cuatro parcelas agroforestales pertenecientes a la Cooperativa de Servicios Múltiples Sol&Café, ubicadas a cuatro altitudes diferentes, ubicadas en la provincia de Jaén (Figura 1). El procesamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Universidad Nacional de Cajamarca Filial Jaén ubicado en la ciudad de Jaén, distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca.

Figura 1
Mapa de ubicación de la investigación



Nota: Ubicación de los lugares de obtención de muestras. Elaborado con información de campo y base cartográfica del INEI y IGN.

3.2. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de la investigación es aplicada según su propósito; por su diseño esta investigación es descriptiva correlativa y por su nivel es explicativa. El diseño de la investigación es correlativo porque buscó determinar la relación que existe entre la altitud

y el crecimiento y propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.

3.2.1. Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 1
Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala
Altitud	La altitud es la distancia vertical de un punto de la superficie terrestres respecto al nivel del mar. El descubrimiento de las curvas de nivel permitió introducir la altitud en la cartografía (Instituto Geográfico Nacional, s.f.).	Altura	M s.n.m.	De razón
		Temperatura	° C	
		precipitación	mm	
Crecimiento	El crecimiento de los árboles se da gracias a la actividad de los meristemos primarios y secundarios que dan lugar al crecimiento longitudinal y al crecimiento en diámetro respectivamente (Lozano, 2012).	Crecimiento diamétrico	cm/año DAP	
Propiedades físicas de la madera	Las propiedades físicas de la madera permiten la evaluación y determinación del comportamiento de los factores ambientales en la estructura de la madera sin modificarla químicamente (Freire, 2020, citado en Nugshi, 2021).	Densidad básica	g/cm ³	De razón
		Contenido de humedad	%	
		Contracción	%	

3.2.2. Unidad de análisis – población y muestra

La población. La población estuvo constituida por los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken establecidos en plantaciones forestales en las parcelas agroforestales de la Cooperativa de Servicios Múltiples Sol&Café. La población objetivo lo

constituyeron los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken ubicados en dos parcelas agroforestales ubicadas en lugares que tengan una diferencia de altitud significativa.

La muestra. La muestra estuvo constituida por los árboles de donde se obtuvieron las probetas para realizar los ensayos en laboratorio. Es un muestreo no probabilístico por conveniencia, y el número de muestra estuvo determinado por la norma técnica NTP 251.008:1980 (revisada el 2012), “MADERAS. Selección y colección de muestras”, esta norma establece que el número de árboles que se deben muestrear para un nivel inicial exploratorio es cinco; de estos árboles se deben obtener las muestras para los estudios dendrocronológicos y de propiedades físicas. Para el caso de las propiedades físicas se determinó el número de probetas de acuerdo a la norma técnica de cada propiedad física que se evaluó. Para el caso de la dendrocronología, se obtuvo una probeta por árbol muestreado. El muestreo de acuerdo a la normatividad vigente es destructivo, y se utilizó árboles que los titulares de las parcelas estuvieron aprovechando, ya que los mismos cuentan con autorización del SERFOR para realizar el aprovechamiento de los árboles de su plantación agroforestal.

Unidad de análisis. Las unidades de análisis lo constituyeron las probetas que se utilizaron para la determinación de cada una de las variables dependientes y sus dimensiones. Así tenemos que para el caso de las propiedades físicas de la madera las probetas lo constituyen unidades de madera de forma prismática de dimensiones de 3 cm de ancho, 3 cm de espesor y 10 cm de largo, perfectamente orientada en los planos anisotrópicos de la madera. Para el caso del estudio del crecimiento, lo constituyeron las rodajas de madera obtenida de cada árbol cercana al DAP, estos tuvieron las dimensiones de acuerdo al DAP que tenga cada árbol, con un espesor de 10 cm o más.

3.2.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes. La información necesaria para la variable independiente se obtuvo de manera directa de mediciones de campo como es la altitud, y de registros climáticos de fuentes secundaria del SENAMHI. Para las variables dependientes y sus dimensiones, las fuentes fueron primarias, y se obtuvieron de mediciones realizadas en laboratorio.

Técnicas. Para la presente investigación se usó como técnica la observación directa e indirecta con presencia del investigador; esto se realizó en todos los procesos o etapas de

mediciones de las variables dependiente e independiente tanto en laboratorio como en campo; para el caso de la información climática se utilizó la técnica de revisión bibliográfica de registros de datos del SENAMHI.

Instrumentos. Los datos se registraron en fichas de recolección de datos que se elaboraron de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas de las cuales se siguió la metodología para cada caso, como son:

NTP 251.011:2014 (revisada el 2019), “MADERA. Método para determinar la densidad”.

NTP 251.010:2014, “MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad”.

NTP 251.012:2015, “MADERA. Método de determinación de la contracción. 3ª Edición”.

En cuanto a las mediciones dendrocronológicas se siguió la metodología descrita por Becerra y Zevallos (2014), que incluye los siguientes pasos:

Se obtuvieron rodajas de cada árbol a evaluar según el muestreo descrito, con un espesor aproximado de 10 cm.

Se secaron las rodajas cuidadosamente bajo sombra para evitar la aparición de grietas o rajaduras, el proceso toma como tiempo un mes aproximadamente. El secado es indispensable para realizar un perfecto ligado.

Se seleccionó la cara de la rodaja más uniforme, la cual se lijó usando inicialmente una lija de grano 80, con lo cual se produjo un desbastado y uniformizado de la superficie, el polvo generado fue eliminado utilizando una aspiradora pequeña, o retirado por la aspiradora con que cuenta la lijadora utilizada; posteriormente se continuó el proceso utilizando lijas de granos más finos como 200 y 400, esto con el objetivo de resaltar los límites de los anillos de crecimiento.

Finalmente se midió el ancho de los anillos de crecimiento trazando cuatro líneas que parten de la médula hacia la corteza, midiéndose en cada una de estas líneas los límites de los anillos, utilizando un estereoscopio de brazo con cámara incorporada, y software

especializado. Las mediciones se fueron anotando en los formatos de los instrumentos mencionados anteriormente.

3.2.4. Validación y prueba de confiabilidad de los instrumentos

Tomando en cuenta que los instrumentos que se utilizaron están respaldados por las normas técnicas mencionadas en el ítem 3.2.3., estos no necesitaron ser validados por expertos. Además, se debe recalcar que para determinar las propiedades físicas de la madera se siguió estrictamente los procedimientos enmarcados en las Normas Técnicas Peruanas las cuales son de carácter obligatorio para desarrollar investigaciones tecnológicas de la madera en el Perú por lo que además son fiables. Así mismo, se aplicó la estadística para determinar parámetros que garanticen la validez y confiabilidad de los resultados. Del mismo modo, se utilizaron instrumentos y equipos con garantía de calidad y precisión presentes en el laboratorio de anatomía y tecnología de la madera.

3.2.5. Técnica del procesamiento y análisis de datos

Todos los datos obtenidos en las fases de campo y laboratorio fueron procesados en hojas de cálculo usando el software MS Excel. Así mismo, los datos obtenidos como altitud, crecimiento y propiedades físicas fueron sometidos a un análisis correlacional, determinándose primero sus estadísticos descriptivos y luego una prueba de hipótesis como la de correlación de Pearson. Para realizar la estadística inferencial, se utilizó el software estadístico SPSS V25, para la estadística descriptiva, se utilizó el software MS Excel.

3.2.6. Aspectos éticos por considerar

La ejecución de la presente investigación se realizó bajo los principios éticos para la investigación de la UNESCO, por ende, se consideró respeto por la integridad personal, igualdad, justicia y equidad, privacidad y confidencialidad respecto a la diversidad cultural y del pluralismo, solidaridad y cooperación, aprovechamiento compartido de los beneficios, respeto a la dignidad humana y derechos humanos, protección del medio ambiente, la biosfera y la biodiversidad. Además, se tuvo un estricto respecto a la autoría de otros investigadores, para lo cual se hizo el correcto citado según normas APA

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken a diferentes altitudes

El crecimiento se midió en el crecimiento diamétrico de los árboles usando dendrocronología, a continuación, se muestran en las tablas y figuras el promedio de crecimiento diamétrico de los árboles evaluados por cada sector ubicado a una determinada altitud.

- Sector el triunfo 900 m s.n.m.

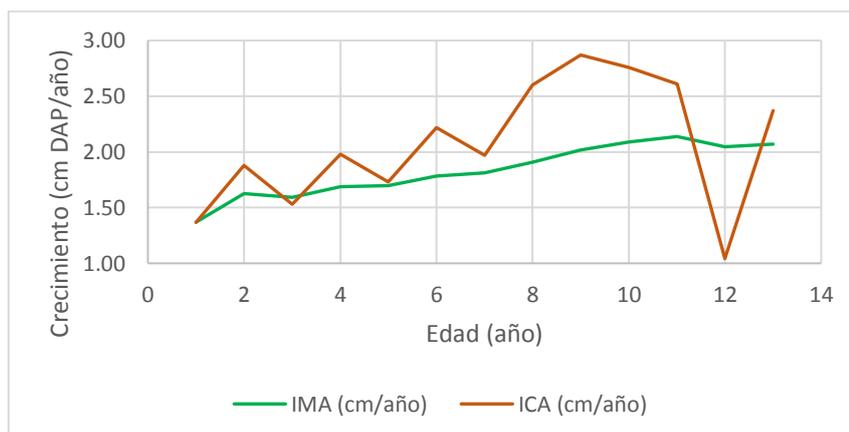
Tabla 2

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en El Triunfo

Edad	AÑO	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
1	2007	1,37	1,37
2	2008	1,63	1,88
3	2009	1,59	1,53
4	2010	1,69	1,98
5	2011	1,70	1,73
6	2012	1,79	2,22
7	2013	1,81	1,97
8	2014	1,91	2,60
9	2015	2,02	2,87
10	2016	2,09	2,76
11	2017	2,14	2,61
12	2018	2,05	1,04
13	2019	2,07	2,37

Figura 2

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora El Triunfo



Nota: IMA= incremento medio anual, ICA = incremento corriente anual.

En la tabla 2 y figura 2, se puede visualizar las curvas de crecimiento diamétrico IMA e ICA de los árboles de *Cordia alliodora* en el sector El Triunfo, se observa en la parte final de la figura estas curvas tienen valores altos ya que los árboles se encontraban en la fase de crecimiento rápido.

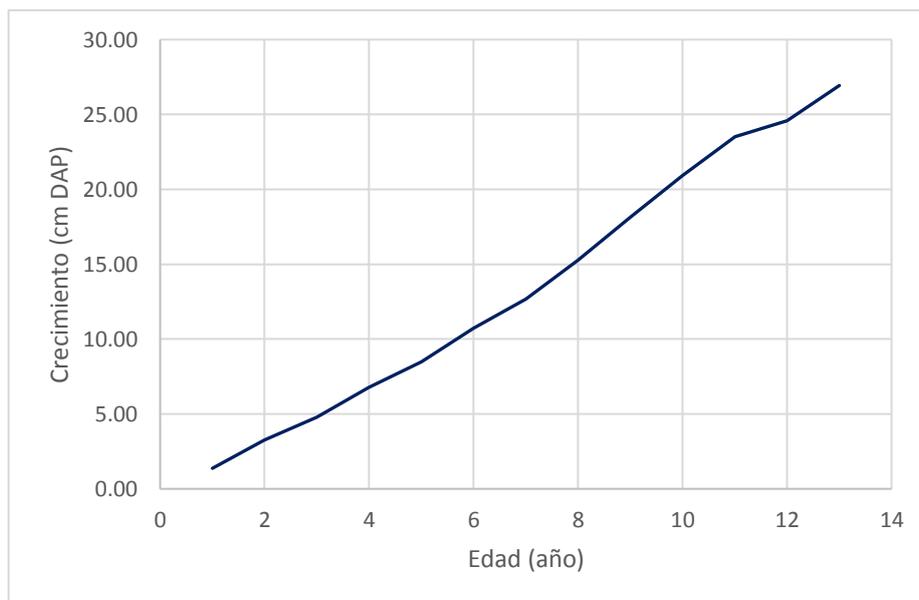
Tabla 3

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en El Triunfo

Edad	AÑO	Diámetro acumulado (cm)
1	2007	1,37
2	2008	3,25
3	2009	4,78
4	2010	6,76
5	2011	8,49
6	2012	10,71
7	2013	12,68
8	2014	15,28
9	2015	18,15
10	2016	20,91
11	2017	23,52
12	2018	24,56
13	2019	26,93

Figura 3

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en El Triunfo



Nota: la curva muestra el crecimiento inicial de la especie.

En la tabla 3 y figura 3, se puede visualizar las curvas de crecimiento de la *Cordia alliodora* en el sector El Triunfo, se observa en la figura los valores altos de crecimiento ya que los árboles son jóvenes y se encontraban en fase de crecimiento rápido.

- **Sector Las Naranjas 1 200 m s.n.m.**

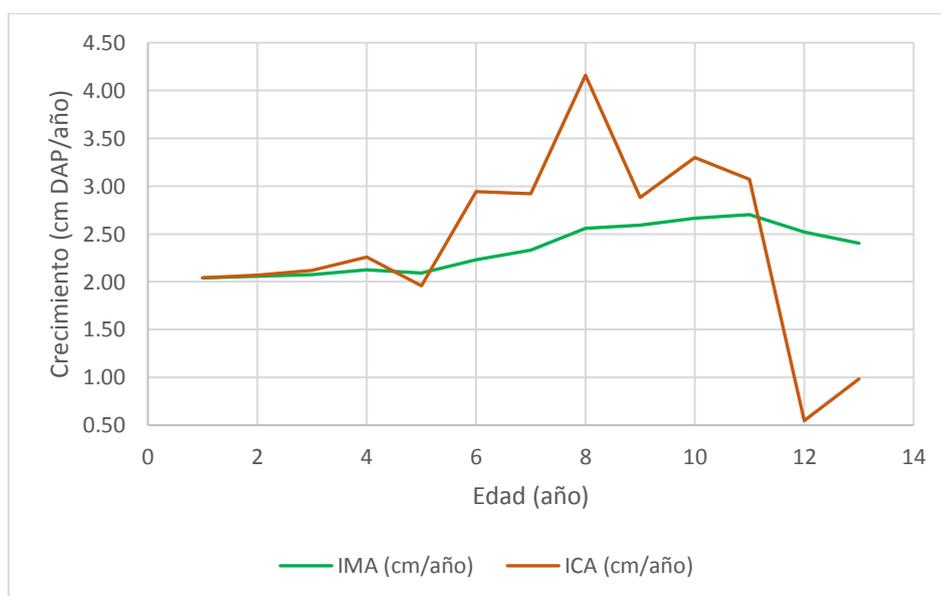
Tabla 4

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Naranjas

Edad	AÑO	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
1	2011	2,04	2,04
2	2012	2,06	2,07
3	2013	2,08	2,12
4	2014	2,12	2,26
5	2015	2,09	1,96
6	2016	2,23	2,94
7	2017	2,33	2,92
8	2018	2,56	4,16
9	2019	2,59	2,88
10	2020	2,67	3,30
11	2021	2,70	3,07
12	2022	2,52	0,55
13	2023	2,40	0,98

Figura 4

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Naranjas



Nota: IMA= incremento medio anual, ICA = incremento corriente anual.

En la tabla 4 y figura 4, se puede visualizar las curvas de crecimiento diamétrico IMA e ICA de los árboles de *Cordia alliodora* en el sector Las Naranjas, se observa en la parte media de la figura tienen valores altos ya que los árboles se encontraban en la fase de crecimiento rápido; sin embargo, puede verse que al final el ICA, desciende bruscamente, posiblemente por algún problema ambiental.

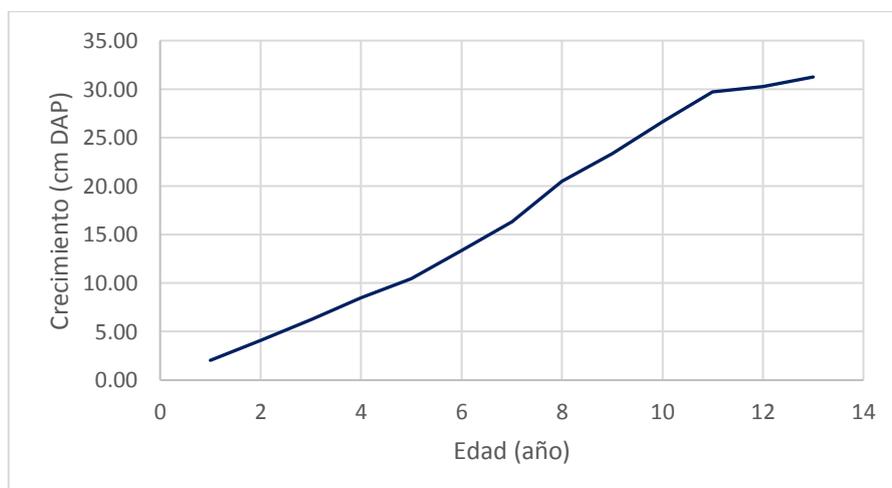
Tabla 5

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Naranjas

Edad	AÑO	Diámetro acumulado (cm)
1	2011	2,04
2	2012	4,11
3	2013	6,23
4	2014	8,49
5	2015	10,45
6	2016	13,39
7	2017	16,31
8	2018	20,47
9	2019	23,35
10	2020	26,65
11	2021	29,72
12	2022	30,27
13	2023	31,25

Figura 5

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Naranjas



Nota: la curva muestra el crecimiento inicial de la especie.

En la tabla 5 y figura 5, se puede visualizar las curvas de crecimiento de la *Cordia alliodora* en el sector Las Naranjas, se observa en la figura los valores altos de crecimiento en la parte media ya que los árboles son jóvenes y se encontraban en fase de

crecimiento rápido; sin embargo, al final de la curva, puede verse que el crecimiento se ha ralentizado.

- **Sector Las Delicias 1 600 ms.n.m.**

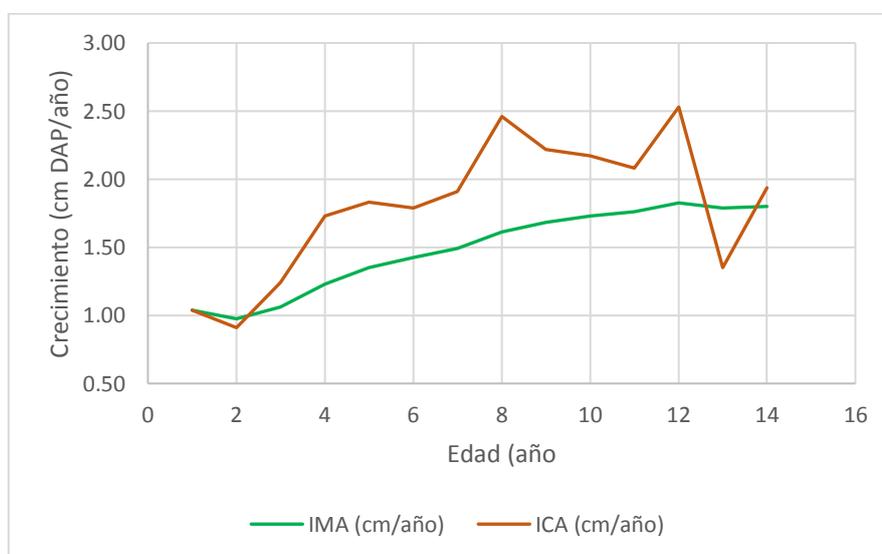
Tabla 6

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Delicias

Edad	AÑO	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
1	2006	1,04	1,04
2	2007	0,98	0,91
3	2008	1,06	1,24
4	2009	1,23	1,73
5	2010	1,35	1,83
6	2011	1,42	1,79
7	2012	1,49	1,91
8	2013	1,61	2,46
9	2014	1,68	2,22
10	2015	1,73	2,17
11	2016	1,76	2,08
12	2017	1,83	2,53
13	2018	1,79	1,35
14	2019	1,80	1,94

Figura 6

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Delicias



Nota: IMA= incremento medio anual, ICA = incremento corriente anual.

En la tabla 6 y figura 6, se puede visualizar las curvas de crecimiento diamétrico IMA e ICA de los árboles de *Cordia alliodora* en el sector Las Delicias, se observa en la

parte final de la figura tienen valores altos ya que los árboles estaban en la fase de crecimiento rápido.

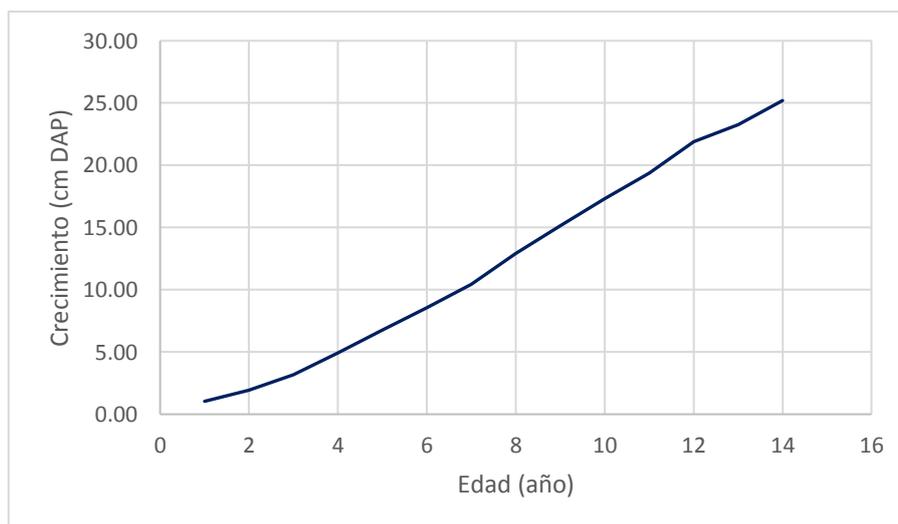
Tabla 7

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Delicias

Edad	AÑO	Diámetro acumulado (cm)
1	2006	1,04
2	2007	1,95
3	2008	3,19
4	2009	4,92
5	2010	6,75
6	2011	8,54
7	2012	10,45
8	2013	12,91
9	2014	15,13
10	2015	17,3
11	2016	19,38
12	2017	21,91
13	2018	23,26
14	2019	25,2

Figura 7

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en Las Delicias



Nota: la curva muestra el crecimiento inicial de la especie.

En la tabla 7 y figura 7, se puede visualizar las curvas de crecimiento de la *Cordia alliodora* en el sector Las Delicias, se observa en la figura los valores altos de crecimiento ya que los árboles son jóvenes y estaban en fase de crecimiento rápido.

- **Sector La Palma Central 1 900 ms.n.m.**

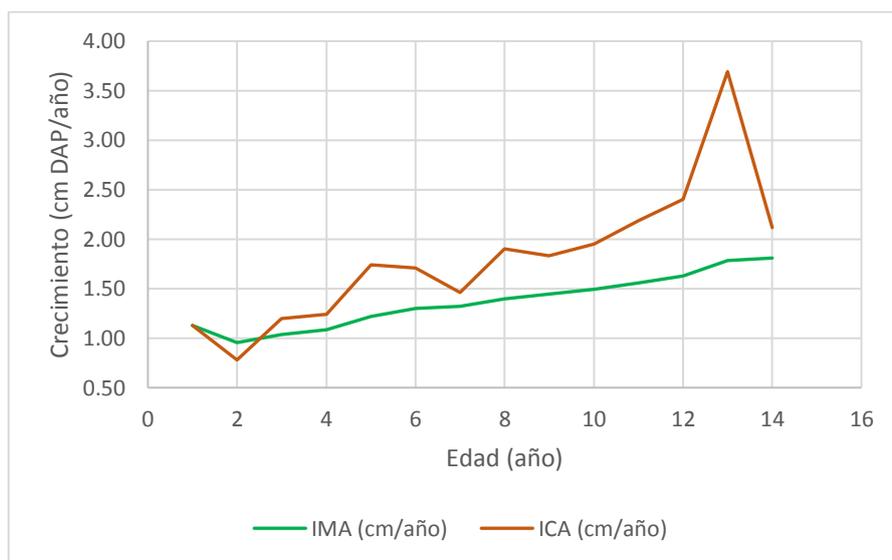
Tabla 8

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en La Palma Central.

Edad	AÑO	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
1	2008	1,13	1,13
2	2009	0,96	0,78
3	2010	1,04	1,20
4	2011	1,09	1,24
5	2012	1,22	1,74
6	2013	1,30	1,71
7	2014	1,32	1,46
8	2015	1,40	1,90
9	2016	1,44	1,83
10	2017	1,49	1,95
11	2018	1,56	2,19
12	2019	1,63	2,40
13	2020	1,79	3,69
14	2021	1,81	2,12

Figura 8

Curvas de crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en La Palma Central



Nota: IMA= incremento medio anual, ICA = incremento corriente anual.

En la tabla 8 y figura 8, se puede visualizar las curvas de crecimiento diamétrico IMA e ICA de los árboles de *Cordia alliodora* en el sector La Palma Central, en la curva

de ICA, se puede observar que el crecimiento al final se incrementa, esto debido a que se han evaluado árboles jóvenes o de corta edad aún.

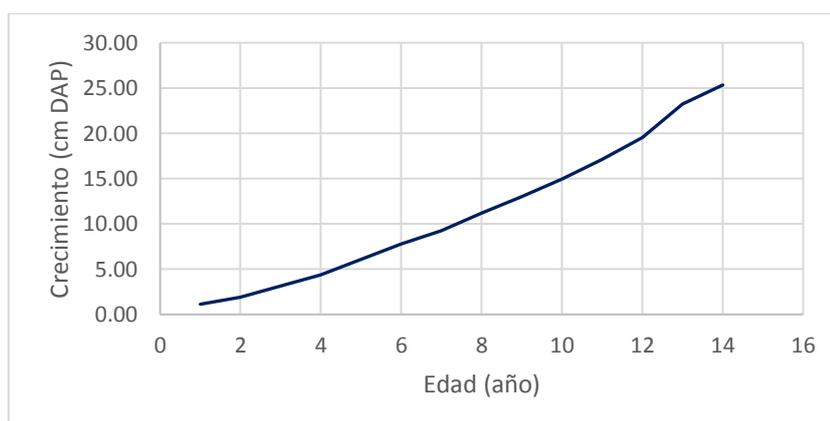
Tabla 9

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en La Palma Central.

Edad	AÑO	Diámetro acumulado (cm)
1	2008	1,13
2	2009	1,91
3	2010	3,11
4	2011	4,35
5	2012	6,09
6	2013	7,80
7	2014	9,26
8	2015	11,16
9	2016	12,99
10	2017	14,94
11	2018	17,13
12	2019	19,53
13	2020	23,22
14	2021	25,33

Figura 9

Crecimiento diamétrico de árboles de Cordia alliodora en La Palma Central



Nota: la curva muestra el crecimiento inicial de la especie.

En la tabla 9 y figura 9, se puede visualizar las curvas de crecimiento de la *Cordia alliodora* en el sector La Palma Central, se observa en la figura que los árboles se encontraban en su fase de crecimiento rápido, debido a lo empinado que se muestra la curva al final.

Tabla 10

Curvas de crecimiento de los árboles Cordia alliodora según lugares evaluados

Sector	Curvas de crecimiento	
	ICA (cm DAP/año)	IMA (cm DAP/año)
El Triunfo	2,14	2,07
Las Naranjas	2,40	2,40
Las Delicias	1,80	1,80
Las Palmas	1,81	1,81

Figura 10

ICA de la Cordia alliodora según lugares evaluados



Nota: los datos corresponden al promedio de cada sector.

Figura 11

IMA de la Cordia alliodora según lugares evaluados



Nota: los datos corresponden al promedio de cada sector.

En la tabla 10 y figuras 10 y 11, se visualiza las curvas de crecimiento del ICA e IMA de la especie *Cordia alliodora*. En el lugar Las Naranjas se obtuvo el mayor valor

de las curvas de crecimiento; sin embargo, en el lugar de Las Delicias obtuvo en menor valor para dichas curvas

4.1.2. *Propiedades físicas de la madera de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken a diferentes altitudes*

- **Sector El Triunfo 900 m s.n.m.**

Tabla 11

Propiedades físicas de la madera de Cordia alliodora en El sector El Triunfo

N.º	Propiedad física	Item	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	X (g.cm ⁻³)	0,38	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	8,89	
2	Densidad anhidra	X (g.cm ⁻³)	0,42	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	9,88	
3	Densidad Verde	X (g.cm ⁻³)	0,93	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	21,15	
4	Contracción tangencial	X (%)	5,53	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	24,15	
5	Contracción Radial	X (%)	2,28	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	57,24	
6	Contracción Volumétrica	X (%)	9,20	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	14,66	
7	Relación CT/CR	Relación	3,41	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	79,05	
8	Humedad	X (%)	142,72	NTP 251.010:2014
		C.V. (%)	33,56	

Nota: X = dato promedio de la propiedad, CV = coeficiente de variabilidad.

En la tabla 11, se puede visualizar las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* proveniente del sector El Triunfo, donde se observa que la densidad básica alcanzo el valor de 0,38 g.cm⁻³ y en la relación CT/CR alcanzo el valor de 3,41 estos valores se han alcanzado por que el árbol es joven; la relación nos indica que la madera es histórica y en el secado puede ocasionar defectos en la estructura y de forma. Puede verse también que la variabilidad se encuentra baja, teniendo la densidad básica una variabilidad de 8.89 % como coeficiente de variación.

- Sector las Naranjas 1 200 m s.n.m.

Tabla 12

Propiedades físicas de la madera de Cordia alliodora en el sector Las Naranjas

N.º	Propiedad física	Item	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	X (g.cm ⁻³)	0,37	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	11,68	
2	Densidad anhidra	X (g.cm ⁻³)	0,41	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	11,04	
3	Densidad Verde	X (g.cm ⁻³)	0,79	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	12,29	
4	Contracción tangencial	X (%)	5,55	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	17,05	
5	Contracción Radial	X (%)	2,30	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	29,71	
6	Contracción Volumétrica	X (%)	8,91	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	36,25	
7	Relación CT/CR	Relación	2,68	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	43,47	
8	Humedad	X (%)	113,72	NTP 251.010:2014
		C.V. (%)	18,65	

Nota: X = dato promedio de la propiedad, CV = coeficiente de variabilidad.

En la tabla 12, se puede visualizar las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* en el sector las Naranjas, donde se observa que la densidad básica alcanzo el valor de 0,37 g.cm⁻³ y en la relación CT/CR alcanzo el valor de 2,68 estos valores se han alcanzado por que el árbol es joven, y debido a esto la madera puede presentar dos tipos de defectos, defecto de forma como abaleaduras y defecto estructura como gritas, rajaduras, acebolladuras y colapso. Estos defectos se acentúan durante el proceso de secado alcanzando su máxima expresión en el secado en cámara.

Así mismo, la madera tiene una alta higroscopicidad, pudiendo alcanzar una humedad máxima de 113.72 % esto expresado en base seca. Este comportamiento es ligeramente menor que para el caso de la madera proveniente de 900 m s.n.m.

- **Las Delicias 1600 m s.n.m.**

Tabla 13

Propiedades físicas de la madera de Cordia alliodora en el sector Las Delicias–Jaén

N.º	Propiedad física	Item	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	X (g.cm ⁻³)	0,41	NTP 251.011:2014
		C.V. (%)	7,99	(Revisada el 2019)
2	Densidad anhidra	X (g.cm ⁻³)	0,44	NTP 251.011:2014
		C.V. (%)	8,20	(Revisada el 2019)
3	Densidad Verde	X (g.cm ⁻³)	0,74	NTP 251.011:2014
		C.V. (%)	7,16	(Revisada el 2019)
4	Contracción tangencial	X (%)	4,85	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	23,92	
5	Contracción Radial	X (%)	2,46	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	22,87	
6	Contracción Volumétrica	X (%)	7,68	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	21,42	
7	Relación CT/CR	Relación	2,01	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	23,83	
8	Humedad	X (%)	80,49	NTP 251.010:2014
		C.V. (%)	12,80	

Nota: X = dato promedio de la propiedad, CV = coeficiente de variabilidad.

En la tabla 13, se puede visualizar las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* proveniente de los árboles del sector Las Delicias, donde se observa que la densidad básica alcanzo el valor de 0,41 g.cm⁻³ y en la relación CT/CR alcanzo el valor de 2,01 estos valores se han alcanzado por que el árbol es muy joven, en la relación podemos observar que la madera es regular con un comportamiento de secado que puede manejarse con un protocolo adecuado. También puede observarse que la humedad máxima es baja, y esto está en relación con la densidad básica alcanzada por la madera, lo que significa que hay una disminución de la porosidad.

- **La Palma Central 1 900 m s.n.m.**

Tabla 14

Propiedades físicas de la madera de Cordia alliodora en el sector La Palma Central

N.º	Propiedad física	Item	Valor	Norma de referencia
1	Densidad básica	X (g.cm ⁻³)	0,41	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	5,72	
2	Densidad anhidra	X (g.cm ⁻³)	0,45	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	6,91	
3	Densidad Verde	X (g.cm ⁻³)	0,77	NTP 251.011:2014 (Revisada el 2019)
		C.V. (%)	4,16	
4	Contracción tangencial	X (%)	5,13	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	38,07	
5	Contracción Radial	X (%)	2,78	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	75,31	
6	Contracción Volumétrica	X (%)	8,37	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	15,95	
7	Relación CT/CR	Relación	2,42	NTP 251.012:2015
		C.V. (%)	41,58	
8	Humedad	X (%)	88,84	NTP 251.010:2014
		C.V. (%)	5,79	

Nota: X = dato promedio de la propiedad, CV = coeficiente de variabilidad.

En la tabla 14, se puede visualizar las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* en el sector La Palma Central, donde se observa que la densidad básica alcanzó el valor de 0,41 g.cm⁻³ y en la relación CT/CR alcanzó el valor de 2,42 este valor es alto, a pesar que la densidad básica también es una de las más altas de los lugares evaluados, y puede generar problemas de alabeos durante el secado de la madera.

Tabla 15

Propiedades físicas de la madera de Cordia alliodora en los lugares evaluados

Sector	Propiedades físicas		
	Densidad básica (gr/cm ³)	Contracción volumétrica (%)	Humedad máxima (%)
El Triunfo	0,38	9,20	142,72
Las Naranjas	0,37	8,91	113,72
Las Delicias	0,41	7,68	80,49
La Palma Central	0,41	8,37	88,84

Nota: solo se muestran las propiedades físicas más importantes.

Figura 12

Densidad básica de la madera de Cordia alliodora en los lugares evaluados



Nota: los datos corresponden al promedio de cada sector.

Figura 13

Contracción volumétrica de la madera de Cordia alliodora en los lugares evaluados



Nota: los datos corresponden al promedio de cada sector.

Figura 14

Humedad máxima de la madera de Cordia alliodora en los lugares evaluados



Nota: los datos corresponden al promedio de cada sector.

En la tabla 15 y figuras 12, 13 y 14, se visualiza las propiedades físicas de la madera *Cordia alliodora*, donde en los sectores La Palma Central y Las Delicias tienen los valores de densidad básica más altas mientras en Las Naranjas su densidad fue más baja.

4.1.3. Relación entre la altitud y crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

Tabla 16

Curvas de crecimiento y altitud de los lugares evaluados

sector	Curvas de crecimiento		Altitud (m s.n.m)
	ICA (cm DAP/año)	IMA (cm DAP/año)	
El Triunfo	2,14	2,07	900
Las Naranjas	2,40	2,40	1200
Las Delicias	1,80	1,80	1600
La Palma Central	1,81	1,81	1900

Nota: los datos son promedios para cada sector en caso de IMA e ICA.

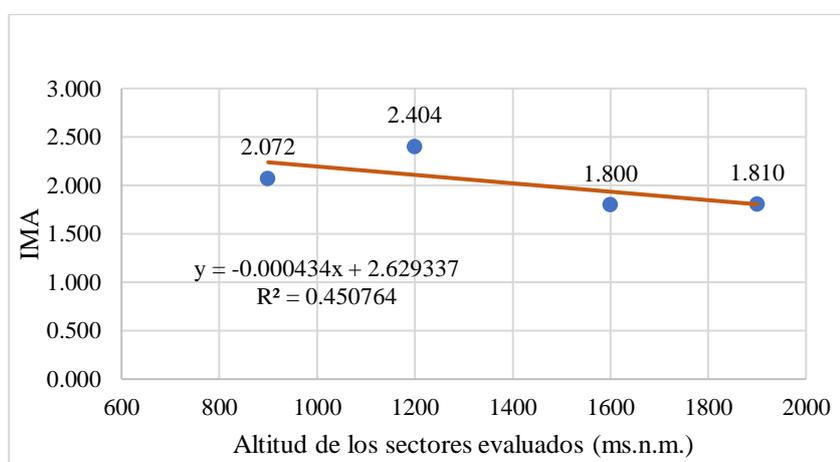
Tabla 17

Prueba de correlación de Pearson entre IMA y altitud

Coefficiente Correlación Pearson
-0,67138996

Figura 15

*Relación entre la altitud y crecimiento diamétrico de los árboles de *Cordia alliodora**



Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En las tablas 16, 17 y figura 15, se puede visualizar que en la prueba de correlación de Pearson entre IMA y altitud tiene una relación inversa media-alta lo que

significa que la variable independiente altitud del lugar, afecta a la variable dependiente IMA, de manera negativa media alta. Por lo tanto, a mayor altitud menor crecimiento de la especie.

4.1.4. Relación de altitud y propiedades físicas de la madera *Cordia alliodora*

Tabla 18

Propiedades físicas de la madera Cordia alliodora a diferentes altitudes

sector	Propiedades físicas			Altitud (ms.n.m.)
	Densidad básica (gr.cm ⁻³)	Contracción volumétrica (%)	Humedad máxima (%)	
El Triunfo	0,38	9,20	142,72	900
Las Naranjas	0,37	8,91	113,72	1200
Las Delicias	0,41	7,68	80,49	1600
La Palma Central	0,41	8,37	88,84	1900

Nota: los datos son promedios para cada sector en caso de propiedades físicas.

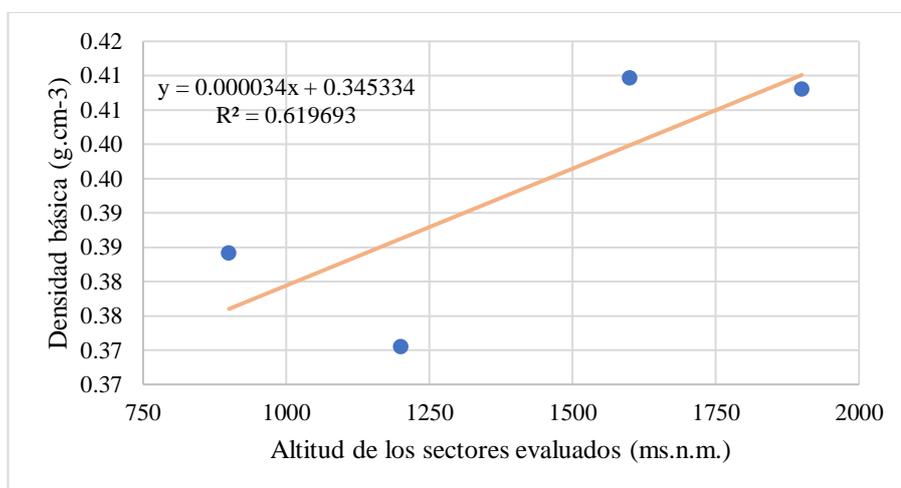
Tabla 19

Coefficiente de correlación de Pearson entre altitud y densidad básica de la madera de Cordia alliodora

Coefficiente Correlación Pearson
0,7872056

Figura 16

Relación entre la altitud y la densidad básica de la madera de Cordia alliodora



Nota: R² = coeficiente de determinación.

En las tablas 18, 19 y figura 16, se puede visualizar que en la prueba de correlación de Pearson entre la altitud y las propiedades físicas de la madera *Cordia alliodora* donde su relación es directa alta lo que significa que a mayor altitud la madera

tiene mayor valor de la densidad básica; sin embargo, la propiedad de contracción volumétrica y humedad tienen una relación inversa lo que quiere decir que a mayor altitud su valor disminuye.

4.1.4.1. Relación de crecimiento y propiedades físicas con la altura y suelos

Cordia alliodora.

Tabla 20

Propiedades químicas del suelo, densidad básica y altitud

Sectores	P	PH	N	IMA	Densidad	Altura
El Triunfo	1,50	7,80	17,00	2,07	0,38	900
Las Naranjas	45,00	6,30	39,00	2,40	0,37	1200
Las Delicias	75,00	5,90	31,50	1,80	0,41	1600
La Palma Central	35,00	5,60	41,00	1,81	0,41	1900

Nota: los datos son promedios para cada sector en caso de IMA y densidad básica.

En la tabla 20, se puede visualizar los valores de los nutrientes del suelo de los lugares evaluados, así como los valores del crecimiento diamétrico y densidad básica de la madera de los sectores. Donde se observa que Las Delicias tiene mayor concentración de fósforo con 75 ppm, mientras que el triunfo cuenta con una baja concentración de fósforo siendo de 1,5 ppm. En cuanto a la concentración de nitrógeno, el suelo proveniente de La Palma Central es el que tiene la mayor concentración con 41 ppm, mientras que el suelo del sector El Triunfo es el que tiene el valor más bajo con 17 ppm. Por su parte el pH es más alto en el sector El Triunfo con un valor de 7,80, y es menor en el sector La Palma Central con un valor de 5,60.

Tabla 21

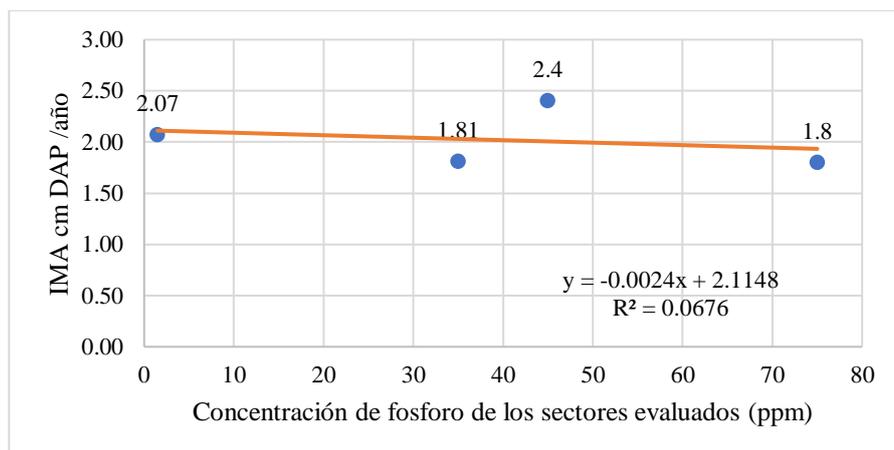
Coficiente de relación de Pearson entre el crecimiento, densidad y altura con sus variables de suelo

Relación de variables	Valor (C.C.P.)
Pearson P-IMA	-0,2600
Pearson P-Densidad	0,4263
Pearson N - IMA	0,0141
Pearson N-Densidad	0,1646
Pearson pH - IMA	0,3746
Pearson pH-Densidad	-0,5471

Nota: C.C.P = coeficiente de correlación de Pearson

Figura 17

Relación entre Fosforo e IMA de la madera Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken

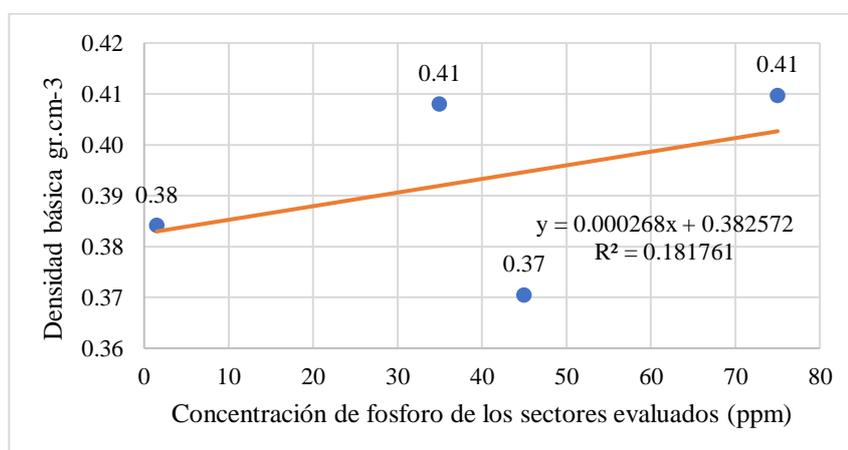


Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 21 y figura 17, se visualiza la concentración de fósforo y el crecimiento diamétrico de los árboles, donde la prueba de correlación de Pearson entre fosforo e IMA tiene una relación inversa baja lo que significa que la variable independiente afecta a la variable dependiente de manera inversa baja. Por lo tanto el árbol crece menos cuando existe menos fósforo en el suelo.

Figura 18

Relación entre Fosforo y densidad básica de la madera de Cordia alliodora



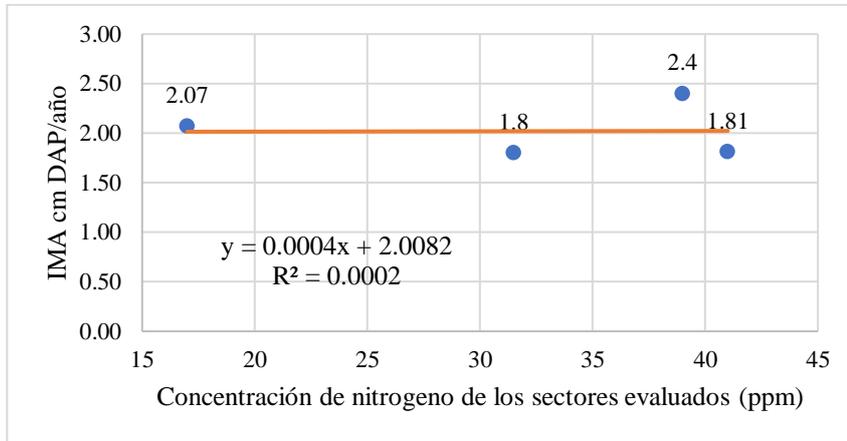
Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

Tabla 21 y figura 18, podemos ver la relación entre la concentración de fosforo y la densidad básica de la madera, donde se observa la prueba de correlación de Pearson tiene una relación positiva baja. Por lo que tiene poca afectación; por lo tanto, la

concentración de fósforo en el suelo tiene poca influencia en la densidad de la madera de *Cordia alliodora*, siendo mayor cuando la concentración de fósforo aumenta.

Figura 19

Relación entre nitrógeno e IMA de la madera de Cordia alliodora

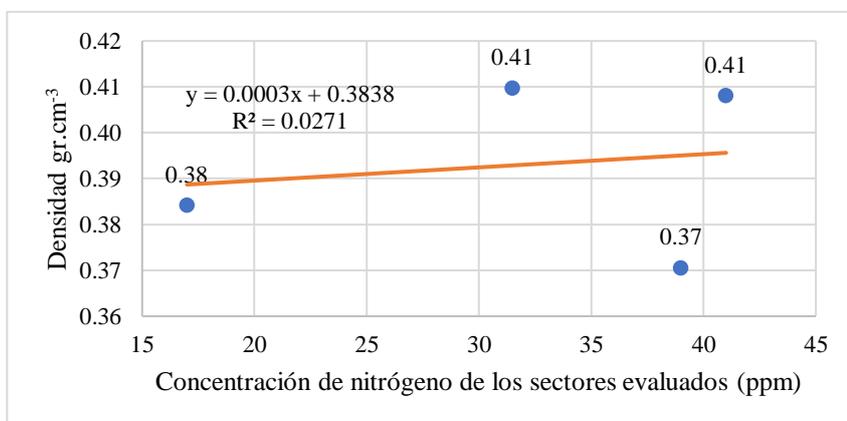


Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

Tabla 21 y figura 19, los resultados muestran la relación entre nitrógeno e IMA diamétrico de los árboles, donde la relación de Pearson es positiva muy baja por lo que las concentraciones de nitrógeno tienen poca afectación en el crecimiento del árbol por año. Sin embargo, puede verse también que en el lugar denominado Las Naranjas, donde la concentración de nitrógeno es alta, se alcanzó el mayor crecimiento del árbol.

Figura 20

Relación entre nitrógeno y densidad de la madera de Cordia alliodora



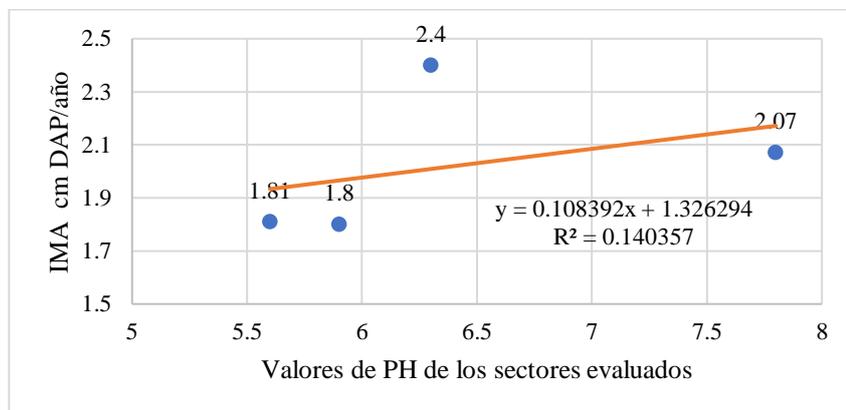
Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 21 y figura 20, se muestra la relación entre concentración de nitrógeno y densidad básica de la madera, donde el coeficiente de correlación de Pearson muestra una relación positiva baja; por lo que la afectación entre nitrógeno y densidad fue

positiva baja en la madera de *Cordia alliodora*, siendo está mayor cuando mayor fue la concentración de nitrógeno.

Figura 21

Relación entre pH e IMA de la madera de Cordia alliodora

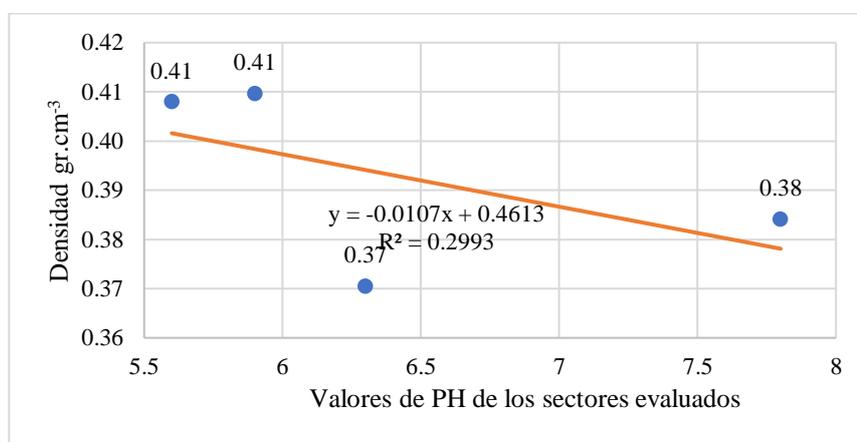


Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 21 y figura 21, se observó la relación entre el pH del suelo e IMA diamétrico de los árboles, donde los resultados del coeficiente de correlación de Pearson indico una relación positiva baja; es decir variable independiente pH del suelo afecta a la variable dependiente IMA diamétrico de los árboles de manera positiva, pero en una baja magnitud, creciendo más los árboles de *Cordia alliodora* cuando el pH es mayor.

Figura 22

Relación entre PH y densidad de la madera de Cordia alliodora



Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 21 y figura 22, se ve la relación entre pH del suelo y densidad básica de la madera de *Cordia alliodora*, donde puede observarse que la relación es de magnitud media pero inversa, esto nos quiere decir que conforme se incrementa el pH del suelo, la

densidad de la madera disminuye. Esta relación está refrendada por el valor del coeficiente de correlación de Pearson.

4.1.4.2. Relación de crecimiento y propiedades físicas de *Cordia alliodora* con la precipitación y temperatura.

Tabla 22

Datos climáticos promedio de los lugares de evaluación y densidad de la madera y crecimiento del árbol

Sectores	Temperatura media anual	Precipitación anual	IMA	Densidad
El Triunfo	24,75	913,95	2,07	0,38
Las Naranjas	22,05	1098,45	2,40	0,37
Las Delicias	19,45	1344,45	1,80	0,41
La Palma Central	17,5	1528,95	1,81	0,41

Nota: datos obtenidos según proyecciones de las estaciones meteorológicas del SENAMHI de Jaén y San Ignacio 2024

En la tabla 22, se visualiza los datos climáticos promedios de los lugares evaluados expresados en la precipitación anual media y la temperatura media anual. Los datos fueron obtenidos por proyección de los valores de las estaciones meteorológicas del SENAMHI de Jaén y San Ignacio a través de las gradientes climáticas utilizadas por esta institución y mostradas en su mapa climático del Perú de manera digital.

Tabla 23

Coefficientes de correlación Pearson de las variables temperatura media anual, IMA, densidad y precipitación.

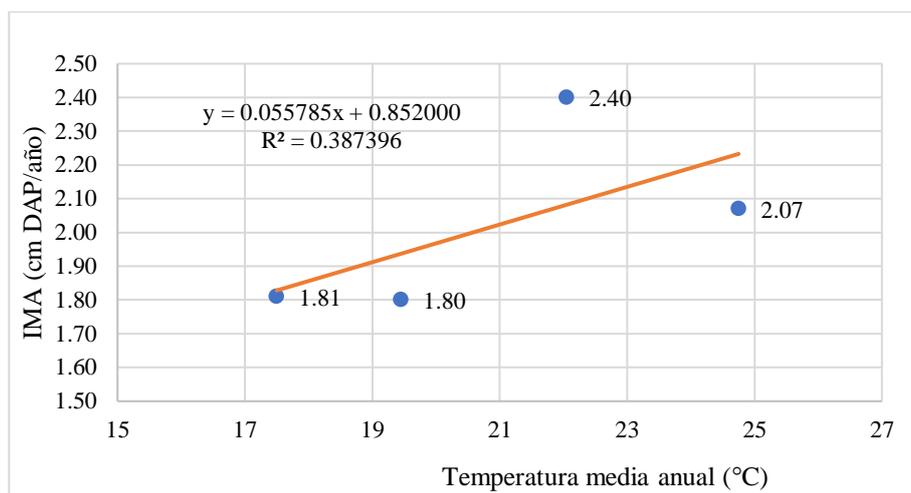
Variables relacionadas	Valor C.C. Pearson
Temperatura media A. - IMA	0,622411755
Temperatura media A. - Densidad	-0,751117056
precipitación A. -IMA	-0,670909496
precipitación A. -Densidad	0,787205604

Nota: C.C= coeficiente de correlación.

En la tabla 23, se las diferentes relaciones realizadas entre los datos climáticos de temperatura media anual y precipitación anual media con las variables estudiadas de crecimiento diamétrico expresado en términos del IMA, y las propiedades físicas, expresado en términos de la densidad básica de la madera. Si bien los valores son directos e inversos, sus magnitudes son altas, dando a entender que si existe una fuerte relación entre las variables relacionadas.

Figura 23

Relación entre la variable IMA diamétrico del árbol y temperatura media anual

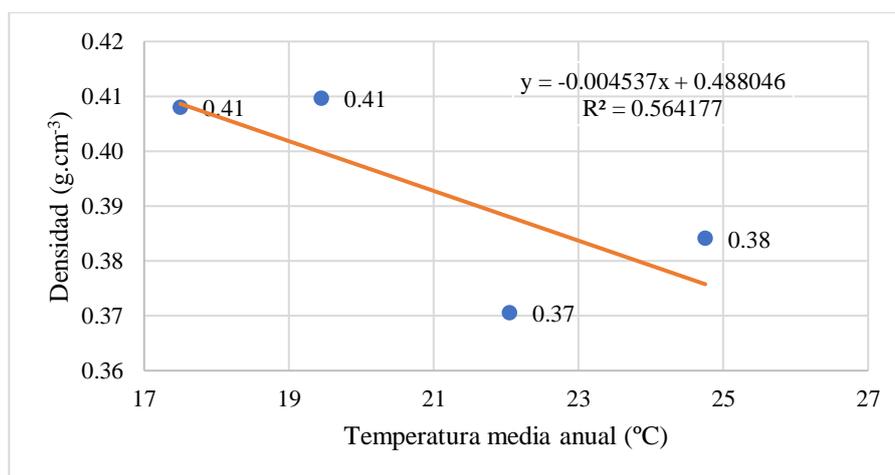


Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 23 y figura 23, se ve la relación entre la temperatura ambiental de los lugares evaluados y el IMA, donde la correlación de Pearson indica una influencia positiva media, lo que significa a mayor temperatura ambiental el árbol crece más rápido en su diámetro.

Figura 24

Relación entre densidad básica de la madera y temperatura media anual

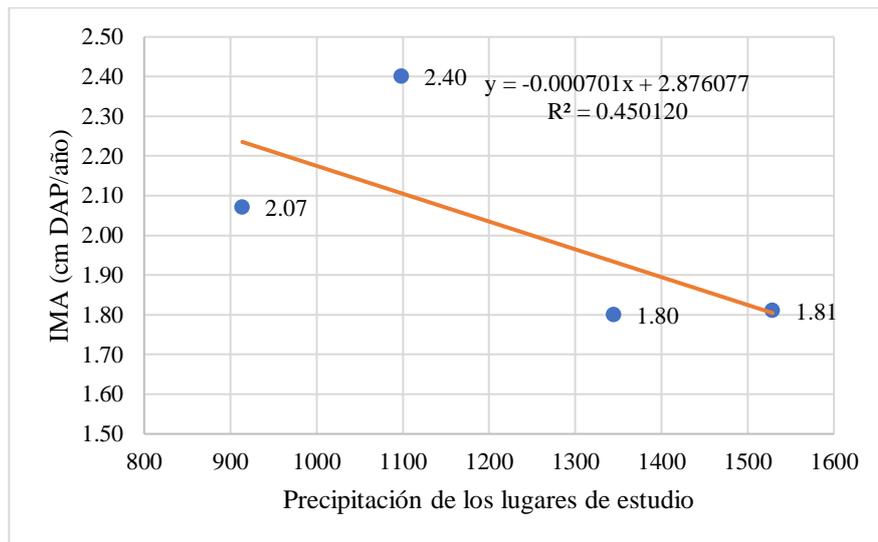


Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 23 y figura 24, se visualiza la relación entre temperatura media anual y la densidad básica de la madera. Donde la correlación de Pearson fue inversa alta. Esto indica que la variable temperatura de los lugares evaluados influye de manera negativa alta a la variable de densidad básica; es decir, que la densidad disminuye mientras la temperatura del ambiente aumenta.

Figura 25

Relación entre IMA diamétrico del árbol y precipitación anual media

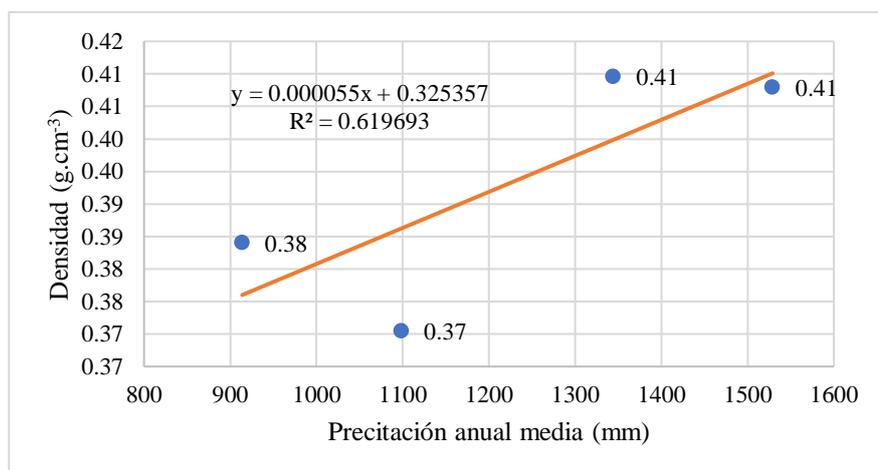


Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 23 y figura 25, se ve la relación entre precipitación anual e IMA diamétrico, donde la correlación de Pearson muestra una influencia inversa media, lo que indica una afectación inversa en la variable de crecimiento del árbol por la precipitación anual de los lugares evaluados.

Figura 26

Relación entre densidad básica de la madera y precipitación anual media



Nota: R^2 = coeficiente de determinación.

En la tabla 23 y figura 26, se ve una relación positiva alta indicado por el coeficiente de correlación de Pearson de 0,79 esto quiere decir que en los lugares evaluados donde la precipitación es más alta, la madera también alcanza los valores más altos de su densidad básica.

4.2. Discusión

La investigación planteada en el proyecto de investigación, se ejecutó a cabalidad, siguiendo la metodología aprobada, para cumplir los objetivos establecidos, el problema de investigación que dio inicio al presente trabajo, se logró responder, estableciéndose la influencia de la altitud con sus variables relacionadas como las características edafoclimáticas con el crecimiento diamétrico de los árboles y las propiedades físicas de su madera de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Los resultados obtenidos demuestran esta influencia, y el análisis estadístico validan la fiabilidad de los mismos. Con el propósito de medir mejor la influencia de la altitud, se desglosó algunas variables que depende de esta como son el suelo y el clima, para el caso del suelo se consideró en el análisis, el pH, nutrientes como nitrógeno y fósforo; y en el caso del clima los factores temperatura media anual y precipitación anual media, estas variables intervinientes, permitieron comprender mejor la influencia de la altitud en el crecimiento diamétrico de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, así como en las propiedades físicas de su madera.

La discusión de los resultados se muestra a continuación ordenada y alineada a los objetivos específicos planteados, y en función a estos, se muestra a continuación las discusiones, las mismas que permitirán validar y alinear con otros investigadores los resultados obtenidos en la presente investigación.

En cuanto a la medición del crecimiento del árbol de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, planteado en el primer objetivo, se determinó en base al crecimiento diamétrico y se hizo a través de técnicas dendrocronológicas. Se encontró que le crecimiento diamétrico promedio del árbol de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken fue de 2,02 cmDAP/año para el IMA y de 2,04 cmDAP/año para el ICA; cabe destacar que estos crecimientos diamétricos fueron determinados de lugares con diferentes altitudes, teniéndose resultados diferentes para cada caso, la relación de crecimiento y altitud se analiza en un siguiente acápite. Por su parte Delgado & Correa (2019) encontraron un IMA de 1,91 cmDAP/año para la misma especie, valor muy cercano al obtenido en la presente investigación, también son coincidentes las edades promedio de los árboles evaluados. Un resultado ligeramente inferior encontró Mamani (2018) en su investigación, pues los árboles evaluados solo alcanzaron un IMA de 1,72 cmDAP/año; se considera que el menor crecimiento alcanzado por estos árboles de *Cordia alliodora*

(Ruiz & Pav.) Oken, se deba a que se tratan de plantaciones forestales y con un clima diferente a la zona de estudio en el presente trabajo.

En cuanto a las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, determinadas en los cuatro lugares de estudio a diversas altitudes, se obtuvieron valores de la densidad básica, siendo en promedio de $0,39 \text{ g.cm}^{-3}$, de la contracción volumétrica promedio de 8,54 %, de la relación contracción tangencial – contracción radial promedio de 2,63 y una humedad máxima promedio de 106,44 %. Estos valores promedio, salen de los valores obtenidos a las diferentes altitudes. Las relaciones de propiedades físicas y altitud, se analiza en su discusión en el cuarto objetivo específico de la presente investigación. Los resultados obtenidos, son muy inferiores a los obtenidos por Gonzales & Cruz (2021), quienes para la especie encontraron una densidad básica de $0,65 \text{ g.cm}^{-3}$, este valor es mucho más alto que el obtenido en la presente investigación y entre otras cosas se debe a que los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken medidas por este investigador crecieron a una altitud muy baja, de solo 151 m s.n.m., con una baja precipitación; en esta perspectiva, Vera (2019) indica que el estrés hídrico de lugares con baja humedad afecta seriamente el crecimiento del árbol, en especial de la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, causando efectos negativos en el grosor del tallo y desarrollo de altura. Sin embargo, Fernández (2018), en su investigación de las propiedades físicas de la *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, encontró que la densidad básica oscilaba entre 0,35 y $0,36 \text{ g.cm}^{-3}$, valor este muy cercano al obtenido en la presente investigación; así mismo, la contracción volumétrica estuvo ubicada entre 8,26 % y 9,15 %, valores estos también muy similares a los obtenidos en la presente investigación; estos resultados son similares, porque los árboles medidos por este investigador provienen de ecosistemas similares en sistemas agroforestales y son relativamente de corta edad. Las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, son influenciadas por las características del ecosistema donde se desarrollan, siendo la humedad una de las más importantes variables influyentes.

En cuanto a la relación entre el crecimiento diamétrico de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken y la altitud, se determinó en función al IMA de los árboles y la altitud de los cuatro lugares de donde se obtuvieron las muestras. Se encontró que conforme se incrementa la altitud, el crecimiento diamétrico expresado en el IMA, disminuye, y esto se corroboró aplicando el coeficiente de correlación de Pearson, donde el resultado obtenido fue de $-0,6714$, lo que indica que hay una relación media alta pero

inversa entre estas dos variables. Se desprenden de aquí interrogantes sobre cuales variables relacionadas con la altitud en si influyen en esta relación; sin embargo, estas son discutidas a detalle luego del cuarto objetivo específico, como complemento. Este resultado es similar al encontrado por los investigadores Pineda et al. (2018), quienes encontraron una relación inversa entre la altitud y el crecimiento diamétrico del árbol de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, los autores indican que la temperatura muy ligada con la altitud de manera inversa es la que influye directamente en el crecimiento.

En cuanto al cuarto objetivo, se determinó la relación entre altitud y propiedades físicas de la madera, el análisis se centró en la densidad básica, por ser esta la más importante dentro de las propiedades físicas; se encontró que conforme se incrementa la altitud, también se incrementa el valor de la densidad básica, estando en una relación directa; esta relación se ve corroborada con el coeficiente de correlación de Pearson calculado, cuyo resultado fue de 0,7872, lo cual indica una relación alta positiva o directa entre la densidad básica y la altitud. Tomando en cuenta los resultados del tercer objetivo, donde a mayor altura el crecimiento era más lento, entonces es de esperar que al crecer menos los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, desarrollan un menor crecimiento de sus células del xilema, haciendo que su madera tenga fibras más pequeñas con lúmenes más pequeños, lo que se traduce en un incremento de la masa sólida del xilema en desmedro del espacio poroso, por consecuencia, el peso volumétrico o densidad de la madera se ve incrementada, por lo que también se podría decir que existe una relación inversa entre crecimiento y densidad, siendo que al crecer más rápido el árbol, la densidad básica de la madera disminuye. La relación encontrada es opuesta a la obtenida por Gonzales & Cruz (2021), quienes, en su investigación, encontraron que a una altitud de 151 m s.n.m. la densidad básica de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, alcanzó en promedio una densidad básica de $0,65 \text{ g.cm}^{-3}$, este valor discrepa no solo con la relación, si no con el valor mismo de la densidad básica de la madera con respecto al o encontrado en la presente investigación, los resultados se deben entre otras cosas a que estos investigadores evaluaron árboles adultos de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, y el lugar donde provienen las muestras, están altitudinalmente, muy por debajo de los valores analizados en la presente investigación, que tomó como altitud menor a 900 m s.n.m., así mismo, a esta altura, es posible que la humedad ambiental como menciona Vera (2019), haya ralentizado el crecimiento, cumpliéndose nuevamente la relación crecimiento lento – densidad básica alta.

Para complementar y aclarar a mayor detalle la influencia de la altitud sobre el crecimiento diamétrico de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, así como en las propiedades físicas de su madera, se realizaron análisis de relaciones entre estas variables y las características edafoclimáticas de los lugares de donde se obtuvieron las muestras. En cuanto a las propiedades del suelo, se evaluó el pH, contenido de nitrógeno y contenido de fósforo, y en cuanto a las características del clima, se evaluó la temperatura media anual y la precipitación anual media. Los resultados se muestran en diversas figuras y tablas. En cuanto a las relaciones existentes, estas se corroboraron con el coeficiente de correlación de Pearson, obteniéndose que para el caso de la relación del contenido de fósforo del suelo con el crecimiento diamétrico, esta es muy baja y es inversa, es decir, a mayor concentración de fósforo en el suelo, el crecimiento se ralentiza; sin embargo, el fósforo tiene una relación positiva media con la densidad básica, aumentando ligeramente esta conforme se incrementa la concentración de fósforo en el suelo. En cuanto al nitrógeno, este no guarda relación significativa con el crecimiento del árbol, sin embargo, si influye de manera muy baja en la densidad básica, estadísticamente se puede afirmar que la concentración de nitrógeno del suelo influye muy poco en las variables evaluadas. El pH si influye en el crecimiento del árbol, siendo esta relación directa y media, lo que quiere decir que conforme se incrementa el valor del pH, el crecimiento del árbol se incrementa, como resultado, podemos afirmar que la especie prefiere suelos neutros; en cuanto a la densidad por el contrario el efecto es opuesto, pues la relación es inversa y media, siendo así que conforme sube el pH del suelo, la densidad básica de la madera disminuye.

Del mismo modo se correlacionó los factores climáticos de los lugares evaluados, se encontró que para el caso de la temperatura media anual, esta influye positivamente en el crecimiento diamétrico del árbol, el valor del coeficiente de correlación de Pearson lo corrobora, esta relación al mismo tiempo es alta, lo que indica que dentro de los parámetros de altitud analizados, a mayor temperatura, el crecimiento del árbol es mayor; sin embargo, al relacionar la temperatura media anual con la densidad básica de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, esta disminuye al aumentar la temperatura, y el valor del coeficiente de correlación de Pearson, es negativo y alto, lo que quiere decir que hay una fuerte influencia de la temperatura en la densidad básica de la madera de manera inversa. Sin embargo, la precipitación anual media, influye positivamente y en una magnitud alta sobre la densidad básica de la madera, esto lo

corroborar el valor del coeficiente de correlación de Pearson positivo alto; mientras que, en el caso del crecimiento, esta se ve influenciada de manera negativa con magnitud media. Los resultados de crecimiento diamétrico, discrepan con los encontrados por Valverde et al. (2021), quienes encontraron una relación directa entre crecimiento y precipitación, y una relación inversa entre crecimiento y temperatura; sin embargo, Pineda et al. (2018), encontró que para precipitaciones altas, el crecimiento diamétrico solo fue de 0,17 cmDAP/año, lo cual es muy inferior al encontrado en la presente investigación, y al mismo tiempo señalan que la temperatura establece un patrón estacional en el crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, existiendo una relación positiva. En el caso de la relación entre factores climáticos y densidad básica, Peralta & Feijoo (2023), encontraron que, para una altitud con mayor temperatura, la densidad es menor, que para altitudes mayores donde la temperatura baja, en cuyo caso la densidad básica de la madera es mayor, estos resultados son similares a los encontrados en la presente investigación.

Los resultados fueron validados primero por la metodología seguida, la cual se basa en Normas Técnicas Peruanas y en metodologías reconocidas ya aceptadas ampliamente, luego los resultados fueron sometidos al análisis estadístico riguroso para validar la hipótesis, lográndose esto; por último, los resultados se discutieron y compararon con los obtenidos por otros investigadores, encontrándose que los mismos se encuentran alineados con estos, por lo que son confiables. Por lo expuesto, entonces, se da por aceptada la hipótesis que la altitud si influye en las propiedades físicas y el crecimiento diamétrico de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, por lo que se debe tener en cuenta al momento de seleccionar los lugares donde se planifica instalar esta especie, ya sea en plantaciones puras o agroforestales, eso con el objetivo de alcanzar la máxima productividad del árbol en el menor tiempo posible.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se midió el crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken usando técnicas dendrocronológicas, expresado en incremento medio anual- IMA e incremento corriente anual -ICA del diámetro, se encontró para la altitud de 900 m s.n.m. un IMA de 2,07 cmDAP/año, y un ICA de 2,14 cmDAP/año; a una altitud de 1 200 m s.n.m., un IMA de 2,40 cmDAP/año y un ICA de 2,40 cmDAP/año; a la altitud de 1 600 m s.n.m., un IMA de 1,80 cmDAP/año y un ICA de 1,80 cmDAP/año; y, a una altitud de 1 900 m s.n.m., un IMA de 1,81 cmDAP/año y un ICA de 1,81 cmDAP/año.

Se determinó las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken a diferentes altitudes, encontrándose que para los 900 m s.n.m la densidad básica fue de 0,38 g.cm⁻³ y la contracción volumétrica fue de 9,20 %: para la altitud de 1 200 m s.n.m, la densidad básica fue de 0,37 g.cm⁻³ y la contracción volumétrica fue de 8,91 %: para la altitud de 1 600 m s.n.m, la densidad básica fue de 0,41 g.cm⁻³ y la contracción volumétrica fue de 7,68 %: y, para la altitud de 1 900 m s.n.m., la densidad básica fue de 0,41 g/cm⁻³ y la contracción volumétrica fue de 8,37 %.

Se estableció la relación entre la altitud y el crecimiento de los árboles de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, encontrándose que existe una relación inversa alta con un valor de coeficiente correlación de Pearson de -0,6714; siendo el crecimiento mayor de la especie cuando se encuentra a menor altitud.

Se estableció la relación entre la altitud y las propiedades físicas de la madera de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken encontrándose que existe una relación directa alta con un valor de coeficiente correlación de Pearson de 0,7873; por lo que a mayor altitud la madera tiene mayor valor de la densidad básica; sin embargo, la propiedad de contracción volumétrica y humedad tienen una relación inversa lo que quiere decir que a mayor altitud su valor disminuye.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a los programas de reforestación, empresas reforestadoras, instituciones públicas y privadas que se dedican a la actividad de reforestación, considerar la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken por tener un crecimiento y propiedades físicas adecuadas para diversos usos como estructural, construcción, pisos, mueblería fina, entre otros.

Se recomienda a la escuela profesional de ingeniería forestal, promover la investigación en especies introducidas por los programas de reforestación para establecer a nivel local sus propiedades dendrométricos, silviculturales, tecnológicas y generar recomendaciones de uso.

A los estudiantes egresados de la escuela de ingeniería forestal realizar sus investigaciones de tesis de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken para complementar los conocimientos sobre silvicultura, ecología, regeneración, industrialización entre otros con el fin de generar conocimiento aplicado que sea de utilidad para las instituciones que se dedican a la reforestación.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Ruiz, Y. (2014). *Determinación de las propiedades físicas a tres alturas del fuste de Senefeldera inclinata. Mart (Huangana caspi) procedente del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú: Repositorio Institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/604/T.FRS-206.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bazurto Carranza, M. F., & Vélez Constante, S. M. (2019). *Captación de carbono en (Cordia alliodora) y (Albizia guachapele) como servicio ambiental para propuesta de plan de reforestación en Mata Palo*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador: Repositorio Digital ESPAM. <http://190.15.136.145/bitstream/42000/1218/1/TTMA85.pdf>
- Becerra Montalvo, V., & Zevallos Pollito, P. S. (30 de mayo de 2015). Determinación del turno de corta de *Cedrela oradata* L., *Retrophyllum rospigliosii* Pilger y *Prumnopitys harmsiana* Pilger a través del estudio dendrocronológico en San Ignacio, región Cajamarca-Perú. *EL CEPROSIMAD*, 2(2), 33 - 47. Obtenido de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/journal_23%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/journal_23%20(1).pdf)
- Briceño-J, A., Rangel-Ch, J., & Bogino, S. (2016). Estudio de los anillos de crecimiento de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) en Colombia. *Colombia Forestal*, 19(2), 219-232. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392016000200007
- Cardonas Benavides, G. (2017). *La madera*. Universidad de Guanajuato. <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2017/03/MADERA.pdf>
- Castillo Sosa, K. V. (2021). *Cuantificación del aprovechamiento de la madera de Cordia alliodora y Triplaris cumingiana en la fabricación de muebles en la parroquia Simón Plata Torres, Ecuador*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador: Dirección de Bibliotecas y

Recursos para el Aprendizaje e Investigación de la ESPCH.

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15875/1/33T00283.pdf>

Chavesta, M., Montenegro, R., Tomazello-Filho, M., Carnerio, M., & Nisgoski, S. (2019). Propiedades físicas en Guazuma crinita por medios tradicionales y espectroscopía infrarroja cercana. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 21(4), 521-530. <https://www.redalyc.org/journal/485/48562088008/48562088008.pdf>

Cieza Requejo, W. (2019). *Cuantificación de captura de carbono del fuste de Cordia alliodora (Ruíz & Pavón) Oken con redes neuronales artificiales del distrito y provincia Jaén - Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. Jaén, Perú: Repositorio Institucional UNC. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3035/T016_47096010_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Delgado Cerquera, O. R., & Correa Milián, C. N. (2019). *Dendrocronología En Árboles De Laurel (Cordia alliodora (Ruiz & Pavón.) Oken) Bajo Sistemas Agroforestales En San Ignacio – Cajamarca*. Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental. Jaén, Perú: Repositorio Institucional Unj. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/146/1/Delgado_CORP_Correa_MCN.pdf

Departamento de Tecnología IES El Tablero I. (2018). *Tema 4: La Madera*. Gobierno de Canarias. <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/dtrugar/files/2020/01/tema-1o-eso-madera.pdf>

Espiago, J. (2017). *Cartografía geográfica. Fundamentos*. Universidad Autónoma de Madrid. http://guiadigital.uam.es/SCUAM/documentacion/pdfs_a_descargar/fundamentos_alti_v1.pdf

Fernández Zarate, F. H. (2018). *Propiedades Organolépticas, Físicas y Mecánicas de la Madera de Cordia alliodora (R. y P.) Oken de Parcelas Agroforestales en Jaén, Cajamarca*. Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería Forestal y

Ambiental. Jaén, Perú: Repositorio Institucional UNJ.

http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/113/1/Fernandez_ZFH.pdf

González-Luna, H. M., Cruz-Castillo, & Bildad, J. (2021). Anatomía y propiedades físicas de dos especies forestales comerciales Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) en Nicaragua. *La Calera*, 21(37), 81 - 86 .
<https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/12532/15789>

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *La Altitud*. (Gobierno de España) Obtenido de IGN:
<http://www.ign.es/recursos-educativos/descubre-territorio/altitud.html>

Lozano, L. A., Franco O., N., & Bonilla V., J. L. (2012). Estimación del crecimiento diamétrico de *Anacardium excelsum* (Kunth) Skeels, por medio de modelos no lineales, en bosque naturales del departamento de Tolima. *Boletín Científico*, 16(1), 19 - 32. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n1/v16n1a02.pdf>

Macías Murillo, R. D. (2015). *Regeneración natural de las especies forestales laurel (cordia alliodora) y cedro (cedrela odorata) en el bosque húmedo de la comuna el pital de cantón Puelo López*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Repositorio Digital UNESUM.
<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/100/1/MAC%20RUBEN%20DAR.pdf>

Mamani Luque, E. M. (2018). *Dendrocronología en Árboles de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken., en el Sector La Joya – Tambopata – Madre de Dios*. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Facultad de Ingeniería. Puerto Maldonado: Repositorio Institucional UNAMD.
<https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/387/004-2-3-083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mendoza Hernández, M. (2015). *Incremento Diamétrico de cinco especies Arbóreas con potencial maderable del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz*. Universidad Veracruzana, Instituto de Investigaciones Forestales.
<https://www.uv.mx/mcef/files/2018/04/Tesis.pdf>

- Ministerio de Educación Pública. (2022). *Elementos y Factores del Clima*. Gobierno de Costa Rica. https://www.mep.go.cr/sites/default/files/recursos/recursos-interactivos/clima_tiempo/pdf/elementos_y_factores_del_clima.pdf
- Murga-Orrillo, H., Coronado Jorge, M. F., Abanto-Rodríguez, C., & De Almeida Lobo, F. (2021). Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales. *Madera y bosques*, 27(3). <https://www.redalyc.org/journal/617/61770807018/html/>
- NTP 251.010. (2016). *MADERA. Métodos para determinar el contenido de humedad*. Lima, Perú: INACAL.
- NTP 251.011. (2016). *MADERA. Método para determinar la densidad. 3ª Edición*. Lima, Perú: INACAL.
- NTP 251.012. (2016). *MADERA. Método para determinar la contracción*. Lima, Perú: INACAL.
- Nugshi Pilco, J. M. (2021). *Caracterización de las propiedades químicas, físicas y mecánicas de la madera de Hevea brasiliensis procedente de la hacienda Santa Rita, provincia Los Ríos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador: Repositorio Institucional ESPC. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15835/1/33T00277.pdf>
- Paredes Altamirano, L. O., & Vásquez Alfaro, I. E. (2018). *Influencia de la forma y tipos de madera sobre la densidad, humedad, compresión y flexión aplicadas a la construcción de viviendas, Trujillo 2018*. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Trujillo, Perú: Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13754/Bocanegra%20Lopez,%20Carol%20Martina%20-%20Paredes%20Altamirano,%20Luisa%20Onelia.pdf?sequence=11>
- Pineda-Herrera, E., Manzano-Méndez, F., Valdez-Hernández, J. I., & Beltrán-Rodríguez, L. A. (2018). Crecimiento diamétrico de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en un sistema agroforestal de Oaxaca, México. *Revista Forestal*

Mesoamericana Kurú, 37(15), 25-33.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/kuru/v15n37/2215-2504-kuru-15-37-25.pdf>

- Pucha-Cofrep, D., Jumbo, N., Moncada, V., Burneo, M., Narvaez, L., Feijoo, C., . . .
Bräuning, A. (2020). *Impacto de las condiciones climáticas en el crecimiento diamétrico de especies forestales de alto valor comercial*. Loja, Ecuador: Universidad Católica de Loja. https://www.researchgate.net/profile/Holger-M-Benavides-Munoz/publication/349609027_Aumento_del_consumo_de_agua_domiciliaria_como_efecto_de_los_fenomenos_mundiales_Posibles_escenarios/links/60382776a6fdcc37a8516155/Aumento-del-consumo-de-agua-domiciliaria
- Ramírez Angulo, H., Acevedo, M., Ataroff, M., & Torres Lezama, A. (2009). Crecimiento diamétrico de especies arbóreas en un bosque estacional de los llanos occidentales de Venezuela. *Ecotrópicos*, 22(2), 46-63.
http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/Ram%C3%ADrez-et-al-_Crecimiento.pdf
- Romahn-Hernández, L. F., Rodríguez-Trejo, D. A., Villanueva-Morales, A., Monterroso-Riva, A. I., & Pérez-Hernández, M. d. (2020). Rango altitudinal: factor de vigor forestal y determinante en la regeneración natural del oyamel. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 8(22).
<https://www.redalyc.org/journal/4576/457662386014/html/>
- Torres Cruz, J. F. (2020). *Germinación de semillas de Cordia alliodora (R. y P.) Oken (Laurel blanco) en sustratos convencionales y bajo condiciones in vitro*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales. Quevedo, Ecuador: Repositorio Digital UTEQ.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5491/1/T-UTEQ-123.PDF>
- Valdera Salazar, C. A. (2020). *Comparación de las propiedades físico-mecánicas de las maderas eucalipto, tornillo y copaiba para encofrados en obra, 2019*. Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Cajamarca, Perú: Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26227>

- Valverde, J. C., Arias, D., Castillo, M., & Torres, D. (2021). Relación de la variabilidad climática con el crecimiento diamétrico de ocho especies arbóreas de bosque seco en Costa Rica. *Ecosistemas*, 30(1).
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2092>
- Vera García, J. A. (2019). *Resiliencia de la especie forestal Cordia alliodora ante el estrés hídrico inducido por el cambio climático, 2019*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales. Quevedo, Ecuador: Repositorio Digital UTEQ.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3885/1/T-UTEQ-0090%20.pdf>
- Williams-Linera, G. (2016). Crecimiento diamétrico de arboles caducifolios y perennifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa. *Bosque y Madera*. <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1386>
- Zambrano Benavides, K. D. (2022). *Influencia de varios tipos de sustratos en la germinación de semillas y desarrollo inicial de plántulas de Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken (laurel) a nivel de vivero*. Universidad Técnica de Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Quevedo, Ecuador: Repositorio Institucional de UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6668/1/T-UTEQ-%20231.pdf>
- Cartuche Peralta, K. M., & Feijoo Feijoo, C. E. (2023). Rasgos anatómicos de la madera de especies comunes de bosque seco en la Reserva Laipuna al sur de Ecuador. Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
file:///C:/Users/usuario/Downloads/KeylaMabel_CartuchePeralta.pdf
- Pineda Herrera, E., Manzano Méndez, F., Valdez Hernández, J. I., & Beltrán Rodríguez, L. A. (28 de junio de 2018). Crecimiento diamétrico de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken en un sistema agroforestal de Oaxaca, México. *Revista Forestal Masoamericana*, 9. <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-CrecimientoDiametricoDeCordiaAlliodoraRuizPavOkenE-6584138.pdf>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Tabla 23

Matriz de consistencia de la investigación

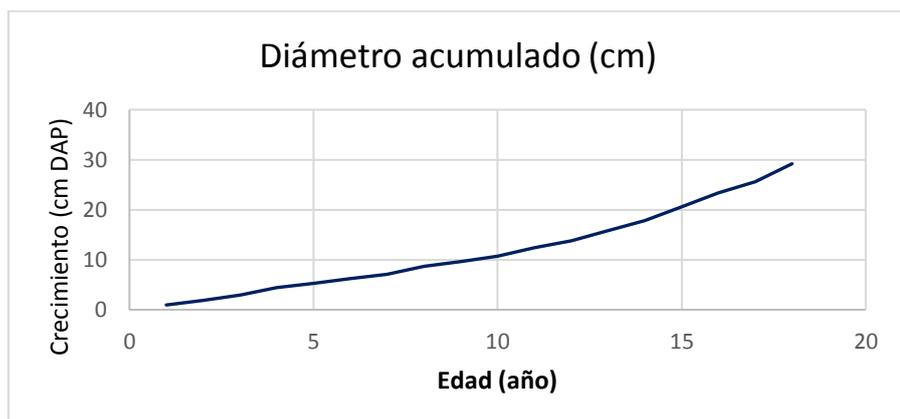
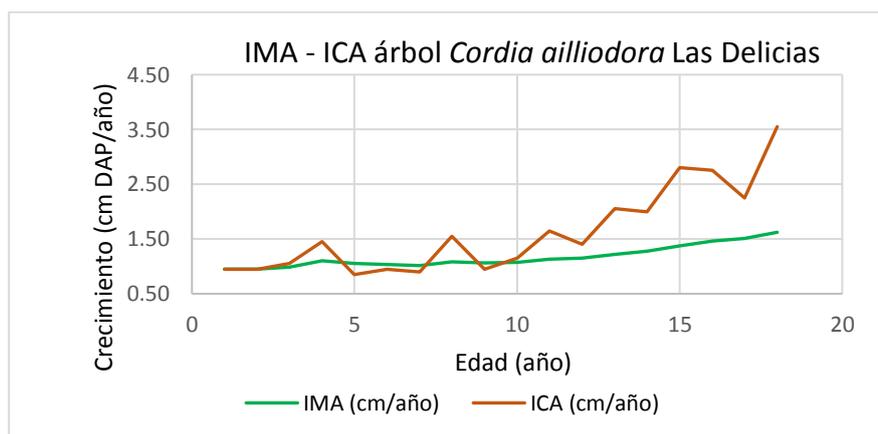
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>General: ¿Cuál es la influencia de la altitud en el crecimiento y propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken en Jaén 2023?</p>	<p>General: Determinar la influencia de la altitud en el crecimiento y propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken en Jaén 2023.</p> <p>Específicos: Medir el crecimiento de los árboles de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken a diferentes altitudes, utilizando técnicas dendrocronológicas. Determinar las propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken proveniente de diferentes altitudes Establecer la relación entre la altitud y el crecimiento de los árboles de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken. Establecer la relación entre la altitud y las propiedades físicas de la madera de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.</p>	<p>General: La altitud influye en una relación inversa con el crecimiento de los árboles de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken, y directa con las propiedades físicas de su <i>madera</i>.</p>	<p>Independiente Altitud.</p> <p>Dependientes Crecimiento Propiedades físicas</p>	<p>Tipo de investigación Aplicada, descriptiva correlativa. Población Plantaciones agroforestales de la COOP Sol&Café. Muestra Número de árboles según NTP 251.008 Técnica Observación directa Instrumentos Fichas guía de recolección de datos según NTP.</p>

Anexo 2. Resultado del procesamiento dendrocronológicos

Anexo 2.1. Resultado de muestras obtenidas en el sector Las Delicias

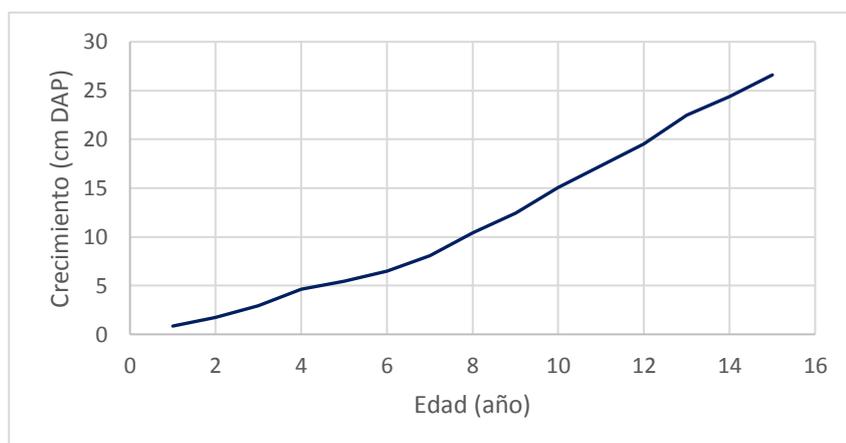
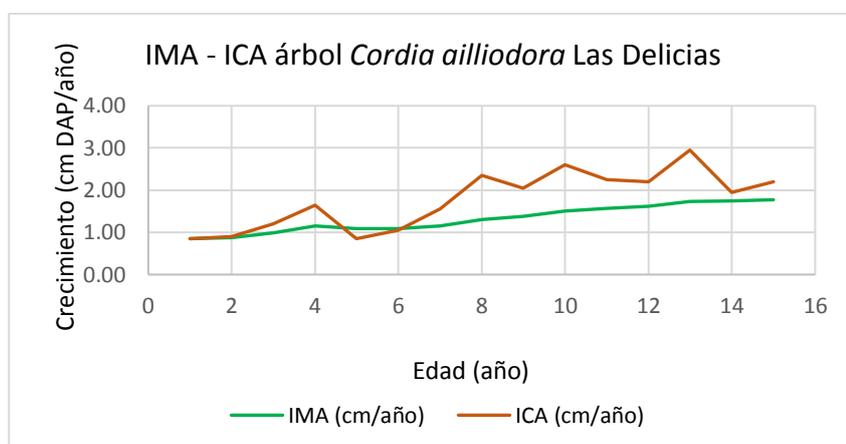
Datos dendrocronológicos del árbol 01

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2006	5	4	5	5	4,75	0,95	0,95	0,95	0,95
2	2007	5	5	5	4	4,75	0,95	1,9	0,95	0,95
3	2008	5	7	4	5	5,25	1,05	2,95	0,98	1,05
4	2009	6	10	6	7	7,25	1,45	4,4	1,10	1,45
5	2010	3	6	4	4	4,25	0,85	5,25	1,05	0,85
6	2011	5	3	5	6	4,75	0,95	6,2	1,03	0,95
7	2012	5	3	5	5	4,5	0,9	7,1	1,01	0,9
8	2013	11	7	8	5	7,75	1,55	8,65	1,08	1,55
9	2014	6	6	4	3	4,75	0,95	9,6	1,07	0,95
10	2015	8	3	8	4	5,75	1,15	10,75	1,08	1,15
11	2016	16	4	8	5	8,25	1,65	12,4	1,13	1,65
12	2017	8	4	7	9	7	1,4	13,8	1,15	1,4
13	2018	12	4	13	12	10,25	2,05	15,85	1,22	2,05
14	2019	8	10	10	12	10	2	17,85	1,28	2
15	2020	22	13	12	9	14	2,8	20,65	1,38	2,8
16	2021	21	7	7	20	13,75	2,75	23,4	1,46	2,75
17	2022	20	4	12	9	11,25	2,25	25,65	1,51	2,25
18	2023	25	7	13	26	17,75	3,55	29,2	1,62	3,55
TOTAL		191	107	136	150	146	29,2			



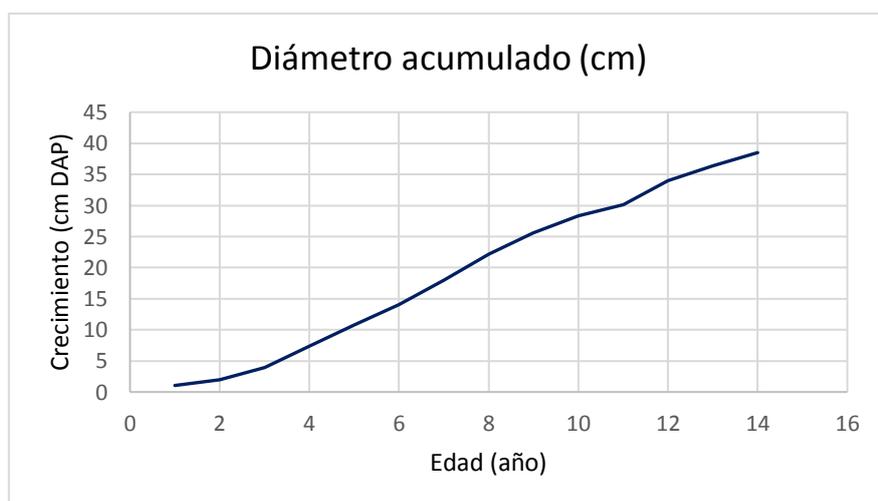
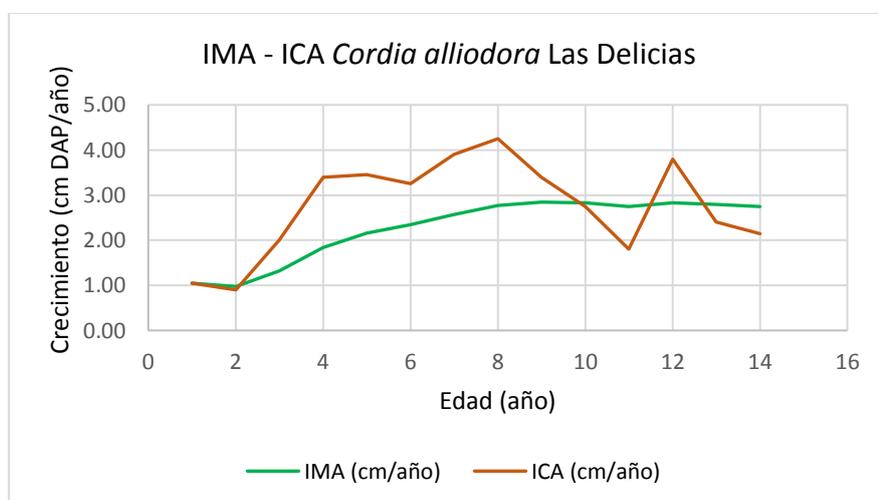
Datos dendrocronológicos del árbol 02

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2009	4	3	6	4	4,25	0,85	0,85	0,85	0,85
2	2010	5	4	4	5	4,5	0,9	1,75	0,88	0,9
3	2011	6	6	6	6	6	1,2	2,95	0,98	1,2
4	2012	8	7	9	9	8,25	1,65	4,6	1,15	1,65
5	2013	3	5	5	4	4,25	0,85	5,45	1,09	0,85
6	2014	6	5	5	5	5,25	1,05	6,5	1,08	1,05
7	2015	7	9	7	8	7,75	1,55	8,05	1,15	1,55
8	2016	9	14	9	15	11,75	2,35	10,4	1,30	2,35
9	2017	13	9	11	8	10,25	2,05	12,45	1,38	2,05
10	2018	9	14	17	12	13	2,6	15,05	1,51	2,6
11	2019	7	13	11	14	11,25	2,25	17,3	1,57	2,25
12	2020	4	13	15	12	11	2,2	19,5	1,63	2,2
13	2021	8	19	16	16	14,75	2,95	22,45	1,73	2,95
14	2022	5	18	8	8	9,75	1,95	24,4	1,74	1,95
15	2023	6	20	10	8	11	2,2	26,6	1,77	2,2
Total		108	185	153	152	149,5				



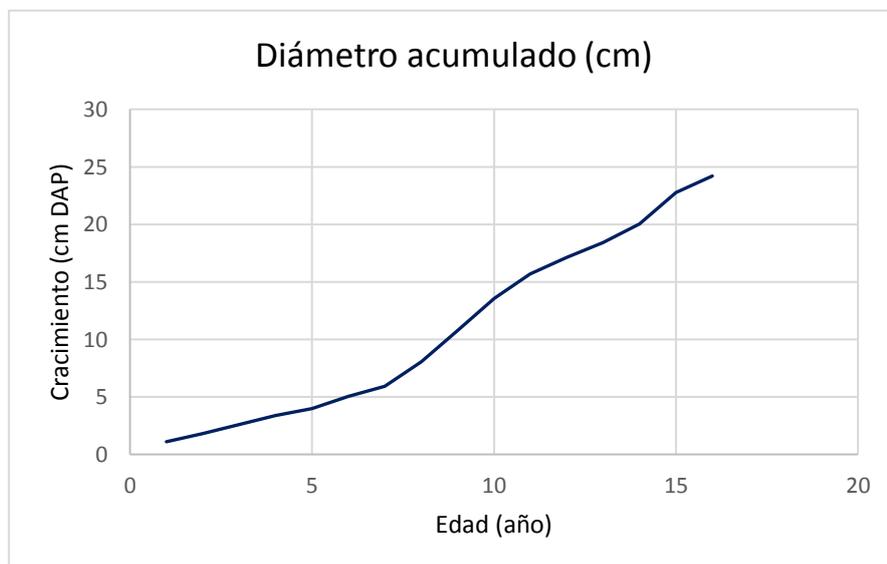
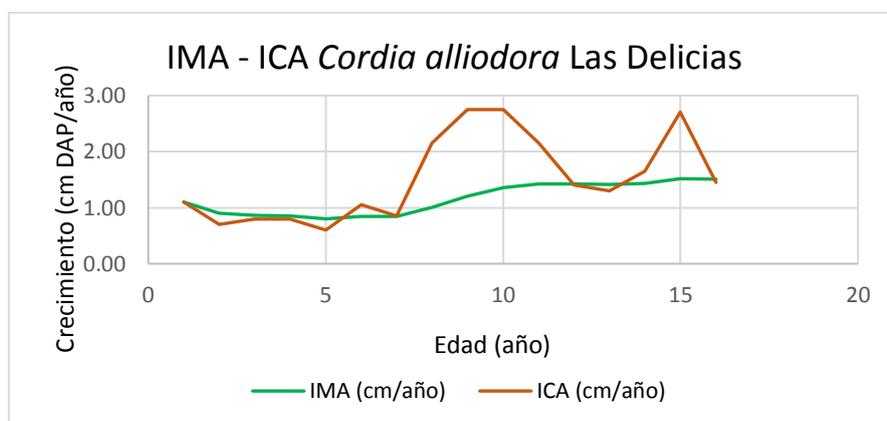
Datos dendrocronológicos del árbol 03

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2010	5	5	5	6	5,25	1,05	1,05	1,05	1,05
2	2011	5	4	4	5	4,5	0,9	1,95	0,98	0,9
3	2012	14	5	12	9	10	2	3,95	1,32	2
4	2013	21	13	17	17	17	3,4	7,35	1,84	3,4
5	2014	22	14	16	17	17,25	3,45	10,8	2,16	3,45
6	2015	17	14	18	16	16,25	3,25	14,05	2,34	3,25
7	2016	22	18	20	18	19,5	3,9	17,95	2,56	3,9
8	2017	25	18	24	18	21,25	4,25	22,2	2,78	4,25
9	2018	21	12	21	14	17	3,4	25,6	2,84	3,4
10	2019	15	10	17	13	13,75	2,75	28,35	2,84	2,75
11	2020	13	6	9	8	9	1,8	30,15	2,74	1,8
12	2021	30	10	11	25	19	3,8	33,95	2,83	3,8
13	2022	18	5	13	12	12	2,4	36,35	2,80	2,4
14	2023	17	6	10	10	10,75	2,15	38,5	2,75	2,15
Total		268	146	208	209	207,75				



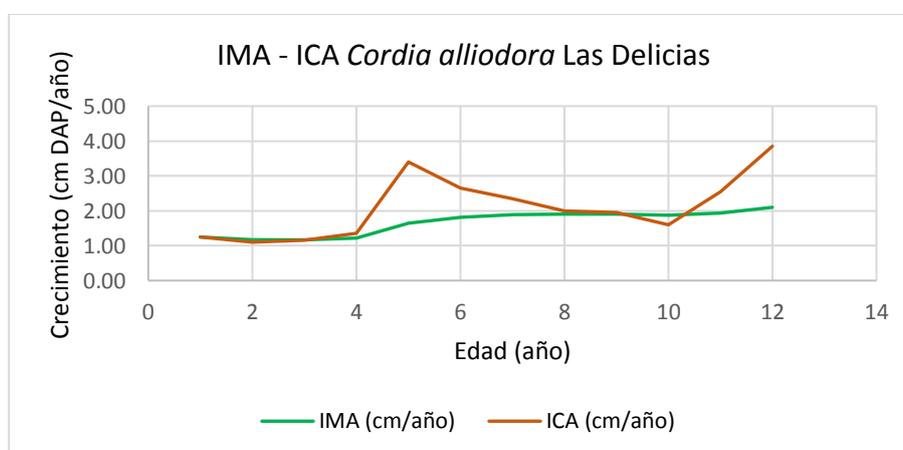
Datos dendrocronológicos del árbol 04

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2008	6	5	7	4	5,5	1,1	1,1	1,10	1,1
2	2009	4	4	3	3	3,5	0,7	1,8	0,90	0,7
3	2010	4	4	5	3	4	0,8	2,6	0,87	0,8
4	2011	6	2	3	5	4	0,8	3,4	0,85	0,8
5	2012	4	2	3	3	3	0,6	4	0,80	0,6
6	2013	8	4	6	3	5,25	1,05	5,05	0,84	1,05
7	2014	6	2	6	3	4,25	0,85	5,9	0,84	0,85
8	2015	13	7	12	11	10,75	2,15	8,05	1,01	2,15
9	2016	14	11	14	16	13,75	2,75	10,8	1,20	2,75
10	2017	16	9	14	16	13,75	2,75	13,55	1,36	2,75
11	2018	10	8	11	14	10,75	2,15	15,7	1,43	2,15
12	2019	9	5	8	6	7	1,4	17,1	1,43	1,4
13	2020	6	4	5	11	6,5	1,3	18,4	1,42	1,3
14	2021	7	4	11	11	8,25	1,65	20,05	1,43	1,65
15	2022	22	4	22	6	13,5	2,7	22,75	1,52	2,7
16	2023	9	4	11	5	7,25	1,45	24,2	1,51	1,45
Total		150	83	149	124	126,5				



Datos dendrocronológicos del árbol 05

Edad	Año	Radios				Rx	Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4					
1	2012	8	7	4	6	6,25	1,25	1,25	1,25	1,25
2	2013	7	6	4	5	5,5	1,1	2,35	1,18	1,1
3	2014	6	9	5	3	5,75	1,15	3,5	1,17	1,15
4	2015	10	8	3	6	6,75	1,35	4,85	1,21	1,35
5	2016	26	21	3	18	17	3,4	8,25	1,65	3,4
6	2017	18	16	4	15	13,25	2,65	10,9	1,82	2,65
7	2018	20	15	3	9	11,75	2,35	13,25	1,89	2,35
8	2019	15	12	3	10	10	2	15,25	1,91	2
9	2020	15	11	2	11	9,75	1,95	17,2	1,91	1,95
10	2021	14	6	2	10	8	1,6	18,8	1,88	1,6
11	2022	27	13	2	9	12,75	2,55	21,35	1,94	2,55
12	2023	44	13	2	18	19,25	3,85	25,2	2,10	3,85
Total		244	151	40	140	143,75				



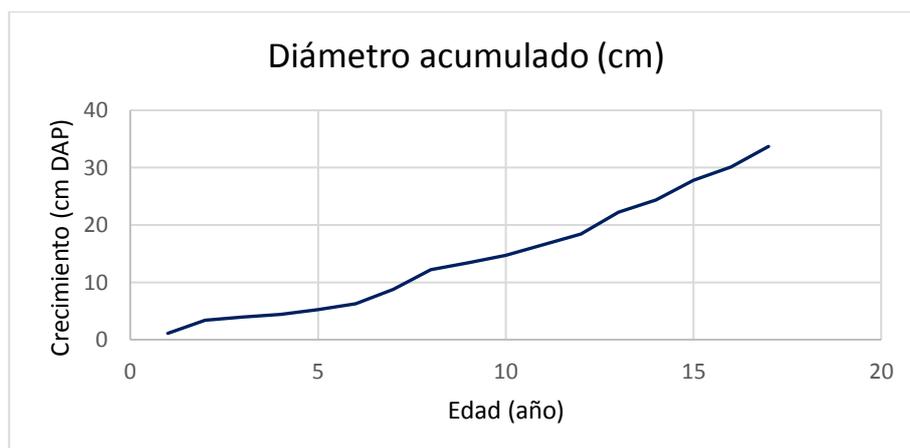
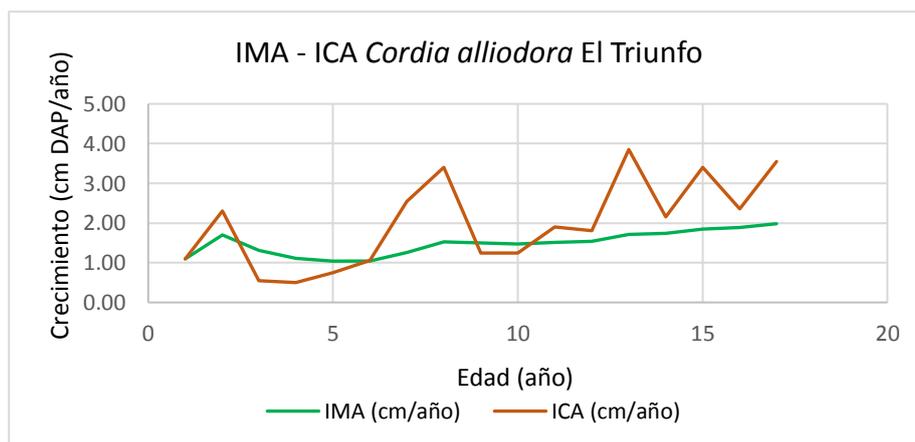
Consolidado diámetro promedio de los árboles del sector Las Delicias

Edad	AÑO	Diámetro promedio de arboles					Dx	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		D1	D2	D3	D4	D5				
1	2006	0,95	0,85	1,05	1,10	1,25	1,04	1,04	1,04	1,04
2	2007	1,90	1,75	1,95	1,80	2,35	1,95	1,95	0,98	0,91
3	2008	2,95	2,95	3,95	2,60	3,5	3,19	3,19	1,06	1,24
4	2009	4,40	4,60	7,35	3,40	4,85	4,92	4,92	1,23	1,73
5	2010	5,25	5,45	10,80	4,00	8,25	6,75	6,75	1,35	1,83
6	2011	6,20	6,50	14,05	5,05	10,9	8,54	8,54	1,42	1,79
7	2012	7,10	8,05	17,95	5,90	13,25	10,45	10,45	1,49	1,91
8	2013	8,65	10,40	22,20	8,05	15,25	12,91	12,91	1,61	2,46
9	2014	9,60	12,45	25,60	10,80	17,2	15,13	15,13	1,68	2,22
10	2015	10,75	15,05	28,35	13,55	18,8	17,30	17,30	1,73	2,17
11	2016	12,40	17,30	30,15	15,70	21,35	19,38	19,38	1,76	2,08
12	2017	13,80	19,50	33,95	17,10	25,2	21,91	21,91	1,83	2,53
13	2018	15,85	22,45	36,35	18,40		23,26	23,26	1,79	1,35
14	2019	17,85	24,40	38,50	20,05		25,20	25,20	1,80	1,94
15	2020	20,65	45,05		22,75		29,48	29,48	1,97	4,28
16	2021	23,40			24,20		23,80	23,80	1,49	-5,68
17	2022	25,65					25,65	25,65	1,51	1,85
18	2023	29,20					29,20	29,20	1,62	3,55
TOTAL										1,80

Anexos 2.2. Resultado de las muestras obtenidas en el sector El Triunfo

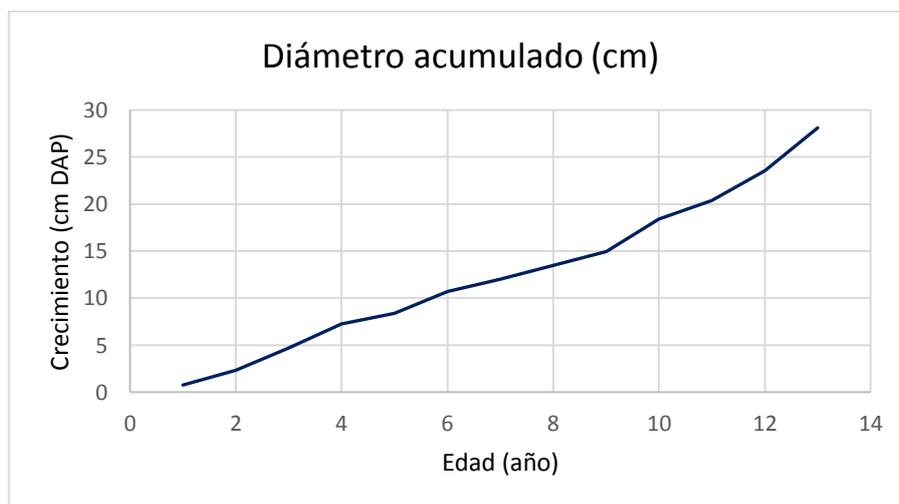
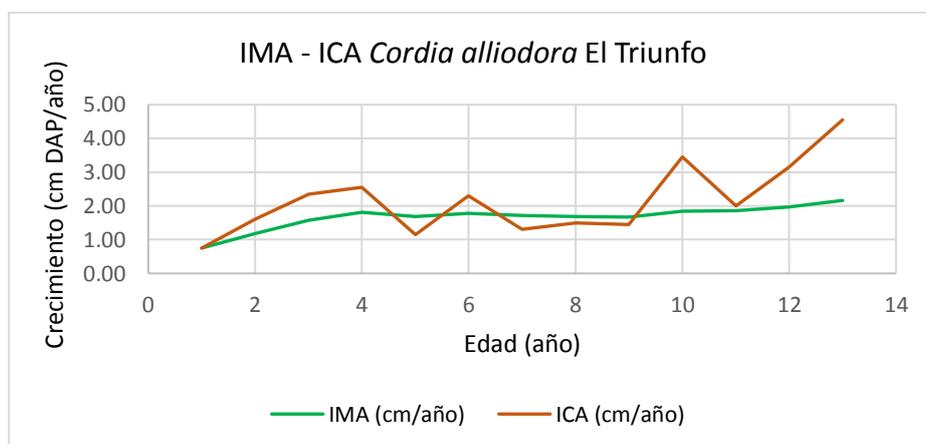
Datos dendrocronológicos del árbol 01

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2007	6	4	5	7	5,5	1,1	1,1	1,10	1,1
2	2008	15	12	9	10	11,5	2,3	3,4	1,70	2,3
3	2009	3	3	3	2	2,75	0,55	3,95	1,32	0,55
4	2010	2	2	3	3	2,5	0,5	4,45	1,11	0,5
5	2011	5	3	3	4	3,75	0,75	5,2	1,04	0,75
6	2012	8	4	4	5	5,25	1,05	6,25	1,04	1,05
7	2013	15	13	12	11	12,75	2,55	8,8	1,26	2,55
8	2014	20	14	18	16	17	3,4	12,2	1,53	3,4
9	2015	6	5	7	7	6,25	1,25	13,45	1,49	1,25
10	2016	10	5	5	5	6,25	1,25	14,7	1,47	1,25
11	2017	12	7	11	8	9,5	1,9	16,6	1,51	1,9
12	2018	11	6	12	7	9	1,8	18,4	1,53	1,8
13	2019	23	17	19	18	19,25	3,85	22,25	1,71	3,85
14	2020	14	5	15	9	10,75	2,15	24,4	1,74	2,15
15	2021	18	14	23	13	17	3,4	27,8	1,85	3,4
16	2022	12	11	11	13	11,75	2,35	30,15	1,88	2,35
17	2023	27	9	20	15	17,75	3,55	33,7	1,98	3,55
TOTAL		230	142	201	170	185,75				



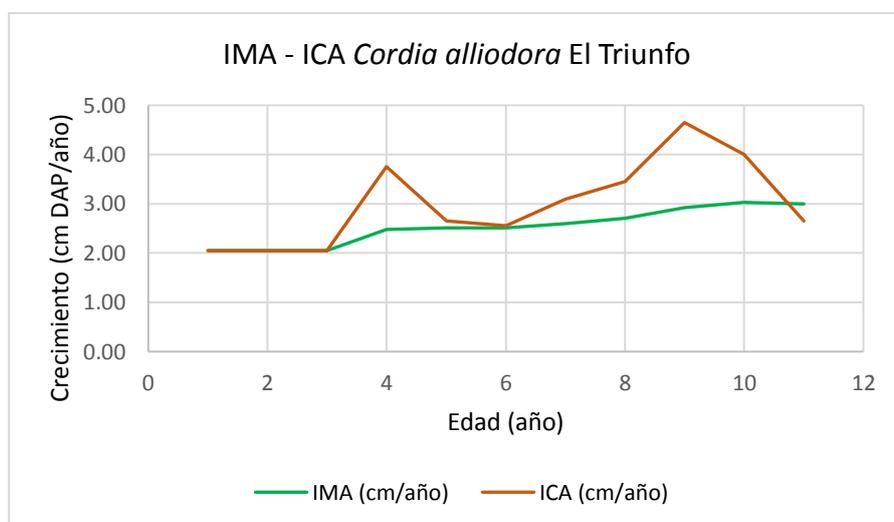
Datos dendrocronológicos del árbol 02

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2011	4	4	3	4	3,75	0,75	0,75	0,75	0,75
2	2012	9	6	7	10	8	1,6	2,35	1,18	1,6
3	2013	11	13	13	10	11,75	2,35	4,7	1,57	2,35
4	2014	12	10	12	17	12,75	2,55	7,25	1,81	2,55
5	2015	8	5	5	5	5,75	1,15	8,4	1,68	1,15
6	2016	13	8	9	16	11,5	2,3	10,7	1,78	2,3
7	2017	8	5	5	8	6,5	1,3	12	1,71	1,3
8	2018	10	5	6	9	7,5	1,5	13,5	1,69	1,5
9	2019	10	5	5	9	7,25	1,45	14,95	1,66	1,45
10	2020	31	5	9	24	17,25	3,45	18,4	1,84	3,45
11	2021	19	2	5	14	10	2	20,4	1,85	2
12	2022	28	3	12	20	15,75	3,15	23,55	1,96	3,15
13	2023	41	12	9	29	22,75	4,55	28,1	2,16	4,55
TOTAL		403	92	107	281	220,75				



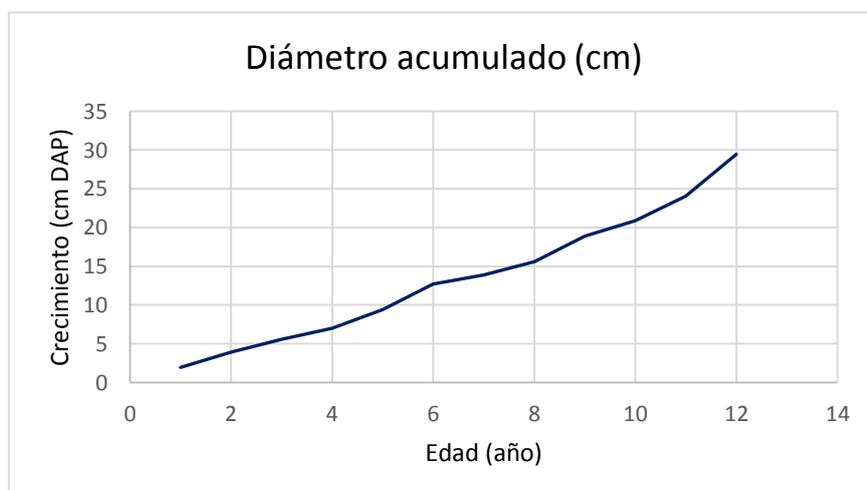
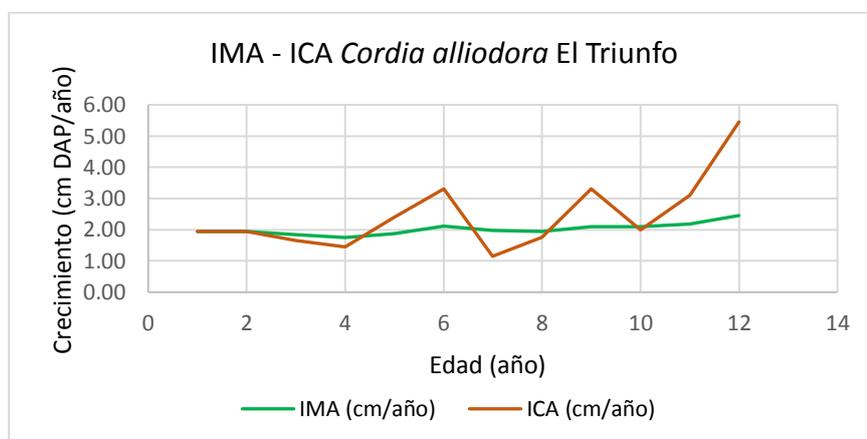
Datos dendrocronológicos del árbol 03

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2013	12	10	9	10	10,25	2,05	2,05	2,05	2,05
2	2014	7	10	14	10	10,25	2,05	4,1	2,05	2,05
3	2015	10	11	10	10	10,25	2,05	6,15	2,05	2,05
4	2016	17	17	21	20	18,75	3,75	9,9	2,48	3,75
5	2017	9	11	16	17	13,25	2,65	12,55	2,51	2,65
6	2018	4	9	23	15	12,75	2,55	15,1	2,52	2,55
7	2019	3	15	22	22	15,5	3,1	18,2	2,60	3,1
8	2020	13	22	19	15	17,25	3,45	21,65	2,71	3,45
9	2021	24	12	31	26	23,25	4,65	26,3	2,92	4,65
10	2022	18	20	26	16	20	4	30,3	3,03	4
11	2023	13	10	20	10	13,25	2,65	32,95	3,00	2,65
TOTAL		167	227	319	200	228,25				



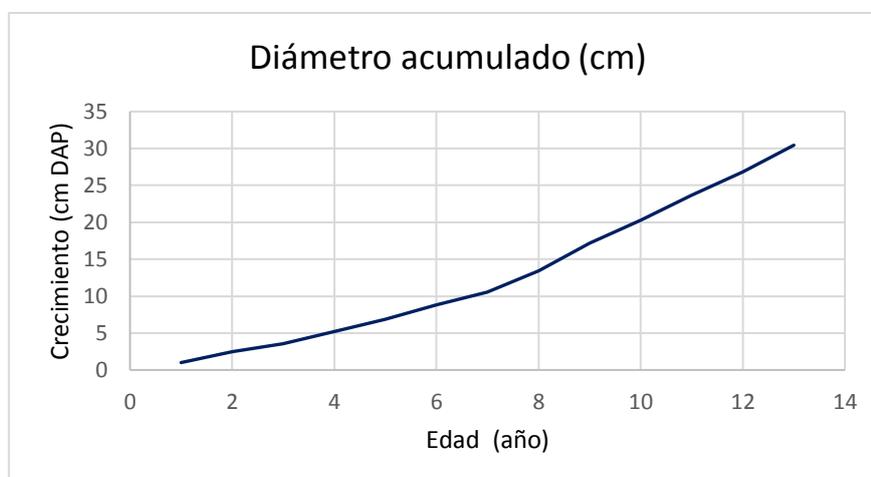
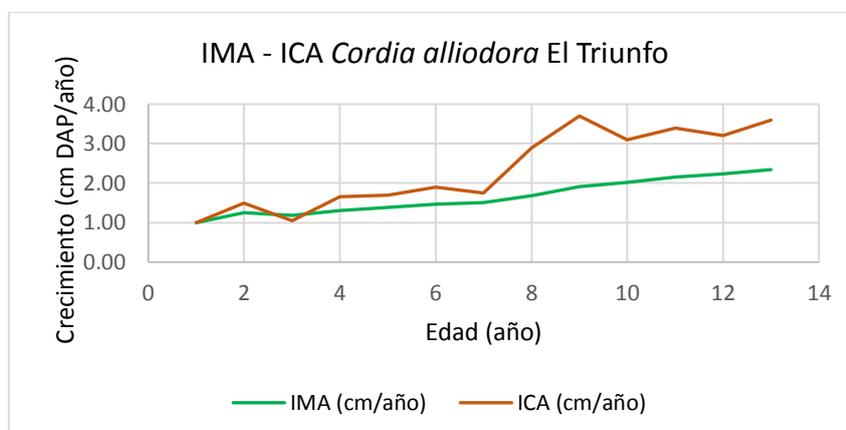
Datos dendrocronológicos del árbol 04

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2012	9	11	12	7	9,75	1,95	1,95	1,95	1,95
2	2013	11	9	8	11	9,75	1,95	3,9	1,95	1,95
3	2014	5	11	11	6	8,25	1,65	5,55	1,85	1,65
4	2015	4	9	10	6	7,25	1,45	7	1,75	1,45
5	2016	12	13	11	12	12	2,4	9,4	1,88	2,4
6	2017	21	13	15	17	16,5	3,3	12,7	2,12	3,3
7	2018	6	7	6	4	5,75	1,15	13,85	1,98	1,15
8	2019	7	15	6	7	8,75	1,75	15,6	1,95	1,75
9	2020	14	22	17	13	16,5	3,3	18,9	2,10	3,3
10	2021	10	10	8	12	10	2	20,9	2,09	2
11	2022	19	17	16	10	15,5	3,1	24	2,18	3,1
12	2023	36	28	15	30	27,25	5,45	29,45	2,45	5,45
TOTAL		217	234	150	152	188,25				



Datos dendrocronológicos del árbol 05

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2011	5	5	4	6	5	1	1	1,00	1
2	2012	6	6	9	9	7,5	1,5	2,5	1,25	1,5
3	2013	8	4	4	5	5,25	1,05	3,55	1,18	1,05
4	2014	9	9	7	8	8,25	1,65	5,2	1,30	1,65
5	2015	7	14	6	7	8,5	1,7	6,9	1,38	1,7
6	2016	10	10	8	10	9,5	1,9	8,8	1,47	1,9
7	2017	10	12	4	9	8,75	1,75	10,55	1,51	1,75
8	2018	14	25	7	12	14,5	2,9	13,45	1,68	2,9
9	2019	25	27	7	15	18,5	3,7	17,15	1,91	3,7
10	2020	26	13	4	19	15,5	3,1	20,25	2,03	3,1
11	2021	25	14	7	22	17	3,4	23,65	2,15	3,4
12	2022	18	27	8	11	16	3,2	26,85	2,24	3,2
13	2023	28	21	5	18	18	3,6	30,45	2,34	3,6
TOTAL		301	247	83	238	217,25				



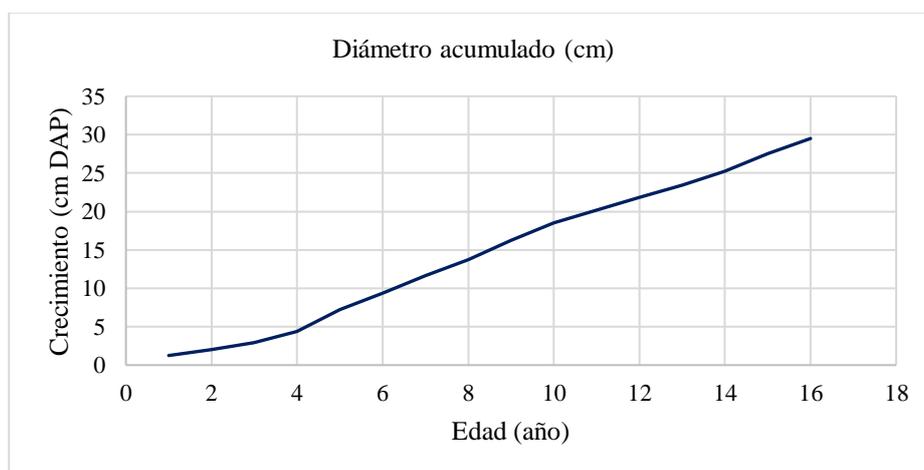
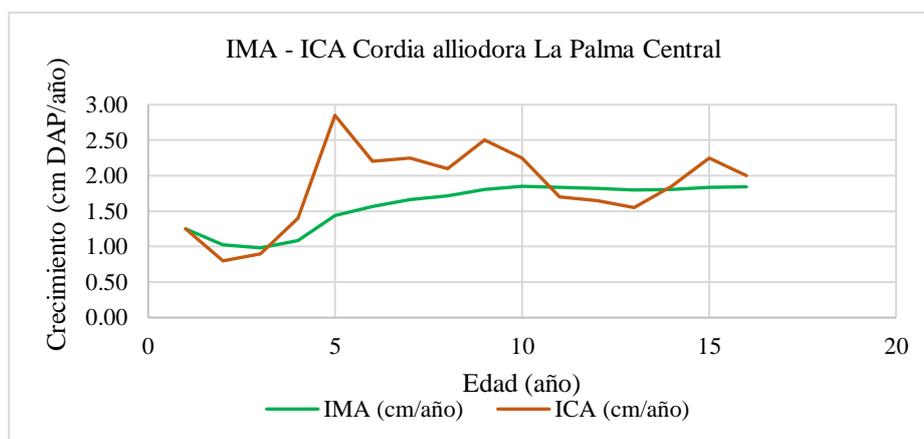
Consolidado diámetro promedio de los árboles del sector El Triunfo.

Edad	Año	Diámetro promedio de arboles					Dx	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm0000/año)
		B18	A17	A02	B18	A07				
1	2007	1,10	0,75	2,05	1,95	1,00	1,37	1,37	1,37	1,37
2	2008	3,40	2,35	4,10	3,90	2,50	3,25	3,25	1,63	1,88
3	2009	3,95	4,70	6,15	5,55	3,55	4,78	4,78	1,59	1,53
4	2010	4,45	7,25	9,90	7,00	5,20	6,76	6,76	1,69	1,98
5	2011	5,20	8,40	12,55	9,40	6,90	8,49	8,49	1,70	1,73
6	2012	6,25	10,70	15,10	12,70	8,80	10,71	10,71	1,79	2,22
7	2013	8,80	12,00	18,20	13,85	10,55	12,68	12,68	1,81	1,97
8	2014	12,20	13,50	21,65	15,60	13,45	15,28	15,28	1,91	2,60
9	2015	13,45	14,95	26,30	18,90	17,15	18,15	18,15	2,02	2,87
10	2016	14,70	18,40	30,30	20,90	20,25	20,91	20,91	2,09	2,76
11	2017	16,60	20,40	32,95	24,00	23,65	23,52	23,52	2,14	2,61
12	2018	18,40	23,55		29,45	26,85	24,56	24,56	2,05	1,04
13	2019	22,25	28,10			30,45	26,93	26,93	2,07	2,37
14	2020	24,40					24,40	24,40	1,74	-2,53
15	2021	27,80					27,80	27,80	1,85	3,40
16	2022	30,15					30,15	30,15	1,88	2,35
17	2023	33,70					33,70	33,70	1,98	3,55
Total										2,14

Anexos 2.3. Resultado de las muestras obtenidas en el sector La Palma Central

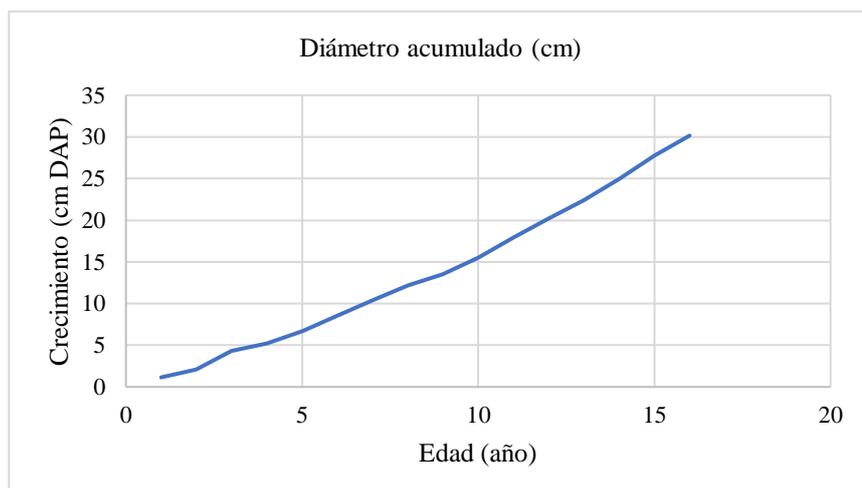
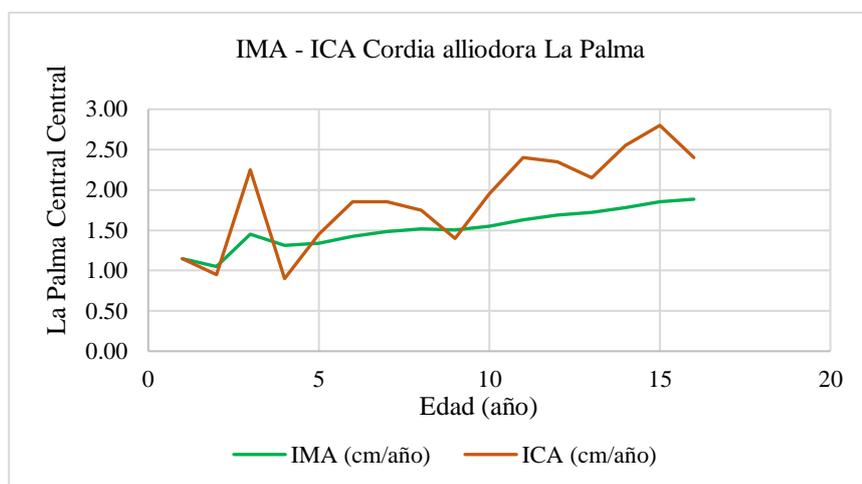
Datos dendrocronológicos del árbol 01

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2008	7	6	5	7	6,25	1,25	1,25	1,25	1,25
2	2009	5	3	4	4	4,00	0,80	2,05	1,03	0,80
3	2010	5	6	3	4	4,50	0,90	2,95	0,98	0,90
4	2011	8	6	5	9	7,00	1,40	4,35	1,09	1,40
5	2012	19	10	10	18	14,25	2,85	7,20	1,44	2,85
6	2013	12	7	10	15	11,00	2,20	9,40	1,57	2,20
7	2014	16	9	7	13	11,25	2,25	11,65	1,66	2,25
8	2015	10	11	8	13	10,50	2,10	13,75	1,72	2,10
9	2016	17	13	7	13	12,50	2,50	16,25	1,81	2,50
10	2017	15	16	7	7	11,25	2,25	18,50	1,85	2,25
11	2018	11	10	6	7	8,50	1,70	20,20	1,84	1,70
12	2019	11	9	6	7	8,25	1,65	21,85	1,82	1,65
13	2020	10	9	6	6	7,75	1,55	23,40	1,80	1,55
14	2021	15	10	6	6	9,25	1,85	25,25	1,80	1,85
15	2022	17	12	8	8	11,25	2,25	27,50	1,83	2,25
16	2023	15	10	9	6	10,00	2,00	29,50	1,84	2,00
TOTAL		202	152	113	145	153,00				



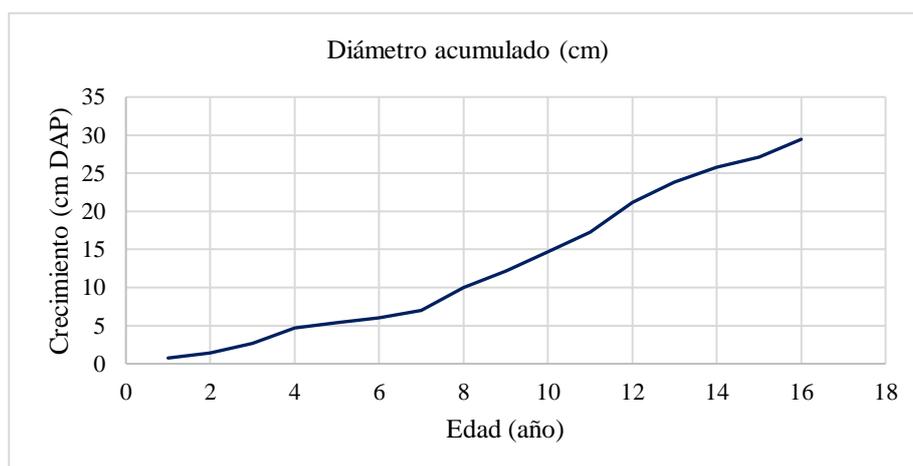
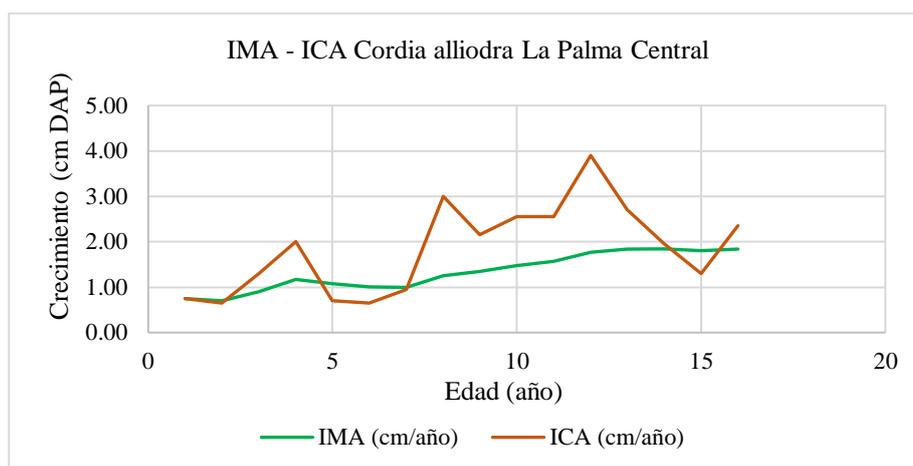
Datos dendrocronológicos del árbol 02

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2008	6	6	5	6	5,75	1,15	1,15	1,15	1,15
2	2009	5	5	5	4	4,75	0,95	2,10	1,05	0,95
3	2010	9	9	16	11	11,25	2,25	4,35	1,45	2,25
4	2011	4	5	4	5	4,5	0,90	5,25	1,31	0,90
5	2012	6	8	10	5	7,25	1,45	6,70	1,34	1,45
6	2013	9	9	9	10	9,25	1,85	8,55	1,43	1,85
7	2014	13	9	6	9	9,25	1,85	10,40	1,49	1,85
8	2015	10	12	7	6	8,75	1,75	12,15	1,52	1,75
9	2016	8	9	6	5	7,00	1,40	13,55	1,51	1,40
10	2017	10	12	8	9	9,75	1,95	15,50	1,55	1,95
11	2018	14	14	9	11	12,00	2,40	17,90	1,63	2,40
12	2019	11	11	11	14	11,75	2,35	20,25	1,69	2,35
13	2020	14	11	8	10	10,75	2,15	22,40	1,72	2,15
14	2021	14	14	9	14	12,75	2,55	24,95	1,78	2,55
15	2022	14	16	12	14	14,00	2,80	27,75	1,85	2,80
16	2023	11	15	9	13	12,00	2,40	30,15	1,88	2,40
TOTAL		165	170	170	154	157,50				



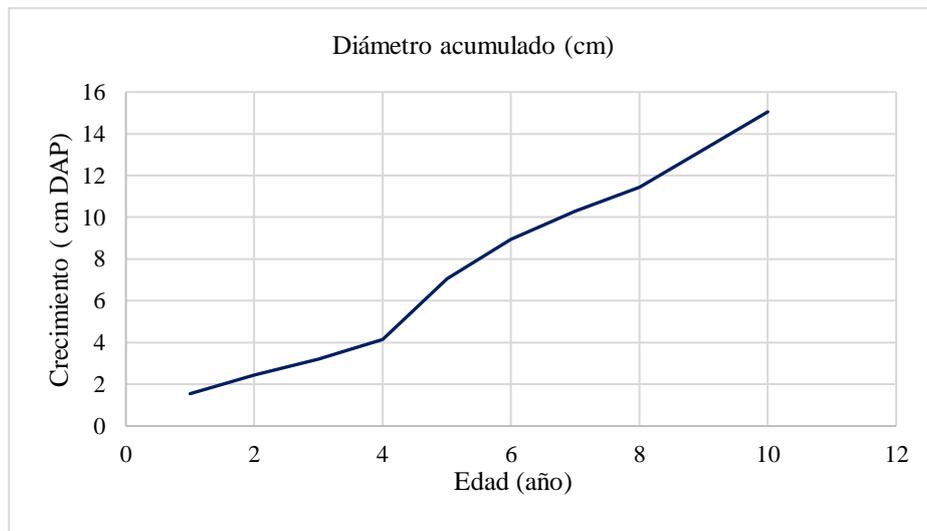
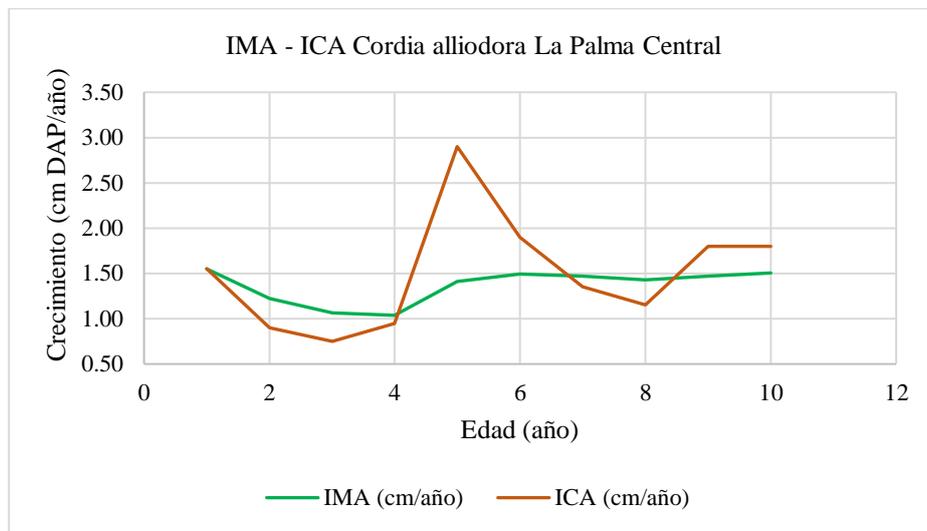
Datos dendrocronológicos del árbol 03

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2008	4	4	4	3	3,75	0,75	0,75	0,75	0,75
2	2009	4	3	3	3	3,25	0,65	1,40	0,70	0,65
3	2010	7	5	8	6	6,50	1,30	2,70	0,90	1,30
4	2011	6	10	13	11	10,00	2,00	4,70	1,18	2,00
5	2012	3	4	4	3	3,50	0,70	5,40	1,08	0,70
6	2013	2	4	4	3	3,25	0,65	6,05	1,01	0,65
7	2014	9	3	4	3	4,75	0,95	7,00	1,00	0,95
8	2015	14	16	16	14	15,00	3,00	10,00	1,25	3,00
9	2016	13	12	10	8	10,75	2,15	12,15	1,35	2,15
10	2017	19	12	11	9	12,75	2,55	14,70	1,47	2,55
11	2018	14	12	13	12	12,75	2,55	17,25	1,57	2,55
12	2019	26	17	20	15	19,50	3,90	21,15	1,76	3,90
13	2020	13	12	14	15	13,50	2,70	23,85	1,83	2,70
14	2021	8	11	9	11	9,75	1,95	25,80	1,84	1,95
15	2022	9	5	6	6	6,50	1,30	27,10	1,81	1,30
16	2023	6	6	16	19	11,75	2,35	29,45	1,84	2,35
TOTAL		162	139	159	151	152,75				



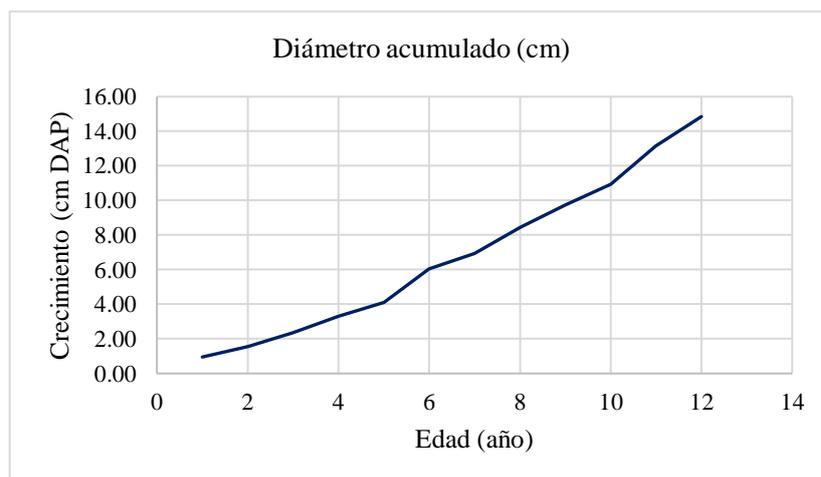
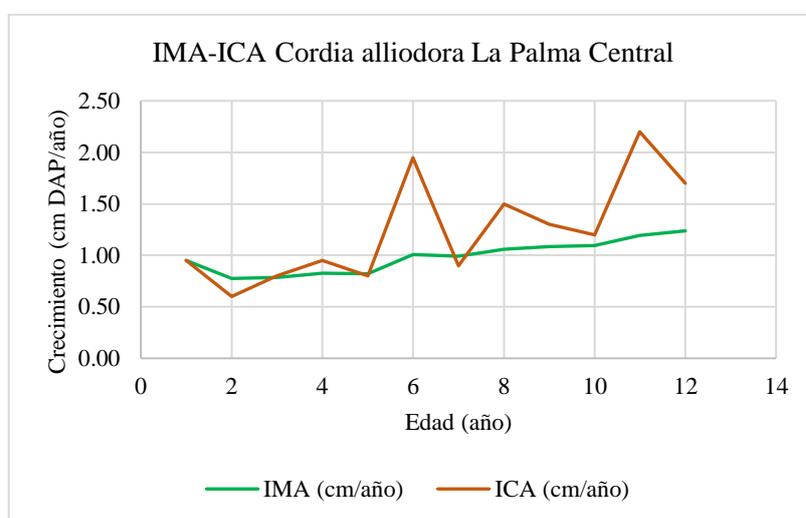
Datos dendrocronológicos del árbol 04

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2014	8	8	8	7	7,75	1,55	1,55	1,55	1,55
2	2015	5	4	5	4	4,50	0,90	2,45	1,23	0,90
3	2016	4	4	3	4	3,75	0,75	3,20	1,07	0,75
4	2017	5	4	5	5	4,75	0,95	4,15	1,04	0,95
5	2018	14	17	10	17	14,50	2,90	7,05	1,41	2,90
6	2019	11	9	8	10	9,50	1,90	8,95	1,49	1,90
7	2020	8	5	6	8	6,75	1,35	10,30	1,47	1,35
8	2021	9	4	5	5	5,75	1,15	11,45	1,43	1,15
9	2022	18	5	5	8	9,00	1,80	13,25	1,47	1,80
10	2023	16	5	6	9	9,00	1,80	15,05	1,51	1,80
TOTAL		120	71	72	87	87,50				



Datos dendrocronológicos del árbol 05

Edad	AÑO	RADIOS					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2012	5	5	5	4	4.75	0.95	0.95	0.95	0.95
2	2013	3	3	3	3	3.00	0.60	1.55	0.78	0.60
3	2014	6	3	4	3	4.00	0.80	2.35	0.78	0.80
4	2015	4	7	3	5	4.75	0.95	3.30	0.83	0.95
5	2016	3	4	5	4	4.00	0.80	4.10	0.82	0.80
6	2017	7	8	9	15	9.75	1.95	6.05	1.01	1.95
7	2018	6	4	5	3	4.50	0.90	6.95	0.99	0.90
8	2019	5	6	11	8	7.50	1.50	8.45	1.06	1.50
9	2020	4	8	10	4	6.50	1.30	9.75	1.08	1.30
10	2021	5	8	6	5	6.00	1.20	10.95	1.10	1.20
11	2022	7	12	18	7	11.00	2.20	13.15	1.20	2.20
12	2023	7	10	11	6	8.50	1.70	14.85	1.24	1.70
TOTAL		72	94	115	71	88.00				



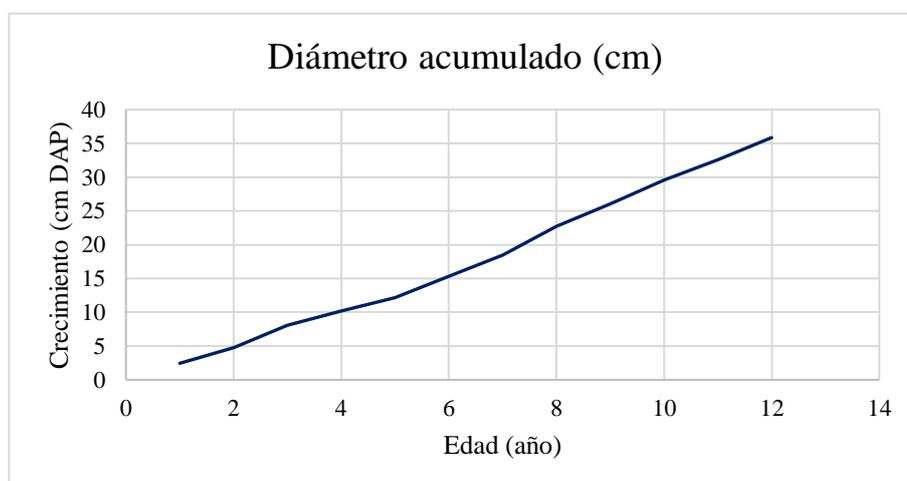
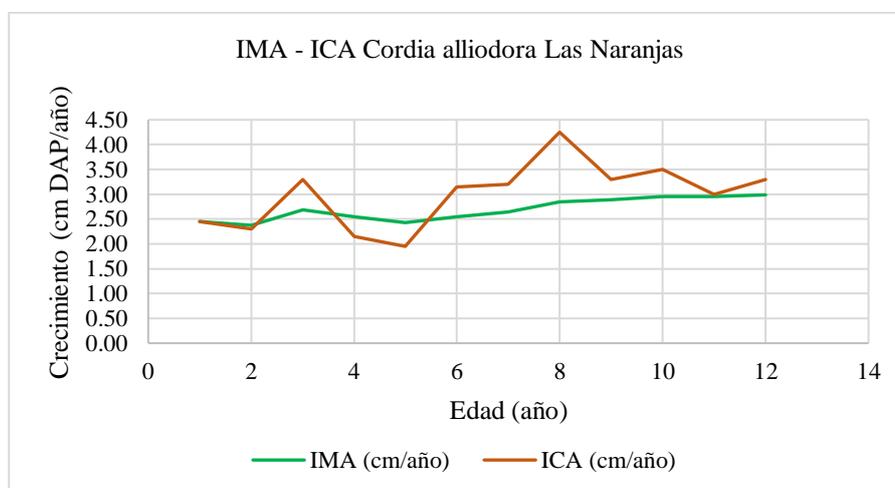
Consolidado diámetro promedio de los árboles del sector La Palma Central.

Edad	Año	Diámetro promedio de arboles					Dx	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		P05	E29	E27	B24	P05				
1	2008	0,95	1,25	1,15	0,75	1,55	1,13	1,13	1,13	1,13
2	2009	1,55	2,05	2,10	1,40	2,45	1,91	1,91	0,96	0,78
3	2010	2,35	2,95	4,35	2,70	3,20	3,11	3,11	1,04	1,20
4	2011	3,30	4,35	5,25	4,70	4,15	4,35	4,35	1,09	1,24
5	2012	4,10	7,20	6,70	5,40	7,05	6,09	6,09	1,22	1,74
6	2013	6,05	9,40	8,55	6,05	8,95	7,80	7,80	1,30	1,71
7	2014	6,95	11,65	10,40	7,00	10,30	9,26	9,26	1,32	1,46
8	2015	8,45	13,75	12,15	10,00	11,45	11,16	11,16	1,40	1,90
9	2016	9,75	16,25	13,55	12,15	13,25	12,99	12,99	1,44	1,83
10	2017	10,95	18,50	15,50	14,70	15,05	14,94	14,94	1,49	1,95
11	2018	13,15	20,20	17,90	17,25		17,13	17,13	1,56	2,19
12	2019	14,85	21,85	20,25	21,15		19,53	19,53	1,63	2,40
13	2020		23,40	22,40	23,85		23,22	23,22	1,79	3,69
14	2021		25,25	24,95	25,80		25,33	25,33	1,81	2,12
15	2022		27,50	27,75	27,10		27,45	27,45	1,83	2,12
16	2023		29,50	30,15	29,45		29,70	29,70	1,86	2,25
Total										1,81

Anexos 2.4. Resultado de las muestras obtenidas en el sector Las naranjas

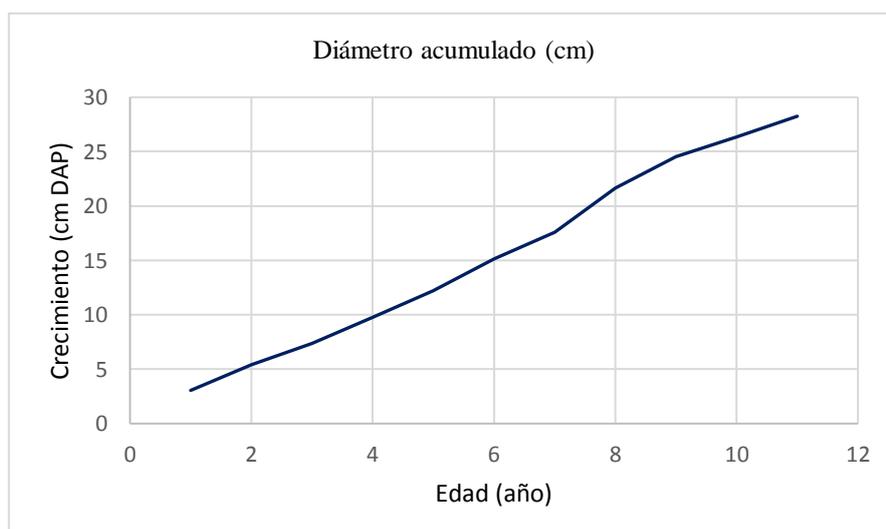
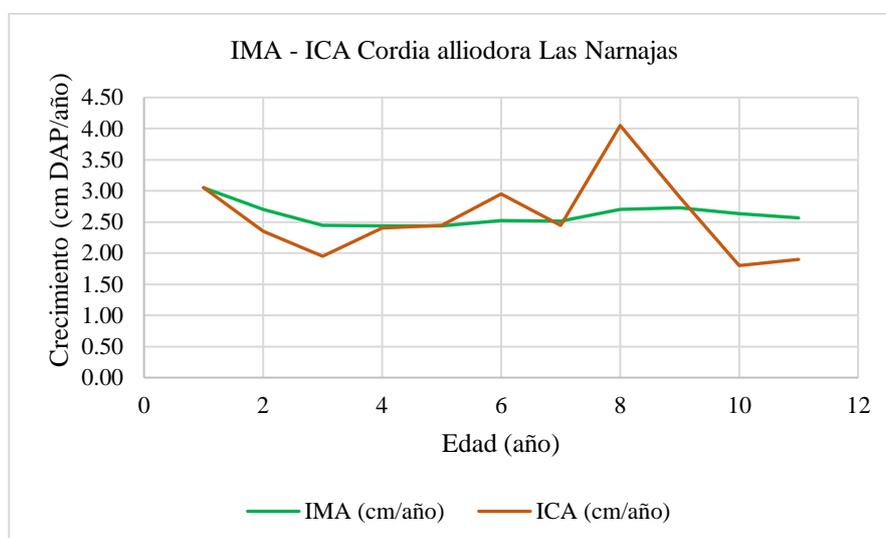
Datos dendrocronológicos del árbol 01

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2012	14	11	10	14	12,25	2,45	2,45	2,45	2,45
2	2013	12	11	14	9	11,5	2,30	4,75	2,38	2,30
3	2014	19	16	14	17	16,5	3,30	8,05	2,68	3,30
4	2015	10	18	6	9	10,75	2,15	10,20	2,55	2,15
5	2016	10	16	3	10	9,75	1,95	12,15	2,43	1,95
6	2017	12	16	15	20	15,75	3,15	15,30	2,55	3,15
7	2018	16	20	9	19	16,00	3,20	18,50	2,64	3,20
8	2019	30	19	9	27	21,25	4,25	22,75	2,84	4,25
9	2020	23	14	3	26	16,50	3,30	26,05	2,89	3,30
10	2021	28	9	3	30	17,50	3,50	29,55	2,96	3,50
11	2022	17	18	4	21	15,00	3,00	32,55	2,96	3,00
12	2023	22	19	7	18	16,50	3,30	35,85	2,99	3,30
TOTAL		259	205	100	252	204,00				



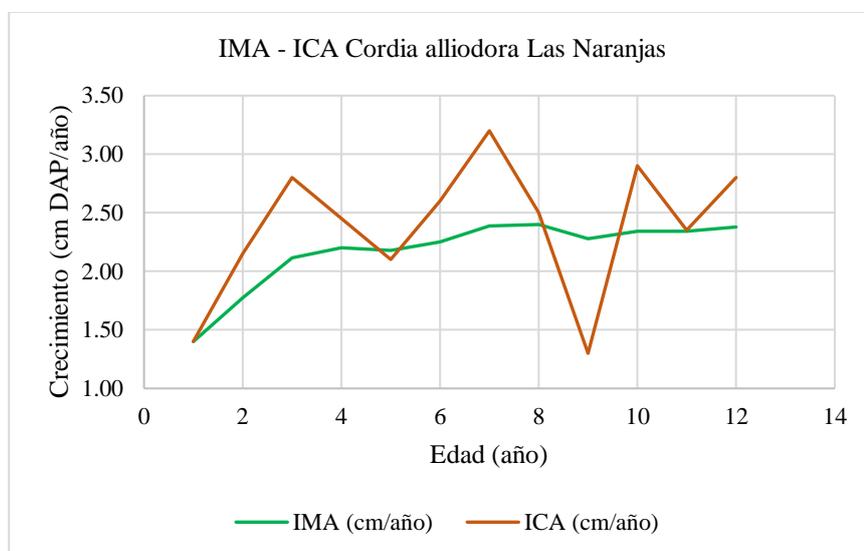
Datos dendrocronológicos del árbol 02

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2013	13	16	16	16	15,25	3,05	3,05	3,05	3,05
2	2014	11	9	13	14	11,75	2,35	5,40	2,70	2,35
3	2015	8	12	10	9	9,75	1,95	7,35	2,45	1,95
4	2016	15	7	11	15	12,00	2,40	9,75	2,44	2,40
5	2017	13	15	11	10	12,25	2,45	12,20	2,44	2,45
6	2018	12	10	26	11	14,75	2,95	15,15	2,53	2,95
7	2019	17	10	12	10	12,25	2,45	17,60	2,51	2,45
8	2020	25	14	27	15	20,25	4,05	21,65	2,71	4,05
9	2021	21	9	13	15	14,50	2,90	24,55	2,73	2,90
10	2022	10	8	9	9	9,00	1,80	26,35	2,64	1,80
11	2023	13	4	8	13	9,50	1,90	28,25	2,57	1,90
TOTAL		175	121	168	157	155,25				



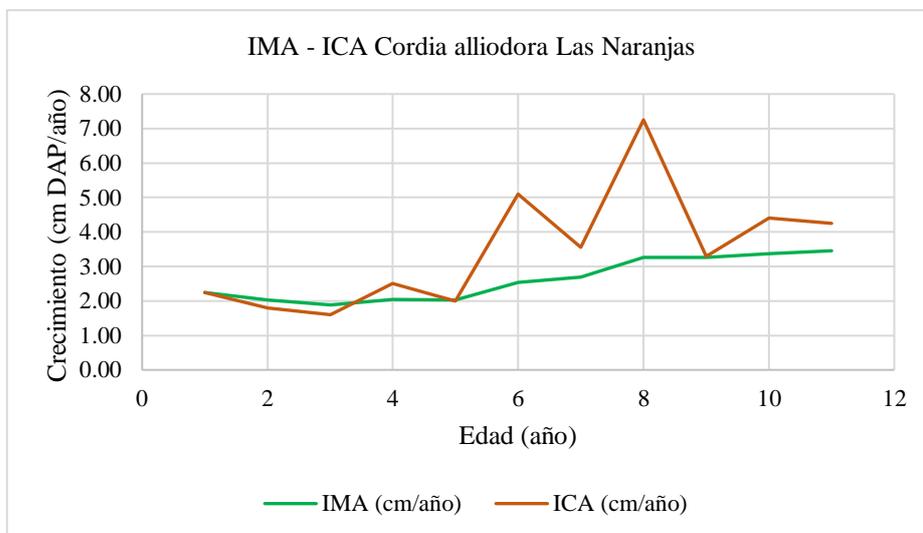
Datos dendrocronológicos del árbol 03

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2012	7	6	7	8	7,00	1,40	1,40	1,40	1,40
2	2013	12	11	12	8	10,75	2,15	3,55	1,78	2,15
3	2014	13	11	17	15	14,00	2,80	6,35	2,12	2,80
4	2015	10	10	17	12	12,25	2,45	8,80	2,20	2,45
5	2016	8	11	11	12	10,50	2,10	10,90	2,18	2,10
6	2017	10	14	11	17	13,00	2,60	13,50	2,25	2,60
7	2018	19	22	10	13	16,00	3,20	16,70	2,39	3,20
8	2019	10	19	11	10	12,50	2,50	19,20	2,40	2,50
9	2020	5	6	7	8	6,50	1,30	20,50	2,28	1,30
10	2021	25	7	19	7	14,50	2,90	23,40	2,34	2,90
11	2022	10	12	17	8	11,75	2,35	25,75	2,34	2,35
12	2023	14	19	11	12	14,00	2,80	28,55	2,38	2,80
TOTAL		162	157	183	141	160,75	28,55			



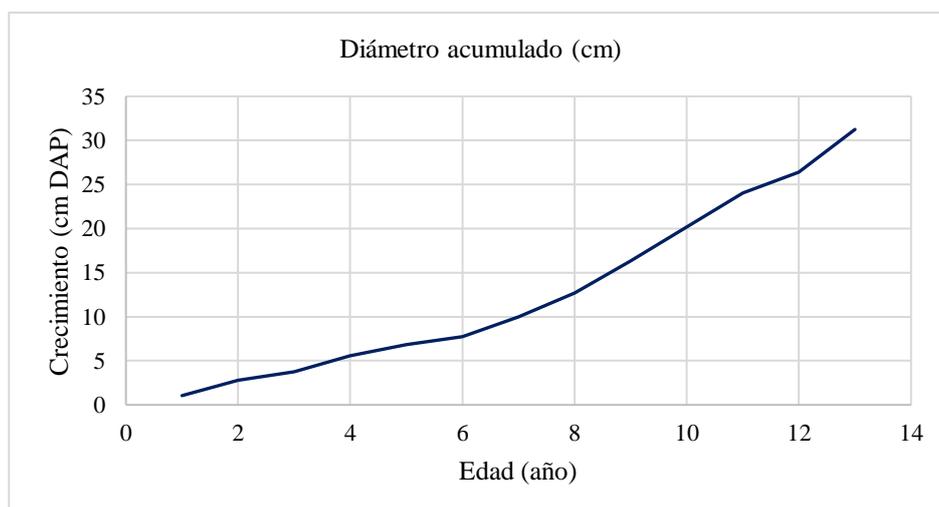
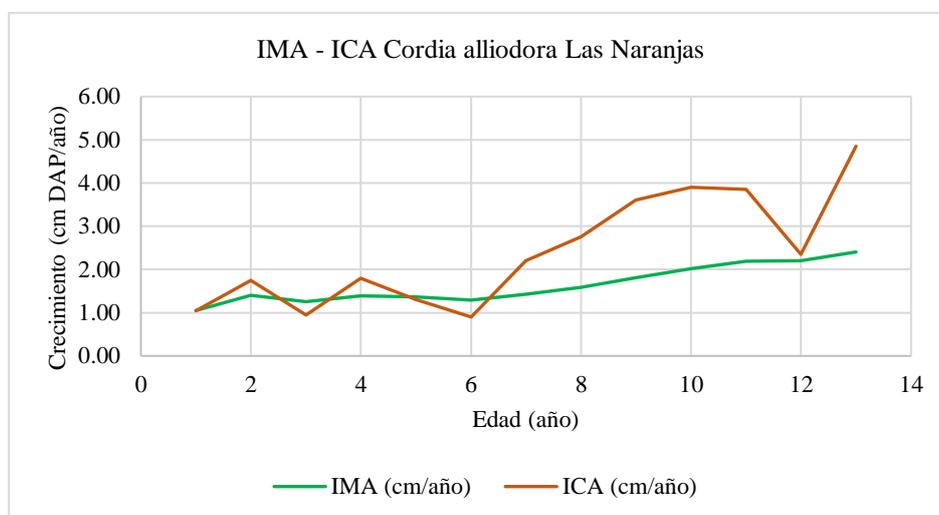
Datos dendrocronológicos del árbol 04

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2013	10	11	13	11	11,25	2,25	2,25	2,25	2,25
2	2014	11	11	5	9	9,00	1,80	4,05	2,03	1,80
3	2015	10	10	7	5	8,00	1,60	5,65	1,88	1,60
4	2016	16	9	10	15	12,50	2,50	8,15	2,04	2,50
5	2017	9	8	7	16	10,00	2,00	10,15	2,03	2,00
6	2018	28	19	30	25	25,50	5,10	15,25	2,54	5,10
7	2019	19	15	18	19	17,75	3,55	18,80	2,69	3,55
8	2020	40	28	42	35	36,25	7,25	26,05	3,26	7,25
9	2021	27	6	26	7	16,50	3,30	29,35	3,26	3,30
10	2022	30	7	34	17	22,00	4,40	33,75	3,38	4,40
11	2023	30	7	30	18	21,25	4,25	38,00	3,45	4,25
TOTAL		247	150	252	202	212,75	38,00			



Datos dendrocronológicos del árbol 05

Edad	Año	Radios					Diámetro promedio (cm)	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		R1	R2	R3	R4	Rx				
1	2011	6	5	5	5	5,25	1,05	1,05	1,05	1,05
2	2012	9	9	8	9	8,75	1,75	2,80	1,40	1,75
3	2013	5	5	4	5	4,75	0,95	3,75	1,25	0,95
4	2014	10	9	7	10	9,00	1,80	5,55	1,39	1,80
5	2015	8	5	7	6	6,50	1,30	6,85	1,37	1,30
6	2016	7	3	6	2	4,50	0,90	7,75	1,29	0,90
7	2017	13	6	17	8	11,00	2,20	9,95	1,42	2,20
8	2018	15	4	14	22	13,75	2,75	12,70	1,59	2,75
9	2019	27	4	18	23	18,00	3,60	16,30	1,81	3,60
10	2020	32	5	20	21	19,50	3,90	20,20	2,02	3,90
11	2021	38	5	10	24	19,25	3,85	24,05	2,19	3,85
12	2022	15	5	11	16	11,75	2,35	26,40	2,20	2,35
13	2023	42	9	17	29	24,25	4,85	31,25	2,40	4,85
TOTAL		300	95	156	277	207,00	31,25			



Consolidado diámetro promedio de los árboles del sector Las Naranjas.

Edad	Año	Diámetro promedio de arboles					Dx	Diámetro acumulado (cm)	IMA (cm/año)	ICA (cm/año)
		B27-1	B27-1	A12-1	A19-1	1				
1	2011	2,45	3,05	1,40	2,25	1,05	2,04	2,04	2,04	2,04
2	2012	4,75	5,40	3,55	4,05	2,80	4,11	4,11	2,06	2,07
3	2013	8,05	7,35	6,35	5,65	3,75	6,23	6,23	2,08	2,12
4	2014	10,20	9,75	8,80	8,15	5,55	8,49	8,49	2,12	2,26
5	2015	12,15	12,20	10,90	10,15	6,85	10,45	10,45	2,09	1,96
6	2016	15,30	15,15	13,50	15,25	7,75	13,39	13,39	2,23	2,94
7	2017	18,50	17,60	16,70	18,80	9,95	16,31	16,31	2,33	2,92
8	2018	22,75	21,65	19,20	26,05	12,70	20,47	20,47	2,56	4,16
9	2019	26,05	24,55	20,50	29,35	16,30	23,35	23,35	2,59	2,88
10	2020	29,55	26,35	23,40	33,75	20,20	26,65	26,65	2,67	3,30
11	2021	32,55	28,25	25,75	38,00	24,05	29,72	29,72	2,70	3,07
12	2022	35,85		28,55		26,40	30,27	30,27	2,52	0,55
13	2023					31,25	31,25	31,25	2,40	0,98
TOTAL										2,40

Anexo 3. Propiedades físicas de la madera *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

Peso húmedo

Código	Radial			Radial promedio	Tangencial			Tangencial promedio	Longitudinal	Peso
	1	2	3		1	2	3			
LD - 1	29,18	28,84	28,61	28,88	33,57	34,50	34,58	34,22	89,30	59,86
LD - 2	28,31	28,66	29,07	28,68	33,80	32,91	32,27	32,99	97,77	63,86
LD - 3	28,54	28,82	29,01	28,79	30,86	29,97	29,47	30,10	90,28	60,88
LD - 4	28,93	28,86	28,75	28,85	33,47	33,83	34,29	33,86	94,33	65,29
LD - 5	28,62	28,44	28,66	28,57	34,22	33,92	34,28	34,14	92,51	77,45
LD - 6	28,8	28,04	28,89	28,58	33,75	33,71	33,62	33,69	87,68	61,68
LD - 7	28,93	28,9	28,83	28,89	33,48	32,92	33,44	33,28	91,37	61,47
LD - 8	28,35	28,61	28,8	28,59	33,55	34,48	34,06	34,03	91,79	66,39
LD - 9	28,75	28,65	29,00	28,80	34,33	34,78	34,78	34,63	89,22	68,06
LD - 10	28,31	28,48	28,80	28,53	29,74	29,99	29,43	29,72	89,52	55,19
LP - 1	30,61	30,00	29,87	30,16	29,79	28,64	27,89	28,77	101,31	68,72
LP - 2	30,26	30,01	30,02	30,10	30,60	31,16	31,96	31,24	102,77	74,40
LP - 3	30,48	30,29	30,2	30,32	30,67	30,22	29,80	30,23	97,66	65,47
LP - 4	30,34	30,07	30,17	30,19	30,67	30,47	31,92	31,02	100,56	69,12
LP - 5	29,66	30,03	30,14	29,94	28,25	27,04	27,52	27,60	99,80	68,26
LP - 6	30,3	30,32	30,58	30,40	29,06	29,91	30,63	29,87	93,76	65,53
LP - 7	30,12	29,88	30,04	30,01	30,63	31,20	31,80	31,21	98,49	69,13
LP - 8	29,61	29,41	30,19	29,74	30,65	31,15	32,28	31,36	95,63	72,84
LP - 9	29,91	29,28	29,55	29,58	29,87	30,85	32,35	31,02	100,51	70,48
LP - 10	30,12	29,78	30,14	30,01	31,26	30,38	29,14	30,26	97,67	66,71
LN - 1	30,72	30,97	31,06	30,92	31,89	31,80	31,70	31,80	74,24	51,94
LN - 2	29,55	30,36	30,4	30,10	31,53	31,56	31,78	31,62	79,01	64,85

LN - 3	30,99	30,53	30,08	30,53	31,53	31,16	31,34	31,34	79,37	68,81
LN - 4	30,44	31,20	31,07	30,90	31,69	31,82	32,14	31,88	76,45	59,96
LN - 5	30,38	30,25	30,10	30,24	32,09	31,95	31,78	31,94	83,76	74,75
LN - 6	30,54	30,87	31,15	30,85	31,96	32,19	32,37	32,17	83,24	53,97
LN - 7	30,09	29,94	30,48	30,17	32,19	31,65	31,23	31,69	79,39	56,55
LN - 8	30,29	30,72	30,25	30,42	31,85	31,79	31,74	31,79	77,77	64,55
LN - 9	30,90	30,79	30,73	30,81	32,22	32,01	32,07	32,10	82,40	62,71
LN - 10	30,46	30,53	30,64	30,54	31,96	32,08	32,69	32,24	81,75	53,40
ET-A-7-4	31,61	31,70	31,86	31,72	34,66	34,75	33,87	34,43	102,93	62,61
ET-A-5-3	31,20	32,57	32,39	32,05	33,47	33,81	33,78	33,69	102,05	110,16
ET-A-7-2	30,98	31,76	31,29	31,34	32,87	33,01	32,84	32,91	106,15	119,14
ET-A-7-1	32,02	32,92	31,78	32,24	32,98	33,01	32,26	32,75	100,89	113,61
ET-A-2-8	30,08	32,46	32,56	31,70	32,95	33,11	32,98	33,01	111,41	82,53
ET-A-7-5	31,82	31,60	31,36	31,59	33,84	34,35	34,29	34,16	103,01	103,07
ET-A-5-6	30,09	29,10	29,90	29,70	32,11	32,35	31,71	32,06	103,10	100,02
ET-A-7-7	31,98	32,01	31,72	31,90	32,87	33,02	32,85	32,91	106,11	122,10
ET-A-2-5	30,04	32,96	32,38	31,79	32,70	32,57	32,82	32,70	106,90	122,65
ET-A-2-7	30,02	32,73	32,87	31,87	32,63	33,33	32,75	32,90	106,58	50,44

Peso seco

Código	Radial			Radial promedio	Tangencial			Tangencial promedio	Longitudinal	Peso
	1	2	3		1	2	3			
LD - 1	28,17	28,05	28,2	28,14	32,56	33,33	33,37	33,09	88,88	33,33
LD - 2	27,48	28	28,3	27,93	32,14	31,62	30,99	31,58	97,26	37,32
LD - 3	27,59	27,74	28,13	27,82	28,35	28,54	27,77	28,22	89,40	30,08
LD - 4	28,63	28,24	28,03	28,30	32,00	32,52	32,75	32,42	93,96	38,51
LD - 5	27,95	27,91	27,96	27,94	32,49	32,71	32,91	32,70	91,55	43,95
LD - 6	28,21	27,76	28,1	28,02	31,38	32,14	32,02	31,85	87,37	32,41
LD - 7	28,47	28,35	27,89	28,24	32,22	32,02	32,15	32,13	91,22	34,37
LD - 8	27,44	28,03	28,18	27,88	31,62	32,36	32,02	32,00	91,67	39,15
LD - 9	27,58	27,86	27,98	27,81	32,62	33,01	31,40	32,34	88,41	36,59
LD - 10	27,55	28,09	28,33	27,99	28,20	28,62	28,12	28,31	89,21	30,44
LP - 1	30,07	29,54	29,2	29,60	27,88	26,91	25,85	26,88	100,46	35,24
LP - 2	29,58	29,42	29,46	29,49	28,52	29,33	29,97	29,27	101,98	39,99
LP - 3	29,79	29,72	29,69	29,73	29,75	29,44	28,63	29,27	96,43	34,27
LP - 4	29,63	29,39	29,72	29,58	28,08	29,11	30,18	29,12	100,03	37,07
LP - 5	29,11	29,29	29,2	29,20	26,50	25,48	24,82	25,60	98,93	37,74
LP - 6	26,77	27,82	28,72	27,77	29,52	29,73	29,77	29,67	93,65	34,30
LP - 7	29,46	29,39	29,42	29,42	28,82	29,48	30,08	29,46	98,33	35,84
LP - 8	28,58	28,76	29,9	29,08	28,87	29,49	30,30	29,55	95,22	38,31
LP - 9	28,66	28,73	28,7	28,70	28,11	29,55	30,54	29,33	99,51	39,01
LP - 10	29,40	29,47	29,66	29,51	29,61	28,93	28,29	28,94	97,38	34,35
LN - 1	29,76	30,28	29,87	29,97	30,18	30,05	29,84	30,02	73,97	25,86
LN - 2	28,99	29,54	29,84	29,46	29,93	30,08	30,17	30,06	78,71	31,81
LN - 3	30,41	29,79	29,27	29,82	30,10	30,42	30,13	30,22	78,94	32,49
LN - 4	29,40	30,29	30,33	30,01	29,85	29,90	30,20	29,98	76,01	24,12

LN - 5	29,89	29,94	29,83	29,89	30,19	30,27	30,11	30,19	83,69	33,74
LN - 6	29,82	30,15	30,22	30,06	29,89	30,21	30,02	30,04	75,31	30,17
LN - 7	28,64	29,27	29,71	29,21	30,59	30,33	29,49	30,14	78,72	24,85
LN - 8	29,92	30,20	29,59	29,90	30,13	30,16	30,34	30,21	77,05	30,27
LN - 9	30,10	30,16	29,84	30,03	30,10	30,23	30,24	30,19	82,27	26,26
LN - 10	30,12	29,83	30,35	30,10	30,00	30,02	29,98	30,00	81,68	27,81
ET-A-7-4	29,38	31,44	30,61	30,48	32,83	32,69	32,32	32,61	102,79	40,22
ET-A-5-3	29,38	31,75	31,87	31,00	31,19	31,80	31,77	31,59	96,84	39,22
ET-A-7-2	29,38	31,67	31,09	30,71	30,99	31,10	31,22	31,10	106,03	43,66
ET-A-7-1	29,38	31,80	31,59	30,92	30,56	30,58	30,03	30,39	95,96	44,13
ET-A-2-8	29,38	32,36	32,02	31,25	31,56	31,46	31,29	31,44	111,15	45,13
ET-A-7-5	31,41	31,10	31,16	31,22	31,80	32,23	32,16	32,06	100,29	39,83
ET-A-5-6	29,38	28,60	29,60	29,19	31,23	31,50	30,76	31,16	102,87	34,72
ET-A-7-7	31,73	31,94	31,39	31,69	30,71	30,84	30,95	30,83	105,97	49,80
ET-A-2-5	29,38	32,53	31,99	31,30	30,29	30,65	30,82	30,59	106,52	40,29
ET-A-2-7	29,38	32,49	32,54	31,47	31,24	31,73	31,08	31,35	106,03	38,30

Anexo 3.1. Datos obtenidos de las probetas para la determinación de las propiedades físicas de la madera *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

Anexo 3.1.1. Datos obtenidos de los árboles muestreados de la madera de *Cordia alliodora*

Nº	Código	Peso húmedo	Peso seco	DLH	DLS	DTH	DTS	DRH	DRS	V.H.	V.S.	DB	DA	DV	CHbs	CHbh	CL	CT	CR	CV	CT/CR
1	LD - 1	59,86	33,33	89,3	88,88	34,22	33,09	28,88	28,14	88,23	82,75	0,38	0,40	0,68	79,60	44,32	0,47	3,30	2,55	6,21	1,29
2	LD - 2	63,86	37,32	97,77	97,26	32,99	31,58	28,68	27,93	92,51	85,78	0,40	0,44	0,69	71,11	41,56	0,52	4,27	2,63	7,27	1,63
3	LD - 3	60,88	30,08	90,28	89,4	30,10	28,22	28,79	27,82	78,23	70,19	0,38	0,43	0,78	102,39	50,59	0,97	6,25	3,37	10,29	1,85
4	LD - 4	65,29	38,51	94,33	93,96	33,86	32,42	28,85	28,30	92,15	86,22	0,42	0,45	0,71	69,54	41,02	0,39	4,25	1,90	6,44	2,24
5	LD - 5	77,45	43,95	92,51	91,55	34,14	32,70	28,57	27,94	90,24	83,65	0,49	0,53	0,86	76,22	43,25	1,04	4,21	2,22	7,30	1,90
6	LD - 6	61,68	32,41	87,68	87,37	33,69	31,85	28,58	28,02	84,42	77,97	0,38	0,42	0,73	90,31	47,45	0,35	5,48	1,94	7,64	2,83
7	LD - 7	61,47	34,37	91,37	91,22	33,28	32,13	28,89	28,24	87,84	82,76	0,39	0,42	0,70	78,85	44,09	0,16	3,46	2,25	5,78	1,54
8	LD - 8	66,39	39,15	91,79	91,67	34,03	32,00	28,59	27,88	89,29	81,79	0,44	0,48	0,74	69,58	41,03	0,13	5,97	2,46	8,40	2,42
9	LD - 9	68,06	36,59	89,22	88,41	34,63	32,34	28,80	27,81	88,98	79,51	0,41	0,46	0,76	86,01	46,24	0,91	6,60	3,45	10,64	1,91
10	LD - 10	55,19	30,44	89,52	89,21	29,72	28,31	28,53	27,99	75,91	70,70	0,40	0,43	0,73	81,31	44,85	0,35	4,73	1,89	6,86	2,50
	Promedio	64,01	35,62	91,38	90,89	33,07	31,47	28,71	28,01	86,78	80,13	0,41	0,44	0,74	80,49	44,44	0,53	4,85	2,46	7,68	2,01
	D.S.	5,973	4,329	2,950	2,959	1,730	1,739	0,140	0,169	5,627	5,685	0,033	0,036	0,053	10,306	3,046	0,330	1,160	0,564	1,646	0,480
	C.V. (%)	9,33	12,16	3,23	3,25	5,23	5,53	0,49	0,60	6,48	7,09	7,99	8,20	7,16	12,80	6,85	62,24	23,92	22,87	21,42	23,83
11	LP - 1	68,72	35,24	101,31	100,46	28,77	26,88	30,16	29,60	87,92	79,94	0,40	0,44	0,78	95,01	48,72	0,84	6,58	1,85	9,07	3,57
12	LP - 2	74,4	39,99	102,77	101,98	31,24	29,27	30,10	29,49	96,63	88,03	0,41	0,45	0,77	86,05	46,25	0,77	6,30	2,03	8,90	3,11
13	LP - 3	65,47	34,27	97,66	96,43	30,23	29,27	30,32	29,73	89,52	83,93	0,38	0,41	0,73	91,04	47,66	1,26	3,16	1,95	6,24	1,63
14	LP - 4	69,12	37,07	100,56	100,03	31,02	29,12	30,19	29,58	94,18	86,17	0,39	0,43	0,73	86,46	46,37	0,53	6,11	2,03	8,51	3,01
15	LP - 5	68,26	37,74	99,8	98,93	27,60	25,60	29,94	29,20	82,49	73,95	0,46	0,51	0,83	80,87	44,71	0,87	7,26	2,48	10,35	2,92
16	LP - 6	65,53	34,3	93,76	93,65	29,87	29,67	30,40	27,77	85,13	77,17	0,40	0,44	0,77	91,05	47,66	0,12	0,65	8,65	9,35	0,07
17	LP - 7	69,13	35,84	98,49	98,33	31,21	29,46	30,01	29,42	92,26	85,23	0,39	0,42	0,75	92,89	48,16	0,16	5,61	1,97	7,61	2,85
18	LP - 8	72,84	38,31	95,63	95,22	31,36	29,55	29,74	29,08	89,18	81,83	0,43	0,47	0,82	90,13	47,41	0,43	5,76	2,21	8,24	2,61
19	LP - 9	70,48	39,01	100,51	99,51	31,02	29,33	29,58	28,70	92,24	83,74	0,42	0,47	0,76	80,67	44,65	0,99	5,47	2,99	9,21	1,83
20	LP - 10	66,71	34,35	97,67	97,38	30,26	28,94	30,01	29,51	88,70	83,17	0,39	0,41	0,75	94,21	48,51	0,30	4,35	1,68	6,23	2,59
	Promedio	69,07	36,61	98,82	98,19	30,26	28,71	30,05	29,21	89,82	82,32	0,41	0,45	0,77	88,84	47,01	0,63	5,13	2,78	8,37	2,42

	D.S.	2,915	2,107	2,733	2,547	1,232	1,352	0,251	0,590	4,194	4,265	0,023	0,031	0,032	5,146	1,465	0,379	1,951	2,095	1,335	1,006
	C.V. (%)	4,22	5,75	2,77	2,59	4,07	4,71	0,83	2,02	4,67	5,18	5,72	6,91	4,16	5,79	3,12	60,51	38,07	75,31	15,95	41,58
21	LN - 1	51,94	25,86	74,24	73,97	31,80	30,02	30,92	29,97	72,98	66,56	0,35	0,39	0,71	100,85	50,21	0,36	5,58	3,06	8,80	1,82
22	LN - 2	64,85	31,81	79,01	78,71	31,62	30,06	30,10	29,46	75,21	69,70	0,42	0,46	0,86	103,87	50,95	0,38	5,46	2,15	7,34	2,54
23	LN - 3	68,81	32,49	79,37	78,94	31,34	30,22	30,53	29,82	75,96	71,14	0,43	0,46	0,91	111,79	52,78	0,54	3,59	2,33	6,35	1,55
24	LN - 4	59,96	24,12	76,45	76,01	31,88	29,98	30,90	30,01	75,33	68,39	0,32	0,35	0,80	148,59	59,77	0,58	5,96	2,90	9,21	2,05
25	LN - 5	74,75	33,74	83,76	83,69	31,94	30,19	30,24	29,89	80,91	75,51	0,42	0,45	0,92	121,55	54,86	0,08	5,48	1,18	6,67	4,65
26	LN - 6	53,97	30,17	83,24	75,31	32,17	30,04	30,85	30,06	82,63	68,01	0,37	0,44	0,65	78,89	44,10	9,53	6,63	2,56	17,69	2,59
27	LN - 7	56,55	24,85	79,39	78,72	31,69	30,14	30,17	29,21	75,90	69,29	0,33	0,36	0,75	127,57	56,06	0,84	4,90	3,19	8,72	1,54
28	LN - 8	64,55	30,27	77,77	77,05	31,79	30,21	30,42	29,90	75,22	69,61	0,40	0,43	0,86	113,25	53,11	0,93	4,98	1,70	7,46	2,93
29	LN - 9	62,71	26,26	82,4	82,27	32,10	30,19	30,81	30,03	81,48	74,59	0,32	0,35	0,77	138,80	58,12	0,16	5,95	2,51	8,46	2,37
30	LN - 10	53,4	27,81	81,75	81,68	32,24	30,00	30,54	30,10	80,51	73,76	0,35	0,38	0,66	92,02	47,92	0,09	6,96	1,45	8,39	4,79
	Promedio	61,15	28,74	79,74	78,64	31,86	30,11	30,55	29,85	77,61	70,65	0,37	0,41	0,79	113,72	52,79	1,35	5,55	2,30	8,91	2,68
	D.S.	7,381	3,410	3,078	3,169	0,273	0,093	0,311	0,289	3,387	3,014	0,043	0,045	0,097	21,211	4,733	2,888	0,946	0,684	3,229	1,166
	C.V. (%)	12,07	11,87	3,86	4,03	0,86	0,31	1,02	0,97	4,36	4,27	11,68	11,04	12,29	18,65	8,97	214,21	17,05	29,71	36,25	43,47
31	ET-A-7-4	62,61	40,22	102,93	102,79	34,43	32,61	31,72	30,48	112,41	102,17	0,36	0,39	0,56	55,67	35,76	0,14	5,27	3,93	9,11	1,34
32	ET-A-5-3	110,16	39,22	102,05	96,84	33,69	31,59	32,05	31,00	110,19	94,82	0,36	0,41	1,00	180,88	64,40	5,11	6,23	3,29	13,95	1,90
33	ET-A-7-2	119,14	43,66	106,15	106,03	32,91	31,10	31,34	30,71	109,48	101,29	0,40	0,43	1,09	172,88	63,35	0,11	5,48	2,01	7,48	2,73
34	ET-A-7-1	113,61	44,13	100,89	95,96	32,75	30,39	32,24	30,92	106,53	90,18	0,41	0,49	1,07	157,44	61,16	4,89	7,21	4,08	15,34	1,76
35	ET-A-2-8	82,53	45,13	111,41	111,15	33,01	31,44	31,70	31,25	116,59	109,20	0,39	0,41	0,71	82,87	45,32	0,23	4,78	1,41	6,34	3,39
36	ET-A-7-5	103,07	39,83	103,01	100,29	34,16	32,06	31,59	31,22	111,17	100,40	0,36	0,40	0,93	158,77	61,36	2,64	6,14	1,17	9,69	5,24
37	ET-A-5-6	100,02	34,72	103,1	102,87	32,06	31,16	29,70	29,19	98,15	93,59	0,35	0,37	1,02	188,08	65,29	0,22	2,79	1,69	4,65	1,64
38	ET-A-7-7	122,10	49,80	106,11	105,97	32,91	30,83	31,90	31,69	111,42	103,53	0,45	0,48	1,10	145,18	59,21	0,13	6,32	0,68	7,08	9,31
39	ET-A-2-5	122,65	40,29	106,9	106,52	32,70	30,59	31,79	31,30	111,13	101,98	0,36	0,40	1,10	204,42	67,15	0,36	6,45	1,55	8,23	4,16
40	ET-A-2-7	50,44	38,30	106,58	106,03	32,90	31,35	31,87	31,47	111,77	104,61	0,34	0,37	0,45	31,70	24,07	0,52	4,72	1,27	6,41	3,73
	Promedio	101,66	42,09	104,46	102,74	33,24	31,40	31,53	30,81	109,49	99,40	0,38	0,42	0,93	142,72	56,98	1,68	5,53	2,28	9,20	3,41
	D.S.	20,121	4,574	3,354	5,054	0,790	0,700	0,791	0,748	5,391	6,155	0,034	0,042	0,197	47,903	10,640	2,216	1,334	1,307	3,720	2,699
	C.V. (%)	19,79	10,87	3,21	4,92	2,38	2,23	2,51	2,43	4,92	6,19	8,89	9,88	21,15	33,56	18,67	131,64	24,15	57,24	40,42	79,05

DLH: dimensión longitudinal humedad en mm.

DTH: dimensión tangencial húmeda en mm.

DRH: dimensión radial humedad en mm.

DRS: dimensión radial seca en mm.

CHbs: contenido humedad base seca.

CHbh: contenido humedad base humedad.

DLS: dimensión longitudinal seca en mm

DTS: dimensión tangencial seca en mm.

V.H: volumen húmedo en cm^3 .

V.S: volumen seco en cm^3 .

CL: contracción longitudinal %.

CT: contracción tangencial %.

DB: densidad básica g/cm^3 .

DA: densidad anhidra g/cm^3 .

DV: densidad verde g/cm^3 .

CR: contracción radial %.

CV: contracción verde %.

CT/CR: relación de contracciones

Anexo 3.2. Datos obtenidos de las probetas para la determinación de las propiedades físicas de los sectores muestreado

Muestra	Altitud ms.n.m.	Estadístico	Densidad básica	Densidad anhidra	Densidad verde	Contracción tangencial	Contracción radial	Contracción volumétrica	Relación ct/cr	Max. Contenido de humedad
Las Delicias	1600	X	0,41	0,44	0,74	4,85	2,46	7,68	2,01	80,49
		C.V.	7,99	8,20	7,16	23,92	22,87	21,42	23,83	12,80
La Palma Central	1900	X	0,41	0,45	0,77	5,13	2,78	8,37	2,42	88,84
		C.V.	5,72	6,91	4,16	38,07	75,31	15,95	41,58	5,79
Las Naranjas	1200	X	0,37	0,41	0,79	5,55	2,30	8,91	2,68	113,72
		C.V.	11,68	11,04	12,29	17,05	29,71	36,25	43,47	18,65
El Triunfo	900	X	0,38	0,42	0,93	5,53	2,28	9,20	3,41	142,72
		C.V.	8,89	9,88	21,15	24,15	57,24	14,66	79,05	33,56
Promedio		X	0,39	0,43	0,81	5,26	2,46	8,54	2,63	106,44
		C.V.	8,57	9,01	11,19	25,80	46,28	22,07	46,99	17,70

Anexo 4. Procesamiento estadístico de los datos

Anexo 4.1. Pruebas de normalidad

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DENSIDAD BÁSICA	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%
IMA	4	100.0%	0	0.0%	4	100.0%

Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error
DENSIDAD	Media	.3925	.01031
BÁSICA	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.3597
		Límite superior	.4253
	Media recortada al 5%		.3928
	Mediana		.3950
	Varianza		.000
	Desv. Desviación		.02062
	Mínimo		.37
	Máximo		.41
	Rango		.04
	Rango intercuartil		.04
IMA	Media	2.0200	.14124
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.5705
		Límite superior	2.4695
	Media recortada al 5%		2.0111
	Mediana		1.9400
	Varianza		.080
	Desv. Desviación		.28249
	Mínimo		1.80
	Máximo		2.40
	Rango		.60
Rango intercuartil		.51	

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DENSIDAD BÁSICA	.302	4	.	.827	4	.161
IMA	.271	4	.	.867	4	.286

a. Corrección de significación de Lilliefors

Anexo 4.2. Pruebas de coeficiente de correlación de Pearson

Correlaciones

Notas		
Salida creada		01-NOV-2024 23:38:59
Comentarios		
Entrada	Datos	C:\JOSE CARLOMÁN\análisis estadístico.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos0
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas para cada par de variables se basan en todos los casos con datos válidos para dicho par.
Sintaxis		CORRELATIONS /VARIABLES=Varias /PRINT=TWOTAIL NOSIG /MISSING=PAIRWISE.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:00.00
	Tiempo transcurrido	00:00:00.02

Correlaciones

		ALTITUD	IMA
ALTITUD	Correlación de Pearson	1	-.671
	Sig. (bilateral)		.329
	N	4	4
IMA	Correlación de Pearson	-.671	1
	Sig. (bilateral)	.329	
	N	4	4

Correlaciones

		ALTITUD	DENSIDAD BÁSICA
ALTITUD	Correlación de Pearson	1	.846
	Sig. (bilateral)		.154
	N	4	4
DENSIDAD BÁSICA	Correlación de Pearson	.846	1
	Sig. (bilateral)	.154	
	N	4	4

Correlaciones

		NITRÓGENO	IMA
NITRÓGENO	Correlación de Pearson	1	.014
	Sig. (bilateral)		.986
	N	4	4
IMA	Correlación de Pearson	.014	1
	Sig. (bilateral)	.986	
	N	4	4

Correlaciones

		NITRÓGENO	DENSIDAD BÁSICA
NITRÓGENO	Correlación de Pearson	1	.266
	Sig. (bilateral)		.734
	N	4	4
DENSIDAD BÁSICA	Correlación de Pearson	.266	1
	Sig. (bilateral)	.734	
	N	4	4

Correlaciones

		FÓSFORO	IMA
FÓSFORO	Correlación de Pearson	1	-.260
	Sig. (bilateral)		.740
	N	4	4
IMA	Correlación de Pearson	-.260	1
	Sig. (bilateral)	.740	
	N	4	4

Correlaciones

		FÓSFORO	DENSIDAD BÁSICA
FÓSFORO	Correlación de Pearson	1	.477
	Sig. (bilateral)		.523
	N	4	4
DENSIDAD BÁSICA	Correlación de Pearson	.477	1
	Sig. (bilateral)	.523	
	N	4	4

Correlaciones

		pH	IMA
pH	Correlación de Pearson	1	.375
	Sig. (bilateral)		.625
	N	4	4
IMA	Correlación de Pearson	.375	1
	Sig. (bilateral)	.625	
	N	4	4

Correlaciones

		pH	DENSIDAD BÁSICA
pH	Correlación de Pearson	1	-.629
	Sig. (bilateral)		.371
	N	4	4
DENSIDAD BÁSICA	Correlación de Pearson	-.629	1
	Sig. (bilateral)	.371	
	N	4	4

Correlaciones

		PRECIPITACIÓN	IMA
PRECIPITACIÓN	Correlación de Pearson	1	-.671
	Sig. (bilateral)		.329
	N	4	4
IMA	Correlación de Pearson	-.671	1
	Sig. (bilateral)	.329	
	N	4	4

Correlaciones

		PRECIPITACIÓN	DENSIDAD BÁSICA
PRECIPITACIÓN	Correlación de Pearson	1	.846
	Sig. (bilateral)		.154
	N	4	4
DENSIDAD BÁSICA	Correlación de Pearson	.846	1
	Sig. (bilateral)	.154	
	N	4	4

Correlaciones

		TEMPERATURA	IMA
TEMPERATURA	Correlación de Pearson	1	.622
	Sig. (bilateral)		.378
	N	4	4
IMA	Correlación de Pearson	.622	1
	Sig. (bilateral)	.378	
	N	4	4

Correlaciones

		TEMPERATURA	DENSIDAD BÁSICA
TEMPERATURA	Correlación de Pearson	1	-.815
	Sig. (bilateral)		.185
	N	4	4
DENSIDAD BÁSICA	Correlación de Pearson	-.815	1
	Sig. (bilateral)	.185	
	N	4	4

Anexo 5. Resultados de los análisis de suelo de los sectores evaluados.



LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS – CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : MAXIMILIANO CARDENAS JULCA
 PROCEDENCIA : JAÉN - JAÉN - LAS DELICIAS
 CULTIVO : CAFÉ
 ALTITUD : 1600 m.s.n.m
 CARACTERIZACIÓN ANTERIOR:

FECHA DE MUESTREO : 14/04/2023
 FECHA DE RECEP. LAB: 28/04/2023
 FECHA DE REPORTE : 22/05/2023
 TESISISTA : CARLOMAN ALARCON

Número de la muestra	pH	N	K	P	Mg	Ca	SO ₄	Al	Mn	Cl ⁻	M.O	Análisis granulométrico			Clase textural
		ppm										%	Arena %	Limo %	
Muestra 1	5.9	31.5	25	75	20	2000	2000	5	NA	500	2	34	32	34	Fra - Arc

Métodos:
 Textura: Hidrómetro de Bouyoucos
 pH: pH-metro
Métodos homologados de:
 Fósforo disponible: Olsen
 Potasio intercambiable: Colorimétrico
 Materia orgánica: Walkley - Black
 Nitrógeno: Kjeldahl

Jaén, 22 de mayo del 2023

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Reacción o pH

Clasificación	pH
*Fuertemente ácido	< 5.5
*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*Ligeramente ácido	6.1 - 6.99
*Neutro	7.0
*Ligeramente alcalino	7.01 - 7.8
*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
*Fuertemente alcalino	> 8.5

Clasificación	Materia orgánica %	Fósforo disponible ppm P	Potasio disponible ppm K
*Bajo	< 2	< 7.0	< 100
*Medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*Alto	> 4	> 14.0	> 240

Clases texturales	
Are = Arena	Fra – Arc – Are = Franco Arcillo Arenoso
Are – Fra = Arena Franca	Fra – Arc = Franco Arcilloso
Fra – Are = Franco Arenoso	Arc – Are = Arcillo Arenoso
Fra = Franco	Arc – Lim = Arcillo Limoso
Fra – Lim = Franco Limoso	Arc = Arcilloso

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS – CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : JOSÉ MERCEDES PEREZ VASQUEZ
 PROCEDENCIA : JAÉN - JAÉN – LA PALMA CENTRAL
 CULTIVO : CAFÉ
 ALTITUD : 1900 m.s.n.m
 CARACTERIZACIÓN ANTERIOR:

FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
 FECHA DE RECEP. LAB: 28/04/2023
 FECHA DE REPORTE: 22/05/2023
 TESIS: CARLOMAN ALARCON

Número de la muestra	pH	N	K	P	Mg	Ca	SO ₄	Al	Mn	Cl ⁻	Análisis granulométrico			Clase textural
		ppm									%	Arena %	Limo %	
Muestra 1	5.6	41	35	35	10	1400	1200	125	Na	450	36	34	30	Fra - Arc

Métodos:
 Textura: Hidrómetro de Bouyoucos
 pH: pH-metro
Métodos homologados de:
 Fósforo disponible: Olsen
 Potasio intercambiable: Colorimétrico
 Materia orgánica: Walkley - Black
 Nitrógeno: Kjeldahl

Jaén, 22 de mayo del 2023

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Reacción o pH

Clasificación	pH
*Fuertemente ácido	< 5.5
*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*Ligeramente ácido	6.1 - 6.99
*Neutro	7.0
*Ligeramente alcalino	7.01 - 7.8
*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
*Fuertemente alcalino	> 8.5

Clasificación	Materia orgánica %	Fósforo disponible ppm P	Potasio disponible ppm K
*Bajo	< 2	< 7.0	< 100
*Medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*Alto	> 4	> 14.0	> 240

Clases texturales

Are = Arena	Fra – Arc – Are = Franco Arcillo Arenoso
Are – Fra = Arena Franca	Fra – Arc = Franco Arcilloso
Fra – Are = Franco Arenoso	Arc – Are = Arcillo Arenoso
Fra = Franco	Arc – Lim = Arcillo Limoso
Fra – Lim = Franco Limoso	Arc = Arcilloso

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS – CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : JUAN PABLO VILLEGAS GUEVARA
 PROCEDENCIA : JAÉN - JAÉN – SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS
 CULTIVO : CAFÉ
 ALTITUD : 1200 m.s.n.m
 CARACTERIZACIÓN ANTERIOR:

FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
 FECHA DE RECEP. LAB: 28/04/2023
 FECHA DE REPORTE: 22/05/2023
 TESISITA: CARLOMAN ALARCON

Número de la muestra	pH	N	K	P	Mg	Ca	SO ₄	Al	Mn	Cl ⁻	M.O	Análisis granulométrico			Clase textural
		ppm										%	Arena %	Limo %	
Muestra 1	6.3	39	30	45	10	2600	2000	-	NA	100	4	66	6	28	Fra – Arc – Are

Métodos:
 Textura: Hidrómetro de Bouyoucos
 pH: pH-metro
Métodos homologados de:
 Fósforo disponible: Olsen
 Potasio intercambiable: Colorimétrico
 Materia orgánica: Walkley - Black
 Nitrógeno: Kjeldahl

Jaén, 22 de mayo del 2023

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Reacción o pH

Clasificación	pH
*Fuertemente ácido	< 5.5
*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*Ligeramente ácido	6.1 - 6.99
*Neutro	7.0
*Ligeramente alcalino	7.01 - 7.8
*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
*Fuertemente alcalino	> 8.5

Clasificación	Materia orgánica %	Fósforo disponible ppm P	Potasio disponible ppm K
*Bajo	< 2	< 7.0	< 100
*Medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*Alto	> 4	> 14.0	> 240

Clases texturales	
Are = Arena	Fra - Arc - Are = Franco Arcillo Arenoso
Are - Fra = Arena Franca	Fra - Arc = Franco Arcilloso
Fra - Are = Franco Arenoso	Arc - Are = Arcillo Arenoso
Fra = Franco	Arc - Lim = Arcillo Limoso
Fra - Lim = Franco Limoso	Arc = Arcilloso

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS – CARACTERIZACIÓN

SOLICITANTE : CARLOMAN ALARCÓN CUBAS
 PROCEDENCIA : SAN IGNACIO - HUARANGO – EL TRIUNFO
 CULTIVO : CAFÉ
 ALTITUD : 900 m.s.n.m
 CARACTERIZACIÓN ANTERIOR:

FECHA DE MUESTREO: 14/04/2023
 FECHA DE RECEP. LAB: 28/04/2023
 FECHA DE REPORTE: 22/05/2023
 TESITA : CARLOMAN ALARCON

Número de la muestra	pH	N	K	P	Mg	Ca	SO ₄	Al	Mn	Cl ⁻	Análisis granulométrico			Clase textural
		ppm									%	Arena %	Limo %	
Muestra 1	7.8	17	59	1.5	25	2500	2000	80	3	400	10	41	49	Arc - Lim

Métodos:
 Textura: Hidrómetro de Bouyoucos
 pH: pH-metro
Métodos homologados de:
 Fósforo disponible: Olsen
 Potasio intercambiable: Colorimétrico
 Materia orgánica: Walkley - Black
 Nitrógeno: Kjeldah

Jaén, 22 de mayo del 2023

Nota: El laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte.

TABLA DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS

Reacción o pH

Clasificación	pH
*Fuertemente ácido	< 5.5
*Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
*Ligeramente ácido	6.1 - 6.99
*Neutro	7.0
*Ligeramente alcalino	7.01 - 7.8
*Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4
*Fuertemente alcalino	> 8.5

Clasificación	Materia orgánica %	Fósforo disponible ppm P	Potasio disponible ppm K
*Bajo	< 2	< 7.0	< 100
*Medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240
*Alto	> 4	> 14.0	> 240

Clases texturales

Are = Arena	Fra - Arc - Are = Franco Arcillo Arenoso
Are - Fra = Arena Franca	Fra - Arc = Franco Arcilloso
Fra - Are = Franco Arenoso	Arc - Are = Arcillo Arenoso
Fra = Franco	Arc - Lim = Arcillo Limoso
Fra - Lim = Franco Limoso	Arc = Arcilloso

ANEXO 6. Panel fotográfico de la investigación



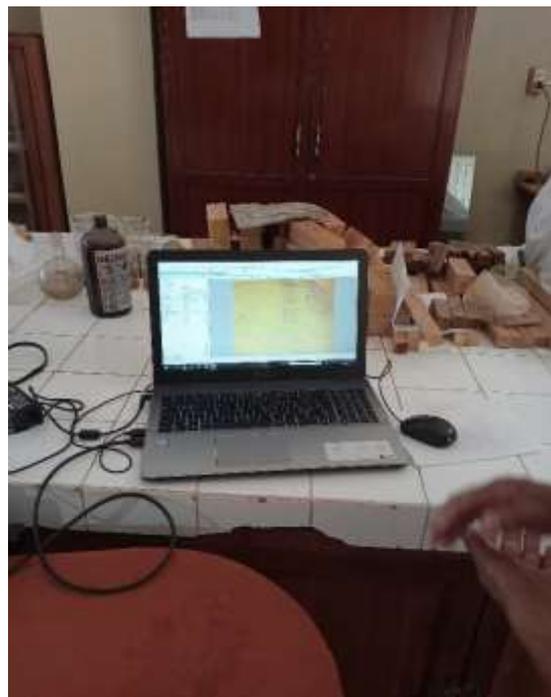
Fotos 1 y 2. Apeo de árboles en obtención de muestras



Fotos 3 y 4. Obtención y codificación de rodajas



Fotos 5 y 6. Lijado para estudio dendrocronológicos



Fotos 7 y 8. Medición de anillo con estereoscopio y software AmScope.



Fotos 9 y 10. Medición de las propiedades físicas de la *Cordia alliodora*.