

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**“EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO  
MEDIANTE DENDROCROLOGÍA EN BOLAINA BLANCA  
(*Guazuma crinita* Mart) EN SAN IGNACIO 2019”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**GABY LISBETH VÁSQUEZ GUADALUPE**

**ASESORES:**

**Ing. M. Sc. SEGUNDO MEDARDO TAFUR SANTILLÁN**

**Ing. M. Sc. VITOLY BECERRA MONTALVO**

**JAÉN -PERÚ**

**2023**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **veinte** días del mes de **febrero** del año dos mil veintitrés, se reunieron en el **ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°047-2023-FCA-UNC, de fecha 16 de enero del 2023, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulada: "**EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO MEDIANTE DENDROCRONOLOGÍA EN BOLAINA BLANCA (*Guazuma crinita* Mart) EN SAN IGNACIO 2019**", ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña GABY LISBETH VÁSQUEZ GUADALUPE**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **quince** horas y **cinco** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la 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 **catorce (14)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **dieciséis** horas y **quince** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 20 de febrero de 2023.

  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
PRESIDENTE

  
Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores  
SECRETARIO

  
Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre de los Ríos  
VOCAL

  
Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán  
ASESOR

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Dios en primer lugar por la vida, la salud y permitirme el haber llegado hasta este momento de mi carrera profesional, además por su infinita bondad y amor.

A mi padre Humberto Vásquez Delgado y a mi madre Elda Consuelo Guadalupe Fernández, por ser los pilares en cada atapa de mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional en mi formación profesional.

A mis hermanos Elena Sadit y Cristian Alfonso, a mi cuñado Elder Cubas y amigos por su apoyo continuo durante toda mi etapa de formación profesional

Gaby Lisbeth

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi guía y darme la oportunidad de cumplir mis metas, quien me da la fortaleza, la salud y la esperanza para continuar cada día.

A mis padres por su apoyo incondicional, mis hermanos: Elena Sadith, Cristian.

A mis asesores ingenieros: Segundo Medardo Tafur Santillán y Vitoly Becerra Montalvo, docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca Filial Jaén, por su confianza en mi persona y su apoyo incondicional para la ejecución del presente trabajo de investigación

Al sr. Erasmo Jimenes Campoverde y hermanos por haberme permitido realizar la investigación de mi tesis en su terreno de cultivo agroforestal, así mismo por facilitarme la información necesaria para lograr este cometido.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo de investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

## ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.2. Bases teóricas	17
2.2.1. Manejo forestal	17
2.2.2. Dendrocronología	18
2.2.2.1. La dendrocronología como estimación del crecimiento de arboles	18
2.2.3. Crecimiento y rendimiento de árboles	19
2.2.4. Incremento en árboles	21
2.2.5. Modelos de crecimiento y rendimiento forestal	23
2.2.6. Crecimiento en altura y en diámetro	23
2.2.7. Crecimiento de un árbol	24
2.2.8. Plantaciones forestales	25
2.2.9. Barreno de Pressler	26
2.2.10. Importancia de las Plantaciones Forestales	26
2.2.11. Ecuaciones de tabla de volumen	27
2.2.12. Análisis de regresión	28
2.2.13. Barrenado del árbol	29
2.2.14. <i>Guazuma crinita</i> Martius	29
2.2.15. Calidad de la madera	31
2.2.16. Propiedades físicas de la madera	32
2.2.17. Propiedades físicas de la madera de <i>Guazuma crinita</i> Martius	33
2.3. Definición de términos básicos	33
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	36

3.1. Localización de la investigación	36
3.2. Materiales y equipos	38
3.3. Metodología	38
3.3.1. Unidad de análisis	38
3.3.2. Selección y reconocimiento del área de estudio	39
3.3.3. Delimitación del área de estudio	39
3.3.4. Selección de árboles a muestrear	40
3.3.5. Extracción de muestras con barreno de Pressler	40
3.3.6. Medición de la circunferencia a la altura del pecho	40
3.3.7. Altura total	41
3.3.8. Altura comercial	41
3.3.9. Acondicionamiento de muestras	42
3.3.10. Marcado de los radios de medición en las rodajas	42
3.3.11. Marcado y medición en los tarugos	42
3.3.12. Medición de los anillos	42
3.3.13. Cálculo de Volumen de la madera	43
3.3.14. Análisis del incremento medio anual (IMA).	43
3.3.15. Análisis del incremento corriente anual (ICA).	43
3.3.16. Determinación de la tasa de crecimiento promedio anual	43
3.3.17. Determinación de las propiedades físicas de la madera	43
3.3.18. Validación de los instrumentos	43
3.3.19. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. Resultados	45
4.1.1. Crecimiento de <i>Guazuma crinita</i> Mart	45
4.1.2. Resultados dendrométricos de los árboles evaluados	45
4.1.3. Curvas de crecimiento de los árboles evaluados de la especie bolaina blanca ( <i>Guazuma crinita</i> Mart).	46
4.1.4. Tablas de volumen y rendimiento volumétrico	48
4.1.5. Tablas de volumen con respecto al DAP	48

4.1.6. Rendimiento volumétrico potencial de la plantación de bolaina blanca ( <i>Guazuma crinita</i> Mart)	50
4.1.7. Calidad de la madera en función a sus propiedades físicas	51
4.1. Discusión	52
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
5.1. Conclusiones	55
5.2. Recomendaciones	55
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO VII: ANEXO</b>	<b>69</b>
Anexo 1. Mapa de ubicación de la parcela 1	69
Anexo 2. Mapa de ubicación de la parcela 2	70
Anexo 3. Matriz de Operacionalización de variables	71
Anexo 4. Matriz de Consistencia de la Investigación	72
Anexo 5. Validación de Expertos de los instrumentos de recolección de datos de la investigación	73
Anexo 6. Inventario forestal de la especie Bolaina blanca de la parcela 1	74
Anexo 7. Inventario forestal de la especie Bolaina blanca de la parcela 2	79
Anexo 8. Tabla de volumen potencial y polinómica de segundo grado, volúmenes potenciales y residuos.	83
Anexo 9. Determinación de curvas de crecimiento con evaluación dendrocronológica usando rodajas	89
Anexo 10. Determinación de curvas de crecimiento con evaluación dendrocronológica usando tarugos Pressler	89
Anexo 11. Curvas de crecimiento promedio usando dendrocronología	90
Anexo 12. Datos para determinación de propiedades físicas de la madera de bolaina blanca	91
Anexo 13. Documentos solicitando permiso al propietario de las parcelas	93
Anexo 14. Documentos de autorización de titular de las parcelas en estudio	94
Anexo 15. Panel fotográfico	95

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Bosques plantados entre los años 1990 – 2015	25
Tabla 2. Consolidado de los valores dendrométricos de los árboles de bolaina blanca ( <i>Guazuma crinita</i> Mart), de ambas parcelas evaluadas.	45
Tabla 3. Resumen del inventario forestal realizado en ambas parcelas	46
Tabla 4. Crecimiento anual medio IMA diamétrico de los árboles de bolaina blanca ( <i>Guazuma crinita</i> Mart), con datos de campo	47
Tabla 5. Curvas de crecimiento diamétrico de los árboles de bolaina blanca ( <i>Guazuma crinita</i> Mart), con datos dendrocronológicos	47
Tabla 6. Curvas de crecimiento promedio para los árboles de bolaina blanca ( <i>Guazuma crinita</i> Mart), con datos de campo y dendrocronología	48
Tabla 7. Tablas de volumen e indicadores estadísticos para la relación DAP y volumen de bolaina blanca ( <i>Guazuma crinita</i> Mart).	49
Tabla 8. Proyección del volumen de madera por hectárea a un DMC de 0.41 metros según las tablas de volumen y el IMA determinado	50
Tabla 9. Calidad de los árboles de <i>Guazuma crinita</i> Mart. Evaluados, en función a su fuste y presencia de plagas	50
Tabla 10. Propiedades físicas de la madera de bolaina blanca de árboles evaluados	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Forma típica de la curva de crecimiento de un árbol	21
Figura 2. Curvas típicas de crecimiento e incremento	22
Figura 3. Mapa de ubicación de las parcelas de evaluación	37
Figura 4. Extracción de muestra	40
Figura 5. Medición del CAP	40
Figura 6. Medición de la altura comercial	41
Figura 7. Muestras colocadas en soporte de madera	42
Figura 8. Ecuación polinómica de segundo grado para tabla de volumen	49
Figura 9. Ecuación potencial para tabla de volumen	50

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue Evaluar el crecimiento y rendimiento mediante dendrocronología en bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.), en el sector el Tablón, Chirinos, San Ignacio, el trabajo en campo se desarrolló en dos parcelas de plantaciones agroforestales de *Guazuma crinita* Mart de cuatro años de edad; la técnica fue la observación directa y se utilizaron como instrumentos fichas de registro de información en formatos validados por un experto; se tomaron muestras para el estudio dendrocronológico y propiedades físicas se determinó su crecimiento y rendimiento volumétrico mediante dendrocronología. Los resultados obtenidos fueron el inventario de 331 individuos de bolaina, distribuidas en dos parcelas agroforestales obtuvo un diámetro a la altura del pecho promedio de 0.184 m, una altura comercial promedio de 5.70 m y un volumen promedio por árbol de 0.143 m<sup>3</sup>; el incremento medio anual IMA para la especie es 0.051 m DAP.año<sup>-1</sup>, la tabla de volumen que mejor resultado da es  $Vol. = 13.760530DAP^{2.776705}$ , teniendo el mejor ajuste; el rendimiento volumétrico estimado es de 441.33 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, y la calidad de la madera muestra una densidad básica de 0.406 g.cm<sup>-3</sup> y una relación contracción tangencial radial de 1.508; se concluye que la plantación de bolaina blanca tiene un rápido crecimiento con un potencial volumétrico alto y buena calidad de madera.

**Palabras clave:** curvas de crecimiento, tablas de volumen, rendimiento volumétrico, calidad de la madera

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the growth and yield by means of dendrochronology in bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.), in the sector El Tablón, Chirinos, San Ignacio, Field work was carried out in two agroforestry plantation plots of four-year-old *Guazuma crinita* Mart; The technique was direct observation and information record sheets were used as instruments in formats validated by an expert; Samples were taken for the dendrochronological study and physical properties, its growth and volumetric yield were determined by dendrochronology. The results obtained were the inventory of 331 bolaina individuals, distributed in two agroforestry plots, obtaining an average diameter at breast height of 0.184 m, an average commercial height of 5.70 m and an average volume per tree of 0.143 m<sup>3</sup>; the average annual increase IMA for the species is 0.051 m DAP.year<sup>-1</sup>, the volume table that gives the best result is  $\text{Vol.} = 13.760530\text{DAP}^{2.776705}$ , having the best fit; the estimated volumetric yield is 441.33 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, and the quality of the wood shows a basic density of 0.406 g.cm<sup>-3</sup> and a radial tangential contraction ratio of 1.508; it is concluded that the bolaina blanca plantation has a fast growth with a high volumetric potential and good quality of wood.

Key words: growth curves, volume tables, volumetric yield, wood quality

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Aun cuando la madera es un recurso abundante en el Perú, la industria forestal se encuentra poco desarrollada y no guarda relación con la magnitud del recurso que el país posee. Uno de los vacíos más grandes en la investigación forestal en el Perú, es la falta de información de crecimiento y rendimiento de plantaciones con fines de producción de madera; el mayor esfuerzo se ha concentrado en el establecimiento de plantaciones, a través de los programas de incentivos forestales, pero se ha descuidado el manejo forestal. La demanda creciente de la madera de bolaina blanca, ha incentivado el establecimiento de plantaciones forestales de esta especie, ya que por su rápido crecimiento permite a la industria obtener ingresos a corto plazo; considerándose un caso de manejo forestal con mucho potencial de ser sostenible, que incluye la producción, procesamiento y comercialización (Acuña-Sobrados et al, 2019 p 69).

El uso de ecuaciones que orienten a los silvicultores hacia un manejo adecuado de los bosques naturales y las plantaciones comerciales, es fundamental en el aprovechamiento de los recursos socialmente benéfico y económicamente viable (Mafla-Reina, 2020). En cuanto al crecimiento y rendimiento volumétrico en la especie de *Guazuma crinita* Mart, se realizaron algunas investigaciones dirigidas a conocer el crecimiento en diámetro y altura, faltando trabajos que permitan conocer el incremento corriente anual (ICA), incremento medio anual (IMA), modelos de simulación del crecimiento y estimación de biomasa (Manturano 2007 citado por Delgado, 2019, p 13).

La Dendrocronología es una ciencia cuya aplicación es muy importante que nos permite determinar la edad real de los árboles, el ritmo de crecimiento y las condiciones climáticas durante su ciclo de vida (Novak, 2017, p 23). En zonas templadas hay presencia de condiciones climáticas con marcada diferencia entre la época de estiaje y época de lluvias, las cuales presentan ciclos anuales, determinando de este modo la formación de anillos de crecimiento anuales (Ticse-Otárola, 2018, P. 15), presentando dos formaciones celulares bien definidos por células de mayor tamaño en la madera temprana (al inicio del crecimiento) y células de menor tamaño en la madera tardía (al final del crecimiento) (Haygreen y Bowyer, 1982; citado por Ávila et al., 2011; y Beltrán y Valencia, 2013, citado por Egües-Nicoletti, 2021, p. 35).

En zonas tropicales se había asumido erróneamente hasta hace poco tiempo, que la actividad cambial se mantenía prácticamente constante durante todo el año, considerándose impracticable el análisis de los anillos de crecimiento por la ausencia de alguna estacionalidad, que indujera a una reducción de los procesos fisiológicos de crecimiento de los árboles. (Olcina & Cantos, 2017, p 3).

El presente estudio se realizó en el Sector el Tablón, Distrito de Chirinos, Provincia de San Ignacio, en donde se determinó por medio de la dendrocronología la edad del árbol. Para ello, se trabajó en dos parcelas agroforestales de bolaina blanca con la finalidad de cumplir con los objetivos de producción predefinidos y actividades de extracción.

Para el desarrollo de la presente investigación se tuvo como objetivo general, evaluar el crecimiento y rendimiento mediante dendrocronología en bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.), en San Ignacio. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Evaluar el crecimiento corriente anual del diámetro y la tasa de crecimiento promedio anual en la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) en una plantación de 4 años.
- Establecer tablas de volúmenes y determinar el rendimiento volumétrico de la plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.)
- Evaluar la calidad de la madera en una plantación agroforestal de la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.)

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Dávila (2020, p. 7) en su investigación tuvo como objetivo de evaluar la dendrocronología de la especie *Guazuma crinita* Mart., en bosque natural y en una plantación forestal de la provincia Tambopata –Madre de Dios, para lo cual se utilizaron 20 individuos para bosque natural y 20 para plantación forestal seleccionadas al azar. Las muestras fueron extraídas por método no destructivo utilizando el barreno de pressler. Se evaluaron la caracterización de los anillos de crecimientos, el incremento radial, cronología, relación del clima con el crecimiento de *Guazuma crinita* Mart., y relación con el fenómeno de El Niño. La especie presenta anillos de crecimiento marcado por bandas oscura, más marcadas en plantación que en bosque natural. En plantación se obtuvo una alta correlación con 0,496, con 13 años de edad (2004-2016) y un promedio de incremento medio anual de 0,11 cm/año, en bosque natural se tuvo una baja correlación de 0,242 con una antigüedad de 27 años (1990-2016) y un promedio de incremento medio anual de 0,97 cm/año. *Guazuma crinita* Mart. en plantación tuvo correlación positiva con la precipitación en el mes de octubre siendo este factor ambiental influyente para su crecimiento, respecto a la relación con el fenómeno de “de El Niño” se encontró grandes fluctuaciones en el desarrollo de los anillos de crecimiento en los años 2007 y 2014.

Zavala y Rodríguez (2018, p. 7) en su investigación, tuvieron como objetivo evaluar el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke), mediante técnicas dendrocronológicas, siguiendo la metodología estandarizada. Posteriormente, se obtuvieron imágenes digitalizadas de alta resolución para la identificación y medición del ancho de los anillos de crecimiento con en el Software Image Pro Plus. Con estos datos se construyeron las series cronológicas mediante la técnica de datación cruzada “crossdating”. Los resultados mostraron que la edad de los árboles fue en promedio 60,1 años, variando de 50 a 75 años de edad. Asimismo, el DAP promedio fue 61,89 cm, variando desde 38,13 hasta 85,16 cm. No existió correlación significativa entre el diámetro y la edad de los árboles. El coeficiente de intercorrelación entre las series cronológicas individuales y la serie maestra, fue de 0,34, alcanzando el valor de intercorrelación crítica. En contraste, las correlaciones entre el crecimiento y la precipitación, fue apenas significativa en noviembre (inicio de estación lluviosa), afectando positivamente

el crecimiento; así como, en el mes de junio (inicio de estación seca) afectando negativamente el crecimiento. El modelo Richards fue el más adecuado para la estimación del DAP ( $R^2 = 0,88$  y  $SEE = 7,01$  cm), así como para el área basal ( $R^2 = 0,80$  y  $SEE = 535,08$  cm<sup>2</sup>). Los árboles tardaron, en promedio, 59 años para alcanzar el diámetro mínimo de corte (61 cm). La población de árboles evaluada, tendría un turno silvicultural de 120 años, edad que alcanza su máximo IMA-g (65,33 cm<sup>2</sup> año<sup>-1</sup>).

Ramírez (2018, p. 12) en su investigación, tuvo como objetivo, determinar las etapas de crecimiento, incremento corriente anual (ICA) e incremento medio anual (IMA) promedio de *Prunus serótina* Mcvaugh en función de los anillos de crecimiento en los distritos de Pilcomayo y Huamancaca Chico. Para este estudio fueron analizadas 21 muestras de leño de *Prunus serotina* extraídas con el barreno de Pressler de los distritos de Pilcomayo y Huamancaca Chico. Teniendo como resultados que el modelo de Gompertz logró ajustarse mejor al crecimiento de la guinda en los distritos de Pilcomayo y Huamancaca teniendo un índice AKAIKE de (652,61); así mismo, mediante la estimación de su parámetro (a) se indica que, la normalización de su crecimiento se extiende aproximadamente hasta los 100 años alcanzando un diámetro de 49,36 cm, así también, según el modelo de Gompertz el punto de inflexión es a los (18 años) y (18 cm de diámetro) edad donde comienza a ralentizar su crecimiento. Por otro lado en función del modelo de Schumacher1 la edad de juventud se extiende hasta los 14 años alcanzando un ICA máximo de (1,53 cm) y un diámetro de (12 cm), la etapa de madurez se extiende por 10 años, iniciando a los 14 y terminando a los 24 años etapa de desarrollo en la cual alcanza un ICA e IMA de (1,039 cm), a partir de los 24 años en adelante la guinda entra en proceso de senectud, estos resultados evidencian que la guindas es una especie óptima para el uso agroforestal en el valle del Mantaro debido a su rápido crecimiento.

Cuvi (2016 p 6) realizó una investigación en Ecuador, en el sector de Cuyuja, cantón Quijos, provincia de Napo, a 2840 m s. n. m. El principal objetivo fue determinar la edad aproximado de la planta de *Cedrela montana*, a través de las formaciones de anillos de crecimiento anual que están marcados en estas especies y también se midió el ancho de los anillos para determinar las tasas de crecimiento. Para la recolección de muestras se aplicó dos técnicas dendrocronológicas, la primera se obtuvo rodajas con una motosierra de troncos de árboles caídos (muertos) y la siguiente técnica es con un barreno Pressler (5 a 10 mm), se extrajo núcleos de crecimiento (testigos) de las plantas vivas. En el trabajo de campo de

recogió 56 muestras en total (rodajas y testigos), de la cual se seleccionó las muestras en mejor estado y que estén desde la medula hasta la corteza para su análisis. Para la medición del ancho y cantidad de anillos de crecimiento se empleó el programa software IMAGEJ. Se desarrollaron cronologías de madera temprana de 9 hasta 177 años o anillos en testigos, de madera tardía de 99 hasta 289 años o anillos en rodajas. En muestras de *Cedrela montana* se observan anillos de crecimiento bien definidos y anillos falsos difíciles de medir, con la ayuda de las herramientas sofisticadas (microscopio, lupa e IMAGEJ) se observó y analizó sin dificultad. Se obtuvo un crecimiento excéntrico máximo de 13.65 mm, en las tasas de crecimiento existe variabilidad, en rodajas se obtiene 2.77 mm y en muestras de testigos 5.19 mm con una desviación estándar de  $\pm 1.099$  así, llegando a tener un promedio de incremento medio anual (IMA) de 3.98 mm de crecimiento anual en la zona de estudio. Queda claro las plantas de cedro a temprana edad tienen un crecimiento alto en relación a cantidad de anillos, mientras más anillos o años disminuye la tasa de crecimiento. Según estudios similares realizados en anillos de crecimiento se concluye que el resultado está dentro del rango obtenido en otros lugares, proporcionando seguridad a esta investigación. Por lo tanto, se puede estimar la edad del árbol, basándose en las tasas de crecimiento y diámetro de las plantas de *Cedrela montana* en la zona de Cuyuja y para las instituciones competentes usar en regulaciones de planes de manejo para un aprovechamiento sostenible de estas especies.

Barrientos (2011, p. 1) en su investigación, determinó la edad y tasa de crecimiento de la especie *Enterolobium cyclocarpum* instaladas en el campus universitario de la UNALM mediante el análisis dendrocronológico. Fueron seleccionados 9 árboles provenientes de dos sitios (4 del sitio A y 5 del sitio B) que presentaban condiciones de crecimiento diferentes. Se aplicó un muestreo no destructivo con sonda de Pressler (2 radios/árbol), se prepararon y acondicionaron las muestras en soportes de madera para análisis anatómico y dendrocronológico. El anillo de crecimiento se caracteriza por presentar una secuencia de poros grandes al inicio, disminuyendo su tamaño en la zona fibrosa (fibras de paredes gruesas) finalizando con la presencia de parénquima marginal observándose variaciones en albura y duramen. La edad de los individuos fue de hasta 11 y 23 años para los sitios A y B respectivamente. Se obtuvo una correlación Pearson positiva y significativa de 0.56 en los últimos 8 años de crecimiento entre ambos sitios. La tendencia del crecimiento de los árboles en los sitios A y B fue lineal y logarítmica respectivamente y las tasas de crecimiento 12.8 mm/año y 18.58 mm/año. Estos resultados reflejan la influencia del factor climático (alta correlación) y de sitio (tasas diferentes) en el crecimiento de la especie.

Inga (2011, p. 8), determinó el Turno Biológico de Corta en *Juglans neotropica* Diels, a partir del análisis de anillos de crecimiento. Para el estudio se recolectaron muestras entre rodajas y tarugos de 64 árboles en la Parcela de Corta Anual 2009 de la Empresa Maderera NEMATSA (11° 45' 51" Sur y 74° 14' 18" Oeste), ubicada en la Comunidad Nativa "Tres Unidos de Matereni", Distrito de San Martín de Pangoa, Provincia de Satipo, Región Junín, Perú. Las muestras fueron procesadas y medidas de acuerdo a las técnicas estándares en dendrocronología (Stokes y Smiley, 1968). El control de calidad de las series de ancho de anillos de crecimiento se realizó con el Programa COFECHA y para el análisis del crecimiento se utilizó el Programa AGE. Las curvas de crecimiento de la especie fueron graficadas con sus respectivos ajustes obteniéndose un Incremento Corriente Anual (ICA) de 0,37 cm/año y un Incremento Medio Anual (IMA) de 0,54 cm/año, ambas curvas se interceptaron aproximadamente a los 123 años indicando el Turno Biológico de Corta.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Manejo forestal**

El manejo forestal es un proceso que ayuda a identificar los recursos y oportunidades disponibles en términos de ganancia financiera y disfrute a largo plazo para mejorar y proteger los valores y aspectos que son más importantes, estos aspectos podrían incluir la vida silvestre, recreación, la madera, la ganadería y otros (Ramírez, 2018, p. 18).

El manejo forestal comprende las decisiones y actividades encaminadas al aprovechamiento de los recursos forestales de manera ordenada, procurando satisfacer las necesidades de la sociedad actual, sin comprometer la provisión de bienes y servicios para las generaciones futuras (Parrales, 2019, p. 10).

El manejo forestal con bases científicas reconoce ecosistemas forestales y necesidades económicas, emplea metodologías adecuadas de obtención de datos y desarrolla estrategias efectivas para la planificación y análisis (Rangel, 2019, p. 4).

El manejo forestal implica la manipulación de las masas forestales con el propósito de obtener una serie de productos tales como madera, tablas, pilotes, morillos, leña, resina, celulosa, mejores semillas, entre otros, los cuales se utilizan directamente o se transforman y permiten un beneficio mediato (los productos que se obtienen son a largo plazo, ya que el aprovechamiento de los árboles va desde los cinco a los sesenta años, por ello es necesario

tomar en cuenta el ciclo de vida de la especie o especies que se pretenda manejar) (Monárrez-González et al, 2018, p.4).

### **2.2.2. Dendrocronología**

Gutiérrez (2009, p. 1) Señala que, el nombre indica una relación muy estrecha entre los árboles y el tiempo. La palabra deriva del, griego dendron –árbol-, crono –tiempo- y logo –conocimiento- y denomina una disciplina, científica dotada de un conjunto de principios, técnicas y métodos que permiten datar los anillos, de crecimiento anuales, extraer, separar e interpretar la información que contienen de los diferentes factores que han influido en su crecimiento. El objetivo principal es establecer cronologías o series maestras (series promedio). Para ello, hace falta, primero, identificar y datar los anillos asignando a cada uno de ellos el año de calendario exacto en el cual se formó. Las series dendrocronológicas permiten la investigación en numerosos campos de la ciencia ya que constituyen un registro del tiempo y un archivo de los acontecimientos pasados, por ello también son muy útiles para datar acontecimientos siempre que hayan afectado a los árboles (perturbaciones), datar objetos y construcciones de madera. señalan que, la palabra. Asimismo (Tomazello et al. 2001 citado por Ortega, 2014 p 15) refiere que, dendrocronología proviene del griego "dendro" que significa "árbol", "cronos" que significa "tiempo" y "logos" "ciencia". La Dendrocronología estudia la data y la reconstrucción de los fenómenos meteorológicos, los incendios forestales, las actividades volcánicas, entre otras Manzanilla et al, (2021, p. 2)

La dendrocronología es la ciencia de análisis de los anillos de crecimiento de los árboles, deriva del prefijo griego dendron que significa “árbol” y chronos que significa “tiempo”, por tanto, la dendrocronología trata de la historia del crecimiento del árbol, en base a los anillos radiales de crecimiento producido anualmente para producir información sobre el pasado (Natalini et al., 2017, p. 1).

La dendrocronología es una ciencia que se ocupa de la datación y estudio de los anillos de los árboles, en árboles y arbustos leñosos. La dendrocronología es una herramienta altamente valiosa para la datación de acontecimientos y para proporcionar sólidos conocimientos resueltos anualmente. Herramientas y técnicas desarrolladas recientemente que discernen señales climáticas inherentes a las estructuras celulares sub-anales tienen el potencial de proporcionar aplicaciones datación y estudios de variables ambientales que actúan en escalas de tiempo estacionales (Briceño et al., 2018, p. 8).

### **2.2.2.1. La dendrocronología como estimación del crecimiento de arboles**

El conocimiento del crecimiento registrado en un árbol puede ser obtenido a través de técnicas dendrocronológicas que permiten verificar como un árbol crece en diámetro y altura, y como cambia su forma a medida que aumenta el volumen siendo posible rescatar los incrementos anuales por medio de la medición de anillos de crecimiento (Malatesta, 2020, p 1).

Estudios dendrocronológicos o de análisis de tronco aplicados en la ecología de los árboles (dendroecología) permiten determinar tasas de crecimiento, producción de leño, ciclos de rotación y tasas de reposición siendo informaciones de gran importancia en manejo forestal y la sostenibilidad de bosques naturales (Franco-Ramos, et al., 2017, p. 1).

### **2.2.3. Crecimiento y rendimiento de árboles**

El crecimiento se refiere al aumento en tamaño (altura, diámetro, área basal y volumen) de una población o individuo, ya sea en biomasa, en número o de cualquier otra variable de interés en un intervalo de tiempo determinado, siendo el crecimiento en altura y diámetro las variables que se miden con mayor frecuencia, para determinar el crecimiento en volumen. Además, se considera un proceso dinámico y su medición requiere de un monitoreo permanente. Por otro lado, el rendimiento hace referencia al crecimiento en volumen de madera de un árbol, el cual puede ser cosechable o explotable al final de un periodo de tiempo determinado (Cruzado, 2021, p. 10).

Tradicionalmente se denomina como incremento al cambio en volumen, así como en diámetro y altura, tanto a nivel del árbol o rodal, mientras que el término crecimiento es usado para cuantificar el incremento en peso, biomasa y peso seco, el término incremento es usado cuando se hace referencia a un incremento estructural tales como la altura, diámetro, área basal o volumen. Esencialmente los términos crecimiento e incremento describen lo mismo, es decir, la tasa a la cual el árbol o el rodal incrementa en peso o tamaño en un periodo de tiempo determinado. Si, en lugar de mediciones anuales, levantamientos periódicos a “n” intervalos de años son tomados, entonces el registro del incremento en altura, diámetro o volumen debe ser dividido por “n”, este término es llamado incremento periódico anual “IPA” (IPAh, IPAd IPA<sub>v</sub>) (Pretzsch, 2009 y Aguilera, 2019, p. 4).

Para la planificación del manejo de los rodales es importante conocer el crecimiento de la masa boscosa, se define como el aumento de tamaño, peso, volumen o valor por unidad de superficie (hectárea) a través del tiempo. Aunque el crecimiento de rodales es el resultado del crecimiento experimentado por los árboles individuales, incorpora elementos adicionales como la pérdida de masa, muchas veces ocasionada por la muerte de los árboles causados por enfermedades, catástrofes, vientos, nieve, u otros; así como también la corta o aprovechamiento de algunos árboles mediante el raleo. Por ello, la mejor forma se evaluar el crecimiento en rodales es mediante mediciones repetidas a lo largo del tiempo, estableciendo parcelas de muestreo (Cancino, 2006; Imaña y Encinas, 2008, p. 24).

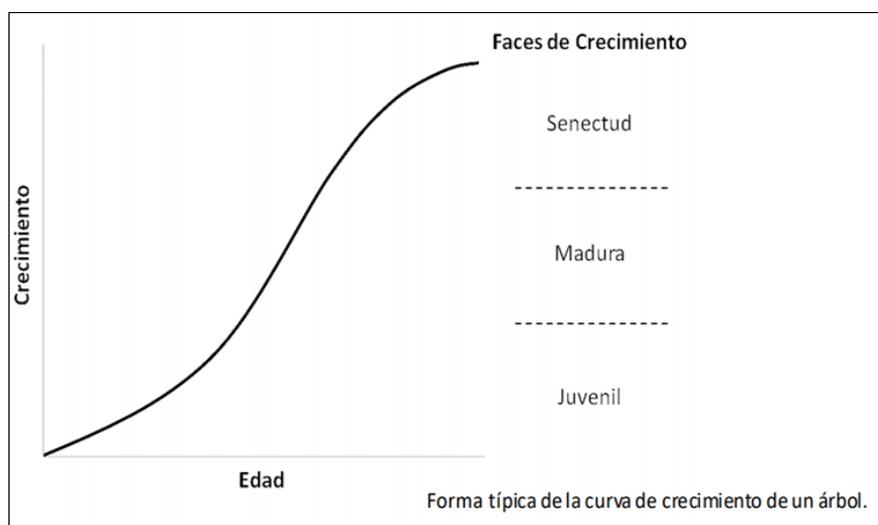
El crecimiento se expresa en un cambio en el tamaño de los individuos debido al aumento de los tejidos (floema, xilema, tallo, parénquima) a lo largo del tiempo, cuando se produce la suma de la división celular, el alargamiento del meristema secundario y se puede expresar en: de diámetro, altura, área o volumen (Troiani et al., 2017, p. 13).

El crecimiento graficado (Figura 1) se asemeja a una curva sigmoidea o curva en "S" con la primera fase correspondiente a la edad adolescente, la segunda correspondiente a la edad madura o en línea recta y la tercera correspondiente a la edad senil (longevo). Cada fase mantiene una tasa de crecimiento característica de la vida del árbol y juntas forman la curva de crecimiento. La adolescencia se caracteriza por un crecimiento rápido, a menudo exponencial (Domínguez et al., 2017, p .1).

En la madurez, el árbol suele tener períodos iguales de crecimiento similar (líneas rectas). En términos relativos, la edad senil se caracteriza por un crecimiento cada vez más insignificante.

## Figura 1

*Forma típica de la curva de crecimiento de un árbol*



Fuente: Imaña et al. (2005), citado por Laura, (2018, p. 9)

En la producción forestal, esta curva se suele utilizar para analizar el aumento de diámetro, altura, área basal o volumen de madera. El crecimiento es el proceso más importante en el que debe influir la silvicultura, ya que conduce al producto deseado: madera de cierto tamaño y calidad (Attis, 2021, p. 3)

### 2.2.4. Incremento en árboles

El aumento se puede definir como el crecimiento del árbol o de una masa forestal durante un cierto período de tiempo. Este período puede expresarse en días, meses, años o décadas (Laura, 2018, p. 11). Es el tamaño del crecimiento, que se puede expresar en términos de diámetro, altura, base o volumen (Abarca-Valverde et al, 2020, p. 5). Entre los distintos incrementos se tiene:

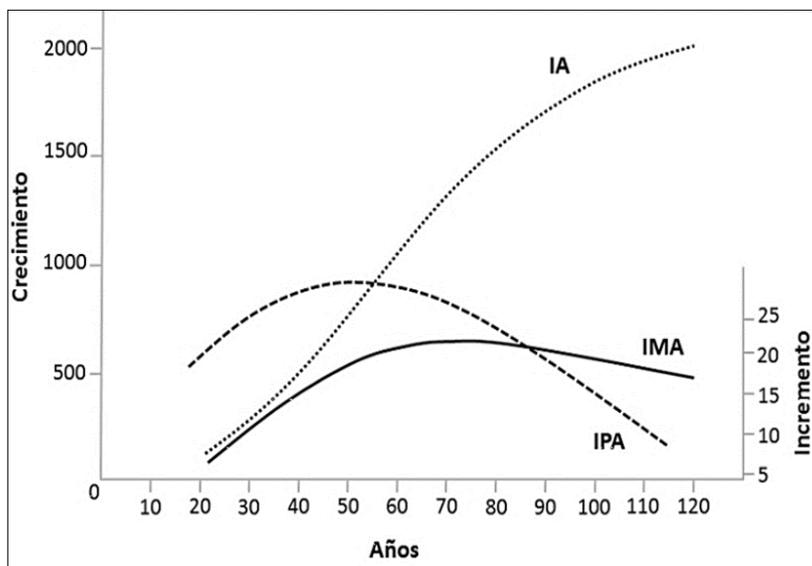
- Incremento corriente anual (ICA): es el incremento del último año de medición (Fierros et al., 2017, p. 1).
- Incremento periódico: es el crecimiento de un árbol o una masa en un periodo determinado (Hernández et al., 2018, p. 7).

- Incremento medio anual (IMA): expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Es obtenido por la división del valor actual de la variable considerada, dividida por la edad (Andrade & Tigua, 2022, p. 10).

- Incremento periódico anual (IPA): es el promedio por año durante un cierto periodo, corresponde a lo que el árbol creció en promedio en un determinado periodo de años. El cálculo se realiza considerando los valores del inicio y final del periodo y el número de años (García, 2021, p. 24).

**Figura 2**

*Curvas típicas de crecimiento e incremento*



Fuente: Imaña y Encinas (2008), citado por Laura, 2018, p. 12

La Figura 2 muestra la tendencia de la curva de crecimiento anual o incremento anual (IA). También se observa que el aumento periódico anual (IPA) está en su máximo antes del aumento promedio anual (IMA) y antes de que ambas curvas disminuyan en tendencia. La intersección de la curva IPA con la IMA determina la edad de la rotación económica del rodal forestal. Cuando el IMA alcanza su valor máximo, se define en los sistemas forestales como el momento más favorable en términos de silvicultura para poder intervenir en los rodales mediante aclareo o tala. Si el IPA es más alto que el IMA, es una señal de que el IMA está creciendo; Por otro lado, si el IPA es más bajo que el IMA, significa que el IMA está disminuyendo. La intersección del IMA / IPA indica así el punto con el valor máximo de producción forestal por unidad de superficie (Colasurdo, 2020, p 5).

El patrón de crecimiento de un árbol en términos de diámetro, área, altura, forma y volumen está influenciado por la ubicación, la estructura de la plantación, la competencia y la densidad. Las plantaciones contemporáneas y puras tienen patrones de crecimiento muy diferentes a las plantaciones discretas y mixtas (Cano, 2020, p. 35).

### **2.2.5. Modelos de crecimiento y rendimiento forestal**

Los modelos de crecimiento forestal se diseñan siempre con un propósito y pueden emplearse como herramientas de investigación para ayudarnos a estructurar y comprender fenómenos o procesos complicados. Por otro lado, los modelos se pueden aplicar directamente en la práctica, como herramientas para la toma de decisiones. Para efectos prácticos de planificación del manejo forestal, los modelos estadísticos de crecimiento y rendimiento han resultado muy útiles y de uso generalizado (Hernández, et al., 2018, p. 36).

Los modelos de crecimiento y rendimiento son vitales para la planificación del manejo forestal. Proyectar el estado futuro de rodales individuales es un prerequisite para planear el manejo de los bosques a cualquier nivel. Algunos usos importantes de los modelos de crecimiento y rendimiento incluyen su capacidad de explorar diferentes opciones de manejo y alternativas silviculturales, examinar el impacto del manejo del bosque y las cortas sobre otros valores del bosque, predecir rendimientos futuros, entre otros (Indio, 2017, p. 1).

Los modelos de crecimiento y rendimiento son herramientas claves para el manejo y la comprensión de la dinámica de los bosques y plantaciones forestales; por tanto, se han convertido en una rama importante de la investigación en las ciencias forestales (Zaragoza, 2017, p. 17).

### **2.2.6. Crecimiento en altura y en diámetro**

Generalmente, el árbol crece primero en altura y luego en diámetro. El crecimiento en altura es el resultado de la actividad de los tejidos meristemáticos primarios (yema apical o terminal), a través de la división celular. Este crecimiento también se llama crecimiento primario. Esta variable, la altura del árbol, produce el cambio de crecimiento más notable, especialmente a una edad temprana cuando es fácil observar la tasa de cambio de altura en períodos cortos de tiempo. En árboles adultos, el crecimiento en altura tiende a estabilizarse hasta llegar a cero (Arteaga, 2018, p. 11).

Villamil (2017, p 23) menciona que, un árbol competidor continúa creciendo en altura, pero su copa se vuelve comparativamente más pequeña con el tiempo porque no aumenta su área foliar activa durante la fotosíntesis. El requerimiento de energía aumenta con el crecimiento en altura, a medida que aumentan los tejidos respirables (en el tallo y en las raíces). Como resultado, hay menos energía disponible para invertir en aumentar el diámetro. Sin embargo, cuando la competencia de los árboles y el declive del dosel se vuelven extremos, el crecimiento en altura también se ralentiza.

El crecimiento en diámetro está directamente influenciado por la actividad del cambium, que forma madera en el interior y corteza en el exterior; también se le llama crecimiento secundario. Este crecimiento no es el mismo en todo el tronco, por lo que la variable DAP (diámetro a la altura del pecho: 1,30 m) se utiliza generalmente para la evaluación (Aguilar, 2019, p 17).

Numerosos estudios empíricos han demostrado que el crecimiento en altura no está fuertemente influenciado por la densidad del rodal, mientras que el crecimiento en diámetro es sensible a cambios en esta densidad, señala que, el crecimiento del diámetro tiene una prioridad baja en la distribución de energía dentro de un árbol y una de las primeras manifestaciones de competencia en una plantación, recesión y escasez es una disminución en el crecimiento del diámetro (Lazo, 2018, p. 32).

Miller (2019, p 6) señala que, el entorno es determinante para el crecimiento en diámetro, la calidad de la ubicación y el manejo tienen una fuerte influencia; a mejor calidad de la ubicación, mayor es el crecimiento en diámetro y más rápida es la edad de la culminación del crecimiento se alcanza en esta variable.

### **2.2.7. Crecimiento de un árbol**

A medida que un árbol crece, sus dimensiones aumentan (diámetro, altura y volumen). Este crecimiento del árbol en un periodo de tiempo determinado se llama incremento en las cuales interviene muchos factores; tiempo, genética de la especie, calidad de sitio, sanidad vegetal y manejo forestal, los incrementos de interés en un árbol son: incremento del árbol en diámetro, incremento del árbol en altura, incremento del árbol en volumen y por analogía se habla del incremento de una masa o bosque (Palacio, 2020, p, 14).

El periodo de tiempo puede ser expresado en días, meses, años o décadas, este incremento puede ser obtenido para las variables dendrométricas diámetro, altura, volumen y área basal (Cruzado, 2021, p. 12).

### 2.2.8. Plantaciones forestales

Novak, (2017, p. 11) menciona que, según la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763, las plantaciones forestales son ecosistemas constituidos a partir de la intervención humana mediante la instalación de una o más especies forestales, nativas o introducidas, con fines de producción de madera o productos forestales diferentes de la madera, de protección, de restauración ecológica, de recreación, de provisión de servicios ambientales o cualquier combinación de los anteriores.

El desarrollo de las plantaciones forestales forma parte de un complejo enfoque evolutivo de adaptación para satisfacer las futuras demandas de productos madereros y no madereros y de una gama de servicios ambientales y sociales que los bosques pueden ofrecer (Coronel, 2018, p. 2). Una plantación forestal es el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, plantaciones silvopastoriles, entre otras (López, 2019, p. 12).

**Tabla 1**

*Bosques plantados entre los años 1990 – 2015*

País	Área de bosque plantado (1 000 ha)					Tasa de cambio del bosque			
	1990	2000	2005	2010	2015	1990-2000	1990-2010	1990- 2000	1990- 2015
Brasil	4 984	5 176	5 620	6 973	7 736	19,02	179,7	152,6	110,1
Chile	1 707	1 936	2 063	2 384	3 044	22,9	44,8	132,0	53,5
Argentina	766	1 076	1 173	1 187	1 202	31,0	11,1	3,0	17,4
Perú	263	715	754	993	1 157	45,2	27,8	32,8	35,8
Uruguay	201	629	782	979	1 062	42,8	35,0	16,6	34,4

Fuente: FAO (2015, citado por Delgado 2019, p. 15).

### **2.2.9. Barreno de Pressler**

Es un instrumento que se utiliza para obtener muestras de árboles en pie, para estudios de dendrocronología (evolución y desarrollo del árbol), plagas, control de la densidad y calidad de madera, entre otros. Permite obtener muestras de forma cilíndrica de madera, frecuentemente de 5 milímetros de diámetro y más de 10 cm de largo, que se saca perpendicularmente al tronco (generalmente desde la corteza del árbol hasta la médula). Consta de tres partes principales: extractor de muestra, barreno de acero, y mango. Requiere de un mantenimiento y cuidado especial. Cuando esté almacenado, el barreno y el extractor deben estar sin ningún residuo de madera ni resinas o látex, y lubricados por dentro y fuera con un aceite protector como WD-40 (Cuellar et al., 2018, p 4).

Analizando los cilindros de madera obtenidos con el barreno de pressler se obtiene datos del crecimiento e incremento en diámetro de los árboles durante los años de su vida (Klepac, 1983). De cada árbol a ser analizado se pueden extraer una o dos muestras, siendo lo usual mantener un ángulo de 90° entre los puntos de extracción de cada muestra (Laura, 2018, p. 15).

### **2.2.10. Importancia de las Plantaciones Forestales**

La función que cumple las plantaciones forestales puede ser exclusivamente la protección del suelo y la preservación de los recursos hídricos o como fuente de bienestar a través de la recreación y el turismo. El principal beneficio social de las plantaciones forestales es el empleo en las zonas rurales (Duque, 2019, p. 29).

Las plantaciones forestales industriales, también conocidas como plantaciones comerciales, cumplen precisamente con el objetivo de producir bienes para la sociedad, y no solo tienen un impacto positivo en la calidad de vida de las personas, sino que en muchos casos también ayudan a aliviar la presión sobre la propia sociedad sobre los bosques naturales, cada vez más reservados para la conservación de la biodiversidad y la regulación de otros recursos naturales como el suelo y el agua (Duque, 2019, p 10).

Además, pueden reducir la posible escasez de madera en el futuro y garantizar la continuidad del suministro. El desarrollo de plantaciones forestales es parte de un complejo enfoque evolutivo adaptativo para satisfacer las necesidades futuras de productos madereros y no madereros y una gama de servicios ambientales y sociales que los bosques pueden

proporcionar (Brown, 2000, p. 22). Las plantaciones forestales no solo son importantes por su contribución económica a través de productos madereros y no madereros. Es importante destacar el papel estratégico de las plantaciones forestales en las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático. El MINAGRI, a través de SERFOR, y el MINAM, a través del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC), están trabajando de manera coordinada y colaborativa en la importante tarea de asegurar que el patrimonio forestal de la nación continúe estando permanentemente disponible para su provisión de bienes y servicios La sociedad peruana y el mundo (Andrade, 2018, p. 3).

### **2.2.11. Ecuaciones de tabla de volumen**

Es un sistema de estimación muy flexible que se obtiene mediante el desarrollo de modelos matemáticos que reflejan la relación entre diámetros y alturas (Tinoco, 2019, p. 9).

Las ecuaciones y tablas de volumen son cruciales para el profesional forestal ya que simplifican la toma de decisiones, facilitan el procesamiento y conciliación de la información recopilada y reducen el tiempo de análisis y obtención de resultados.

Gran parte del trabajo se ha centrado en encontrar una fórmula para estimar el volumen, basada principalmente en el diámetro y la altura, que permite cubicar los árboles con un error mínimo. Esto se logró mediante el estudio de las relaciones entre las diversas variables medidas por un árbol (Ramírez-Silva, 2017, p. 26).

Estas tablas de estimación de volumen se crean para cortar rápidamente los árboles en función de las mediciones (diámetro y altura), en el campo; sólo puede ser diámetro, diámetro y altura o diámetro, altura y factor de forma (Loján, 1965). La necesidad de disponer de ecuaciones que permitan la estimación de valores precisos de existencias de una masa forestal es vital en manejo forestal. Si a esto se une el creciente interés por la planificación de la gestión de las masas forestales y por su ordenación, en definitiva, aumenta la importancia de contar con modelos de estimación de volumen (Rueda-Sánchez et al., 2020, p. 98).

La ventaja de las ecuaciones de volumen es obvia, ya que proporcionan una estimación objetiva del volumen de un número mucho mayor de árboles y, finalmente, la estimación del total y el promedio, a partir de mediciones detalladas en un número limitado de árboles cuidadosamente seleccionados dentro del bosque. Volúmenes de área dentro del área inventariada (Aguirre, 2007, p. 18).

Fregoso (s. f. p. 3) por su parte dan dos grupos de tablas de volumen, dependiendo del tipo de ecuaciones utilizadas para su construcción: tablas de volumen local o tablas con una entrada, las ecuaciones se aplican con regresión lineal simple y tablas con volúmenes estándar. o dos entradas, que se basan generalmente en la relación entre el DAP, la altura y el volumen expresada como fórmulas de regresión lineal múltiple.

García (2021, p 9) sugiere que, el volumen total de un rodal hasta la copa de los árboles o hasta un límite de diámetro pequeño, como 10 cm, puede predecirse con precisión utilizando una ecuación que incluya el área de la base como variables y la altura dominante. El mismo autor señala que para estimar el volumen de un árbol con una ecuación de volumen se deben seguir los siguientes pasos.

- Tomar una muestra de árboles del rodal y mida directamente el volumen de cada uno. Establecer la ecuación de volumen
- Medir las variables del árbol que no se tuvieron en cuenta al establecer la ecuación de volumen.
- Estimar el volumen total.

Los métodos utilizados para estimar ecuaciones volumen por volumen son métodos estadísticos, principalmente métodos de mínimos cuadrados. Pero también algunos métodos de "análisis multivariante" no paramétricos y clasificaciones automáticas, que consisten puramente en comparaciones matemáticas y se utilizan para ayudar en las ecuaciones. El análisis de regresión, por otro lado, se utiliza para aplicar la ecuación directamente a los árboles (Hernández-Ramos, et al., 2017, p. 8).

### **2.2.12. Análisis de regresión**

El análisis de regresión es hoy en día el método más utilizado para desarrollar ecuaciones de volumen, ya que la inconveniencia de los cálculos ha disminuido con el desarrollo de las computadoras. Este método se basa en el método de mínimos cuadrados (Cailliez 1980, p. 4).

El análisis de regresión se basa en las observaciones para cada una de las variables, revelando una ecuación matemática que indica la relación de esas variables; cuando tienes una ecuación, se hace para estimar los valores futuros que puede tener una variable. esta variable

se llama variable dependiente (Y) y variable independiente (X), (Hernández-Ramos, et al., 2018, p. 38).

Usando la regresión, puede encontrar una ecuación y trazar la línea que se acerque lo más posible a los puntos dados. La regresión se utiliza para estimar una relación que puede existir en una población. Al usar este modelo para hacer predicciones, es importante que solo se considere la relevancia de las variables independientes. Los valores de la variable dependiente se predicen cuando se conoce la variable independiente (Arias, 2021, p. 21).

### **2.2.13. Barrenado del árbol**

La altura de barrenado de un árbol típicamente es llevada a cabo a la altura del pecho (1.30 m). El inicio del barrenado comienza con la inserción de la punta roscada en alguna fisura de la corteza del árbol. Para que penetre la punta roscada, se tiene que ejercer presión sobre el barreno y al mismo tiempo girarlo en dirección de las manecillas del reloj. En todo momento se tiene que mantener la dirección de entrada de barreno lo más recto posible, tratando de formar un ángulo de 90 grados entre el barreno y el tronco (León, 2019, p. 35).

### **2.2.14. *Guazuma crinita* Martius**

#### **Taxonomía**

Según el Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist (1981):

División : Magnoliophyta = Angiospermae

Clase : Magnoliopsida = Dicotyledoneae

Subclase : Dilleniidae

Orden : Malvales

Familia : Sterculiaceae

Género : *Guazuma*

Especie : *Guazuma crinita* Mart.

Según el Sistema de clasificación de Grupo de filogenia de angiospermas – APG IV (2016), se clasifica de la manera siguiente:

División	: Angiospermae
Clase	: Equisetopsida C. Agardh
Subclase	: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	: Rosanae Takht.
Orden	: Malvales Juss.
Familia	: Malvaceae
Género	: Guazuma
Especie	: <i>Guazuma crinita</i> Mart.

Sinonimia: *Bubroma crinitum* (Mart.) Steud., *Guazuma rosea* Poepp. (Tropicos.org, 2023)

#### **Origen de la especie:**

Es originaria de Perú y se encuentra en los bosques aluviales del bajo Amazonas, principalmente en playas y áreas agrícolas abandonadas.

#### **Morfología de la especie**

Fuste de 25-80 cm de diámetro y 15-30 m de altura total; ramificación en el tercer tercio; base del fuste recta, la corteza externa es finamente agrietada: color marrón claro a grisáceo su corteza interna es fibrosa, amarillenta, conformada por tejido finamente reticulado; oxida rápidamente a marrón, sus ramitas terminales con sección circular, color oscuro cuando secas, de unos 3-4 mm de diámetro, usualmente con pubescencia ferrugínea hacia las partes apicales, sus hojas son simples, alternas y dísticas; de 10-18 cm de longitud y 5.7 cm de ancho; peciolo de 1,5-2 cm de longitud, pulvinulado; láminas ovadas, frecuentemente asimétricas, aserradas; nervación palmeada, nervios secundarios prominulos en haz y envés; ápice agudo y acuminado; base cordada; hojas cubiertas de pubescencia de pelos estrellados y escamosos. La inflorescencia es en panículas axilares de 8-12 cm de longitud con muchas flores; flores de

8-12 mm de longitud, hermafroditas, actinomorfas, sus frutos son cápsulas globosas de 4-8 mm de diámetro con la superficie densamente cubierta de pelos largos de 3-4 cm de longitud, sus flores son pequeñas color rosado en panícula, cáliz vistoso, corola ausente, ovario supero, pétalos libres (Urbina, 2017, p. 14).

### **Silvicultura de la especie**

**Fenología:** La floración tiene lugar entre los meses de julio a setiembre, mientras que la fructificación tiene lugar entre octubre a diciembre. La dispersión de los frutos es efectuada por la acción del viento (Códova, 2018, p. 7).

**Germinación y propagación:** La propagación por semillas tiene éxito en esta especie con una tasa de germinación entre el 80 % y el 90 % con semillas frescas. Las semillas se pueden sembrar en semilleros con sustrato arenoso, que se cubren con una capa de arena de 1 - 2 cm de espesor. Cuando las plántulas alcanzan una altura de 10 -15 cm, se trasplantan a bolsas de plástico.

**Las semillas.** son pequeñas, de color pardo, encontrándose hasta 20 semillas por fruto y entre 850 000 a 870 000 por kilo.

**Manejo de la especie en vivero.** Las semillas se pueden sembrar esparcidas en un macizo de flores con un sustrato arenoso y se cubren con una capa de arena de 2-3 cm. Cuando las plántulas alcanzan 10 – 15 cm de altura se les trasplanta a bolsas plásticas.

### **Distribución geográfica**

En cuanto a su distribución de bolaina blanca , es una especie tiene una amplia distribución originaria del Neotrópico, que se extiende desde México hasta Sudamérica, incluyendo el noroeste de Argentina, Ecuador, Paraguay, Bolivia, Brasil y Perú; en el último caso, destaca que es una especie común en la Amazonía peruana que se presenta hasta los 1 500 m s. n. m .; mientras que lo confirma al encontrar reportes en las regiones de Cajamarca, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali (Huayama, 2021, p. 12).

### **2.2.15. Calidad de la madera**

La calidad en una madera se define como aquellos atributos que le brindan propiedades físicas y mecánicas para usos específicos (Chávez et al., 2010, p. 5).

La calidad de la madera es una variable muy difícil de definir, pues este puede cambiar en relación con el uso que se pretenda. Por ejemplo, hay usos como donde se requiere que la madera sea ligera y blanda, mientras que otros usos requiere que la madera sea dura, es decir, de densidad elevada, como los son las maderas para parquet (Vignote, et al., s. f).

Controlar la calidad de la madera en una empresa de este rubro, se convierte en un factor estratégico ya que este control permite brindar mejores productos, disminuir costos y por ende se puede disminuir, garantizando la permanencia en el mercado (Moya, 2008, p. 1).

#### **2.2.16. Propiedades físicas de la madera**

En tecnología de la madera se conoce como propiedades físicas a las propiedades que establecen la densidad y peso específico, el contenido de humedad y la variación dimensional. Estas propiedades son también conocidas como propiedades principales o básicas de la madera, ya que son las que influyen o determinan las otras propiedades de la madera (Vignote y Martínez, 2006, p. 7).

Por su parte Anchundia (2021, p. 23) indica que, las propiedades físicas de la madera se definen como aquellas características cuantitativas y su comportamiento frente a influencias externas del entorno. Entre estas propiedades se tiene a la densidad, humedad, propiedades térmicas, eléctricas y químicas, y resistencia a la pudrición. Por lo tanto, es fundamental conocer estas propiedades ya que de ellas depende el rendimiento y durabilidad de la madera.

##### **Densidad**

La densidad es una propiedad que varía mucho dentro de las especies y entre ellas. Aunque las densidades para la mayoría de las especies están entre  $320 \text{ kg/m}^3$  a  $720 \text{ kg/m}^3$ , el rango de densidades en realidad se extiende desde aproximadamente  $160 \text{ kg/m}^3$ , hasta más de  $1040 \text{ kg/m}^3$  de alguna madera importada (Montalvo, et al., 2018, p 5).

##### **Contenido de Humedad**

El contenido de humedad de la madera se define como el peso del agua en la madera expresado como una porción del peso de la madera secada al horno generalmente se expresa en porcentaje (Rahimi, et al., 2021, p. 12). El contenido de humedad influye en otras propiedades de la madera como el peso, la contracción, la resistencia y otras. La humedad en

los árboles puede variar desde aproximadamente el 30 % hasta más del 200 % del peso del material de madera (Anchundia, 2021, p. 6).

En maderas blandas como es el caso de la especie bajo estudio, el contenido de humedad del duramen es comúnmente menor que el de la albura. El porcentaje puede llegar a un contenido de humedad de 40 % en duramen a 150 % en albura (Murillo, 2018, p. 14).

### **Contracción de la madera**

La madera es dimensionalmente estable cuando el contenido de humedad está por encima del punto de saturación de la fibra. La madera cambia de volumen a medida que gana o pierde humedad por debajo del punto de saturación. Se encoge cuando se pierde humedad de la pared celular y se hincha cuando se extrae humedad de la pared celular, este encogimiento e hinchazón pueden causar deformaciones, grietas, o problemas operativos que reducen la utilidad de los productos de madera. En cuanto a sus propiedades de encogimiento, mostró que la madera es un material anisotrópico, es decir, se contrae la mayor parte del tiempo en la dirección de los anillos de crecimiento anual (tangencialmente) (Chicaiza, 2022, p. 21).

#### **2.2.17. Propiedades físicas de la madera de *Guazuma crinita* Martius**

Según Escriba Pezo (2021, p 11), la madera de bolaina blanca presenta las siguientes propiedades físicas:

Densidad básica: 0.41 g/cm<sup>3</sup>

Contracción tangencial: 5.50 %,

Contracción radial: 3.50 %,

Contracción volumétrica: 10.75 %

Relación T/R: 1.60.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**Datación.** Es la técnica fundamental de la dendrocronología que permite registrar una pieza de madera, con un margen de precisión de un año o incluso menos (Malatesta, 2020, p. 14).

**Crecimiento de las plantas.** Es entendido como crecimiento o desarrollo de las plantas a la variación del tamaño de un individuo respecto del tiempo, a la magnitud de la variación se denomina incremento (García, 2021, p. 11).

**Anillos de crecimiento.** Los anillos de crecimiento están conformados por células por donde circulan los elementos vitales del vegetal, estas pueden ser distintas según los productos colorantes, resinas, taninos etc. que puedan contener (Añazco et al., 2018, p 16).

**Anillo anual.** En la madera y en la corteza; capa de crecimiento correspondiente al periodo de un año, según se observa en la sección transversal de un tronco (Cruzado, 2021, p. 16).

**Anillos falsos.** Es común encontrar en troncos, anillos de crecimiento discontinuos o los llamados falsos anillos de crecimiento, que dificultan la determinación exacta de la edad de un árbol y cuya formación puede atribuirse a causa externas que alteran el funcionamiento normal del cambium(Aylas, 2018, p. 21).

**Anillos excéntricos.** Son anillos discontinuos que se forman a manera de lentes, los cuales producen un crecimiento excéntrico, tienen un centro diferente. Esto se refiere que los anillos de crecimiento son muy anchos en promedio o relación a las demás series (Aylas, 2018, p 21).

**Curvas de crecimiento.** Estas curvas grafican la evolución en el tiempo del crecimiento de cualquier variable (diámetro, altura, área basal, volumen, biomasa, etc.) de un árbol o rodal (Curso de Silvicultura, 2013, p. 2).

**Incremento anual corriente.** El incremento corriente anual (ICA) es la diferencia entre las dimensiones medidas al inicio y al final del período de crecimiento de un año. Representa el crecimiento ocurrido durante ese año (Curso de Silvicultura, 2013, p. 1).

**Incremento anual medio.** Es el crecimiento promedio anual hasta cualquiera edad de la instalación del árbol o plantación. Se obtiene dividiendo el crecimiento acumulado hasta un determinado momento en el tiempo, por la edad del árbol o de la plantación correspondiente (Curso de Silvicultura, 2013, p. 1).

**Ecuaciones de volumen.** Las ecuaciones de volumen son cruciales para el profesional forestal ya que simplifican la toma de decisiones, facilitan el procesamiento y conciliación de

la información recopilada y reducen el tiempo de análisis y obtención de resultados (Tinoco, 2019, p. 24).

**Dendrocronología.** La dendrocronología es la ciencia que estudia la edad de los árboles a través de sus anillos de crecimiento (Martínez, 2020, p, 9).

**Densidad básica.** La densidad básica de la madera se determina dividiendo el peso seco entre volumen húmedo de la madera, es un variable intrínseca de la madera, considerada un parámetro y buen indicador de calidad (Pimienta et al., 2018, p, 11).

**Contracción de la madera.** La madera es un material anisotrópico, es decir, se contrae la mayor parte del tiempo en la dirección de los anillos de crecimiento anual (tangencialmente) (Chicaiza, 2022, p. 4).

**Calidad de la madera.** La calidad en una madera se define como aquellos atributos que le brindan propiedades físicas y mecánicas para usos específicos (Chávez, et al., 2010, p. 5).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en dos parcelas ubicadas en el centro poblado El Tablón, distrito Chirinos, provincia San Ignacio, región Cajamarca. El distrito de Chirinos, se ubica a 5° 18' 18" latitud sur y 78° 54' 00" longitud oeste, en los 1858 msnm, las temperaturas están en el rango de 16 °C a 19.4 °C. La precipitación promedio anual es de 1178 mm, en las siguientes figuras 3,4 y 5 se muestra la ubicación de las parcelas donde se realizó la investigación, así como su información cartográfica.

#### **Características de la zona**

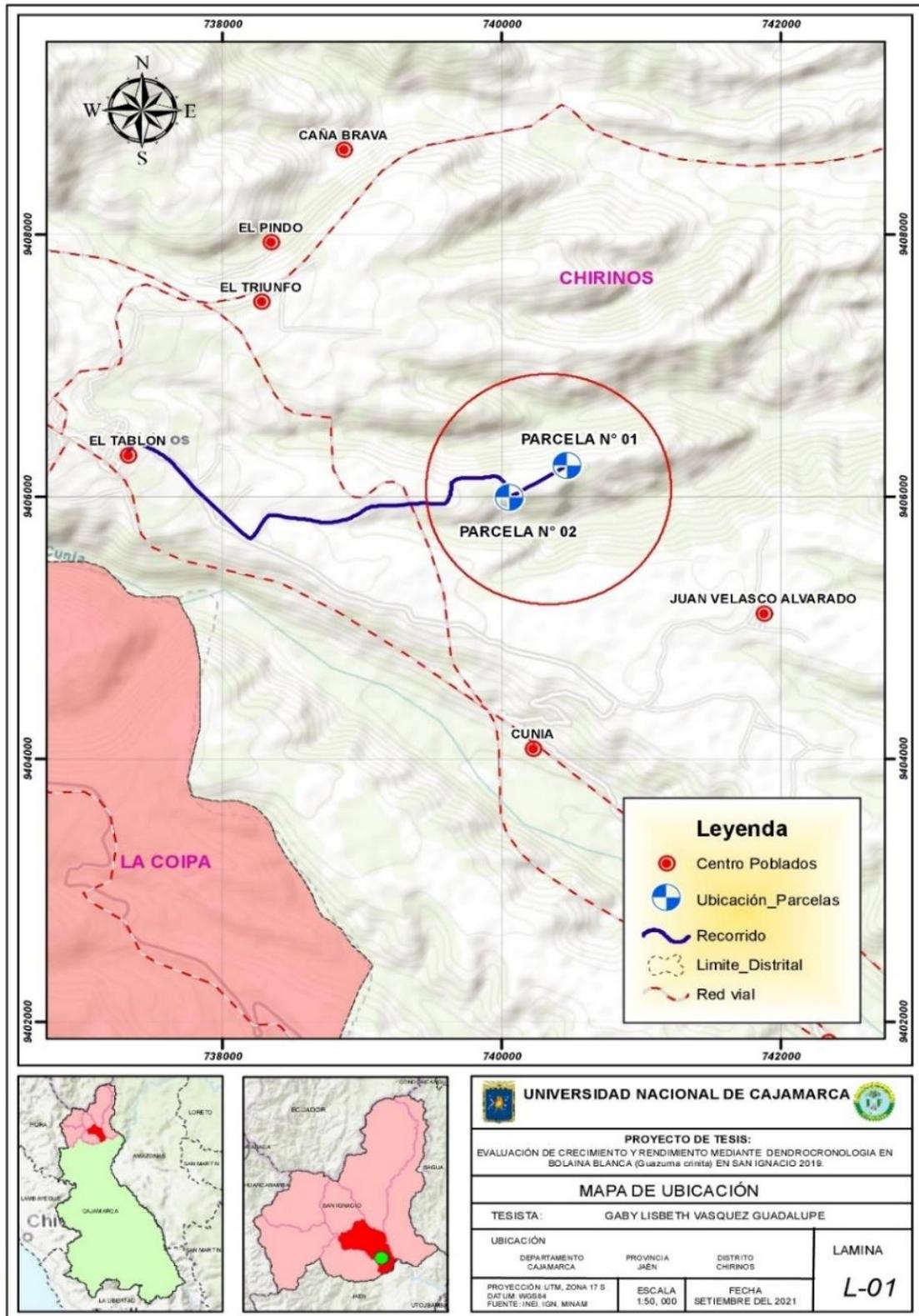
**Clima.** En la zona en estudio presenta un clima templado subhúmedo, moderadamente lluvioso propio de la selva alta; En las partes altas de las cordilleras o en las cumbres de los cerros el clima es frío, así mismo soplan fuertes vientos que van en dirección Norte Este. La Temperatura es de 20 °C a 26 °C presentando variaciones en el día y la noche (MDCH, s./f)

**Suelos.** Generalmente son suelos superficiales a muy superficiales, de textura media a moderadamente gruesa, con drenaje algo excesivo a excesivo, de reacción ligeramente alcalina a fuertemente ácida y de fertilidad y niveles de materia orgánica baja a media (MDCH, s./f)

**Cobertura vegetal.** Presenta cubierta de bisques naturales, vegetación arbustiva, pastos naturales, cultivos permanentes, como café, cacao y plantaciones de árboles maderables como bolaina, eucalipto, laurel, asimismo también existe frutales como guaba, plátanos, y productos de pan llevar (MDCH, s./f)

**Figura 3:**

*Mapa de ubicación de las parcelas de evaluación*



### 3.2. Materiales y equipos

**Material biológico:** Árboles forestales mayores a 30 cm de DAP.

**Materiales de campo:** libreta de apuntes, pintura en spray, cinta métrica, wincha de 50 m, parafina, encendedor, pita de rafia, regleta de 5 m, esmalte color rojo y azul, brocha, thinner.

**Materiales de gabinete:** Base de datos ZEE Cajamarca, Carta nacional Escala 1:100 000, Papel bond A4 de 80 gramos, lapiceros.

**Equipos de campo:** GPS Garmin 64s, brújula, cámara fotográfica, barreno de pressler, Wincha de 30 m, Hipsómetro De Christen, Moto sierra.

**Equipos de laboratorio:** Estufa, balanza de precisión, vernier, estereoscopio de brazo con cámara, vaso precipitado de 250 ml, probeta de vidrio de 250 ml.

**Equipos de gabinete:** Computadora, impresora, escáner, calculadora científica.

**Software:** Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2013, Tabla Excel, ArcGis 10.6, AmScope 3.7.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Unidad de análisis

**Población.** Lo constituyen las plantaciones de bolaina blanca en la provincia de san Ignacio, tanto en plantaciones forestales puras como en sistemas agroforestales. Se considera una población infinita debido a que no es posible establecer el número total de árboles de bolaina blanca cultivadas en plantaciones en la provincia de San Ignacio.

**Muestra.** Lo constituyen los árboles de bolaina blanca de las plantaciones forestales en las dos parcelas evaluadas de 0.35 ha cada una de ella. Dentro de las parcelas se evaluaron Dendrométricamente la totalidad de árboles existentes que fueron en número de 179 en la parcela 01, y 152 en la parcela 2

Tomando en cuenta la fórmula de muestreo para poblaciones infinitas, se tiene:

$$4. \quad n = \frac{Z^2 CV^2}{E^2},$$

Donde:

N = tamaño de la muestra expresada en número de árboles a medir.

Z = valor de Z para 95 % de confianza cuyo valor es 1.96.

CV = valor del coeficiente de variación en porcentaje, para el caso se toma un valor de un inventario piloto que fue de 24.89 %.

E = valor del error de muestreo cuyo valor fue de 5 %.

Reemplazando estos valores se tiene que el tamaño de la muestra expresada en el número de árboles a evaluar es de 95.20 árboles; sin embargo, considerando la disponibilidad del investigador y por conveniencia para tener resultados más exactos, se evaluó un total de 331 árboles en ambas parcelas. Por lo que se puede decir que el muestreo fue probabilístico, pero se incrementó el tamaño por conveniencia e interés del investigador.

**3.3.2. Selección y reconocimiento del área de estudio:** En el distrito de Chirinos – sector el Tablón se seleccionaron dos parcelas agroforestales, que se encuentran asociadas con café y cacao, las cuales se procedieron a evaluar.

Las parcelas evaluadas fueron parcelas establecidas bajo sistemas agroforestales, teniendo como componente agrícola, el cacao de la variedad porcelana y café de la variedad paiche; siendo abonadas con guano de isla, sulfato de amonio, yaramila y compomate; el distanciamiento de siembra de bolaina fue para la parcela 1 de 3.5 x 3.5 m y para la parcela 2 fue de 4.5 x 4.5 m, este distanciamiento de siembra si mantiene una relación con su crecimiento de los individuos de la especie, dado que *Guazuma crinita* es una especie que requiere de suficiente luminosidad siendo un factor primordial para su desarrollo por ser una especie heliófila (Villalva 2011 p 6); y en las parcelas del presente estudio por estar asociado con plantas de cultivo agrícola; sin embargo según investigaciones existen estudios como el de Quevedo (1994 151 p) donde concluye que el distanciamiento de siembra de 1 x 1, 2 x 2, 3 x 3, en *Guazuma crinita*, no tuvo efecto ni en su altura ni en su diámetro.

**3.3.3. Delimitación del área de estudio:** Con la ayuda de un receptor de GPS (Sistema de Posicionamiento Global) se procedió a georreferenciar los límites de cada una de las parcelas seleccionadas.

**3.3.4. Selección de árboles a muestrear:** En cada una de las parcelas seleccionadas se realizó un censo forestal para posteriormente seleccionar los árboles considerando únicamente la variable altura total.

**3.3.5. Extracción de muestras con barreno de Pressler:** Las muestras fueron extraídas del fuste de cada uno de los árboles seleccionados para el muestreo, tomando como altura referencial el DAP (diámetro a la altura del pecho), las muestras fueron guardadas en contenedores plásticos para su traslado hacia el laboratorio de análisis.

#### **Figura 4**

*Extracción de muestra*



**3.3.6. Medición de la circunferencia a la altura del pecho (CAP).** Esta medida se realizó con la ayuda de una cinta métrica, a una altura de 1:30 m desde el nivel del suelo, luego se realizaron los cálculos para obtener el diámetro a la altura del pecho (DAP).

## Figura 5

### *Medición del CAP*



**3.3.7. Altura total.** Para obtener los datos de altura total de cada individuo se realizó con la ayuda de una vara de 5 metros, la cual fue colocada junto al árbol a evaluar, luego nos posicionamos a una distancia equivalente a la altura del árbol y utilizando un hipsómetro se proyectó la altura total del árbol desde la base hasta el ápice de la copa, este procedimiento se realizó a cada uno de los individuos encontrados.

**3.3.8. Altura comercial.** Para obtener los datos de altura comercial se realizó el mismo procedimiento que se hizo para la medición de la altura total, pero en este caso se realizó la medida desde la base del árbol hasta la base de la primera bifurcación del fuste

## Figura 6

### *Medición de la altura comercial*



### 3.3.9. Acondicionamiento de muestras

Las muestras obtenidas de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart) de cada parcela fueron encoladas en soportes de madera considerando las fibras dispuestas en sentido longitudinal y exponiendo en la parte superior la sección transversal. Dicha sección transversal fue pulida con una lijadora orbital haciendo uso de lijas de diferentes granos 120, 240, 320, 400 y 600 (grano/pulgada<sup>2</sup>), para resaltar los anillos de crecimiento.

#### Figura 7

*Muestras colocadas en soporte de madera*



**3.3.10. Marcado de los radios de medición en las rodajas:** Para medir los anillos de crecimiento, se trazaron los radios desde la médula hasta el borde del disco. La disposición de cuatro radios dispuestos es adecuada. Las muestras se trasladaron de la estación de acondicionamiento al laboratorio de dendrocronología.

**3.3.11. Marcado y medición de los tarugos:** Para la medición de los anillos en los tarugos, se consideró medir desde la corteza desde el punto cero en la dirección de la médula. de esta manera el recibo más real de la medida de la longitud del anillo. Los datos obtenidos durante la medición se registraron en una tabla para su posterior procesamiento.

**3.3.12. Medición de los anillos:** La medición del número y la dirección de un radio entre anillo y anillo se realizó sobre los radios dibujados, teniendo en cuenta que la médula es el punto cero, que es la medida más realista de la longitud del anillo. Los datos obtenidos durante la medición se registraron en una tabla para su posterior procesamiento. Para la

medición se utilizaron reglas, dispositivos ópticos (lupas), un llamado estereoscopio y el software AmScope 3.7.

**3.3.13. Cálculo de Volumen de la madera.** Con los datos obtenidos de las mediciones de las dos parcelas de la plantación forestal se procedió a calcular el volumen real mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Volumen } M^3 = 0.7854 \times \text{DAP}^2 \times \text{FC} \times \text{HC}$$

**3.3.14. Análisis del incremento medio anual (IMA).** Según Imaña y Encinas (2008) se menciona que “el IMA se obtiene dividiendo el valor actual más alto de la variable observada entre la edad desde el tiempo cero” (p. 59).

$$IMA = Y_t / t_0$$

**3.3.15. Análisis del incremento corriente anual (ICA).** Según Imaña y Encinas (2008) "la diferencia entre el valor al final del año menos el valor al inicio del año es necesario para calcular el ICA" (p. 58).

$$ICA = Y_{(t+1)} - Y_{(t)}$$

**3.3.16. Determinación de la tasa de crecimiento promedio anual (dendrocronología).** Se determinó la serie de tiempo de las especies en ambas parcelas y se procedió a desarrollar curvas de crecimiento promedio acumulado por año para cada parcela de muestreo para obtener las variaciones de los valores de crecimiento. Las curvas de crecimiento se determinaron para cada año de la plantación a diferencia de la evaluación de campo.

**3.3.17. Determinación de las propiedades físicas de la madera.** Se determinó las propiedades físicas de densidad básica, contracción de la madera y contenido de humedad máximo de la madera, según lo establecido por las normas técnicas NTP 251.011; NTP 251.012 y NTP 251.010 respectivamente.

**3.3.18. Validación de los instrumentos.** Los instrumentos utilizados en la recolección de datos fueron validados por un ingeniero forestal experto en mensura forestal, el mismo que suscribió el formato de validación de los instrumentos que se muestra en el Anexo 5.

**3.3.19. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.** Los datos registrados fueron procesados utilizando el programa Microsoft Excel, y fueron analizados utilizando la estadística descriptiva (promedios, desviación estándar, y coeficiente de variación). Estos datos se sistematizaron en cuadros y gráficos que permitieron interpretar mejor los resultados para realizar la discusión y conclusiones de la investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Crecimiento de *Guazuma crinita* Mart

Para la determinación del crecimiento de los árboles de la bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart), se tomaron mediciones dendrométricas de campo y evaluaciones dendrocronológicas en laboratorio, los resultados se muestran en las tablas de los siguientes ítems.

##### 4.1.2. Resultados dendrométricos de los árboles evaluados

Los valores dendrométricos de los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart), por parcela se muestran en la tabla 3.

**Tabla 2**

*Consolidado de los valores dendrométricos de los árboles de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart), de ambas parcelas evaluadas.*

Variable dendrométrica	Indicador	Parcela 1	Parcela 2	Promedio
Diámetro a la altura del pecho (DAP)	Promedio (m)	0.164	0.204	0.184
	Mínimo (m)	0.054	0.041	0.048
	Máximo (m)	0.226	0.357	0.291
Altura total HT	Promedio (m)	12.422	12.335	12.379
	Mínimo (m)	5.000	5.000	5.000
	Máximo (m)	15.000	15.000	15.000
Altura comercial HC	Promedio (m)	5.753	5.648	5.700
	Mínimo (m)	1.100	1.100	1.100
	Máximo (m)	14.500	8.300	11.400
Factor mórfico FM	Promedio	0.860	0.830	0.845
Volumen	Promedio (m <sup>3</sup> )	0.116	0.170	0.143
	Mínimo (m <sup>3</sup> )	0.003	0.002	0.003
	Máximo (m <sup>3</sup> )	0.369	0.617	0.493

La tabla 2 muestra los diferentes valores dendrométrico de los individuos de bolaina para las dos parcelas, donde se obtuvo que, el DAP promedio es de 0.184 m, la altura total promedio fue de 12.379 m, asimismo la altura comercial promedio es de 5.700 m, además se obtuvo el promedio del factor mórfico de 0.845 y el volumen promedio fue de 0.143 m<sup>3</sup>

**Tabla 3**

*Resumen del inventario forestal realizado en ambas parcelas*

Parcela	Área (ha)	Nº Árboles	Nº Árboles/ha	Volumen existente (m <sup>3</sup> )	Volumen por hectárea (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )
1	0.352	179	509	20.79	59.08
2	0.351	152	433	25.80	73.49
Total	0.703	331		46.58	
Promedio	0.351	165.5	471	23.29	66.28

La tabla 3 muestra un resumen del inventario de las dos parcelas; la parcela uno tubo un área de 0.352 ha, encontrándose a 179 individuos de bolaina y un volumen por hectárea de 59.08 m<sup>3</sup>. La parcela dos tuvo un área de 0.351 ha, donde se inventario a 152 individuos, registrando un volumen de 73.49 m<sup>3</sup>; obteniéndose un volumen promedio total de 66.28 m<sup>3</sup> para las dos parcelas en estudio

#### **4.1.3. Curvas de crecimiento de los árboles evaluados de la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart).**

Se determinó las curvas de crecimiento Incremento Medio Anual IMA con los valores tomados en campo, como con los valores obtenidos en las mediciones dendrocronológicas; en cuanto al Incremento Corriente Anual ICA, se determinó con los valores obtenidos en las mediciones dendrocronológicas solamente. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 4**

*Crecimiento anual medio IMA diamétrico de los árboles de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart), con datos de campo*

Curva de crecimiento	Indicador	Parcela 1	Parcela 2	Promedio
Incremento anual medio IMA – DAP	Promedio (m.año <sup>-1</sup> )	0.041	0.051	0.046
	Mínimo (m.año <sup>-1</sup> )	0.014	0.010	0.012
	Máximo (m.año <sup>-1</sup> )	0.056	0.089	0.073

La tabla 4 muestra el crecimiento medio anual (IMA) diamétrico para las dos parcelas evaluadas, donde se cuenta con un IMA promedio de 0.046, con un máximo de 0.0073 y un monimo de 0.012

**Tabla 5**

*Curvas de crecimiento diamétrico de los árboles de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart), con datos dendrocronológicos*

Edad (años)	Radio promedio (m)		Diámetro promedio (m)	Diámetro acumulado (m)	Curvas de crecimiento	
	Rodajas	Probetas			IMA	ICA
1	0.0161	0.0195	0.0356	0.0356	0.036	0.036
2	0.0391	0.0282	0.0673	0.1029	0.051	0.067
3	0.0293	0.0297	0.0590	0.1619	0.054	0.059
4	0.0356	0.0286	0.0642	0.2261	0.057	0.064

La tabla 5 muestra el crecimiento diamétrico de los arboles de bolaina blanca, donde el mayor crecimiento medio anual (IMA) lo tuvo a parcela de cuatro años de edad con 0.057 y el menor crecimiento medio anual (IMA) lo tiene la parcela de un año de edad con 0.036

**Tabla 6**

*Curvas de crecimiento promedio para los árboles de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart), con datos de campo y dendrocronología*

Especie	Curvas de crecimiento diamétrico (m.año <sup>-1</sup> )			
	IMA dendrocronología	ICA Max. dendrocronología	IMA medición de campo	IMA Promedio
Bolaina blanca	0.057	0.067	0.046	0.051

La tabla 6 muestra la curva de crecimiento promedio de bolaina blanca, donde se obtiene un IMA dendrocronológica de 0.057, Un ICA máxima dendrocronológica de 0.067, un IMA de medición en campo de 0.046 y finalmente un IMA promedio de 0.051

#### **4.1.4. Tablas de volumen y rendimiento volumétrico**

Se elaboraron tablas de volumen tomando como dato más importante a la variable dendrométrica diámetro a la altura del pecho DAP, para esto se utilizaron ecuaciones algebraicas de regresiones por el método de cuadrados medios. Así mismo, se calculó el volumen potencial de la plantación al momento de la corta tomando como base el diámetro mínimo de corta para la especie que es 0.41 metros, y las curvas de crecimiento encontradas. Los resultados de las tablas construidas y algunos indicadores estadísticos; así como de la producción proyectada por hectárea se muestran en los siguientes ítems.

#### **4.1.5. Tablas de volumen con respecto al DAP**

Las tablas se representan a través de ecuaciones de regresión, las mismas que se muestran en la siguiente tabla.

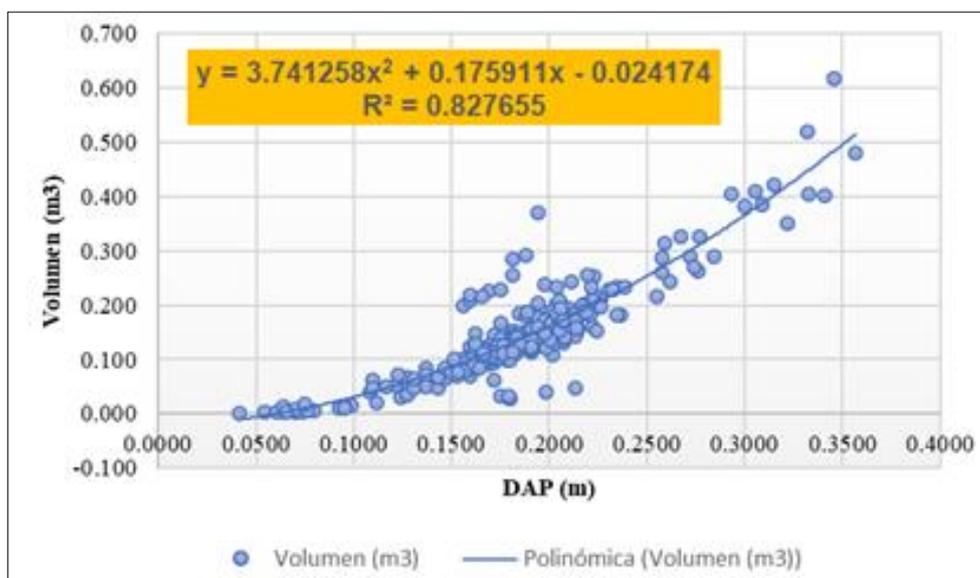
**Tabla 7**

*Tablas de volumen e indicadores estadísticos para la relación DAP y volumen de bolaina blanca (Guazuma crinita Mart).*

Tabla de volumen	Indicadores			
	Ecuación	R <sup>2</sup>	Volumen (m <sup>3</sup> )	Sumatoria Residuos (m <sup>3</sup> )
Medición campo	Smalian Vol = DAP <sup>2</sup> *HC*FM*Π/4	1	46.584	0.000000
Potencial DAP – Volumen	Vol. = 13.760530DAP <sup>2.776705</sup>	0.898	47.221	-0.636857
Polinómica 2 <sup>do</sup> grado DAP – Volumen	Vol. = 3.741258DAP <sup>2</sup> + 0.175911DAP - 0.024174	0.828	46.584	0.000095

**Figura 8**

*Ecuación polinómica de segundo grado para tabla de volumen*



La tabla 7 y la figura 8 muestran las tablas de volumen e indicadores estadísticos para la relación DAP y volumen de bolaina blanca, donde en las mediciones en campo se obtiene un volumen de 46.584 m<sup>3</sup>, el potencial DAP – volumen es de 47.221 m<sup>3</sup> Asimismo se aplicó una polinómica de segundo grado DAP – volumen que es de 46.584 m<sup>3</sup>

#### 4.1.6. Rendimiento volumétrico potencial de la plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart)

Se determinó el volumen potencial de la plantación tomando en cuenta el IMA calculado y las tablas de volumen propuestas. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

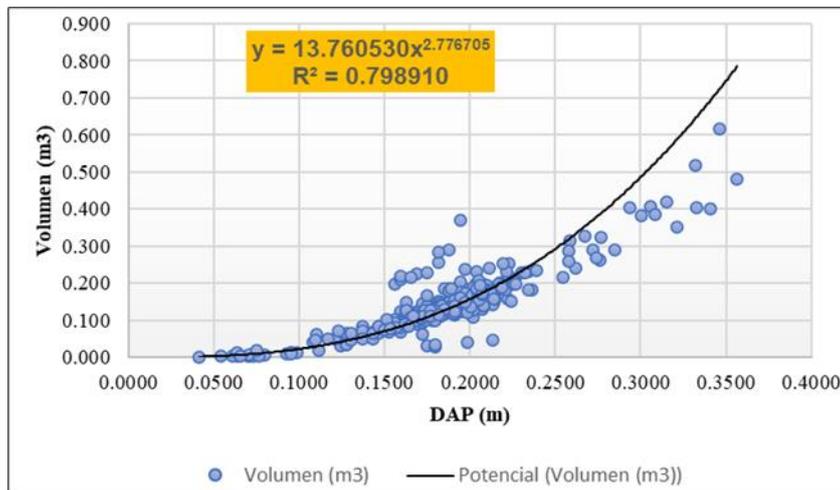
**Tabla 8**

*Proyección del volumen de madera por hectárea a un DMC de 0.41 metros según las tablas de volumen y el IMA determinado*

Nº	Tabla de volumen	DMC (m)	IMA-DAP Promedio (m.año <sup>-1</sup> )	Turno corta (años)	Nº Árboles por hectárea	Volumen por árbol (m <sup>3</sup> )	Volumen por hectárea (m <sup>3</sup> )
1	Potencial DAP - Volumen	0.41	0.051	8.04	471.00	0.937	441.33
2	Polinómica 2 <sup>do</sup> grado DAP - Volumen	0.41	0.051	8.04	471.00	0.679	319.81

**Figura 9**

*Ecuación potencial para tabla de volumen*



La tabla 8 y la figura 9 muestran la proyección del volumen de la madera por hectárea a una DCM de 0.41 m, dentro del potencial DAP – volumen, se obtiene un volumen por árbol de 0.937 m<sup>3</sup> y un volumen por hectárea de 441.33 m<sup>3</sup> y aplicando polinómica de segundo grado DAP – volumen se obtiene un volumen por árbol de 0.679 m<sup>3</sup> y un volumen por hectárea de 319.81 m<sup>3</sup>

#### 4.1.7. Calidad de la madera en función a sus propiedades físicas

Se realizó una evaluación rápida de la calidad del árbol en función a su crecimiento, forma de fuste y presencia de plagas; así mismo con el objetivo de determinar la calidad de la madera, se determinó sus propiedades físicas. Los resultados de ambos criterios de evaluación de la calidad se muestran en las tablas 9 y 10.

**Tabla 9**

*Calidad de los árboles de Guazuma crinita Mart. Evaluados, en función a su fuste y presencia de plagas*

Nº	Descripción	Número de árboles	Porcentaje (%)
1	Crecimiento lento	15	4.53
2	Presencia termitas	10	3.02
3	Ramificados a baja altura	7	2.11
4	Curvados y presencia termitas	62	18.73
5	Sanos y fuste recto	237	71.60
Total		331	100.00

La tabla 9 muestra la calidad de los individuos de bolaina que fueron inventariados. El 4.53 % de los individuos tienen un crecimiento lento, el 3.02 % de los individuos tuvieron presencia de termitas, asimismo el 18.73 % tienen un fuste curvado y están infestados por termitas, por otro lado, el 2.11 % tiene una ramificación a baja altura y finalmente el 71.60 % de los individuos se encuentran sanos y presentan un fuste recto.

**Tabla 10**

*Propiedades físicas de la madera de bolaina blanca de los árboles evaluados*

Especie	Indicador	Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	Contracción tangencial (%)	Contracción radial (%)	Contracción longitudinal (%)	Contracción volumétrica (%)	Relación CT/CR
Bolaina blanca	Promedio	0.406	5.254	3.507	0.428	8.967	1.508
	Desviación estándar	0.0351	0.5089	0.3319	0.080	0.6574	0.1769
	coeficiente variación (%)	8.64	9.69	9.46	18.682	7.33	11.74

La tabla 10 muestra las propiedades físicas de la madera de bolaina blanca, donde se obtiene una densidad básica promedio de 0.406 g/m<sup>3</sup>, la contracción tangencial promedio es de 5.254 %, la contracción radial es de 9.46 %, la contracción longitudinal promedio fue de 0.428 % con una desviación estándar de 18.682, la contracción volumétrica es de 8.967 % con un CV de 7.33 y finalmente se obtiene la relación CT/CR promedio que es de 1.508 con una CV de 11.74.

#### **4.2. Discusión**

En el presente trabajo de investigación se ha tomado en cuenta el Incremento Medio Anual (IMA) obtenido por el método dendrocronológico, obteniendo los siguientes resultados de IMA de 5.1 cm DAP/año en una plantación agroforestal de la especie de *Guazuma crinita* Mart de 4 años; asociada con cultivos agrícolas de café y cacao; siendo distinto y superior a los resultados obtenidos en la investigación realizado por Dávila (2021, p. 2), que tuvo como objetivo evaluar la dendrocronología de la especie *Guazuma crinita* Mart en bosque natural y en una plantación forestal de la provincia de Tambopata – Madre de Dios, para los cuales utilizaron 20 individuos para bosque natural y 20 para plantación forestal seleccionados al azar; obteniendo un promedio de IMA de 0.11 cm/año en plantación forestal de 13 años y un promedio de IMA de 0.97 cm/año en bosque natural de 27 años. la plantación agroforestal los factores que influyeron en el crecimiento fueron que, al estar asociado con cultivos de café y cacao, estos fueron fertilizados y manejados periódicamente, escasa competencia por luz, agua y nutrientes, los crecimientos medios anuales se vieron influidos por factores ambientales como el fenómeno de El Niño y se encontró grandes fluctuaciones en el desarrollo de los anillos de crecimiento en los años 2007 y 2014. Asimismo, Oliver y Larson (1996, p. 3) refiere que, la dinámica de crecimiento de los ecosistemas forestales está afectada por un conjunto de factores ambientales y de manejo que incluyen al clima, infestaciones de insectos, incendios, competencia entre árboles (natural y resultado del manejo) y características del suelo, entre otros.

En el presente trabajo de investigación se determinó su crecimiento y rendimiento volumétrico mediante dendrocronología, realizado en dos parcelas agroforestales; la técnica fue la observación directa y se utilizaron como instrumentos fichas de registro de información se realizó un inventario de los árboles seleccionados, para la determinación del crecimiento y rendimiento volumétrico; así mismo, se tomaron muestras para el estudio dendrocronológico y propiedades físicas; del mismo modo Zavala y Rodríguez, (2018, p. 67), evaluaron el crecimiento de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke), en la utilización de la técnica

dendrocronológica ya que, es una técnica de método no destructivo que permite medir el crecimiento para determinar el diámetro mínimo de corta mediante la aplicación de ecuaciones. Por este motivo es que se ha utilizado esta metodología para determinar el IMA, y en base a los resultados obtenidos, determinar el turno biológico de corta óptimo que llega el árbol.

En el presente trabajo de investigación también se evaluaron las propiedades físicas de la especie *Guazuma crinita* Mart, como la densidad y la relación contracción tangencial - contracción radial. De acuerdo a la relación contracción tangencial- contracción radial, presenta un buen comportamiento al secado. Es una madera noble según la clasificación Norma Técnica Peruana. Diaz (2005, p. 6) señala que, el estudio de las propiedades de la madera es fundamental, dado que mediante el cual nos permite reivindicar la importancia y contar con un registro cuantificables de las características de la especie en estudio, contando con información sobre su calidad para una mejor utilización en la elaboración de diferentes productos, dentro de la industrialización y mejorar su valor agregado.

La dendrocronología es importante para determinar la edad y el crecimiento de los árboles aplicando ecuaciones de volumen, para estudiar el crecimiento y ver el tiempo que toma a una especie llegar a un diámetro aprovechable, se debe analizar los datos obtenidos mediante ecuaciones de volumen, curvas de crecimiento medio anual y la de incremento corriente anual; del mismo modo, Rojas-García (2020, p.11) señala que, la dendroecología es una subdisciplina de la dendrocronología, que se refiere al estudio de los procesos ecológicos en un bosque por medio del análisis de anillos de crecimiento de los árboles de un rodal. Esta subdisciplina es útil para comprender la dinámica de crecimiento en condiciones naturales y de manejo. Conocer la tasa de crecimiento a lo largo del periodo de vida del árbol permite la estimación del turno silvicultural, ciclo de corta y DMC óptimos (Lieberman y Lieberman, 1985). Actualmente el desconocimiento del crecimiento de la mayoría de las especies ha llevado a la adopción de turnos muy cortos, afectando seriamente la regeneración natural de las especies. Además, información de las relaciones de las condiciones de sitio y clima con características del crecimiento de la especie (Dünisch, et al., 2002), son necesarias para el establecimiento y manejo exitoso de plantaciones de especies nativas tales como de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke. Las plantaciones, actualmente son consideradas como principal estrategia para disminuir la presión en los bosques naturales sin comprometer el abastecimiento de madera de calidad (Lamprecht, 1990, citado por Rodríguez y Zavala, 2018, p 10).

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

El incremento corriente anual del diámetro máximo de *Guazuma crinita* Mart fue de 0.067 m.año<sup>-1</sup> y una tasa de crecimiento medio anual o IMA de 0.046 m.año<sup>-1</sup> para la evaluación de campo y de 0.057 m.año<sup>-1</sup> para la evaluación dendrocronológica; siendo en promedio el IMA de 0.051 m.año<sup>-1</sup>.

Se establecieron dos tablas de volumen para la relación DAP – Volumen, siendo estas una potencial donde  $Vol. = 13.760530 * DAP^{2.776705}$ , que tiene un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.898$  y una polinómica de segundo grado donde  $Vol. = 3.741258 * DAP^2 + 0.175911 * DAP - 0.024174$ , con un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.829$ . El rendimiento volumétrico potencial de la plantación de *Guazuma crinita* Mart, en 441.33 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup> de acuerdo a la tabla de volumen potencial y de 319.81 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de acuerdo a la tabla de volumen polinómica de segundo grado; considerando un turno de corta de 8.04 años y un diámetro mínimo de corta de 0.41 m.

La calidad de la madera en la plantación forestal de *Guazuma crinita* Mart, presenta un 71.60 % de los árboles con fuste sano y recto; y la madera tiene una densidad básica de 0.41 g.cm<sup>-3</sup> y una relación contracción tangencial contracción radial de 1.51, cuyos valores son aceptables para la industria de la madera, como para contrachapados, cajonería, laminado, juguetería y en carpintería en general.

#### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda continuar con las evaluaciones del crecimiento de la plantación para ajustar las curvas de crecimiento a mayores edades, con el objetivo de establecer de una manera más precisa el turno de corta y la producción volumétrica potencial por hectárea.

Se recomienda ampliar la investigación en lo referente a la sanidad de la plantación, ya que, en la evaluación realizada, aproximadamente el 20 % de las plantas presenta presencia de termitas, por lo que es necesario determinar el real impacto de esta y otras plagas de insectos.

Se recomienda utilizar la especie bolaina blanca para la reforestación de parcelas agroforestales o plantaciones puras, hasta 1200 msnm., ya que cuenta con un IMA alto, y buenas propiedades físicas para la industria de la madera.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca-Valverde, P., Meza-Picado, V., Gamboa, J. M.-, Abarca-Valverde, P., Meza-Picado, V., & Gamboa, J. M.-. (2020). *Evaluación de tratamientos silviculturales en la sostenibilidad de bosques tropicales en la Región Huetar Norte, Costa Rica*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 140-166. <https://doi.org/10.15359/rca.54-1.8>
- Acuña Sobrados, R., Cárdenas Salazar, H., Gutierrez Tejada, G. R., & Humanyauri Traslaviña, S. E. (2019). *Transformación y comercialización de madera sostenible proveniente de plantaciones forestales de cooperativas agrarias en la Región San Martín: Plan de negocios para la empresa social Amazonía Justa S.A.C.* <https://repositorio.esan.edu.pe//handle/20.500.12640/1631>
- Aguilar Ruiz, J. C. (2019). *Propiedades mecánicas de madera de raleo de 6 años provenientes de plantaciones de Guazuma crinita en Puerto Inca—Huánuco*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4030>
- Aguilera Huete, A. C. (2019). *Evaluación ambiental a las actividades fito-profilácticas y sanitarias prescritas para el control del Dendroctonus e Ips sp en Pinus oocarpa de la reserva natural Tomabú, en el periodo 2016-2018*. Masters, Universidad Nacional de Ingeniería. <https://ribuni.uni.edu.ni/2647/>
- Aguirre Salado, C. A. (2007). *Almacenamiento de carbono en bosques manejados de pinus patula: Estimación mediante percepción remota*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/10521/1172>
- Andrade Zambrano, P. V. (2018). *Incidencia de la actividad ganadera en la conservación de los ecosistemas naturales en La Parroquia Canoa del Cantón San Vicente*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1076>
- Andrade, J. T., Tigua, E. M. (2022). *Efecto de cuatro dosis de abono completo (N10%—P30% K10%) en el crecimiento inicial de Ochroma pyramidale (Cav. Ex Lam.)*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3435>

- Añazco Romero, M. J., Vallejos Álvarez, H. V., Vizcaíno Pantoja, M. I., Añazco Romero, M. J., Vallejos Álvarez, H. V., & Vizcaíno Pantoja, M. I. (2018). *Dinámica de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don en el noroccidente de Ecuador continental*. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 354-365.
- APG IV (Grupo de filogenia de angiospermas IV). (2016). *Una actualización de la clasificación del Grupo de filogenia de angiospermas para los órdenes y familias de plantas con flores: APG IV*
- Arias Jaime, J. M. (2021). *Modelo de regresión lineal semi-logarítmico para determinar las variables que se relacionan con el ingreso mensual de la población peruana, según información del INEI, año 2016*. Universidad Nacional de Piura. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2939>
- Arteaga Velasco, D. G. (2018). *Crecimiento inicial de aliso (*alnus nepalensis* d. Don) en dos prácticas agroforestales establecidas, en la Zona de Intag, Noroccidente del Ecuador*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8485>
- Attis Beltrán, H. (2021). *Relaciones entre la estructura forestal y el rendimiento del bosque de *nothofagus alpina* y *nothofagus obliqua* en gradientes de edad y calidad de sitio*. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/123456789/16144>
- Aylas Huaman, F. E. (2018). *Determinación de la relación del crecimiento radial de especies arbóreas con la estacionalidad climática del Valle del Mantaro*. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4999>
- Briceño-J., A. M., Rangel-Ch., J. O., Marys-Bogino, S., Briceño-J., A. M., Rangel-Ch., J. O., & Marys-Bogino, S. (2018). *Anatomía y anualidad de los anillos de crecimiento de tres especies del bosque seco tropical del Caribe de Colombia*. *Polibotánica*, 46, 169-178. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.46.10>
- Cano Rodríguez, B. G. (2020). *Propagación vegetativa de *Guadua* aff. *Angustifolia* a partir de chusquines en condiciones de vivero*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4484>

- Chasquero Ocaña, J. A. (2019). *Determinación de funciones de ahusamiento y de volumen para Pinus patula Schiede ex Schltdl. Et Cham por segmentos del fuste en Cajamarca—Perú*. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://doi.org/10/C81-T>
- Chávez Valencia, L. E., Hernández Barriga, C., & Ruiz Jaime, C. L. (2010). *Determinación de la calidad de la madera de construcción*. Acta Universitaria, 20(2), 5–13. <https://doi.org/10.15174/au.2010.71>
- Chicaiza Aucancela, M. R. (2022). *Comparación de las propiedades físicas y mecánicas entre las especies arbóreas estudiadas: platuquero, pino caribe y pino patula*. Riobamba, Ecuador. Universidad Nacional De Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8879/1/1.%20Tesis%20Final.pdf>
- Córdova Contreras, A. R. (2018). *Evaluación de las propiedades físico—Mecánicas del material compuesto bolaina blanca (Guazuma crinita C. Martius) con polipropileno*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3757>
- Colasurdo, D. D. (2020). *Estudio de la adsorción de los pesticidas Pendimetalina y Metolaclor sobre materiales carbonosos y silíceos para su eliminación de aguas contaminadas*. Tesis. Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/106589>
- Coronel Zuñiga, G. A. (2018). *Sostenibilidad del bosque seco interandino en áreas de conservación ciudad del conocimiento Yachay*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8126>
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Copyright © 1981 Columbia University Press. Usado con permiso de la editorial.
- Cruzado-Barboza, W. (2021). *Evaluación del crecimiento e incremento de las plantaciones forestales de Pinus radiata D. Don. En el centro poblado Cobro Negro-San Silvestre de Cochán*. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4440>
- Cuellar Bautista, J. E., Acevedo Mallque, M. P., Yoza Yoza, L. S., Chumbimune Vivanco, S. Y., Garcia Meza, H. A., Ramos León, H. M., Macedo Ramírez, A. T., & Cruz Hilacondo, W. E. (2018). *Estimación indirecta de la densidad básica mediante el uso del Pilodyn*

en la especie Tornillo *Cedrelinga cateniformis* procedente de plantaciones de diferentes edades en Loreto. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/735>

Curso de Silvicultura. (2013). *Guía de Crecimiento*. Unidad III: Dinámica del rodal - Crecimiento.

[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/80009/mod\\_resource/content/2/Gu%C3%ADa%20de%20crecimiento.pdf#:~:text=As%C3%AD%2C%20el%20incremento%20corriente%20anual,un%20per%C3%ADodo%20de%20varios%20a%C3%B1os.](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/80009/mod_resource/content/2/Gu%C3%ADa%20de%20crecimiento.pdf#:~:text=As%C3%AD%2C%20el%20incremento%20corriente%20anual,un%20per%C3%ADodo%20de%20varios%20a%C3%B1os.)

Cuvi, V. E. (2016). *Evaluación dendrocronológica de las tasas de crecimiento de árboles de Cedrela montana Moritz ex Turcz (Meliaceae) en la zona de Cuyuja, cantón Quijos, provincia de Napo*. Tesis De Grado Previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Universidad Estatal Amazónica. Escuela de Ingeniería Ambiental. 75 p

Dávila, T. L. (2020). *Dendrocronología de la especie Guazuma crinita Mart. en bosque natural y plantación forestal de la Provincia Tambopata - Madre De Dios*. Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Facultad de Ingeniería. Carrera Profesional de Ingeniería Forestal Y Medio Ambiente. 79 p.  
<https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/676/004-2-3-108.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Delgado Monsalve, F. A. (2019). *Efecto del raleo en plantaciones de Bolaina (Guazuma crinita Mart), Puerto Inca, Huánuco*. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://doi.org/10/D42-T>

Díaz, P. P. (2005). *Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de madera de Nothofagus glauca (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes*. Universidad de Talca. Chile. [http://dspace.otalca.cl/retrieve/6282/diaz\\_mendez.pdf](http://dspace.otalca.cl/retrieve/6282/diaz_mendez.pdf)

Domínguez-Calleros, P. A., Rodríguez-Flores, F. de J., Lizárraga-Mendiola, L., Jiménez-Gómez, M. A., & Navar, J. (2017). *Aplicaciones y ejemplos de modelos de crecimiento diamétrico para árboles tropicales*  
[Http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-90282017000200265&lng=es&nrm=iso&tlng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-90282017000200265&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

- Dünisch, O., Bauch, J. y Gasparotto, L., (2002). *Formation of increment zones and intraannual growth dynamics in the xylem of Swietenia macrophylla, Carapa guianensis and Cedrela odorata (Meliaceae)*. IAWA Journal, vol. 23, no. 2, pp. 101-119. ISSN 0928-1541. [DOI 10.1163/22941932-90000292](https://doi.org/10.1163/22941932-90000292).
- Duque Valencia, K. P. (2019). *Apoyo a la zonificación de áreas de protección de interés ambiental para la actualización del Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Piendamó—Cauca*. Thesis, Uniautónoma del Cauca. Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible. Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria]. <http://repositorio.uniautonomia.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/260>
- Egües Nicoletti, A. A. (2021). *Caracterización anatómica de la madera y dendrocronología de Juglans neotropica Diels de áreas ribereñas de la Provincia de Chachapoyas, Amazonas*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4771>
- Pezo, L. (2021). *Influencia de tres proporciones de adhesivos en las propiedades físicas y mecánicas de tableros de partículas de Guazuma crinita Mart. (bolaina blanca) en Pucallpa – Ucayali, 2020*. Universidad Nacional de Ucayali. [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4874/UNU\\_FORESTAL\\_2021\\_T\\_LORENA-ESCRIBA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4874/UNU_FORESTAL_2021_T_LORENA-ESCRIBA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fierros-Mateo, R., Santos-Posadas, H. M. D. los, Fierros-González, M. A., Cruz-Cobos, F., Fierros-Mateo, R., Santos-Posadas, H. M. D. los, Fierros-González, M. A., & Cruz-Cobos, F. (2017). *Crecimiento y rendimiento maderable en plantaciones de Pinus chiapensis (Martínez) Andresen*. *Agrociencia*, 51(2), 201-214.
- Franco-Ramos, O., Vázquez Selem, L., Franco-Ramos, O., & Vázquez Selem, L. (2017). *Trabajo de campo dendrocronológico para estudios de Geografía Física. Experiencias en los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, 2006-2017*. *Investigaciones geográficas*, 94, 0-0. <https://doi.org/10.14350/riig.59574>
- Fregoso, I. E. F. (s. f.). *Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Carrera de Ingeniero Agronomo*. 47.

- García Álava, J. A. (2021). *Determinación del crecimiento de una plantación Tectona grandis L.f., en la parroquia Sucre cantón 24 de Mayo, provincia Manabí.* <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2939>
- Gutiérrez E (2009) *La dendrocronología: métodos y aplicaciones.* En “Arqueología nautica mediterrània“ X. Nieto i M.A.Cau (eds.). Monografies del CASC. Generalitat de Catalunya. pp. 309-322.
- Hernández-Cuevas, M., Santiago-García, W., Santos-Posadas, H. M. D. los, Martínez-Antúnez, P., Ruiz-Aquino, F., Hernández-Cuevas, M., Santiago-García, W., Santos-Posadas, H. M. D. los, Martínez-Antúnez, P., & Ruiz-Aquino, F. (2018). *Modelos de crecimiento en altura dominante e índices de sitio para Pinus ayacahuite Ehren.* *Agrociencia*, 52(3), 437-453.
- Hernández-Ramos, J., Hernández-Ramos, A., García-Cuevas, X., Tamarit-Urias, J. C., Martínez-Ángel, L., García-Magaña, J., Hernández-Ramos, J., Hernández-Ramos, A., García-Cuevas, X., Tamarit-Urias, J. C., Martínez-Ángel, L., & García-Magaña, J. (2018). *Ecuaciones de volumen total y de razón para estimar el volumen comercial de Swietenia macrophylla King.* *Colombia Forestal*, 21(1), 34-46. <https://doi.org/10.14483/2256201x.11965>
- Hernández-Ramos, J., Santos-Posadas, H. M. D. los, Valdéz-Lazalde, J. R., Tamarit-Urias, J. C., Ángeles-Pérez, G., Hernández-Ramos, A., Méndez-López, B., Peduzzi, A., Hernández-Ramos, J., Santos-Posadas, H. M. D. los, Valdéz-Lazalde, J. R., Tamarit-Urias, J. C., Ángeles-Pérez, G., Hernández-Ramos, A., Méndez-Lopez, B., & Peduzzi, A. (2017). *Estimación del volumen comercial en plantaciones de Eucalyptus urophylla con modelos de volumen total y de razón.* *Agrociencia*, 51(5), 561-580.
- Hernández-Salas, J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., Luján-Álvarez, C., Olivas-García, J. M., Domínguez-Pereda, L. A., Hernández-Salas, J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., Luján-Álvarez, C., Olivas-García, J. M., & Domínguez-Pereda, L. A. (2018). *Dinámica del crecimiento de un bosque templado bajo manejo en el noroeste de México. Madera y bosques.* 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421767>

- Huayama Andrade, G. (2021). *Evaluación de sitios para el establecimiento de plantaciones forestales de Bolaina blanca (Guazuma crinita), con fines comerciales.* <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4780>
- Índio, Y. L. (2017). *Proyecciones alométricas en plantaciones de Tectona grandis L.f. (Teca) en la zona de Balzar, Provincia del Guayas.* <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4098>
- Inga, J. G. (2011). *Turno biológico de corta en Juglans neotropica diels, a partir del análisis de anillos de crecimiento en Selva Central del Perú.* Tesis para optar el Título Profesional de ingeniero forestal y ambiental. Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. 88 p.
- Jiménez, J. F., Villadiego, J. Z., & Márquez, A. L. (2020). *Establecimiento de Sistemas Agroforestales como estrategia para la restauración ecológica en la vereda Los Manantiales del municipio de Tierralta Córdoba.* <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/35365>
- Lamprecht, H., (1990). *Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido.* Eschborn, Germany: TZ-Verlag-Ges. ISBN 3880854408 9783880854406.
- Laura Schmidt, A. C. (2018). *Evaluación dasométrica de plantaciones de Bolaina Blanca (Guazuma crinita) en la provincia de Puerto Inca, Huánuco.* Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3342>
- Lazo Clemente, J. I. (2018). *La edad de los árboles de Prosopis limensis Benth en el Santuario Histórico Bosque de Pomac—Lambayeque.* Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3804>
- Lieberman, M. y Lieberman, D., (1985). *Simulation of growth curves from periodic increment data.* Ecology, vol. 66, no. 2, pp. 632-635. ISSN. 00129658. [DOI 10.2307/1940415](https://doi.org/10.2307/1940415)
- Lopez, R.M y León, K. M. (2019). *Comparación de la densidad básica vertical en fustes a tres diferentes alturas en especies forestales entre los tipos de bosque siempre verde de tierras bajas del Napo-Curay y en el bosque pie montano del norte de la cordillera*

*Oriental de los Andes, Cantón Tena, Provincia de Napo, año 2019.*  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4089>

López Huiman, C. P. (2019). *Propuesta de sistemas agroforestales para recuperar especies forestales maderables en los bosques del eje carretero El Muyo – Chiriaco, 2018.* Universidad de Lambayeque. <https://repositorio.udl.edu.pe/jspui/handle/UDL/287>

Mafla Reina, K. V. (2020). *Propuesta de ordenación forestal, en la parroquia San Isidro, cantón Espejo, provincia del Carchi.*  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10635>

Malatesta-Siani, K. I. (2020). *Dendrocronología de Schizolobium parahyba (vell.) S.F. Blake de bosques secundarios del Fundo el Bosque de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Tambopata -Madre de Dios.* Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD. <http://172.17.1.252/handle/UNAMAD/615>

Manzanilla-Quñones, U., Aguirre-Calderón, O. A., Villanueva-Díaz, J., Martínez-Sifuentes, A. R., & Delgado-Valerio, P. (2021). *Anillos de crecimiento de Pinus hartwegii como indicadores de fluctuaciones climáticas y de la influencia de fenómenos océano-atmósfera en la Faja Volcánica Transmexicana.* *Madera y Bosques*, 27(3), e2732276-e2732276. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732276>

Martínez, A. R. (2020). *La dendrocronología como herramienta para estimar la precipitación histórica y la ocurrencia de sequías, conceptos e identificación de series climatológicas.* 30 p

Miller, J. A. (2019). *Crecimiento estacional de árboles nativos y exóticos del bosque subantártico: Los casos de Nothofagus alpina, N. dombeyi y Pseudotsuga menziesii.*  
<http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/123456789/15483>

Monárrez-González, J. C., Pérez-Verdín, G., López-González, C., Márquez-Linares, M. A., González-Elizondo, M. del S., Monárrez-González, J. C., Pérez-Verdín, G., López-González, C., Márquez-Linares, M. A., & González-Elizondo, M. del S. (2018). *Efecto del manejo forestal sobre algunos servicios ecosistémicos en los bosques templados de México.* *Madera y bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421569>

- Moya, A. (2008). *Proceso de calidad. Centro de Estudios y Capacitación Cooperativa R.L. San José, C.R.* 34 p.
- Natalini, F., Garriga García, E., Alejano Monge, R., & Vázquez Piqué, J. (2017). *Técnicas y herramientas para la preparación de muestras extraídas de árboles para el análisis dendrocronológico.* <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/15492>
- Novak, K. (2017). *Características de los anillos de crecimiento de Pinus halepensis en el Mediterráneo.* <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/69853>
- Olcina, A. G., & Cantos, J. O. (2017). *Tratado de climatología.* Universidad de Alicante.
- Oliver, C. D., & Larson, B. C. (1996). *Forest Stand Dynamics.* New York: Wiley.
- Ortega Rodríguez, D. (2014). *Evaluación de la influencia del raleo en el crecimiento de Pinus patula Schl. Et Cham. Aplicando técnicas dendrocronológicas en plantaciones de Cajamarca-Perú.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34449.63841>
- Palacio Ortega, M. T. (2020). *Evaluación del crecimiento del arbolado urbano del T de A, período 2018 – 2020.* <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/1497>
- Parrales Pincay, C. A. (2019). *Evaluación de los Recursos Naturales y Turísticos de la Comuna Mata Palo; Propuesta Manejo Sustentable.* <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1563>
- Pérez Erazo, J. V. (2020). *Determinación de una función de ahusamiento para el cálculo de volumen en plantaciones de Pinus patula, pertenecientes a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A., cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.* <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14342>
- Pimienta de la Torre, D. J., Robin Etzamid, S. R. & Posada Cruz, S. (2018) *Densidad básica de la madera de Pinus ayacahite var. Veitchii Shaw en Chiapas, México.* Avances en Investigación Agropecuaria. 22 (3): 7 - 15.
- Portal Amaya, M. B. (2019). *Procesamiento digital de imágenes aplicado al análisis dendrocronológico en Algarrobo.* Universidad de Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4118>

- Quevedo, A. (1994). *Crecimiento inicial de Guazuma crinita trasplantada a campo abierto con aplicación de tres dosis de humus de lombriz y a tres distanciamientos*. Folia Amazónica Vol. 6 (1-2). 151 – 163. p
- Ramírez Ramírez, K. M. (2018). *Etapas de crecimiento, incremento corriente anual e incremento medio anual de Prunus serotina Mcvaugh mediante dendrocronología, en los Distritos de Pilcomayo y Huamancaca Chico*. Universidad Nacional del Centro del Perú. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5282>
- Ramírez Silva, L. M. (2017). *Incremento medio anual de teca (Tectona grandis L. f.) en plantaciones comerciales, distrito Puerto Inca, Huánuco-Perú*. Universidad Nacional de Cajamarca. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1718>
- Ramos, O., Vásquez, L. 2017. (2017). *Trabajo de campo dendrocronológico para estudios de Geografía Física*. Investigaciones Geográficas Instituto de Geografía UNAMISSN (digital): 2448-7279 DOI: [dx.doi.org/10.14350/rig.59574](https://doi.org/10.14350/rig.59574)
- Rangel Piñón, J. J. (2019). *Análisis del manejo forestal adaptativo en México, como una estrategia para mitigar los efectos del cambio climático*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/10521/4263>
- Rojas-García, F., Gómez-Guerrero, A., Gutiérrez-García, G., Ángeles-Pérez, G., Reyes-Hernández, V. J. (2020). *Aplicaciones de la dendroecología en el manejo forestal. Madera y Bosques*. vol. 26, núm. 3, e2632116. <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v26n3/2448-7597-mb-26-03-e2632116.pdf>
- Rodríguez, L., Zavala, R. (2018). *Evaluación de la dinámica de crecimiento de Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke mediante la dendrocronología, en bosques naturales de las Piedras, Madre de Dios*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 87 p. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/413/004-2-3-085.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rueda-Sánchez, A., Benavides-Solorio, J. de D., García-García, D. A., Sáenz-Reyes, J. T., Castillo-Quiroz, D., & García-Mosqueda, G. E. (2020). *Tablas de volumen para Tectona grandis L.f. En plantaciones del centro-occidente de México*. Revista Latinoamericana

<http://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/296>

Ticse Otárola, G. V. A. (2018). *Correlación de la cobertura vegetal de pastos naturales con la recarga hídrica de la cuenca alta del río Shullcas como medida de adaptación al cambio climático en el periodo julio-2013 hasta junio-2014*. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5032>

Tinoco Zamora, J. A. (2019). *Ecuaciones volumétricas para estimar la producción de Cordia Allidora (Ruiz y Pavón) Oken en plantaciones agroforestales de café del centro poblado San Miguel de las Naranjas, Jaén, Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://doi.org/10/T57-T>

Tomazello F., M.; Botosso, P.C. y Lisi, C. (2001). *Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores*. In: MAIA, N.; MARTOS, H.; BARRELLA, W. (Org.). *Indicadores ambientais conceitos e aplicações*. São Paulo: Educ. 117-143 p.

Troiani, H. O., Prina, A. O., Muiño, W. A., Tamame, M. A., & Beinticinco, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. Universidad Nacional de La Pampa. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1830>

Trópicos. (2023). *Missouri Botanical Garden*. St Louis. [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).

Urbina Ramos, L. del R. (2017). *Propiedades mecánicas de la madera de raleo procedente de plantaciones de cuatro años de Guazuma crinita Martius (bolaina blanca)-Huánuco*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2703>

Velázquez Martí, B. (2018, junio 11). *Aprovechamiento de la biomasa para uso energético*. Colección Textos Académicos Universitarios. Colección Textos Académicos Universitarios. <https://riunet.upv.es/handle/10251/113122>

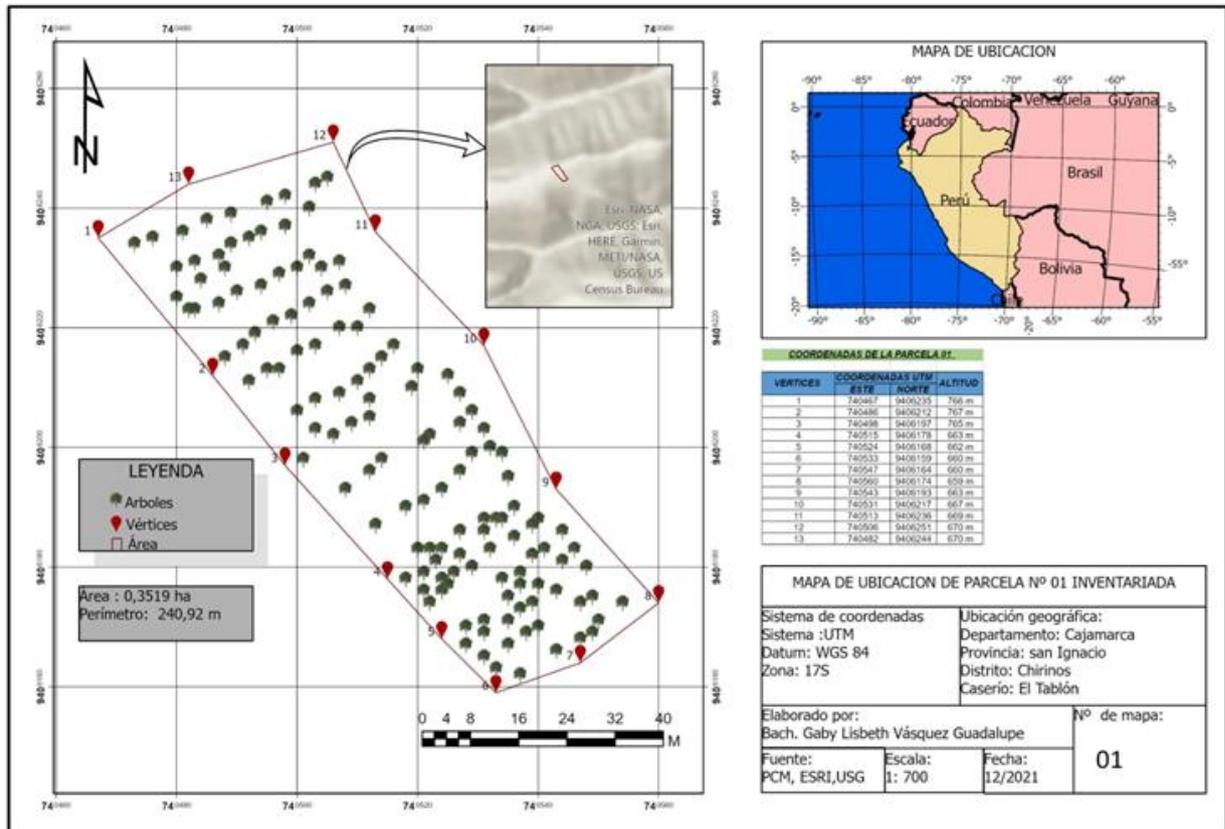
Vignote Peña, P., Martínez-Rojas, I., Villasante Plágaro, A. (s.f.). *Silvicultura y calidad de madera*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/21580/1/SiLVITCALIDADMADERA.pdf>

- Vignote, P., y R. Martínez. (2006). *Tecnología De La Madera* - (E. Mundi-Prensa, editor). Tercera Ed. Madrid, ES.
- Villalva, N. W. (2011). *Evaluación del crecimiento de Mart. (bolaina blanca) la Guazuma crinita en tres estratos de la comunidad nativa*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Ciencias Agrarias Especialidad de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Ciencias Agrarias. 71 p.
- Villamil Lancheros, L. O. (2017). *Alternativas forrajeras para la alimentación de ganadería bovina lechera en la región del occidente del departamento de Boyacá (Colombia)*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/17460>
- Villanueva-Díaz, J., González-Elizondo, M., Cerano-Paredes, J., Estrada Ávalos, J., Martínez Sifuentes, A. R., & Rosales Mata, S. (2018). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421530>
- Zaragoza Peralta, L. (2017). *Evaluación financiera de una plantación forestal de Pinus chiapensis (Martínez) Andresen*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/10521/3868>

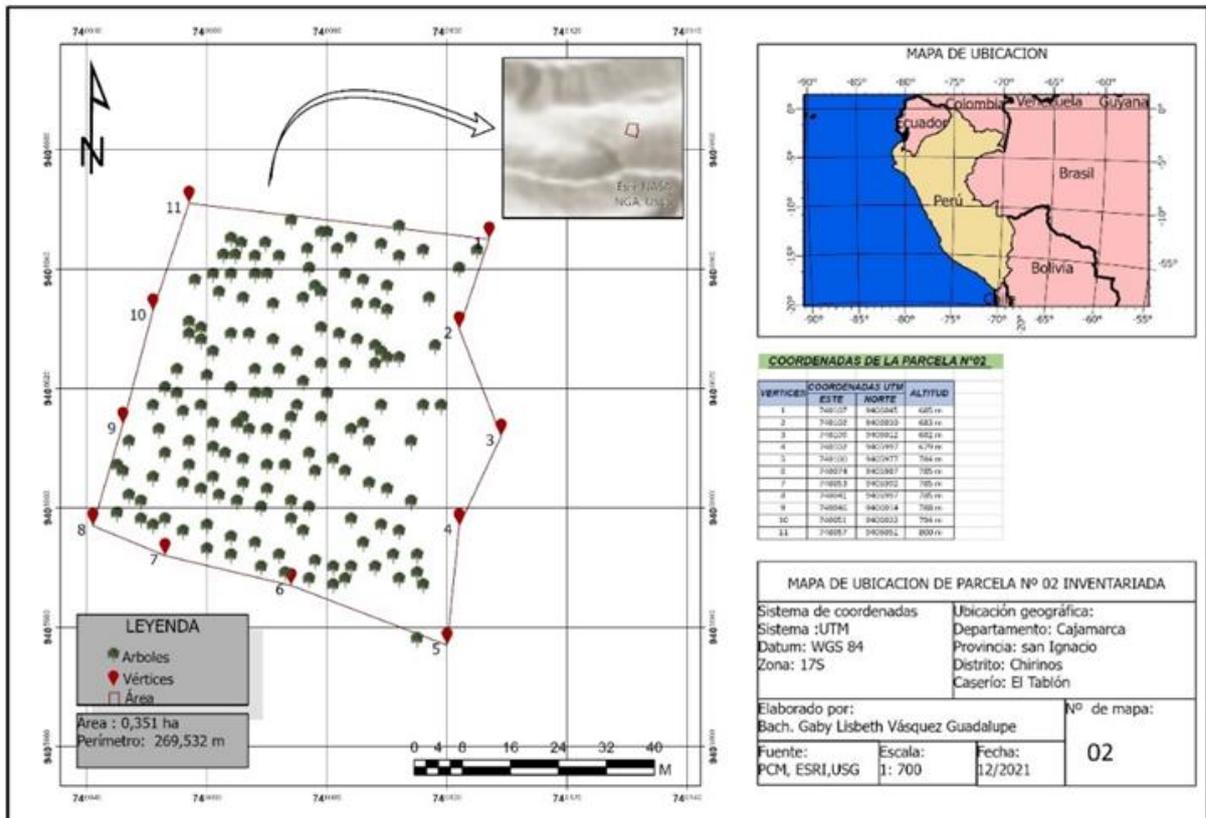
# CAPÍTULO VII

## ANEXO

Anexo 1. Mapa de ubicación de la parcela 1



## Anexo 2. Mapa de ubicación de la parcela 2



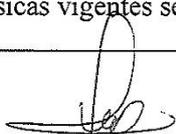
### Anexo 3. Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE
Dendrometría del árbol	Constituyen las variables diámetro, altura, volumen y área basal que se mide del árbol durante el inventario (Cruzado Barboza, 2021).	Altura comercial Diámetro altura del pecho Factor mórfico volumen	Metros Metros Adimensional Metros cúbicos	Registro datos de campo
Producción de la plantación	La producción de la plantación hace referencia al crecimiento en volumen de madera de un árbol, el cual puede ser cosechable o explotable al final de un periodo de tiempo determinado (Cruzado Barboza, 2021).	Incremento anual medio Incremento anual corriente Tablas de volumen Producción potencial Calidad de la madera	m.año <sup>-1</sup> m.año <sup>-1</sup> Ecuaciones m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> Propiedades físicas	Registro de gabinete

#### Anexo 4. Matriz de Consistencia de la Investigación

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>General: ¿Cuál es el crecimiento y rendimiento volumétrico determinado mediante dendrocronología en la plantación de bolaina blanca en San Ignacio?</p>	<p>General: Evaluar el crecimiento y rendimiento mediante dendrocronología en bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> Mart.) en el distrito de San Ignacio.</p>	<p>General: En la plantación del distrito de San Ignacio se colige que a mayor crecimiento en altura y diámetro mayor será su rendimiento volumétrico en la plantación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dendrometría del árbol de bolaina</li> <li>• Producción de la plantación</li> </ul>	<p>Tipo de Investigación: Descriptiva relacional, no experimental. Fuentes: Primarias Técnicas: observación directa Instrumentos: formatos de campo y laboratorio Población: Todas las plantaciones de bolaina blanca de San Ignacio Muestra: Probabilística para poblaciones infinitas.</p>
	<p>Específico 1: Evaluar el crecimiento corriente anual del diámetro y la tasa de crecimiento promedio anual en la especie <i>Guazuma crinita</i> Mart. en una plantación de 4 años</p>			
	<p>Específico 2: Establecer tablas de volúmenes y determinar el rendimiento volumétrico de la plantación de <i>Guazuma crinita</i> Mart.</p>			
	<p>Específico 3: Evaluar la calidad de la madera en una plantación agroforestal de <i>Guazuma crinita</i> Mart.</p>			

Anexo 5. Validación de Expertos de los instrumentos de recolección de datos de la investigación

<b>Formato de validación de los instrumentos</b>				
<b>Matriz para evaluación de experto en mensura forestal</b>				
<b>Título de la investigación:</b>	"EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO MEDIANTE DENDROCRONOLOGÍA EN BOLAINA BLANCA ( <i>Guazuma crinita</i> Mart) EN SAN IGNACIO"			
<b>Línea de investigación:</b>	Manejo forestal sostenible, mensura forestal			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. M.Sc. Germán Pérez Hurtado			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	Independiente: "Dendrometría del árbol" Dependiente: "Producción de la plantación"			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿Los instrumentos de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿Los instrumentos de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿Los instrumentos de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			
7	¿El diseño de los instrumentos de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿Los instrumentos de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿Los instrumentos de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
<b>Sugerencias emitidas por el experto:</b>				
Se recomienda tomar en cuenta el inventario establecido por SERFOR y las Normas Técnicas Peruanas de Características Físicas vigentes según formulario presentado para verificación.				
<b>Firma del experto:</b> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">             DNE: 27735077            CEP: 37824         </div>				

Anexo 6. Inventario forestal de la especie Bolaina blanca de la parcela 1

Nº	código	CAP (m)	DAP (m)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	FM	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Observaciones
							Este	Norte		
1	GC 001	0.23	0.0732	6.5	2.4	0.86	740473	9406234	766 m	Achaparrado
2	GC 002	0.17	0.0541	5	1.54	0.86	740476	9406235	766 m	Achaparrado
3	GC 003	0.64	0.2037	12.2	7.2	0.86	740481	9406236	766 m	Curvatura y comején
4	GC 004	0.57	0.1814	12	6.8	0.86	740485	9406238	766 m	Ninguna
5	GC 005	0.51	0.1623	12.2	6.7	0.86	740489	9406239	766 m	Curvatura y comején
6	GC 006	0.61	0.1942	14.3	7.2	0.86	740495	9406241	766 m	Ninguna
7	GC 007	0.5	0.1592	14.2	7.2	0.86	740498	9406242	765 m	Ninguna
8	GC 008	0.59	0.1878	14	6.3	0.86	740503	9406244	765 m	Ninguna
9	GC 009	0.56	0.1783	13.7	6.5	0.86	740505	9406245	765 m	Ninguna
10	GC 010	0.65	0.2069	14	6.8	0.86	740502	9406240	765 m	Ninguna
11	GC 011	0.56	0.1783	14.2	6.3	0.86	740498	9406237	765 m	Ninguna
12	GC 012	0.55	0.1751	12.5	5	0.86	740494	9406236	765 m	Ninguna
13	GC 013	0.57	0.1814	14.2	5	0.86	740492	9406235	766 m	Curvatura y comején
14	GC 014	0.5	0.1592	13.8	5.5	0.86	740489	9406234	766 m	Curvatura y comején
15	GC 015	0.51	0.1623	12.8	5	0.86	740487	9406232	766 m	Ninguna
16	GC 016	0.51	0.1623	13.7	4.8	0.86	740483	9406231	766 m	Ninguna
17	GC 017	0.39	0.1241	8	3	0.86	740480	9406230	766 m	Ninguna
18	GC 018	0.4	0.1273	7.5	3.1	0.86	740480	9406225	767 m	Curvatura y comején
19	GC 019	0.35	0.1114	6.7	2.3	0.86	740484	9406228	767 m	Ninguna
20	GC 020	0.56	0.1783	14.3	5.5	0.86	740488	9406230	766 m	Ninguna
21	GC 021	0.31	0.0987	6.3	2.2	0.86	740482	9406223	766 m	Achaparrado
22	GC 022	0.47	0.1496	12	5	0.86	740483	9406223	767 m	Ninguna
23	GC 023	0.51	0.1623	12.8	5.4	0.86	740487	9406224	767 m	Ninguna
24	GC 024	0.6	0.1910	13	5.2	0.86	740490	9406226	766 m	Ninguna
25	GC 025	0.62	0.1974	15	7	0.86	740494	9406227	766 m	Ninguna
26	GC 026	0.54	0.1719	13	6.5	0.86	740497	9406229	766 m	Curvatura y comején
27	GC 027	0.62	0.1974	14	6.8	0.86	740500	9406230	766 m	Ninguna
28	GC 028	0.48	0.1528	9.2	5.5	0.86	740502	9406232	766 m	Ninguna
29	GC 029	0.58	0.1846	14	6.5	0.86	740504	9406230	766 m	Ninguna
30	GC 030	0.6	0.1910	14.1	5.9	0.86	740507	9406231	766 m	Ninguna
31	GC 031	0.3	0.0955	5.8	2.1	0.86	740508	9406227	765 m	Achaparrado
32	GC 032	0.29	0.0923	6	2	0.86	740505	9406226	765 m	Achaparrado
33	GC 033	0.54	0.1719	12	7.3	0.86	740502	9406224	766 m	Ninguna
34	GC 034	0.62	0.1974	13.2	7.1	0.86	740499	9406222	766 m	Curvatura y comején

35	GC 035	0.57	0.1814	14	6.5	0.86	740496	9406221	766 m	Ninguna
36	GC 036	0.3	0.0955	6.5	2.1	0.86	740493	9406219	766 m	Achaparrado
37	GC 037	0.56	0.1783	14.1	5.4	0.86	740491	9406217	766 m	Ninguna
38	GC 038	0.46	0.1464	12	5	0.86	740488	9406215	766 m	Ninguna
39	GC 039	0.59	0.1878	11.5	6.3	0.86	740492	9406211	766 m	Ninguna
40	GC 040	0.48	0.1528	13.3	5.6	0.86	740495	9406213	766 m	Ninguna
41	GC 041	0.22	0.0700	5.2	1.2	0.86	740497	9406213	766 m	Achaparrado
42	GC 042	0.55	0.1751	5.1	1.56	0.86	740500	9406216	765 m	Ninguna
43	GC 043	0.53	0.1687	13.8	6.5	0.86	740503	9406217	765 m	Ninguna
44	GC 044	0.22	0.0700	5.5	1.1	0.86	740507	9406220	765 m	Achaparrado
45	GC 045	0.51	0.1623	13.5	7.2	0.86	740510	9406220	765 m	Ninguna
46	GC 046	0.53	0.1687	14	5.2	0.86	740512	9406223	765 m	Ninguna
47	GC 047	0.53	0.1687	13.8	4.7	0.86	740516	9406217	764 m	Ninguna
48	GC 048	0.55	0.1751	13.1	6.7	0.86	740514	9406215	764 m	Ninguna
49	GC 049	0.5	0.1592	14	6	0.86	740512	9406213	764 m	Curvatura y comején
50	GC 050	0.57	0.1814	13.8	6.3	0.86	740510	9406211	764 m	Ninguna
51	GC 051	0.59	0.1878	13.5	6.2	0.86	740507	9406209	765 m	Ninguna
52	GC 052	0.5	0.1592	13.5	5.5	0.86	740503	9406208	765 m	Ninguna
53	GC 053	0.51	0.1623	14.5	7.14	0.86	740500	9406206	765 m	Ninguna
54	GC 054	0.52	0.1655	14.1	6.5	0.86	740503	9406203	765 m	Ninguna
55	GC 055	0.43	0.1369	14.3	6.6	0.86	740501	9406198	765 m	Ninguna
56	GC 056	0.59	0.1878	14.2	7.8	0.86	740506	9406202	765 m	Ninguna
57	GC 057	0.43	0.1369	13	4.8	0.86	740509	9406204	765 m	Curvatura y comején
58	GC 058	0.61	0.1942	14.85	8	0.86	740512	9406205	765 m	Ninguna
59	GC 059	0.61	0.1942	6.3	14.5	0.86	740512	9406208	764 m	Ninguna
60	GC 060	0.58	0.1846	14.1	5.8	0.86	740519	9406210	765 m	Ninguna
61	GC 061	0.46	0.1464	14.1	5.7	0.86	740520	9406213	764 m	Curvatura y comején
62	GC 062	0.23	0.0732	5.5	1.8	0.86	740525	9406212	764 m	Achaparrado
63	GC 063	0.56	0.1783	14.1	5.1	0.86	740527	9406209	764 m	Ninguna
64	GC 064	0.46	0.1464	13	4.9	0.86	740529	9406206	763 m	Ninguna
65	GC 065	0.65	0.2069	14.3	5.5	0.86	740527	9406204	763 m	Ninguna
66	GC 066	0.23	0.0732	5.6	1.2	0.86	740522	9406202	763 m	Achaparrado
67	GC 067	0.57	0.1814	13.95	6	0.86	740521	9406201	763 m	Ninguna
68	GC 068	0.52	0.1655	14.15	5	0.86	740514	9406198	763 m	Ninguna
69	GC 069	0.65	0.2069	13.85	6.8	0.86	740512	9406196	764 m	Curvatura y comején
70	GC 070	0.5	0.1592	12.2	4	0.86	740508	9406193	764 m	Ninguna
71	GC 071	0.5	0.1592	12.4	4.8	0.86	740513	9406187	764 m	Ninguna
72	GC 072	0.52	0.1655	13.1	6	0.86	740518	9406190	763 m	Ninguna
73	GC 073	0.52	0.1655	13.15	5.45	0.86	740521	9406191	763 m	Ninguna

74	GC 074	0.51	0.1623	14.2	5.2	0.86	740524	9406193	763 m	Ninguna
75	GC 075	0.51	0.1623	13.85	6.1	0.86	740527	9406196	763 m	Ninguna
76	GC 076	0.49	0.1560	14.7	6.2	0.86	740529	9406199	763 m	Ninguna
77	GC 077	0.55	0.1751	14.8	8.1	0.86	740532	9406200	762 m	Ninguna
78	GC 078	0.66	0.2101	13	5.5	0.86	740531	9406203	762 m	Curvatura y comején
79	GC 079	0.55	0.1751	13	4.95	0.86	740534	9406199	762 m	Ninguna
80	GC 080	0.52	0.1655	13.2	5.7	0.86	740535	9406195	762 m	Ninguna
81	GC 081	0.54	0.1719	12.9	5.4	0.86	740533	9406188	662 m	Ninguna
82	GC 082	0.57	0.1814	13.1	6	0.86	740531	9406188	662 m	Curvatura y comején
83	GC 083	0.66	0.2101	14.2	6.5	0.86	740527	9406186	662 m	Ninguna
84	GC 084	0.47	0.1496	13.1	5	0.86	740524	9406183	662 m	Curvatura y comején
85	GC 085	0.57	0.1814	14.2	6.1	0.86	740522	9406183	662 m	Curvatura y comején
86	GC 086	0.62	0.1974	13.2	9	0.86	740520	9406183	663 m	Ninguna
87	GC 087	0.62	0.1974	12.8	6.4	0.86	740518	9406178	663 m	Ninguna
88	GC 088	0.61	0.1942	13.1	5.8	0.86	740521	9406179	663 m	Ninguna
89	GC 089	0.47	0.1496	12.9	5.1	0.86	740523	9406181	662 m	Ninguna
90	GC 090	0.55	0.1751	13.1	5.2	0.86	740527	9406182	662 m	Ninguna
91	GC 091	0.58	0.1846	13.8	5.1	0.86	740531	9406186	662 m	Ninguna
92	GC 092	0.57	0.1814	13.1	5.8	0.86	740534	9406188	662 m	Ninguna
93	GC 093	0.51	0.1623	12.8	6.3	0.86	740536	9406190	662 m	Curvatura y comején
94	GC 094	0.57	0.1814	13.3	5.9	0.86	740540	9406188	662 m	Ninguna
95	GC 095	0.52	0.1655	13.1	5.2	0.86	740539	9406187	662 m	Ninguna
96	GC 096	0.49	0.1560	13.5	4.95	0.86	740536	9406185	661 m	Ninguna
97	GC 097	0.43	0.1369	12.1	4.85	0.86	740532	9406183	662 m	Ninguna
98	GC 098	0.46	0.1464	12	4.8	0.86	740529	9406180	662 m	Ninguna
99	GC 099	0.55	0.1751	12.5	5.8	0.86	740526	9406179	662 m	Ninguna
100	GC 100	0.55	0.1751	13.8	5.4	0.86	740524	9406178	662 m	Ninguna
101	GC 101	0.56	0.1783	14.3	6	0.86	740521	9406176	663 m	Ninguna
102	GC 102	0.54	0.1719	13.8	5.2	0.86	740522	9406174	663 m	Ninguna
103	GC 103	0.56	0.1783	12.3	5.2	0.86	740524	9406176	662 m	Curvatura y comején
104	GC 104	0.51	0.1623	14	8.3	0.86	740525	9406177	662 m	Ninguna
105	GC 105	0.55	0.1751	13.4	6.1	0.86	740534	9406178	662 m	Curvatura y comején
106	GC 106	0.2	0.0637	7	2.3	0.86	740537	9406179	662 m	Achaparrado
107	GC 107	0.52	0.1655	14	5.6	0.86	740539	9406182	661 m	Ninguna
108	GC 108	0.43	0.1369	14.2	4.7	0.86	740541	9406183	661 m	Ninguna
109	GC 109	0.57	0.1814	13.8	5.1	0.86	740544	9406186	661 m	Achaparrado
110	GC 110	0.2	0.0637	5	1.6	0.86	740546	9406183	661 m	Achaparrado
111	GC 111	0.63	0.2005	13.6	6.5	0.86	740544	9406181	661 m	Curvatura y comején
112	GC 112	0.53	0.1687	13.7	6.2	0.86	740540	9406177	660 m	Curvatura y comején

113	GC 113	0.58	0.1846	13.2	5.1	0.86	740537	9406177	661 m	Ninguna
114	GC 114	0.25	0.0796	5.4	1.6	0.86	740535	9406175	661 m	Achaparrado
115	GC 115	0.61	0.1942	14	5.9	0.86	740531	9406171	661 m	Ninguna
116	GC 116	0.71	0.2260	13.95	6.1	0.86	740528	9406170	661 m	Curvatura y comején
117	GC 117	0.59	0.1878	13.3	6.2	0.86	740528	9406167	662 m	Curvatura y comején
118	GC 118	0.54	0.1719	12.3	5.2	0.86	740531	9406169	661 m	Curvatura y comején
119	GC 119	0.43	0.1369	12.5	5.7	0.86	740535	9406171	661 m	Curvatura y comején
120	GC 120	0.62	0.1974	13.2	6.1	0.86	740537	9406173	661 m	Curvatura y comején
121	GC 121	0.54	0.1719	13.1	4.7	0.86	740539	9406174	661 m	Ninguna
122	GC 122	0.56	0.1783	13.34	4.65	0.86	740543	9406176	661 m	Ninguna
123	GC 123	0.51	0.1623	13.5	4.8	0.86	740548	9406180	661 m	Ninguna
124	GC 124	0.43	0.1369	12.8	4	0.86	740549	9406175	660 m	Ninguna
125	GC 125	0.45	0.1432	13.6	3.5	0.86	740547	9406174	660 m	Ninguna
126	GC 126	0.58	0.1846	13.2	5.95	0.86	740540	9406170	660 m	Ninguna
127	GC 127	0.4	0.1273	6.5	3.2	0.86	740538	9406169	660 m	Ninguna
128	GC 128	0.5	0.1592	13.4	5.7	0.86	740535	9406167	661 m	Ninguna
129	GC 129	0.4	0.1273	13.7	5.3	0.86	740531	9406165	661 m	Ninguna
130	GC 130	0.53	0.1687	12.8	5.8	0.86	740533	9406163	661 m	Curvatura y comején
131	GC 131	0.4	0.1273	13.1	6.1	0.86	740537	9406162	660 m	Curvatura y comején
132	GC 132	0.41	0.1305	12.5	4.2	0.86	740543	9406166	660 m	Curvatura y comején
133	GC 133	0.57	0.1814	13.4	5.98	0.86	740547	9406168	660 m	Curvatura y comején
134	GC 134	0.58	0.1846	12	5.9	0.86	740549	9406169	660 m	Ninguna
135	GC 135	0.5	0.1592	13.1	5.2	0.86	740550	9406171	659 m	Curvatura y comején
136	GC 136	0.66	0.2101	13.2	6.1	0.86	740554	9406174	659 m	Ninguna
137	GC 137	0.19	0.0605	5	1.6	0.86	740065	9406060	684 m	Ninguna
138	GC 138	0.46	0.1464	13	5.1	0.86	740068	9406054	683 m	Curvatura y comején
139	GC 139	0.62	0.1974	13.4	5.6	0.86	740069	9406051	683 m	Ninguna
140	GC 140	0.65	0.2069	12.6	6.5	0.86	740070	9406053	683 m	Ninguna
141	GC 141	0.51	0.1623	12.5	5.1	0.86	740074	9406053	683 m	Ninguna
142	GC 142	0.53	0.1687	13.3	5.2	0.86	740081	9406052	684 m	Curvatura y comején
143	GC 143	0.63	0.2005	13	5.6	0.86	740086	9406052	684 m	Ninguna
144	GC 144	0.7	0.2228	13.8	6.5	0.86	740092	9406047	684 m	Curvatura y comején
145	GC 145	0.46	0.1464	13.2	4.5	0.86	740098	9406042	684 m	Ninguna
146	GC 146	0.5	0.1592	13.3	5.2	0.86	740104	9406037	684 m	Curvatura y comején
147	GC 147	0.58	0.1846	12.8	5.6	0.86	740110	9406032	684 m	Curvatura y comején
148	GC 148	0.49	0.1560	14	12.1	0.86	740116	9406027	684 m	Comején
149	GC 149	0.53	0.1687	14.3	11.7	0.86	740122	9406022	684 m	Comején
150	GC 150	0.55	0.1751	14.2	11	0.86	740128	9406017	684 m	Comején
151	GC 151	0.5	0.1592	14	12.2	0.86	740134	9406012	684 m	Ninguna

152	GC 152	0.57	0.1814	13.7	11.5	0.86	740140	9406007	684 m	Ninguna
153	GC 153	0.59	0.1878	14	12.2	0.86	740146	9406002	684 m	Comején
154	GC 154	0.5	0.1592	14.2	12.8	0.86	740152	9405997	684 m	Ninguna
155	GC 155	0.57	0.1814	12.5	12.8	0.86	740158	9405992	684 m	Comején
156	GC 156	0.52	0.1655	14.2	11.7	0.86	740164	9405987	684 m	Comején
157	GC 157	0.58	0.1846	13.8	8	0.86	740170	9405982	684 m	Ninguna
158	GC 158	0.59	0.1878	12.8	7.5	0.86	740176	9405977	684 m	Ninguna
159	GC 159	0.59	0.1878	12.8	5.2	0.86	740182	9405972	684 m	Ninguna
160	GC 160	0.54	0.1719	13.6	5.2	0.86	740188	9405967	684 m	Ninguna
161	GC 161	0.64	0.2037	13.2	8.3	0.86	740194	9405962	684 m	Ninguna
162	GC 162	0.62	0.1974	6.5	6.1	0.86	740200	9405957	684 m	Ninguna
163	GC 163	0.54	0.1719	13.4	5.9	0.86	740206	9405952	684 m	Ninguna
164	GC 164	0.56	0.1783	13.7	5.2	0.86	740212	9405947	684 m	Ninguna
165	GC 165	0.51	0.1623	12.8	4.95	0.86	740218	9405942	684 m	Ninguna
166	GC 166	0.45	0.1432	13.1	4.85	0.86	740224	9405937	684 m	Ninguna
167	GC 167	0.45	0.1432	12.5	4.8	0.86	740230	9405932	684 m	Ninguna
168	GC 168	0.46	0.1464	13.4	5.8	0.86	740236	9405927	684 m	Comején
169	GC 169	0.55	0.1751	12	5.1	0.86	740242	9405922	684 m	Comején
170	GC 170	0.55	0.1751	11.1	5.6	0.86	740248	9405917	684 m	Comején
171	GC 171	0.56	0.1783	14	5.5	0.86	740254	9405912	684 m	Ninguna
172	GC 172	0.54	0.1719	14.2	5.1	0.86	740260	9405907	684 m	Ninguna
173	GC 173	0.56	0.1783	13.8	5.2	0.86	740266	9405902	684 m	Ninguna
174	GC 174	0.55	0.1751	11.7	5.6	0.86	740272	9405897	684 m	Ninguna
175	GC 175	0.65	0.2069	13.6	4.9	0.86	740278	9405892	684 m	Ninguna
176	GC 176	0.2	0.0637	8.7	4.5	0.86	740284	9405887	684 m	Ninguna
177	GC 177	0.51	0.1623	13.2	7.2	0.86	740290	9405882	684 m	Comején
178	GC 178	0.52	0.1655	9.4	5.8	0.86	740296	9405877	684 m	Ninguna
179	GC 179	0.49	0.1560	8.5	5.7	0.86	740302	9405872	684 m	Ninguna
Total		92.13	29.33	2223.49	1029.72	153.94				
Promedio		0.51	0.16	12.42	5.75	0.86				
Mínimo		0.17	0.05	5.00	1.10	0.86				
Máximo		0.71	0.23	15.00	14.50	0.86				

Anexo 7. Inventario forestal de la especie Bolaina blanca de la parcela 2

Nº	código	CAP (m)	DAP (m)	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	FM	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Observaciones
							Este	Norte		
1	BL 001	0.38	0.1210	11	5.4	0.83	740069	9406051	683 m	Ninguna
2	BL 002	0.58	0.1846	11.5	5.5	0.83	740070	9406053	683 m	Ninguna
3	BL 003	0.386	0.1229	11.2	7.2	0.83	740074	9406053	683 m	Curvatura y comején
4	BL 004	0.658	0.2094	12	5.8	0.83	740081	9406052	684 m	Ninguna
5	BL 005	0.646	0.2056	11.2	6.7	0.83	740086	9406052	684 m	Ninguna
6	BL 006	0.616	0.1961	13.3	6.2	0.83	740092	9406047	684 m	Ninguna
7	BL 007	0.813	0.2588	12.2	7.2	0.83	740105	9406043	685 m	Ninguna
8	BL 008	0.867	0.2760	13	5.3	0.83	740102	9406040	684 m	Ninguna
9	BL 009	0.99	0.3151	12.7	6.5	0.83	740096	9406043	684 m	Ninguna
10	BL 010	0.7	0.2228	12.5	7.8	0.83	740092	9406042	684 m	Curvatura y comején
11	BL 011	0.685	0.2180	12.6	6.5	0.83	740089	9406044	684 m	Ninguna
12	BL 012	0.605	0.1926	11.5	5.2	0.83	740084	9406045	684 m	Curvatura y comején
13	BL 013	0.594	0.1891	13.2	5.8	0.83	740080	9406046	683 m	Ninguna
14	BL 014	0.698	0.2222	12.8	6.5	0.83	740079	9406046	683 m	Ninguna
15	BL 015	0.673	0.2142	11.8	5	0.83	740074	9406048	684 m	Ninguna
16	BL 016	0.6	0.1910	13.7	4.8	0.83	740067	9406051	684 m	Curvatura y comején
17	BL 017	0.65	0.2069	8	5	0.83	740064	9406045	682 m	Ninguna
18	BL 018	0.633	0.2015	7.5	4.1	0.83	740068	9406042	683 m	Ninguna
19	BL 019	0.221	0.0703	6.7	2.3	0.83	740072	9406042	683 m	Ramificado
20	BL 020	0.736	0.2343	14.3	6.5	0.83	740077	9406040	683 m	Ninguna
21	BL 021	0.59	0.1878	11.3	5.2	0.83	740083	9406039	682 m	Ninguna
22	BL 022	0.614	0.1954	12	5	0.83	740086	9406038	683 m	Curvatura y comején
23	BL 023	0.823	0.2620	12.8	5.4	0.83	740090	9406037	683 m	Ninguna
24	BL 024	1.044	0.3323	13	7.2	0.83	740097	9406035	683 m	Ninguna
25	BL 025	0.84	0.2674	15	7	0.83	740098	9406027	682 m	Curvatura y comején
26	BL 026	0.614	0.1954	13	6.5	0.83	740089	9406026	682 m	Ninguna
27	BL 027	0.611	0.1945	14	6.8	0.83	740088	9406027	681 m	Ninguna
28	BL 028	0.3	0.0955	5.2	1.6	0.83	740085	9406028	681 m	Ramificado
29	BL 029	0.63	0.2005	14	6.5	0.83	740082	9406029	681 m	Ninguna
30	BL 030	0.695	0.2212	14.1	5.9	0.83	740079	9406030	681 m	Curvatura y comején
31	BL 031	0.48	0.1528	7.8	4.5	0.83	740071	9406034	681 m	Ninguna
32	BL 032	0.67	0.2133	6	5	0.83	740076	9406035	682 m	Ninguna
33	BL 033	0.695	0.2212	12	7.3	0.83	740066	9406035	682 m	Ninguna
34	BL 034	0.645	0.2053	13.2	7.1	0.83	740062	9406036	682 m	Ninguna
35	BL 035	0.683	0.2174	14	6.5	0.83	740058	9406038	682 m	Ninguna
36	BL 036	0.677	0.2155	11	6	0.83	740061	9406039	682 m	Ninguna
37	BL 037	0.576	0.1833	14.1	6.4	0.83	740064	9406039	683 m	Ninguna
38	BL 038	0.854	0.2718	12	6	0.83	740068	9406039	683 m	Ninguna
39	BL 039	0.615	0.1958	10	5	0.83	740070	9406039	683 m	Curvatura y comején
40	BL 040	0.81	0.2578	13.3	6.6	0.83	740078	9406037	684 m	Ninguna
41	BL 041	0.657	0.2091	12.3	6.2	0.83	740079	9406036	684 m	Curvatura y comején
42	BL 042	0.645	0.2053	13.1	7.56	0.83	740085	9406034	684 m	Ninguna

43	BL 043	0.681	0.2168	13.8	6.5	0.83	740088	9406034	684 m	Ninguna
44	BL 044	0.205	0.0653	5.5	1.1	0.83	740090	9406033	684 m	Ramificado
45	BL 045	0.61	0.1942	13.5	7.2	0.83	740092	9406025	683 m	Ninguna
46	BL 046	0.545	0.1735	14	5.2	0.83	740090	9406025	682 m	Ninguna
47	BL 047	0.651	0.2072	13.8	4.7	0.83	740088	9406024	682 m	Ninguna
48	BL 048	0.96	0.3056	13.1	6.7	0.83	740083	9406024	682 m	Ninguna
49	BL 049	0.678	0.2158	14	6	0.83	740079	9406024	682 m	Ninguna
50	BL 050	0.632	0.2012	13.8	6.3	0.83	740075	9406026	682 m	Ninguna
51	BL 051	0.67	0.2133	13.5	6.2	0.83	740071	9406028	682 m	Curvatura y comején
52	BL 052	0.894	0.2846	13.5	5.5	0.83	740067	9406029	682 m	Ninguna
53	BL 053	0.634	0.2018	14.5	7.14	0.83	740064	9406029	682 m	Ninguna
54	BL 054	0.943	0.3002	14.1	6.5	0.83	740059	9406030	682 m	Curvatura y comején
55	BL 055	0.724	0.2305	14.3	6.6	0.83	740057	9406031	682 m	Ninguna
56	BL 056	0.345	0.1098	14.2	7.8	0.83	740057	9406029	682 m	Ninguna
57	BL 057	0.67	0.2133	13	4.8	0.83	740059	9406028	681 m	Ninguna
58	BL 058	0.594	0.1891	14.85	8	0.83	740061	9406026	681 m	Curvatura y comején
59	BL 059	0.75	0.2387	14.5	6.3	0.83	740068	9406023	681 m	Curvatura y comején
60	BL 060	0.555	0.1767	14.1	5.8	0.83	740072	9406023	681 m	Ninguna
61	BL 061	0.65	0.2069	14.1	5.7	0.83	740076	9406021	681 m	Ninguna
62	BL 062	0.13	0.0414	5.5	1.8	0.83	740080	9406019	681 m	Achaparrado
63	BL 063	0.545	0.1735	14.1	5.1	0.83	740089	9406017	681 m	Ninguna
64	BL 064	0.654	0.2082	13	4.9	0.83	740096	9406017	682 m	Ninguna
65	BL 065	0.67	0.2133	14.3	5.5	0.83	740099	9406017	682 m	Ninguna
66	BL 066	0.24	0.0764	5.6	1.2	0.83	740094	9406011	682 m	Ramificado
67	BL 067	0.614	0.1954	13.95	6	0.83	740086	9406014	681 m	Curvatura y comején
68	BL 068	0.34	0.1082	8.85	5.3	0.83	740084	9406013	682 m	Ramificado
69	BL 069	0.475	0.1512	13.85	6.8	0.83	740079	9406015	681 m	Ninguna
70	BL 070	0.599	0.1907	12.2	5	0.83	740075	9406017	681 m	Ninguna
71	BL 071	0.564	0.1795	12.4	5.8	0.83	740070	9406019	681 m	Ninguna
72	BL 072	0.922	0.2935	13.1	7.2	0.83	740068	9406019	681 m	Ninguna
73	BL 073	0.633	0.2015	13.15	5.45	0.83	740064	9406020	681 m	Ninguna
74	BL 074	1.01	0.3215	14.2	5.2	0.83	740060	9406022	680 m	Ninguna
75	BL 075	0.743	0.2365	14.15	5	0.83	740055	9406023	680 m	Ninguna
76	BL 076	0.97	0.3088	14.7	6.2	0.83	740053	9406020	680 m	Curvatura y comején
77	BL 077	0.598	0.1903	14.8	6.1	0.83	740055	9406019	680 m	Ninguna
78	BL 078	0.54	0.1719	13	5.5	0.83	740059	9406018	680 m	Ninguna
79	BL 079	0.698	0.2222	13	4.95	0.83	740066	9406015	680 m	Curvatura y comején
80	BL 080	0.694	0.2209	13.2	5.7	0.83	740074	9406015	680 m	Ninguna
81	BL 081	0.655	0.2085	12.9	5.4	0.83	740087	9406011	680 m	Ninguna
82	BL 082	0.709	0.2257	13.1	6	0.83	740081	9406008	680 m	Ninguna
83	BL 083	0.635	0.2021	14.2	6.5	0.83	740077	9406009	679 m	Ninguna
84	BL 084	0.492	0.1566	13.1	5	0.83	740073	9406012	679 m	Ninguna
85	BL 085	0.635	0.2021	14.2	6.1	0.83	740070	9406013	679 m	Ninguna
86	BL 086	0.62	0.1974	13.2	6.8	0.83	740067	9406013	679 m	Curvatura y comején
87	BL 087	0.545	0.1735	12.8	6.4	0.83	740065	9406014	679 m	Curvatura y comején
88	BL 088	0.41	0.1305	13.1	5.8	0.83	740061	9406014	679 m	Ninguna

89	BL 089	0.8	0.2546	12.9	5.1	0.83	740056	9406016	678 m	Ninguna
90	BL 090	0.508	0.1617	13.1	5.2	0.83	740051	9406017	678 m	Ninguna
91	BL 091	0.236	0.0751	7.8	5.1	0.83	740052	9406013	678 m	Ramificado
92	BL 092	0.57	0.1814	13.1	5.8	0.83	740057	9406011	677 m	Ninguna
93	BL 093	0.632	0.2012	12.8	6.3	0.83	740061	9406010	678 m	Ninguna
94	BL 094	0.67	0.2133	13.3	5.9	0.83	740063	9406009	678 m	Ninguna
95	BL 095	0.622	0.1980	13.1	5.2	0.83	740066	9406008	679 m	Curvatura y comején
96	BL 096	0.653	0.2079	13.5	4.95	0.83	740070	9406007	679 m	Ninguna
97	BL 097	0.515	0.1639	12.1	4.85	0.83	740073	9406007	679 m	Ninguna
98	BL 098	0.634	0.2018	12	4.8	0.83	740078	9406006	679 m	Ninguna
99	BL 099	0.543	0.1728	12.5	5.8	0.83	740083	9406006	679 m	Curvatura y comején
100	BL 100	0.622	0.1980	13.8	5.4	0.83	740087	9406004	679 m	Ninguna
101	BL 101	0.595	0.1894	14.3	6	0.83	740090	9406003	679 m	Ninguna
102	BL 102	0.675	0.2149	13.8	5.2	0.83	740094	9406001	679 m	Ninguna
103	BL 103	0.618	0.1967	12.3	5.2	0.83	740092	9405996	787 m	Curvatura y comején
104	BL 104	0.664	0.2114	14	8.3	0.83	740089	9405997	787 m	Ninguna
105	BL 105	0.6	0.1910	13.4	6.1	0.83	740084	9405998	787 m	Ninguna
106	BL 106	0.565	0.1798	5	1.3	0.83	740077	9406000	787 m	Ramificado
107	BL 107	0.644	0.2050	14	5.6	0.83	740074	9406001	787 m	Ninguna
108	BL 108	0.623	0.1983	14.2	4.7	0.83	740070	9406003	787 m	Ninguna
109	BL 109	0.574	0.1827	13.8	5.1	0.83	740066	9406004	787 m	Ninguna
110	BL 110	0.67	0.2133	5	1.6	0.83	740061	9406005	787 m	Ninguna
111	BL 111	0.6	0.1910	13.6	6.5	0.83	740057	9406007	786 m	Curvatura y comején
112	BL 112	0.555	0.1767	13.7	6.2	0.83	740053	9406009	786 m	Ninguna
113	BL 113	0.736	0.2343	13.2	5.1	0.83	740047	9406011	786 m	Curvatura y comején
114	BL 114	0.624	0.1986	5.4	1.6	0.83	740045	9406007	786 m	Ninguna
115	BL 115	0.712	0.2266	14	5.9	0.83	740046	9406006	785 m	Ninguna
116	BL 116	0.684	0.2177	13.95	6.1	0.83	740051	9406005	785 m	Ninguna
117	BL 117	0.651	0.2072	13.3	6.2	0.83	740056	9406004	785 m	Ninguna
118	BL 118	0.63	0.2005	12.3	5.2	0.83	740059	9406003	786 m	Curvatura y comején
119	BL 119	0.605	0.1926	12.5	5.7	0.83	740062	9406002	786 m	Ninguna
120	BL 120	0.523	0.1665	13.2	6.1	0.83	740065	9406001	786 m	Ninguna
121	BL 121	0.565	0.1798	13.1	4.7	0.83	740069	9406000	786 m	Ninguna
122	BL 122	0.704	0.2241	13.34	4.65	0.83	740074	9405998	786 m	Ninguna
123	BL 123	0.61	0.1942	13.5	6.5	0.83	740076	9405996	786 m	Ninguna
124	BL 124	0.81	0.2578	12.8	6	0.83	740086	9405994	786 m	Ninguna
125	BL 125	0.643	0.2047	13.6	6.5	0.83	740091	9405992	786 m	Curvatura y comején
126	BL 126	0.688	0.2190	13.2	6	0.83	740095	9405992	786 m	Ninguna
127	BL 127	0.54	0.1719	6.5	3.2	0.83	740096	9405987	785 m	Ninguna
128	BL 128	0.73	0.2324	13.4	6.5	0.83	740095	9405978	783 m	Ninguna
129	BL 129	0.672	0.2139	13.7	5.3	0.83	740092	9405988	785 m	Ninguna
130	BL 130	0.6	0.1910	12.8	5.8	0.83	740095	9405989	786 m	Ninguna
131	BL 131	0.65	0.2069	13.1	6.1	0.83	740088	9405990	786 m	Ninguna
132	BL 132	0.62	0.1974	12.5	5.8	0.83	740083	9405988	786 m	Ninguna
133	BL 133	0.64	0.2037	13.4	6.8	0.83	740084	9405990	786 m	Curvatura y comején
134	BL 134	1.087	0.3460	12	7.9	0.83	740081	9405987	786 m	Ninguna

135	BL 135	0.6	0.1910	13.1	5.2	0.83	740081	9405990	786 m	Ninguna
136	BL 136	0.652	0.2075	12.2	6.1	0.83	740078	9405991	786 m	Ninguna
137	BL 137	0.564	0.1795	5.6	1.6	0.83	740077	9405988	786 m	Ninguna
138	BL 138	0.87	0.2769	12	6.5	0.83	740073	9405989	785 m	Ninguna
139	BL 139	0.58	0.1846	12.4	5.8	0.83	740072	9405992	785 m	Curvatura y comején
140	BL 140	0.555	0.1767	11.6	5.5	0.83	740069	9405990	786 m	Ninguna
141	BL 141	1.07	0.3406	11.5	5.3	0.83	740068	9405994	786 m	Ninguna
142	BL 142	0.65	0.2069	12.3	6.2	0.83	740064	9405992	786 m	Ninguna
143	BL 143	1.12	0.3565	12	5.8	0.83	740064	9405995	785 m	Ninguna
144	BL 144	0.57	0.1814	12.8	5.3	0.83	740060	9405993	786 m	Ninguna
145	BL 145	0.86	0.2737	11.2	5.5	0.83	740060	9405997	786 m	Ninguna
146	BL 146	0.47	0.1496	12.3	5.2	0.83	740056	9405996	786 m	Ninguna
147	BL 147	1.045	0.3326	11.8	5.6	0.83	740053	9405998	785 m	Ninguna
148	BL 148	0.482	0.1534	12.5	5	0.83	740051	9405997	786 m	Ninguna
149	BL 149	0.344	0.1095	13.4	6.2	0.83	740049	9405998	785 m	Ninguna
150	BL 150	0.69	0.2196	12	8.1	0.83	740049	9406001	785 m	Ninguna
151	BL 151	0.366	0.1165	13.1	5.5	0.83	740047	9406002	786 m	Ninguna
152	BL 152	0.647	0.2059	5.6	7	0.83	740045	9405999	786 m	Ninguna
Total		97.48	31.03	1874.99	858.55	126.16				
Promedio		0.64	0.20	12.34	5.65	0.83				
Mínimo		0.13	0.04	5.00	1.10	0.83				
Máximo		1.12	0.36	15.00	8.30	0.83				

Anexo 8. Tabla de volumen potencial y polinómica de segundo grado, volúmenes potenciales y residuos.

Nº árbol	HC (m)	DAP (m)	Volumen (m3)	Tabla Potencial_DAP-VOL	Residuos Potencial_DAP-VOL	Tabal Polinómica_DAP-VOL	Residuos Polinómica_DAP-VOL
1	2.40	0.0732	0.009	0.010	-0.001	0.009	0.000
2	1.54	0.0541	0.003	0.004	-0.001	-0.004	0.007
3	7.20	0.2037	0.202	0.166	0.036	0.167	0.035
4	6.80	0.1814	0.151	0.120	0.031	0.131	0.020
5	6.70	0.1623	0.119	0.088	0.031	0.103	0.016
6	7.20	0.1942	0.183	0.145	0.038	0.151	0.032
7	7.20	0.1592	0.123	0.084	0.040	0.099	0.025
8	6.30	0.1878	0.150	0.132	0.018	0.141	0.009
9	6.50	0.1783	0.140	0.115	0.025	0.126	0.013
10	6.80	0.2069	0.197	0.173	0.023	0.172	0.024
11	6.30	0.1783	0.135	0.115	0.021	0.126	0.009
12	5.00	0.1751	0.104	0.109	-0.005	0.121	-0.018
13	5.00	0.1814	0.111	0.120	-0.009	0.131	-0.020
14	5.50	0.1592	0.094	0.084	0.010	0.099	-0.004
15	5.00	0.1623	0.089	0.088	0.001	0.103	-0.014
16	4.80	0.1623	0.085	0.088	-0.003	0.103	-0.018
17	3.00	0.1241	0.031	0.042	-0.011	0.055	-0.024
18	3.10	0.1273	0.034	0.045	-0.011	0.059	-0.025
19	2.30	0.1114	0.019	0.031	-0.012	0.042	-0.023
20	5.50	0.1783	0.118	0.115	0.003	0.126	-0.008
21	2.20	0.0987	0.014	0.022	-0.008	0.030	-0.015
22	5.00	0.1496	0.076	0.070	0.005	0.086	-0.010
23	5.40	0.1623	0.096	0.088	0.008	0.103	-0.007
24	5.20	0.1910	0.128	0.139	-0.011	0.146	-0.018
25	7.00	0.1974	0.184	0.152	0.032	0.156	0.028
26	6.50	0.1719	0.130	0.104	0.026	0.117	0.013
27	6.80	0.1974	0.179	0.152	0.027	0.156	0.023
28	5.50	0.1528	0.087	0.075	0.012	0.090	-0.003
29	6.50	0.1846	0.150	0.126	0.023	0.136	0.014
30	5.90	0.1910	0.145	0.139	0.007	0.146	-0.001
31	2.10	0.0955	0.013	0.020	-0.007	0.027	-0.014
32	2.00	0.0923	0.012	0.018	-0.007	0.024	-0.012
33	7.30	0.1719	0.146	0.104	0.042	0.117	0.029
34	7.10	0.1974	0.187	0.152	0.035	0.156	0.031
35	6.50	0.1814	0.145	0.120	0.024	0.131	0.014
36	2.10	0.0955	0.013	0.020	-0.007	0.027	-0.014
37	5.40	0.1783	0.116	0.115	0.001	0.126	-0.010
38	5.00	0.1464	0.072	0.066	0.006	0.082	-0.009
39	6.30	0.1878	0.150	0.132	0.018	0.141	0.009
40	5.60	0.1528	0.088	0.075	0.014	0.090	-0.002
41	1.20	0.0700	0.004	0.009	-0.005	0.006	-0.003
42	1.56	0.1751	0.032	0.109	-0.077	0.121	-0.089
43	6.50	0.1687	0.125	0.098	0.027	0.112	0.013
44	1.10	0.0700	0.004	0.009	-0.005	0.006	-0.003
45	7.20	0.1623	0.128	0.088	0.040	0.103	0.025
46	5.20	0.1687	0.100	0.098	0.002	0.112	-0.012
47	4.70	0.1687	0.090	0.098	-0.008	0.112	-0.022
48	6.70	0.1751	0.139	0.109	0.030	0.121	0.017
49	6.00	0.1592	0.103	0.084	0.019	0.099	0.004
50	6.30	0.1814	0.140	0.120	0.020	0.131	0.009

51	6.20	0.1878	0.148	0.132	0.015	0.141	0.007
52	5.50	0.1592	0.094	0.084	0.010	0.099	-0.004
53	7.14	0.1623	0.127	0.088	0.039	0.103	0.024
54	6.50	0.1655	0.120	0.093	0.027	0.107	0.013
55	6.60	0.1369	0.084	0.055	0.029	0.070	0.014
56	7.80	0.1878	0.186	0.132	0.053	0.141	0.045
57	4.80	0.1369	0.061	0.055	0.006	0.070	-0.009
58	8.00	0.1942	0.204	0.145	0.058	0.151	0.053
59	14.50	0.1942	0.369	0.145	0.224	0.151	0.218
60	5.80	0.1846	0.134	0.126	0.007	0.136	-0.002
61	5.70	0.1464	0.083	0.066	0.016	0.082	0.001
62	1.80	0.0732	0.007	0.010	-0.003	0.009	-0.002
63	5.10	0.1783	0.109	0.115	-0.005	0.126	-0.017
64	4.90	0.1464	0.071	0.066	0.005	0.082	-0.011
65	5.50	0.2069	0.159	0.173	-0.014	0.172	-0.013
66	1.20	0.0732	0.004	0.010	-0.005	0.009	-0.004
67	6.00	0.1814	0.133	0.120	0.013	0.131	0.003
68	5.00	0.1655	0.093	0.093	-0.001	0.107	-0.015
69	6.80	0.2069	0.197	0.173	0.023	0.172	0.024
70	4.00	0.1592	0.068	0.084	-0.015	0.099	-0.030
71	4.80	0.1592	0.082	0.084	-0.001	0.099	-0.016
72	6.00	0.1655	0.111	0.093	0.018	0.107	0.004
73	5.45	0.1655	0.101	0.093	0.008	0.107	-0.007
74	5.20	0.1623	0.093	0.088	0.004	0.103	-0.010
75	6.10	0.1623	0.109	0.088	0.020	0.103	0.006
76	6.20	0.1560	0.102	0.079	0.023	0.094	0.008
77	8.10	0.1751	0.168	0.109	0.059	0.121	0.046
78	5.50	0.2101	0.164	0.181	-0.017	0.178	-0.014
79	4.95	0.1751	0.102	0.109	-0.006	0.121	-0.019
80	5.70	0.1655	0.105	0.093	0.012	0.107	-0.002
81	5.40	0.1719	0.108	0.104	0.004	0.117	-0.009
82	6.00	0.1814	0.133	0.120	0.013	0.131	0.003
83	6.50	0.2101	0.194	0.181	0.013	0.178	0.016
84	5.00	0.1496	0.076	0.070	0.005	0.086	-0.010
85	6.10	0.1814	0.136	0.120	0.015	0.131	0.005
86	9.00	0.1974	0.237	0.152	0.085	0.156	0.081
87	6.40	0.1974	0.168	0.152	0.016	0.156	0.012
88	5.80	0.1942	0.148	0.145	0.002	0.151	-0.003
89	5.10	0.1496	0.077	0.070	0.007	0.086	-0.009
90	5.20	0.1751	0.108	0.109	-0.001	0.121	-0.014
91	5.10	0.1846	0.117	0.126	-0.009	0.136	-0.018
92	5.80	0.1814	0.129	0.120	0.009	0.131	-0.002
93	6.30	0.1623	0.112	0.088	0.024	0.103	0.009
94	5.90	0.1814	0.131	0.120	0.011	0.131	0.000
95	5.20	0.1655	0.096	0.093	0.003	0.107	-0.011
96	4.95	0.1560	0.081	0.079	0.002	0.094	-0.013
97	4.85	0.1369	0.061	0.055	0.006	0.070	-0.009
98	4.80	0.1464	0.070	0.066	0.003	0.082	-0.012
99	5.80	0.1751	0.120	0.109	0.011	0.121	-0.001
100	5.40	0.1751	0.112	0.109	0.003	0.121	-0.009
101	6.00	0.1783	0.129	0.115	0.014	0.126	0.003
102	5.20	0.1719	0.104	0.104	0.000	0.117	-0.013
103	5.20	0.1783	0.112	0.115	-0.003	0.126	-0.014
104	8.30	0.1623	0.148	0.088	0.059	0.103	0.045
105	6.10	0.1751	0.126	0.109	0.017	0.121	0.005
106	2.30	0.0637	0.006	0.007	0.000	0.002	0.004
107	5.60	0.1655	0.104	0.093	0.010	0.107	-0.004
108	4.70	0.1369	0.059	0.055	0.004	0.070	-0.011

109	5.10	0.1814	0.113	0.120	-0.007	0.131	-0.018
110	1.60	0.0637	0.004	0.007	-0.002	0.002	0.002
111	6.50	0.2005	0.177	0.159	0.018	0.162	0.015
112	6.20	0.1687	0.119	0.098	0.021	0.112	0.007
113	5.10	0.1846	0.117	0.126	-0.009	0.136	-0.018
114	1.60	0.0796	0.007	0.012	-0.005	0.014	-0.007
115	5.90	0.1942	0.150	0.145	0.005	0.151	-0.001
116	6.10	0.2260	0.210	0.221	-0.011	0.207	0.004
117	6.20	0.1878	0.148	0.132	0.015	0.141	0.007
118	5.20	0.1719	0.104	0.104	0.000	0.117	-0.013
119	5.70	0.1369	0.072	0.055	0.017	0.070	0.002
120	6.10	0.1974	0.160	0.152	0.009	0.156	0.004
121	4.70	0.1719	0.094	0.104	-0.010	0.117	-0.023
122	4.65	0.1783	0.100	0.115	-0.015	0.126	-0.026
123	4.80	0.1623	0.085	0.088	-0.003	0.103	-0.018
124	4.00	0.1369	0.051	0.055	-0.004	0.070	-0.019
125	3.50	0.1432	0.049	0.062	-0.014	0.078	-0.029
126	5.95	0.1846	0.137	0.126	0.011	0.136	0.001
127	3.20	0.1273	0.035	0.045	-0.010	0.059	-0.024
128	5.70	0.1592	0.098	0.084	0.014	0.099	-0.001
129	5.30	0.1273	0.058	0.045	0.013	0.059	-0.001
130	5.80	0.1687	0.111	0.098	0.013	0.112	0.000
131	6.10	0.1273	0.067	0.045	0.022	0.059	0.008
132	4.20	0.1305	0.048	0.048	0.000	0.063	-0.014
133	5.98	0.1814	0.133	0.120	0.013	0.131	0.002
134	5.90	0.1846	0.136	0.126	0.010	0.136	0.000
135	5.20	0.1592	0.089	0.084	0.005	0.099	-0.010
136	6.10	0.2101	0.182	0.181	0.001	0.178	0.004
137	1.60	0.0605	0.004	0.006	-0.002	0.000	0.004
138	5.10	0.1464	0.074	0.066	0.008	0.082	-0.008
139	5.60	0.1974	0.147	0.152	-0.005	0.156	-0.009
140	6.50	0.2069	0.188	0.173	0.015	0.172	0.016
141	5.10	0.1623	0.091	0.088	0.002	0.103	-0.012
142	5.20	0.1687	0.100	0.098	0.002	0.112	-0.012
143	5.60	0.2005	0.152	0.159	-0.007	0.162	-0.009
144	6.50	0.2228	0.218	0.213	0.005	0.201	0.017
145	4.50	0.1464	0.065	0.066	-0.001	0.082	-0.017
146	5.20	0.1592	0.089	0.084	0.005	0.099	-0.010
147	5.60	0.1846	0.129	0.126	0.003	0.136	-0.007
148	12.10	0.1560	0.199	0.079	0.120	0.094	0.105
149	11.70	0.1687	0.225	0.098	0.127	0.112	0.113
150	11.00	0.1751	0.228	0.109	0.119	0.121	0.106
151	12.20	0.1592	0.209	0.084	0.125	0.099	0.110
152	11.50	0.1814	0.256	0.120	0.135	0.131	0.125
153	12.20	0.1878	0.291	0.132	0.158	0.141	0.150
154	12.80	0.1592	0.219	0.084	0.135	0.099	0.120
155	12.80	0.1814	0.285	0.120	0.164	0.131	0.154
156	11.70	0.1655	0.217	0.093	0.123	0.107	0.109
157	8.00	0.1846	0.184	0.126	0.058	0.136	0.048
158	7.50	0.1878	0.179	0.132	0.046	0.141	0.038
159	5.20	0.1878	0.124	0.132	-0.009	0.141	-0.017
160	5.20	0.1719	0.104	0.104	0.000	0.117	-0.013
161	8.30	0.2037	0.233	0.166	0.067	0.167	0.066
162	6.10	0.1974	0.160	0.152	0.009	0.156	0.004
163	5.90	0.1719	0.118	0.104	0.014	0.117	0.001
164	5.20	0.1783	0.112	0.115	-0.003	0.126	-0.014
165	4.95	0.1623	0.088	0.088	0.000	0.103	-0.015
166	4.85	0.1432	0.067	0.062	0.005	0.078	-0.011

167	4.80	0.1432	0.067	0.062	0.004	0.078	-0.011
168	5.80	0.1464	0.084	0.066	0.018	0.082	0.002
169	5.10	0.1751	0.106	0.109	-0.003	0.121	-0.016
170	5.60	0.1751	0.116	0.109	0.007	0.121	-0.005
171	5.50	0.1783	0.118	0.115	0.003	0.126	-0.008
172	5.10	0.1719	0.102	0.104	-0.002	0.117	-0.015
173	5.20	0.1783	0.112	0.115	-0.003	0.126	-0.014
174	5.60	0.1751	0.116	0.109	0.007	0.121	-0.005
175	4.90	0.2069	0.142	0.173	-0.032	0.172	-0.031
176	4.50	0.0637	0.012	0.007	0.006	0.002	0.010
177	7.20	0.1623	0.128	0.088	0.040	0.103	0.025
178	5.80	0.1655	0.107	0.093	0.014	0.107	0.000
179	5.70	0.1560	0.094	0.079	0.015	0.094	-0.001
180	5.40	0.1210	0.052	0.039	0.012	0.052	0.000
181	5.50	0.1846	0.122	0.126	-0.004	0.136	-0.014
182	7.20	0.1229	0.071	0.041	0.030	0.054	0.017
183	5.80	0.2094	0.166	0.179	-0.013	0.177	-0.011
184	6.70	0.2056	0.185	0.170	0.014	0.170	0.014
185	6.20	0.1961	0.155	0.149	0.006	0.154	0.001
186	7.20	0.2588	0.314	0.323	-0.008	0.272	0.042
187	5.30	0.2760	0.263	0.386	-0.122	0.309	-0.046
188	6.50	0.3151	0.421	0.557	-0.137	0.403	0.018
189	7.80	0.2228	0.252	0.213	0.040	0.201	0.052
190	6.50	0.2180	0.201	0.200	0.001	0.192	0.009
191	5.20	0.1926	0.126	0.142	-0.016	0.148	-0.023
192	5.80	0.1891	0.135	0.135	0.000	0.143	-0.008
193	6.50	0.2222	0.209	0.211	-0.002	0.200	0.010
194	5.00	0.2142	0.150	0.191	-0.041	0.185	-0.036
195	4.80	0.1910	0.114	0.139	-0.025	0.146	-0.032
196	5.00	0.2069	0.140	0.173	-0.034	0.172	-0.033
197	4.10	0.2015	0.109	0.161	-0.052	0.163	-0.055
198	2.30	0.0703	0.007	0.009	-0.001	0.007	0.001
199	6.50	0.2343	0.233	0.245	-0.012	0.222	0.010
200	5.20	0.1878	0.120	0.132	-0.013	0.141	-0.021
201	5.00	0.1954	0.125	0.148	-0.023	0.153	-0.029
202	5.40	0.2620	0.242	0.334	-0.092	0.279	-0.037
203	7.20	0.3323	0.518	0.646	-0.128	0.447	0.071
204	7.00	0.2674	0.326	0.353	-0.027	0.290	0.036
205	6.50	0.1954	0.162	0.148	0.014	0.153	0.009
206	6.80	0.1945	0.168	0.146	0.022	0.152	0.016
207	1.60	0.0955	0.010	0.020	-0.011	0.027	-0.017
208	6.50	0.2005	0.170	0.159	0.012	0.162	0.009
209	5.90	0.2212	0.188	0.209	-0.020	0.198	-0.010
210	4.50	0.1528	0.068	0.075	-0.006	0.090	-0.022
211	5.00	0.2133	0.148	0.188	-0.040	0.184	-0.035
212	7.30	0.2212	0.233	0.209	0.024	0.198	0.035
213	7.10	0.2053	0.195	0.170	0.026	0.170	0.025
214	6.50	0.2174	0.200	0.199	0.001	0.191	0.009
215	6.00	0.2155	0.182	0.194	-0.012	0.187	-0.006
216	6.40	0.1833	0.140	0.124	0.016	0.134	0.006
217	6.00	0.2718	0.289	0.370	-0.081	0.300	-0.011
218	5.00	0.1958	0.125	0.149	-0.024	0.154	-0.029
219	6.60	0.2578	0.286	0.319	-0.033	0.270	0.016
220	6.20	0.2091	0.177	0.178	-0.002	0.176	0.001
221	7.56	0.2053	0.208	0.170	0.038	0.170	0.038
222	6.50	0.2168	0.199	0.197	0.002	0.190	0.009
223	1.10	0.0653	0.003	0.007	-0.004	0.003	0.000
224	7.20	0.1942	0.177	0.145	0.032	0.151	0.026

225	5.20	0.1735	0.102	0.106	-0.004	0.119	-0.017
226	4.70	0.2072	0.132	0.174	-0.042	0.173	-0.041
227	6.70	0.3056	0.408	0.512	-0.104	0.379	0.029
228	6.00	0.2158	0.182	0.195	-0.013	0.188	-0.006
229	6.30	0.2012	0.166	0.160	0.006	0.163	0.004
230	6.20	0.2133	0.184	0.188	-0.005	0.184	0.000
231	5.50	0.2846	0.290	0.420	-0.129	0.329	-0.039
232	7.14	0.2018	0.190	0.162	0.028	0.164	0.026
233	6.50	0.3002	0.382	0.487	-0.105	0.366	0.016
234	6.60	0.2305	0.229	0.234	-0.005	0.215	0.013
235	7.80	0.1098	0.061	0.030	0.031	0.040	0.021
236	4.80	0.2133	0.142	0.188	-0.046	0.184	-0.041
237	8.00	0.1891	0.186	0.135	0.052	0.143	0.044
238	6.30	0.2387	0.234	0.258	-0.024	0.231	0.003
239	5.80	0.1767	0.118	0.112	0.006	0.124	-0.006
240	5.70	0.2069	0.159	0.173	-0.014	0.172	-0.013
241	1.80	0.0414	0.002	0.002	0.000	-0.010	0.012
242	5.10	0.1735	0.100	0.106	-0.006	0.119	-0.019
243	4.90	0.2082	0.138	0.176	-0.038	0.175	-0.036
244	5.50	0.2133	0.163	0.188	-0.025	0.184	-0.020
245	1.20	0.0764	0.005	0.011	-0.006	0.011	-0.007
246	6.00	0.1954	0.149	0.148	0.001	0.153	-0.004
247	5.30	0.1082	0.040	0.029	0.012	0.039	0.002
248	6.80	0.1512	0.101	0.073	0.029	0.088	0.013
249	5.00	0.1907	0.118	0.138	-0.020	0.145	-0.027
250	5.80	0.1795	0.122	0.117	0.005	0.128	-0.006
251	7.20	0.2935	0.404	0.457	-0.053	0.350	0.055
252	5.45	0.2015	0.144	0.161	-0.017	0.163	-0.019
253	5.20	0.3215	0.350	0.589	-0.239	0.419	-0.069
254	5.00	0.2365	0.182	0.251	-0.069	0.227	-0.044
255	6.20	0.3088	0.385	0.527	-0.141	0.387	-0.002
256	6.10	0.1903	0.144	0.137	0.007	0.145	-0.001
257	5.50	0.1719	0.106	0.104	0.002	0.117	-0.011
258	4.95	0.2222	0.159	0.211	-0.052	0.200	-0.040
259	5.70	0.2209	0.181	0.208	-0.026	0.197	-0.016
260	5.40	0.2085	0.153	0.177	-0.024	0.175	-0.022
261	6.00	0.2257	0.199	0.221	-0.021	0.206	-0.007
262	6.50	0.2021	0.173	0.162	0.011	0.164	0.009
263	5.00	0.1566	0.080	0.080	0.000	0.095	-0.015
264	6.10	0.2021	0.162	0.162	0.000	0.164	-0.002
265	6.80	0.1974	0.173	0.152	0.021	0.156	0.016
266	6.40	0.1735	0.126	0.106	0.019	0.119	0.007
267	5.80	0.1305	0.064	0.048	0.016	0.063	0.002
268	5.10	0.2546	0.216	0.308	-0.093	0.263	-0.048
269	5.20	0.1617	0.089	0.087	0.001	0.102	-0.013
270	5.10	0.0751	0.019	0.010	0.008	0.010	0.009
271	5.80	0.1814	0.124	0.120	0.004	0.131	-0.006
272	6.30	0.2012	0.166	0.160	0.006	0.163	0.004
273	5.90	0.2133	0.175	0.188	-0.014	0.184	-0.009
274	5.20	0.1980	0.133	0.153	-0.020	0.157	-0.024
275	4.95	0.2079	0.139	0.175	-0.036	0.174	-0.035
276	4.85	0.1639	0.085	0.091	-0.006	0.105	-0.020
277	4.80	0.2018	0.127	0.162	-0.034	0.164	-0.036
278	5.80	0.1728	0.113	0.105	0.008	0.118	-0.005
279	5.40	0.1980	0.138	0.153	-0.015	0.157	-0.019
280	6.00	0.1894	0.140	0.136	0.005	0.143	-0.003
281	5.20	0.2149	0.156	0.192	-0.036	0.186	-0.030
282	5.20	0.1967	0.131	0.151	-0.019	0.155	-0.024

283	8.30	0.2114	0.242	0.184	0.058	0.180	0.062
284	6.10	0.1910	0.145	0.139	0.006	0.146	-0.001
285	1.30	0.1798	0.027	0.117	-0.090	0.128	-0.101
286	5.60	0.2050	0.153	0.169	-0.015	0.169	-0.016
287	4.70	0.1983	0.120	0.154	-0.034	0.158	-0.037
288	5.10	0.1827	0.111	0.123	-0.012	0.133	-0.022
289	1.60	0.2133	0.047	0.188	-0.141	0.184	-0.136
290	6.50	0.1910	0.155	0.139	0.016	0.146	0.009
291	6.20	0.1767	0.126	0.112	0.014	0.124	0.002
292	5.10	0.2343	0.182	0.245	-0.062	0.222	-0.040
293	1.60	0.1986	0.041	0.155	-0.114	0.158	-0.117
294	5.90	0.2266	0.198	0.223	-0.026	0.208	-0.010
295	6.10	0.2177	0.188	0.200	-0.011	0.191	-0.003
296	6.20	0.2072	0.174	0.174	0.000	0.173	0.001
297	5.20	0.2005	0.136	0.159	-0.023	0.162	-0.025
298	5.70	0.1926	0.138	0.142	-0.004	0.148	-0.011
299	6.10	0.1665	0.110	0.095	0.015	0.109	0.001
300	4.70	0.1798	0.099	0.117	-0.018	0.128	-0.029
301	4.65	0.2241	0.152	0.216	-0.064	0.203	-0.051
302	6.50	0.1942	0.160	0.145	0.014	0.151	0.009
303	6.00	0.2578	0.260	0.319	-0.059	0.270	-0.010
304	6.50	0.2047	0.178	0.168	0.009	0.169	0.009
305	6.00	0.2190	0.188	0.203	-0.015	0.194	-0.006
306	3.20	0.1719	0.062	0.104	-0.042	0.117	-0.055
307	6.50	0.2324	0.229	0.239	-0.010	0.219	0.010
308	5.30	0.2139	0.158	0.190	-0.032	0.185	-0.027
309	5.80	0.1910	0.138	0.139	-0.001	0.146	-0.008
310	6.10	0.2069	0.170	0.173	-0.003	0.172	-0.002
311	5.80	0.1974	0.147	0.152	-0.005	0.156	-0.009
312	6.80	0.2037	0.184	0.166	0.018	0.167	0.017
313	7.90	0.3460	0.617	0.722	-0.106	0.485	0.132
314	5.20	0.1910	0.124	0.139	-0.015	0.146	-0.022
315	6.10	0.2075	0.171	0.175	-0.003	0.173	-0.002
316	1.60	0.1795	0.034	0.117	-0.083	0.128	-0.094
317	6.50	0.2769	0.325	0.389	-0.064	0.311	0.013
318	5.80	0.1846	0.129	0.126	0.003	0.136	-0.007
319	5.50	0.1767	0.112	0.112	0.000	0.124	-0.012
320	5.30	0.3406	0.401	0.691	-0.291	0.470	-0.069
321	6.20	0.2069	0.173	0.173	0.000	0.172	0.001
322	5.80	0.3565	0.481	0.785	-0.304	0.514	-0.033
323	5.30	0.1814	0.114	0.120	-0.007	0.131	-0.017
324	5.50	0.2737	0.269	0.377	-0.108	0.304	-0.036
325	5.20	0.1496	0.076	0.070	0.005	0.086	-0.010
326	5.60	0.3326	0.404	0.648	-0.244	0.448	-0.044
327	5.00	0.1534	0.077	0.076	0.001	0.091	-0.014
328	6.20	0.1095	0.048	0.030	0.019	0.040	0.009
329	8.10	0.2196	0.255	0.205	0.050	0.195	0.060
330	5.50	0.1165	0.049	0.035	0.013	0.047	0.002
331	7.00	0.2059	0.194	0.171	0.022	0.171	0.023
Total			46.584	47.221	-0.636857	46.584	0.000095

Anexo 9. Determinación de curvas de crecimiento con evaluación dendrocronológica usando rodajas

Edad (años)	Radio Promedio por rodaja (mm)				Radio promedio (mm)	Radio promedio (m)	Diámetro promedio (m)	Diámetro acumulado (m)	Curvas de crecimiento	
	Rodaja 1	rodaja 2	rodaja 3	rodaja 4					IMA	ICA
1	12.34	10.42	27.18	14.62	16.14	0.01614	0.0323	0.0323	0.032	0.0323
2	36.33	48.62	37.10	34.28	39.08	0.03908	0.0782	0.1104	0.055	0.0782
3	20.19	46.10	24.35	26.66	29.33	0.02933	0.0587	0.1691	0.056	0.0587
4	33.43	46.35	30.61	31.92	35.58	0.03558	0.0712	0.2403	0.060	0.0712

Anexo 10. Determinación de curvas de crecimiento con evaluación dendrocronológica usando tarugos Pressler

Edad (años)	Radio promedio por probeta (mm)								
	Probeta 01	Probeta 02	Probeta 03	Probeta 04	Probeta 05	Probeta 06	Probeta 07	Probeta 08	Probeta 09
1	39.59	11.93	14.66	23.13	25.74	12.39	22.86	22.70	18.30
2	15.80	28.14	26.70	33.79	32.07	26.87	33.38	33.15	12.67
3	13.75	34.95	32.07	15.05	32.07	32.40	38.67	35.63	33.75
4	26.75	30.77	29.71	27.37	27.50	23.14	25.13	27.49	27.94

Radio promedio por probeta (mm)									
Probeta 10	Probeta 11	Probeta 12	Probeta 13	Probeta 14	Probeta 15	Probeta 16	Probeta 17	Probeta 18	Probeta 19
21.67	9.65	14.23	21.18	21.94	25.23	15.59	21.36	14.26	13.92
13.32	38.21	17.92	50.54	47.54	27.29	23.68	31.36	21.90	21.45
13.63	21.58	40.14	12.78	39.48	25.81	40.12	41.17	34.41	26.33
40.87	24.13	22.52	35.07	25.58	21.47	44.58	26.59	34.95	21.69

Radio promedio (mm)	Radio promedio (m)	Diámetro promedio (m)	Diámetro acumulado (m)	Curvas de crecimiento	
				IMA	ICA
19.49	0.01949	0.0390	0.0390	0.039	0.0390
28.20	0.02820	0.0564	0.0954	0.048	0.0564
29.67	0.02967	0.0593	0.1547	0.052	0.0593
28.59	0.02859	0.0572	0.2119	0.053	0.0572

Anexo 11. Curvas de crecimiento promedio usando dendrocronología

Edad (años)	Radio promedio (m)		Diámetro promedio (m)	Diámetro acumulado (m)	Curvas de crecimiento	
	Rodajas	Probetas			IMA	ICA
1	0.0161	0.0195	0.0356	0.0356	0.0356	0.0356
2	0.0391	0.0282	0.0673	0.1029	0.0515	0.0673
3	0.0293	0.0297	0.0590	0.1619	0.0540	0.0590
4	0.0356	0.0286	0.0642	0.2261	0.0565	0.0642

Anexo 12. Datos para determinación de propiedades físicas de la madera de bolaina blanca

N° de probeta	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Dimensiones madera húmeda									Dimensiones madera seca								
			Tangencial (mm)				Radial (mm)				longitudinal (mm)	Tangencial (mm)				Radial (mm)				longitudinal (mm)
			T1	T2	T3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio		T1	T2	T3	Promedio	R1	R2	R3	Promedio	
1	65.53	27.25	26.90	27.30	27.40	27.20	27.60	26.85	26.05	26.83	99.80	25.70	25.90	25.90	25.83	25.90	25.80	25.60	25.77	99.50
2	65.28	29.29	26.20	26.90	26.60	26.57	26.90	26.10	26.10	26.37	97.55	25.20	25.20	25.10	25.17	25.99	25.20	25.20	25.46	97.10
3	65.58	29.52	26.90	26.80	26.75	26.82	26.85	26.80	26.70	26.78	99.70	25.20	25.10	25.10	25.13	25.80	25.80	25.70	25.77	99.30
4	59.24	24.60	26.40	26.30	25.70	26.13	26.30	25.85	26.50	26.22	97.35	24.60	24.80	24.90	24.77	25.10	25.12	25.99	25.40	96.90
5	53.02	22.08	25.70	25.60	25.70	25.67	25.60	25.70	25.40	25.57	93.60	24.15	24.30	24.10	24.18	24.60	24.60	24.40	24.53	93.22
6	67.99	30.38	26.95	27.30	27.20	27.15	26.40	26.50	26.40	26.43	92.25	25.40	25.20	25.90	25.50	25.50	25.60	25.50	25.53	91.80
7	63.59	29.04	26.35	26.30	26.20	26.28	26.70	26.60	26.60	26.63	96.90	25.20	25.10	25.10	25.13	25.80	25.70	25.70	25.73	96.60
8	64.38	29.37	26.90	27.30	27.35	27.18	25.65	26.50	26.60	26.25	97.05	25.70	25.90	25.20	25.60	25.22	25.40	25.60	25.41	96.60
9	58.43	23.94	25.95	25.70	25.40	25.68	26.50	26.30	26.20	26.33	97.20	24.40	24.20	24.90	24.50	25.10	25.90	25.62	25.54	96.90
10	68.06	28.25	26.70	26.50	26.25	26.48	26.50	26.70	26.60	26.60	98.30	25.20	25.10	25.30	25.20	25.70	25.70	25.80	25.73	97.80
11	64.42	29.58	26.70	27.20	27.10	27.00	26.60	25.90	26.15	26.22	99.10	25.10	25.90	25.80	25.60	25.30	25.40	25.50	25.40	98.70
12	63.14	26.73	26.90	26.80	27.10	26.93	25.80	25.90	25.85	25.85	97.10	25.90	25.90	25.10	25.63	24.92	24.99	24.92	24.94	96.70
13	59.16	24.82	25.80	25.70	26.25	25.92	26.20	26.10	26.15	26.15	98.40	24.50	24.60	24.60	24.57	25.10	25.10	25.12	25.11	97.90
14	64.99	30.63	26.20	26.30	26.05	26.18	26.05	25.90	26.05	26.00	97.90	24.10	25.30	25.20	24.87	25.10	25.10	25.20	25.13	97.50
15	57.08	24.46	26.90	26.60	26.80	26.77	25.30	25.40	25.50	25.40	97.20	25.60	25.30	25.20	25.37	24.50	24.70	24.60	24.60	96.90
16	57.11	22.48	26.30	25.90	25.70	25.97	25.10	25.20	25.00	25.10	98.45	24.65	24.50	24.30	24.48	24.30	24.20	24.20	24.23	98.10
17	67.23	31.88	27.40	27.50	27.70	27.53	26.35	26.20	26.90	26.48	98.85	26.00	26.10	25.80	25.97	25.20	25.20	25.90	25.43	98.40
18	70.98	31.30	26.80	26.70	26.80	26.77	26.50	26.30	26.10	26.30	98.10	25.60	25.40	25.30	25.43	25.40	25.30	25.20	25.30	97.60
19	70.01	30.04	27.20	26.70	27.00	26.97	26.10	26.05	26.20	26.12	98.90	25.80	25.70	25.70	25.73	25.10	25.20	25.10	25.13	98.40
20	63.43	27.67	26.90	27.00	26.30	26.73	26.20	26.15	26.20	26.18	97.66	25.32	25.32	25.29	25.31	25.25	25.27	25.31	25.28	97.10
Promedio	63.43	27.67	26.60	26.62	26.57	26.60	26.26	26.15	26.16	26.19	97.57	25.17	25.24	25.19	25.20	25.24	25.26	25.31	25.27	97.15

N° de probeta	P. H. (g)	P. S. (g)	D. T. H. (cm)	D. R. H. (cm)	D. L. H. (cm)	D. T. S. (cm)	D. R. S. (cm)	D. L. S. (cm)	V. H. (cm <sup>3</sup> )	V. S. (cm <sup>3</sup> )	Contenido de humedad (%)	Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )	Contracción tangencial (%)	Contracción radial (%)	Contracción longitudinal (%)	Contracción volumétrica (%)	Relación contr. T/R
1	65.53	27.25	2.720	2.683	9.980	2.583	2.577	9.950	72.841	66.231	58.42	0.374	5.02	3.98	0.30	9.07	1.26
2	65.28	29.29	2.657	2.637	9.755	2.517	2.546	9.710	68.331	62.224	55.13	0.429	5.27	3.43	0.46	8.94	1.54
3	65.58	29.52	2.682	2.678	9.970	2.513	2.577	9.930	71.609	64.307	54.99	0.412	6.28	3.80	0.40	10.20	1.65
4	59.24	24.60	2.613	2.622	9.735	2.477	2.540	9.690	66.697	60.965	58.47	0.369	5.23	3.10	0.46	8.59	1.69
5	53.02	22.08	2.567	2.557	9.360	2.418	2.453	9.322	61.421	55.307	58.36	0.359	5.78	4.04	0.41	9.95	1.43
6	67.99	30.38	2.715	2.643	9.225	2.550	2.553	9.180	66.205	59.771	55.32	0.459	6.08	3.40	0.49	9.72	1.78
7	63.59	29.04	2.628	2.663	9.690	2.513	2.573	9.660	67.831	62.477	54.33	0.428	4.38	3.38	0.31	7.89	1.29
8	64.38	29.37	2.718	2.625	9.705	2.560	2.541	9.660	69.251	62.830	54.38	0.424	5.82	3.21	0.46	9.27	1.81
9	58.43	23.94	2.568	2.633	9.720	2.450	2.554	9.690	65.739	60.633	59.03	0.364	4.61	3.01	0.31	7.77	1.53
10	68.06	28.25	2.648	2.660	9.830	2.520	2.573	9.780	69.248	63.421	58.49	0.408	4.85	3.26	0.51	8.41	1.49
11	64.42	29.58	2.700	2.622	9.910	2.560	2.540	9.870	70.148	64.179	54.08	0.422	5.19	3.12	0.40	8.51	1.66
12	63.14	26.73	2.693	2.585	9.710	2.563	2.494	9.670	67.604	61.828	57.67	0.395	4.83	3.51	0.41	8.54	1.38
13	59.16	24.82	2.592	2.615	9.840	2.457	2.511	9.790	66.688	60.383	58.05	0.372	5.21	3.99	0.51	9.45	1.31
14	64.99	30.63	2.618	2.600	9.790	2.487	2.513	9.750	66.647	60.936	52.87	0.460	5.03	3.33	0.41	8.57	1.51
15	57.08	24.46	2.677	2.540	9.720	2.537	2.460	9.690	66.084	60.468	57.15	0.370	5.23	3.15	0.31	8.50	1.66
16	57.11	22.48	2.597	2.510	9.845	2.448	2.423	9.810	64.166	58.204	60.64	0.350	5.71	3.45	0.36	9.29	1.65
17	67.23	31.88	2.753	2.648	9.885	2.597	2.543	9.840	72.079	64.985	52.58	0.442	5.69	3.96	0.46	9.84	1.44
18	70.98	31.30	2.677	2.630	9.810	2.543	2.530	9.760	69.059	62.802	55.90	0.453	4.98	3.80	0.51	9.06	1.31
19	70.01	30.04	2.697	2.612	9.890	2.573	2.513	9.840	69.653	63.642	57.09	0.431	4.57	3.77	0.51	8.63	1.21
20	63.43	27.67	2.673	2.618	9.766	2.531	2.528	9.710	68.359	62.129	56.39	0.405	5.33	3.45	0.57	9.11	1.54
Promedio											56.466	0.406	5.254	3.507	0.428	8.967	1.508
D.S.											2.2064	0.0351	0.5089	0.3319	0.0799	0.6574	0.1769
C.V.											3.91	8.64	9.69	9.46	18.68	7.33	11.74

Anexo 13. Documentos solicitando permiso al propietario de las parcelas

**“Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad”**

**Carta de Solicitud N°001-2019**

**SOLICITO: PERMISO PARA REALIZAR  
PROYECTO DE TESIS**

**SR.**

**Erasmó Jiménez Campoverde.**

**San Ignacio – C.P. El Tablón**

Yo, Gaby Lisbeth Vásquez Guadalupe, identificado con DNI N°72940255, con código de matrícula N° 2012290052, con domicilio calle Roberto Segura N° 604. Distrito Jaén, Provincia de Jaén, Ante Ud. Respetuosamente me presento y expongo

Que, habiendo culminado mis estudios de la carrera profesional de Ingeniería Forestal en la Universidad Nacional De Cajamarca – Sede Jaén, solicito a Ud. permiso para poder realizar mi proyecto de Tesis en su terreno de cultivo agroforestal el cual Ud. es dueño, con Título: **“EVALUACION DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO MEDIANTE DENDRERNOLOGIA EN BOLAINA BLANCA (*Guazuma Crinita* Mart) EN SAN IGNACIO 2019”**, para obtener el grado de Ingeniero Forestal.

**POR LO EXPUESTO:**

Ruego a Ud., pueda acceder a mi petición.

Jaén, 18 de junio del 2019

  
\_\_\_\_\_  
Gaby. Vásquez Guadalupe  
72940255

Anexo 14. Documentos de autorización de titular de las parcelas en estudio

**“Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad”**

El Tablón, 20 de junio del 2019

Srta. Bachiller De Ingeniería Forestal  
Gaby Vásquez Guadalupe.

Que, con fecha 18 de junio recibí su solicitud, donde solicita el Permiso Para Realizar Proyecto De Tesis.

Por tal motivo, hago de su conocimiento que yo, Erasmo Jiménez Campoverde, con DNI N° 43857814, natural del Centro Poblado El Tablón, jurisdicción del distrito de Chirinos, Provincia de San Ignacio, en calidad de propietario de mi terreno de cultivo agroforestal doy por aceptada su petición para que realice los estudios de su proyecto de Tesis **“EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO MEDIANTE DENDRERNOLOGÍA EN BOLANIA BLANCA (*Guazuma Crinita* Mart) EN SAN IGNACIO 2019**, al mismo tiempo agradecer a usted y por su intermedio a la Universidad por haber considerado este proyecto que será de mucha importancia para mejorar nuestro cultivo agroforestal.

Atentamente.



Erasmo Jiménez Campoverde.  
DNI 43857814

Anexo 15. Panel fotográfico



Foto 1. Plantación de bolaina parcela 1



Foto 2. Plantación de bolaina parcela 2



Foto 3. Medición del CAP



Foto 4. Codificación de arboles



Foto 5 Extracción de muestras con Barreto de Pressler



Foto 6. Acondicionamiento de la muestra



Foto 7. Conservación de la muestra



Foto 8. Curado del árbol con parafina



Foto 9. Codificación de muestras



Foto 10. Montaje de muestras



Foto 11. Lijado de muestras



Foto 12. Identificación de anillos de crecimiento



Foto 13. Identificación de anillos en muestras de tarugos con Estereoscopio



Foto 14. Identificación de anillos en muestras de rodajas con Estereoscopio



Foto 15. Probetas para determinar las propiedades físicas



Foto 16. Medida de las aristas



Foto 17. Peso húmedo de probetas



Foto 18. Secado de probetas en estufa



Foto 19. Retirado de probetas de estufa



Foto 20. Peso seco de probetas



Foto 21. Medición de las aristas de las probetas secas con ayuda del vernier