

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**



**TESIS**

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE *Eucalyptus deglupta***

**Blume AL ASERRÍO CON SIERRA DE CINTA, JAÉN 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**MARÍA ELISA RAMÍREZ OLANO**

**ASESOR:**

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

**JAÉN – PERÚ**

**2025**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
María Elisa Ramírez Olano  
DNI: 71066053  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
2. Asesor:  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
Facultad/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller     Título profesional     Segunda especialidad  
 Maestro     Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis     Trabajo de investigación     Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE *Eucalyptus deglupta* Blume AL ASERRÍO CON SIERRA DE CINTA, JAÉN 2023
6. Fecha de evaluación: 31/07/2025
7. Software antiplagio:  TURNITIN     URKUND (ORIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 22 %
9. Código Documento: oid: 3117:477682069
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 31/07/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 _____ Ing. M. Cs. Vitoly Becerra Montalvo DNI: 27727452

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962  
"Norte de la Universidad Peruana"  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**FILIAL JAÉN**  
Calle Simón Bolívar N° 1368 - 1370 Plaza de Armas  
Calle Mariscal Ureta N°1355 - 1357  
**JAÉN - PERÚ**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **diecinueve** días del mes de **junio** del año dos mil veinticinco, 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° 113-2024-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE *Eucalyptus deglupta* Blume AL ASERRÍO CON SIERRA DE CINTA, JAÉN 2023"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña MARÍA ELISA RAMÍREZ OLANO**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

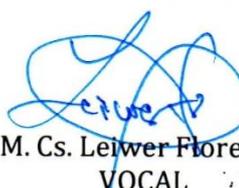
A las **dieciséis** horas y **treinta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido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

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

Jaén, 19 de junio de 2025.

  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
PRESIDENTE

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

  
Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores  
VOCAL

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mi amada abuelita materna Elisa allá en el cielo.

A mis amados abuelitos paternos María y José.

A mis amados padres Elizabeth y Wilson.

A Samantha, mi preciosa y adorada hija.

A mis adorados hermanos Wilson, Yelena.

A mi querida tía Jilma.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi eterno agradecimiento a Dios, por darme la vida y permitirme alcanzar todos los logros hasta el momento y me siga acompañando hasta alcanzar el deseo de ser profesional.

Especial agradecimiento a mi madre Elizabeth, por su dedicación y constante apoyo y por ser mi soporte emocional y económico, eterno agradecimiento a ella y mi reconocimiento permanente.

A mi asesor por su desinteresado apoyo y valiosa colaboración para la realización de esta investigación. De igual manera a todos mis docentes, que son los responsables de formarme como profesional de éxito.

Al señor Floresmilo Ojeda Melendrez por su apoyo en los trabajos de campo y las muestras para la investigación en el centro poblado Panchía, Tacabonas.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1. Antecedentes de la investigación.....	15
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Descripción de la especie.....	18
2.2.2. Industria maderera .....	20
2.2.3. Transformación de la madera .....	21
2.2.4. Productividad en la transformación de la madera .....	22
2.2.5. Aserrío .....	23
2.2.6. Eficiencia del proceso de aserrado .....	27
2.2.7. Calidad de la madera.....	29
2.2.8. Normas Técnicas Peruanas para madera aserrada .....	30
2.3. Definición de términos básicos .....	31
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....	33
3.1. Localización de la investigación .....	33
3.2. Tipo y diseño de investigación.....	35
3.3.1. Tipo de investigación.....	35
3.3.2. Diseño de la investigación .....	35
3.3.3. Matriz de operacionalización de variables .....	35
3.3.4. Unidad de análisis, población y muestra.....	36
3.3.5. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	36
3.3.6. Procedimiento de ejecución de la tesis .....	36
3.3.7. Validación por expertos y prueba de confiabilidad.....	42
3.3.8. Técnica de procesamiento y análisis de datos .....	42

3.3.9. Aspectos éticos a considerar .....	42
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
4.1. Resultados .....	44
4.2. Discusión .....	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1. Conclusiones.....	59
5.2. Recomendaciones.....	60
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
CAPÍTULO VII. ANEXO .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Norma Técnica Peruana para Madera Aserrada .....	30
Tabla 2. Matriz de Operacionalización de Variables de la investigación .....	35
Tabla 3. Determinación del factor mórfo (FM) .....	44
Tabla 4. Parámetros dasométricos de la plantación agroforestal .....	45
Tabla 5. Resumen por clase diamétrica .....	45
Tabla 6. Rendimiento de aprovechamiento y coeficiente de pérdida .....	48
Tabla 7. Rendimiento de aserrío de trozas .....	49
Tabla 8. Volumen de aserrín y desperdicios generado en el proceso de aserrío .....	50
Tabla 9. Resumen de calidad según dimensiones del cuartón .....	51
Tabla 10. Resumen de calidad según aserrío del cuartón .....	52
Tabla 11. Resumen de calidad según madera obtenida del cuartón .....	53
Tabla 12. Resumen de calidad de madera aserrada .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de carro porta trozas y sierra principal de cinta .....	25
Figura 2. Área de investigación .....	34
Figura 3. Distribución de clase diamétrica por número de árboles.....	46
Figura 4. Distribución de clase diamétrica por área basal .....	46
Figura 5. Distribución de clase diamétrica por volumen .....	47
Figura 6. Resumen de calidad según dimensiones del cuartón.....	52
Figura 7. Resumen de calidad según aserrío del cuartón.....	53
Figura 8. Resumen de calidad según madera obtenida del cuartón .....	54
Figura 9. Resumen de la calidad de madera aserrada .....	55

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el rendimiento del aserrío y calidad de madera de *Eucalyptus deglupta* Blume al aserrío con sierra de cinta. Se escogieron cinco árboles que fueron aserrados obteniéndose en total 10 trozas, las trozas fueron de 2,50 m de largo, para cumplir con la norma NTP 251,037. Se cubicaron las trozas utilizando la fórmula de SMALIAN. Para el aserrío de las trozas se usó una máquina principal tipo sierra cinta horizontal, y como máquinas secundarias se usaron una despuntadora y una canteadora, ambas de sierras de disco. Las piezas de madera aserradas pasaron un proceso de evaluación de la calidad post-secado. Como resultados promedio se obtuvo un factor de forma de 0,78, altura total promedio de 18,75 m, altura comercial promedio de 11,71 m, y DAP promedio de 0,34 m, el IMA promedio fue de 2,65 cm DAP/año. El rendimiento de aprovechamiento y coeficiente de pérdida fue de 77,88 % y 22,11 % respectivamente. El rendimiento de aserrío fue de 63,70 % en promedio. El rendimiento de aserrín fue de 4,57 % y 31,72 % de desperdicios. En cuanto a la calidad de los cuartones se determinó que el 52,39 % de cuartones tiene calidad de Grado Superior, seguido por un 25,99 % con Grado Extra; el secado natural alcanzó 12,98 % a los dos meses. Se concluye que la madera de *Eucalyptus deglupta* muestra una calidad aceptable para su industrialización en diversos usos.

**Palabras clave:** Madera, rendimiento aserrío, calidad, secado.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the sawing yield and wood quality of *Eucalyptus deglupta* Blume when sawing with a band saw. The logs were 2,50 m long to comply with NTP 251,037. The logs were cubed using the SMALIAN formula. A main horizontal band saw was used for sawing the logs, and as secondary machines, a trimmer and an edger were used, both of which are disk saws. The sawn timber pieces underwent a post-drying quality evaluation process. The average results were a form factor of 0,78, average total height of 18,75 m, average commercial height of 11,71 m, and average DBH of 0,34 m. The average AMI was 2,65 cm DBH/year. The harvest yield and loss coefficient were 77,88 % and 22,11 %, respectively. Sawlog yield averaged 63,70 %. The sawdust yield was 4,57 % and 31,72 % of waste. Regarding the quality of the quarters, it was determined that 52,39 % of the quarters have Superior Grade quality, followed by 25,99 % with Extra Grade; natural drying reached 12,98 % after two months. It is concluded that *Eucalyptus deglupta* wood shows an acceptable quality for industrialization in various uses.

**Keywords:** Wood, sawing performance, quality, drying.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En la industria forestal del Perú, la madera ocupa un lugar de suma relevancia. En vista del aumento en la demanda de madera aserrada tanto a nivel nacional como internacional, la industria de aserrío necesita mejorar su competitividad en los procesos de transformación primaria. Para lograr una optimización del coeficiente de aserrío y, en consecuencia, aumentar la eficiencia en el proceso de aserrío, se hace imprescindible perfeccionar la interacción de los parámetros que definen las características de las maquinarias. Esto incluye aspectos como la calidad y el volumen de las trozas procesadas, la generación de productos y los tiempos de producción en el proceso de aserrío (Ramírez, 2019).

La industria del aserrío representa la actividad más significativa en la transformación de la madera en Perú. Su principal materia prima es un recurso natural, y su adecuado aprovechamiento es crucial para el desarrollo y la sostenibilidad de esta industria. Sin embargo, gran parte de esta industria genera productos con un valor agregado limitado debido a la utilización de tecnología poco avanzada, lo que impide una eficiente explotación de la madera (Portella, 2021). Según Fregoso et al. (2017) la industria del aserrado abarca una serie de actividades esenciales para que la transformación de trozas en madera aserrada sea viable, al menos en términos económicos.

La madera aserrada es el producto de mayor importancia y demanda en la industria forestal, por ende, es fundamental el estudio de su rendimiento y de su calidad resultando ser un factor muy importante para determinar la rentabilidad de la industria de aserrío. Sin embargo, varios factores contribuyen a la falta de eficiencia en los aserraderos, esto incluye maniobras excesivas en la manipulación de trozas en las máquinas, un mantenimiento deficiente de la maquinaria, equipos incompletos y la producción limitada de madera de alta calidad y falta de capacitación de los operadores. Así mismo, entre las variables que más influyen en los rendimientos de la madera aserrada se encuentran el diámetro y la forma de las trozas, la calidad y la clase de la madera, el patrón de corte utilizado y el tipo de sierra empleado en el proceso de aserrío (Torres, 2019).

El proceso de aserrío implica convertir una troza de forma cilíndrica en un producto con dimensiones específicas, como ancho, largo y espesor, de acuerdo con patrones de corte

específicos. Estos productos pueden utilizarse en diversas aplicaciones, como la fabricación de muebles, embalajes, puertas, ventanas y más. El "coeficiente de aserrío" es la relación entre el volumen de madera aserrada obtenida y el volumen original de la madera en forma de troza antes del proceso de aserrado. Esto se utiliza como indicador para evaluar la eficiencia en la transformación de la madera. La determinación del rendimiento en el proceso de transformación de la madera implica llevar a cabo evaluaciones continuas desde la entrada de la troza al aserradero hasta la obtención de los productos finales. Este enfoque permite identificar deficiencias en las diferentes etapas del proceso de aserrío y, a partir de esta información, realizar ajustes necesarios para lograr una mayor eficiencia en la transformación primaria de la madera (Sulca, 2021).

Por otra parte, el control de calidad de la madera aserrada es uno de los aspectos más importante en los aserraderos, dicho control se refiere al proceso o un conjunto de actividades y técnicas operacionales que verifican el cumplimiento de los requerimientos de calidad. La calidad de la madera aserrada puede evaluada por sus características naturales (propiedades físicas) y por la precisión de sus dimensiones. En los aserraderos, se busca obtener la mayor cantidad de madera aserrada posible de cada troza, al mismo tiempo que se busca que la madera aserrada tenga dimensiones homogéneas. Para lograr este objetivo, es esencial implementar un sistema de control de calidad en el proceso de producción. El control de la calidad permite identificar los defectos físicos o defectos sistemáticos en las dimensiones que no son visibles en los sistemas de aserrado, permitiendo de esta manera mejorar la calidad y la eficiencia en la producción de madera aserrada (Arellano, 2019).

La producción anual de madera aserrada asciende a 439 millones de m<sup>3</sup>, siendo Estados Unidos de América, con un 17 %, quien presenta la mayor producción total de este producto, seguido por China con 16 %, Canadá con 10 %, Federación de Rusia con 8 % y Alemania con 5 % (FAO, 2015, como se citó en Torres, 2019). En el Perú, el consumo total de productos maderables ha experimentado un incremento de 1 millón de metros cúbicos (equivalentes de madera en rollo) desde el año 2007. Esto se traduce en un aumento en el consumo per cápita, pasando de 0,6 m<sup>3</sup> por persona a 0,9 m<sup>3</sup> por persona. Al proyectar estos datos hasta el año 2020, el consumo doméstico alcanza los 3,8 millones de metros cúbicos. Dentro de la cadena de valor de la madera aserrada seca, es el producto que presenta el mercado más significativo y un alto potencial, ya que tiene diversas aplicaciones en la segunda etapa de transformación. Además, sirve como materia prima para la fabricación de

una amplia variedad de productos de alta calidad que son demandados en el mercado nacional (SERFOR, 2015).

Es de mucha importancia conocer el volumen producido y el rendimiento por tipo de producto obtenido, lo que nos ayudará determinar la rentabilidad del producto. Es por ello que este estudio busca aportar información que sirva como antecedentes para poder conocer el rendimiento de la madera en aserrío de la especie maderable *Eucalyptus deglupta* Blume, y la calidad de la madera en secado natural, asegurando la viabilidad y rentabilidad de la actividad, por lo que el objetivo general del presente trabajo fue, determinar el rendimiento y calidad de madera de *Eucalyptus deglupta* Blume al aserrío con sierra de cinta, Jaén, 2023; y los objetivos específicos fueron: determinar los parámetros dasométricos de la plantación de *Eucalyptus deglupta* Blume; calcular el rendimiento del aserrío de la madera de *Eucalyptus deglupta* Blume empleando la sierra cinta; determinar la calidad de la madera aserrada pre y post secado natural.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Tomio et al. (2021) realizaron una investigación en Brasil en la cual determinaron el rendimiento de aserrío y la calidad de madera aserrada de *Eucalyptus benthamii*, se usó cuatro clases diamétricas. Los resultados indicaron que el rendimiento promedio del aserrado fue del 54,76 %, las piezas de madera aserradas fueron clasificados, en su mayor parte, en las clases 4 y 5, según parámetros de la NBR 14806 (ABNT, 2002).

Figueiredo et al. (2020) en su estudio realizado en Brasil evaluaron el rendimiento de la madera aserrada y la calidad de los tableros después del secado, de teca (*Tectona grandis*), para ello se utilizó dos métodos de aserrado, denominados cómo, aserrado tangencial paralelo al eje (PE) y aserrado tangencial paralelo a la corteza (PC). Se usó 16 troncos con diámetros entre 28 y 47 cm, los cuales se separaron en dos grupos de 8, y para aserrar se usó sierra cinta. Se logró obtener un rendimiento promedio para el método PE de 48,02 % y para el método PC de 51,55 %, y no se encontraron diferencias significativas para el rendimiento. El único defecto encontrado durante el aserrado y secado fue la presencia de grietas en la madera, sin diferencia significativa entre los métodos evaluados.

Gualpa et al. (2019) realizó una investigación en Riobamba, Ecuador en la cual determinó el tiempo y rendimiento de aserrío de *Eucalyptus globulus* para ello se utilizó sierra circular (aserradero A) y sierra circular más sierra de cinta (Aserradero B), las muestras fueron 210 y 205 respectivamente. Los resultados obtenidos indicaron que el tiempo para procesar 1,000 pt (2,36 m<sup>3</sup>) fue de 112,73 con sierra circular y 167,36 minutos mediante el sistema sierra circular más la sierra de cinta. Así mismo, los rendimientos fueron de 27,74 % y 48,84 % para el aserradero A y aserradero B respectivamente, además se pudo observar que en el aserradero A, hubo un aumento en la eficiencia y productividad a medida que aumenta el diámetro de las trozas. En contraste, en el aserradero B, el diámetro no parece influir en el rendimiento de la madera aserrada.

Casagrande et al. (2019) en su estudio desarrollado en Nova Maringá, Brasil, evaluaron el rendimiento de madera aserrada, aprovechamiento de residuos de madera y cuantificación de productos para las especies *Qualea paraensis* y *Erismia ncinatum*, para ello se usaron 12 muestras por especie. Se obtuvo un rendimiento promedio para *Qualea*

*paraensis* de 43,97 % y para *Erisma uncinatum* de 42,05 %, así mismo, el aprovechamiento de los residuos incrementó el rendimiento total en 4,40 % y 6,52 % para *Qualea paraensis* y *Erisma uncinatum*, respectivamente; con respecto a los productos aserrados se tuvo que para *Erisma uncinatum*, los productos aserrados de mayor producción fueron el tablero en el despliegue primario y el tablero corto en el uso de residuos, en cuanto a *Qualea paraensis*, hubo mayor producción de vigas y vigas cortas y listones en los mismos procesos.

Verediana et al. (2019) en su estudio ejecutado en Brasil evaluaron la calidad de la madera aserrada de cinco especies de Eucalipto, cultivadas en una región donde ocurren heladas, para ello se cortaron árboles de *Eucalyptus benthamii*, *Eucalyptus deanei*, *Eucalyptus dorrigoensis*, *Eucalyptus dunnii* y *Eucalyptus smithii*, de 18 años de edad, en troncos y se dividieron en clases de diámetro de 20,1 a 25,0 cm; 25,1 a 30,0 cm y mayor a 30,0 cm. Los troncos se aserraron, obteniéndose tablones de caras tangenciales. Antes y después del secado natural, se determinaron las intensidades de agrietamiento y deformación (arqueamiento, flexión y ahuecamiento) de las tablas. Los resultados obtenidos indicaron que el diámetro de los troncos tuvo poca influencia en la calidad de la madera, el proceso de secado incrementó las intensidades de agrietamiento y arqueamiento, sin observarse tendencia en cuanto a la intensidad de arqueamiento, las intensidades de defectos más bajas se observaron en *Eucalyptus dunnii* y *Eucalyptus deanei*, sin embargo, las otras especies evaluadas también mostraron intensidades de defectos aceptables, lo que sugiere que pueden ser utilizadas en la producción de madera aserrada, en regiones donde ocurren heladas.

Sulca (2021) desarrolló una investigación en aserradero de sierra cinta ubicado en Oxapampa-Pasco, con el propósito de analizar el rendimiento del proceso de aserrío y la calidad de las piezas aserradas, en base a la norma INTEC C99:2014 de la especie *Pinus tecunumanii*, para ello se evaluaron un total de 90 trozas de pino, seleccionadas mediante un pre-muestreo de 30 trozas basado en la metodología propuesta por INRENA-UNALM en 2018, la mayoría de las trozas se transformaron en piezas de una pulgada de espesor, y se obtuvo un factor de conversión promedio de 0,509, con un coeficiente de variabilidad del 11,5 % y una desviación estándar de 0,059; el diámetro promedio de las trozas resultó ser de 26,92 centímetros, y las longitudes predominaron en el rango de 2,44 metros (8 pies) a 3,05 metros (10 pies). Además, se observó que las decisiones del operador de la sierra de cinta ejercieron una influencia significativa en el rendimiento, y se encontró una correlación positiva entre el rendimiento de aserrío y el diámetro de las trozas, así como con las distintas

calidades de la madera aserrada. Se identificaron tres categorías de calidad para la madera aserrada, con tasas de rendimiento del 13,7 % para la calidad uno, 29,4 % para la calidad dos y 7,8 % para la calidad tres.

Oscó (2020) llevó a cabo una investigación en las instalaciones de la empresa Aserradero y Servicios La Torre E.I.R.L., ubicada en el distrito de Pichanaki, provincia de Chanchamayo, en la región de Junín, cuyo propósito principal fue analizar el rendimiento del proceso de aserrío de *Brosimum alicastrum* para lo cual se utilizó un diseño no experimental de corte transversal, la población fue 487 árboles y la muestra fue 31 trozas. Los resultados revelaron un volumen total de madera en rollo de 46,11 metros cúbicos, en cuanto a la producción de madera aserrada, se obtuvieron los siguientes volúmenes: 29,06 metros cúbicos en la categoría comercial (C), 1,14 metros cúbicos en la categoría de recuperación larga angosta (LA) y 0,13 metros cúbicos en la categoría de recuperación corta (CO), lo que suma un volumen total de madera aserrada de 30,33 metros cúbicos, esto se tradujo en un rendimiento del proceso de transformación de madera en rollo a madera aserrada del 61,55 % en la categoría comercial (C), un 2,1 % en la categoría de recuperación larga angosta (LA), y un 0,17 % en la categoría de recuperación corta (CO). Además, se observó una correlación positiva con un coeficiente de correlación de 0,94.

Ramírez (2019) realizó una investigación en las instalaciones de la empresa Grupo Cardozo S.A.C., cuyo centro de operaciones se sitúa en el departamento de Madre de Dios, específicamente en la provincia de Tahuamanu y el distrito de Iñapari, en la cual determinaron el rendimiento de aserrío de *Copaifera reticulata* Ducke y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, para ello se, se optó por seleccionar 30 trozas al azar de cada una de las dos especies como muestra, además, las trozas de ambas especies se dividieron en dos categorías, A y B, según su calidad. Los hallazgos indicaron que para *Copaifera reticulata* Ducke el volumen total de madera en rollo fue de 147,24 metros cúbicos, y tras el proceso de aserrío, se obtuvo un volumen de madera aserrada de 61,85 metros cúbicos, con un rendimiento promedio de aserrío del 42,20 %. Por otro lado, en el caso de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, el volumen total de madera en rollo fue de 175,80 metros cúbicos, y el proceso de aserrío generó un volumen de madera aserrada de 80,20 metros cúbicos, con un rendimiento promedio de aserrío del 45,40 %.

Guevara (2020) realizó una investigación en Jaén en la cual evaluó el rendimiento del aserrío y la calidad de madera aserrada de *Eucalyptus saligna* Smith, para ello se utilizó

árboles de 8 años de edad, se realizó un censo comercial de árboles, cuyos datos se utilizaron para crear una tabla para clasificar a los árboles en clases diamétricas con una amplitud de 5 centímetros, Se seleccionaron árboles de acuerdo con las pautas establecidas en la norma NTP 251-008 para el proceso de aserrío; las trozas de madera se prepararon con una longitud de 2,50 m, cumpliendo así con el requisito mínimo para obtener madera aserrada de alta calidad según la Norma NTP 251.037; la cubicación de las trozas se realizó utilizando la fórmula de SMALIAN (FAO, 1980); así mismo, para el proceso de aserrío se utilizó una máquina principal de sierra cinta horizontal, complementada por una despuntadora y una canteadora, ambas equipadas con sierras de disco; posteriormente, las piezas de madera aserrada fueron sometidas a una evaluación de calidad después del secado natural. Los resultados promedio del estudio indicaron un factor de forma de 0,77, una altura total de 15,05 metros, una altura comercial de 9,89 metros, un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de 0,40 metros y una tasa de Incremento Medio Anual (IMA) de 5,01 centímetros de DAP por año, las clases diamétricas más frecuentes fueron las de 35-40 centímetros y 40-45 centímetros, el rendimiento de aprovechamiento y coeficiente de pérdida fueron del 70,67 % y 29,32 % respectivamente, superando lo estipulado oficialmente; además, se logró un rendimiento de aserrín del 4,00 % y un 22,94 % de residuos. En términos de calidad, los cuartones obtenidos mostraron dimensiones adecuadas y cumplían con los estándares de una calidad Grado Superior.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Descripción de la especie**

#### **Clasificación taxonómica**

Según Trópicos (2025), el *Eucalyptus deglupta* Blume tiene la siguiente clasificación taxonómica:

División : Magnoliophyta  
Clase : Equisetopsida C. Agardh  
Subclase : Magnoliidae Novák ex Takht.  
Superorden: Rosanae Takht.  
Orden : Myrtales Juss. ex Bercht. & J. Presl  
Familia : Myrtaceae Juss.  
Género : *Eucalyptus* L'Hér.

Especie : *Eucalyptus deglupta* Blume

### **Características morfológicas**

El *Eucalyptus deglupta*, también conocido como “eucalipto arcoíris”, tiene su origen en Papúa Nueva Guinea, partes de Indonesia y las Filipinas. Sin embargo, se ha introducido con éxito en muchas áreas tropicales. Este árbol puede crecer hasta alturas impresionantes, alcanzando entre 35 y 60 metros, e incluso hasta 70 metros en algunos lugares, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) hasta 1 metro. Su fuste se desarrolla en una forma mayormente recta, aunque ocasionalmente puede presentar una ligera torcedura, manteniéndose cilíndrico en su estructura. En su juventud, tiende a tener una copa cónica que está moderadamente abierta. Sin embargo, a medida que envejece, esta copa suele aplanarse. La dimensión de la copa puede variar significativamente y depende en gran medida de la competencia que tenga con otros árboles en su entorno. Lo característico de este eucalipto es su corteza, que muestra una variación de colores desde verde hasta tonos anaranjados, esta corteza es delgada, con un grosor que oscila entre 3 y 8 mm, y a diferencia de otros eucaliptos, no tiene un olor distintivo. Las hojas del Eucalipto arcoíris son de tamaño considerable, con longitudes de aproximadamente 5 a 11 cm y anchuras de 3 a 7,5 cm, son de forma lanceolada, alternas o sub-opuestas, con ápices acumulados y bases que varían de cuneadas a obtusas, conectadas a un peciolo torcido. Las flores son de color crema y se agrupan en inflorescencias en forma de umbelas terminales o axiales, con alrededor de 6 a 8 flores por umbela. Su fruto tiene la forma de una cápsula cupuliforme, aproximadamente de medio centímetro de largo, que contiene un disco deprimido y se divide en cuatro valvas. Las semillas están aladas, aunque su principal método de dispersión en su hábitat natural es el agua, que la especie a menudo crece en zonas de llanura inundables por ríos. El sistema de raíces está compuesto por una raíz pivotante que crece perpendicularmente al suelo y se ramifica, la naturaleza de su sistema radicular varía según el entorno y está influenciada por factores como la textura del suelo y la competencia con otros árboles, entre otros (FAO, 1975, como se citó en CATIE, 2019).

### **Distribución**

La distribución natural del eucalipto arcoíris, se encuentra entre las latitudes 9° N. y 11° S., cubre el área de Mindanao en las Filipinas; Sulawesi, Ceram e Irian Jaya en Indonesia y Papua Nueva Guinea, incluyendo Nueva Bretaña. Esta especie ha sido plantada a través de

los trópicos húmedos, en particular en las Islas Salomón, Fiji, Samoa, Taiwan, Malasia, la Costa de Marfil, Costa Rica, Honduras, Brasil, Cuba y Puerto Rico, también en algunos lugares del Perú (Francis, 1998, como se citó en Pereira et al., 2021).

### **Ecología**

Esta especie se desarrolla dentro de un rango altitudinal desde el nivel del mar hasta los 1800 ms.n.m. y necesita recibir una cantidad promedio anual de precipitación que oscila entre los 2500 y 50000 mm. Para un óptimo crecimiento, es esencial que las temperaturas se mantengan en un rango de 20 a 32 °C. Además, se observa el mejor crecimiento se da en suelos profundos que tengan un adecuado drenaje, sean de tipo franco y cuenten con un nivel de pH que se encuentre entre 6 y 7,5 (Ecuador Forestal, 2015).

### **Usos y características de la madera**

La madera de este árbol se caracteriza por su tonalidad café rojiza, su grano grueso y su buena resistencia, aunque presenta una durabilidad limitada cuando entra en contacto con el suelo. Esta especie posee un notable potencial productivo cuando se cultiva en condiciones apropiadas. Se utiliza ampliamente en la fabricación de postes para tendido eléctrico, cercas, muebles y en construcciones rústicas. En su región de origen es muy utilizada en pulpas y chapas (CATIE, 2019).

### **Propiedades físicas de la madera**

El peso específico de la madera varía de 0,30 a 0,43 g/cm<sup>3</sup> en madera joven de plantaciones, y de 0,56 a 0,80 g/cm<sup>3</sup>, árboles maduros de bosque natural (FAO, 1981).

#### **2.2.2. Industria maderera**

La industria relacionada con la madera implica la conversión mecánica de madera en rollo en madera aserrada y abarca diversas líneas de productos, como suelos laminados, parquet y otros. Esta industria ha experimentado un crecimiento sostenido en el comercio internacional de productos forestales. Los principales importadores de madera con procesamiento primario a nivel mundial son la Unión Europea, Estados Unidos, Japón, Italia y China. Estados Unidos se destaca como el principal mercado global tanto para madera como para productos derivados de la madera. Además, es el principal destino junto con China de las exportaciones peruanas relacionadas con la madera. En particular, ofrece

oportunidades significativas para la venta de madera aserrada, frisos para suelos y suelos blancos lijados, estos dos últimos destinados principalmente a proyectos de construcción. Además, existe una demanda apreciable de puertas y chapas decorativas, así como de piezas y componentes relacionados con la madera. La contribución económica del sector industrial maderero al Producto Bruto Interno del Perú se sitúa en el 0,7 %, si enfocamos nuestra atención únicamente en la manufactura dentro de este sector, representa el 4,6 %. Además, en términos de empleo, actualmente ocupa alrededor del 3 % de la Población Económicamente Activa (PEA) que trabaja en el sector manufacturero, lo que equivale a aproximadamente 50 mil personas. Es importante destacar que una gran parte de estos empleos, un 77 %, está en la economía informal. En los últimos cinco años, el número de empresas en el sector industrial maderero representó en promedio el 6 % del total de empresas formales en el sector manufacturero. La gran mayoría de las empresas son microempresas, alcanzando un 96,4 %. Las pequeñas y medianas empresas (PYME) tienen una participación relativamente baja, con un 3,3 % y 0,1 % respectivamente. En la última década, en promedio anual, el 90 % de la producción industrial corresponde a la madera aserrada, mientras que el 10 % restante se destina a la fabricación de tableros de madera. En cuanto a la producción de madera aserrada, alrededor del 83 % se concentra en cuatro regiones de la selva: Loreto, Ucayali, Madre de Dios y Junín. Las especies de madera aserrada más destacadas, se encuentran el tornillo, cumana, eucalipto y shihuahuaco. En el Perú la actividad central que ha definido la industria maderera en términos de exportaciones es el aserrado y acepilladura de madera, con una contribución promedio anual que alcanza el 81 %. El mercado principal al que se destinan estas exportaciones es China, generando ingresos para el país por un total de 65 millones de dólares (Ministerio de la Producción, 2015).

### ***2.2.3. Transformación de la madera***

El proceso de producción de transformación de la madera se divide en dos etapas: en la primera se obtiene la madera en su estado bruto, conocida como madera rolliza, a partir de la explotación de árboles forestales. En la segunda etapa, esta madera rolliza se transforma en madera aserrada (MINAGRI, 2011). La industria que se enfoca en la primera transformación de la madera parte de la madera rolliza y la convierte en un producto de madera con valor comercial, aunque no es directamente utilizable. Para convertirla en un producto final listo para su uso, se requerirá una segunda transformación (ITP, 2018). La transformación de la madera comienza con el proceso de aserrado, el cual involucra el uso de diversas máquinas y herramientas capaces de producir alrededor de 250 metros cúbicos de madera aserrada por

día. El desarrollo de esta industria se ve directamente influenciado por varios factores, incluyendo la disponibilidad de materia prima, la evaluación de la demanda de los productos y la capacidad para adoptar avances tecnológicos. A nivel global, la industria del aserrado ha implementado diversas tecnologías para mejorar la eficiencia de los aserraderos. Estas tecnologías varían desde prácticas basadas en la experiencia y habilidad del personal técnico del aserradero, junto con las características de la materia prima, hasta programas de optimización que analizan múltiples variables y toman decisiones de aserrado en un período de tiempo corto (Ramírez, 2019).

Actualmente, la industria maderera ha experimentado avances tecnológicos significativos que han mejorado considerablemente los rendimientos en el proceso de aserrado. Entre las tecnologías más empleadas en la etapa de transformación primaria se encuentran los aserraderos móviles y fijos, así como diferentes elementos de corte como cintas, discos y cuchillas. Además de esto, se ha observado la incorporación de tecnología informática en diversas etapas del proceso de aserrado. Esto abarca el uso de imágenes visibles, rayos infrarrojos y sensores láser para evaluar el rendimiento de los discos y también el control acústico. Asimismo, se ha desarrollado un detector de defectos que en la actualidad se utiliza para evaluar la madera procedente de plantaciones de coníferas y algunas especies tropicales. Estas tecnologías permiten un mejor control de calidad y clasificación de los productos madereros (Acuña et al., 2019).

#### ***2.2.4. Productividad en la transformación de la madera***

Según Osco (2020) la productividad en la transformación de la madera se refiere a la eficiencia y rendimiento con los que se procesa la madera desde su estado bruto (madera rolliza) hasta convertirla en productos finales, como madera aserrada, tableros, muebles y otros derivados. Esta productividad es crucial en la industria maderera ya que impacta directamente en la rentabilidad de las empresas y en la sostenibilidad del sector. Algunos aspectos claves relacionados con la productividad en la transformación de la madera son: tecnología avanzada, automatización de procesos, optimización de corte, capacitación del personal, calidad, gestión de residuos, sostenibilidad, eficiencia energética y la inversión en investigación y desarrollo. Por otra parte, el mismo autor indica que para objetivos descriptivos se utilizan un mecanismo de transformación en aserrío de un 52 % lo que significa que, de 1 m<sup>3</sup> se obtiene 220 pt, para variedades de tipo de sierra, longitud y diámetro de madera en rollo. La alta demanda del recurso natural de madera conlleva a bajar la

necesidad de producir madera aserrada de una troza con mayor valor. Por otro lado, la explotación del aserrío se caracteriza por su escasa valor de re conversión. La proporción del insumo de trozas que se transforman en madera aserrada rara vez alcanza el 60 – 70 %, el resto queda en forma de costeros, recortes y testas, virutas y serrín.

### **2.2.5. Aserrío**

El proceso de aserrío se puede describir como la conversión de un tronco con forma cilíndrica en un producto con dimensiones precisas, como ancho, largo y espesor, según un patrón de corte específico. Estos productos se destinan a usos posteriores, que pueden incluir la fabricación de muebles, embalajes, puertas, ventanas y otros productos. Para llevar a cabo este proceso se requiere de maquinaria, equipo, mano de obra capacitada, fuentes de energía y dinero (Pérez y Castro, 2021).

Guevara (2020) expone que el proceso de aserrío consta de diversas etapas fundamentales, y la ejecución de estas etapas puede variar según el equipo utilizado, el tipo de madera, los productos finales deseados y el grado de automatización buscado. Estas etapas son las siguientes:

**Recepción y almacenamiento de trozas:** Comienza con la recepción de las trozas en la instalación y su posterior almacenamiento en los patios destinados para este propósito.

**Acercamiento de trozas al aserradero:** Luego, se procede al traslado de las trozas desde el área de almacenamiento hasta la zona de aserrado.

**Preparación de trozas:** Las trozas se preparan para el proceso de aserrado, lo que puede incluir la eliminación de corteza.

**Aserrado inicial:** Las trozas se alimentan a la sierra principal para llevar a cabo el proceso de aserrado inicial.

**Reaserrío:** En algunos casos, es necesario realizar un segundo proceso de aserrado para obtener dimensiones específicas o para mejorar la calidad de las piezas.

**Producción de productos:** Durante esta etapa, se obtienen diversos productos, como tablas, tablones de gran tamaño, durmientes y chapas.

**Saneamiento de defectos:** Se lleva a cabo la corrección de posibles defectos mediante técnicas como el corte al hilo desorillado y el trozado.

**Medición y clasificación:** Las piezas aserradas se miden y clasifican según sus características y calidad.

**Apilado:** Los productos aserrados se apilan adecuadamente para su posterior manipulación y secado al aire.

**Formación de estibas para secado:** Se organizan las estibas de productos aserrados de manera que permita su secado al aire de manera eficiente.

**Elementos de corte en el aserrío.** Los elementos de corte en el aserrío de la madera son los siguientes:

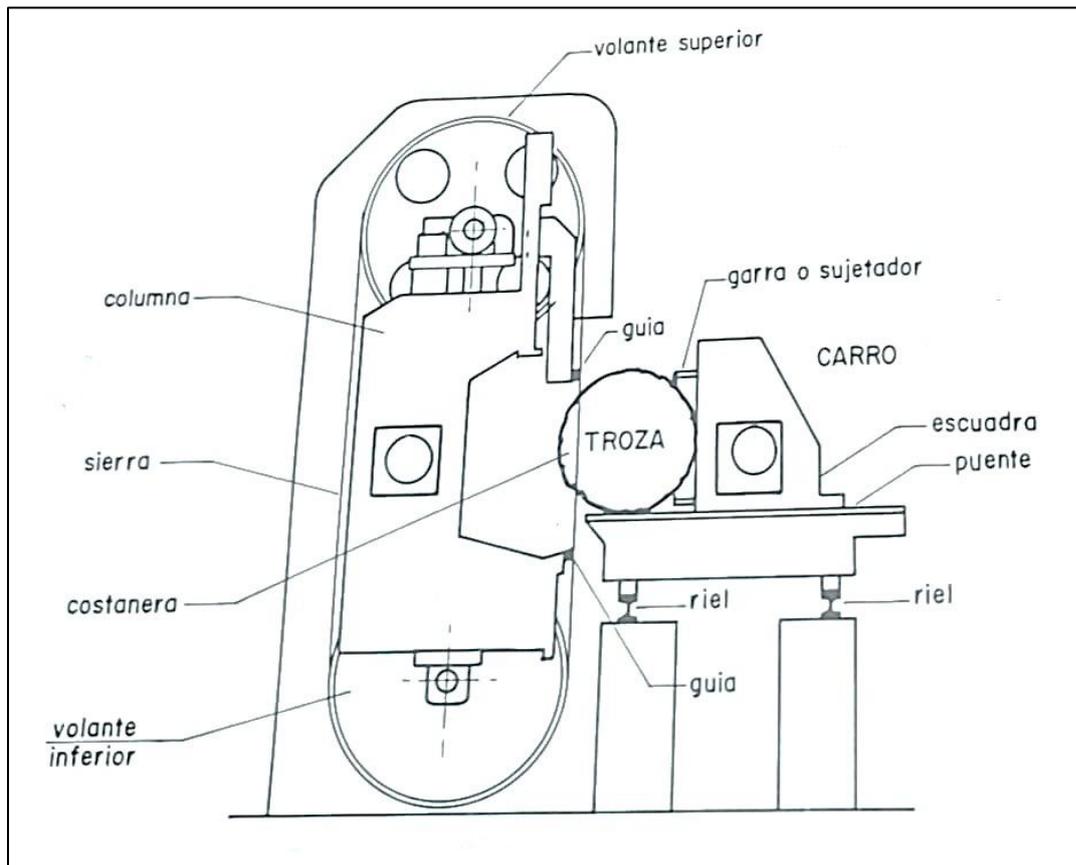
***Carro porta trozas.*** El dispositivo que sostiene firmemente la troza en su lugar durante el proceso de corte y la desplaza hacia la sierra. Está compuesto por una estructura montada sobre ruedas y equipada con dos o tres escuadras móviles que se desplazan en dirección perpendicular al movimiento del carro. Estas escuadras permiten acercar o alejar la troza de la sierra, lo que a su vez determina el grosor de las piezas que se van a obtener en el proceso de aserrado (Vignote y Martínez, 2006).

***Sierra principal:*** Es el elemento que produce el corte, se divide en:

**A) Sierra cinta:** Es una herramienta ampliamente utilizada en los aserraderos debido a sus ventajas clave. Permite cortar con precisión a alturas considerables, requiere poca potencia y produce muy poco desperdicio. Su estructura consta de una banda de acero que se coloca entre dos poleas o volantes perfectamente alineados verticalmente. La polea interior es estática y se conecta al motor a través de una transmisión por poleas, proporcionando así la potencia y el movimiento necesarios. La polea superior, o tensora, tiene dos movimientos: uno vertical, para mantener la tensión de la sierra de cinta, y otro de cabeceo, que contrarresta la presión ejercida por la madera sobre la sierra de cinta y evita que se salga de la polea (Vignote y Martínez, 2006).

## Figura 1

### Partes de carro porta trozas y sierra principal de cinta



Nota. Tomado de Vignote y Martínez (2006).

### Características de la sierra cinta

Quintana (2002) señala que las características más cruciales de la sierra se relacionan con las propiedades geométricas de los dientes, como el paso de diente, profundidad de garganta, espacio libre lateral, ángulo de corte, ángulo del diente y ángulo libre. Cuando se combinan de manera adecuada, estas especificaciones contribuyen a prolongar la vida útil de la cuchilla de la sierra y, como resultado, permiten procesar un mayor volumen de madera.

- **Paso y altura del diente.** El espacio donde se acumula la viruta en la sierra se logra mediante la distancia entre un diente y otro, conocida como el "paso", y la profundidad de cada diente, llamada "altura del diente". La relación entre el paso y la altura generalmente se mantiene constante, variando en un rango de aproximadamente 1 a 3. En el caso de maderas duras, se busca un espacio pequeño entre los dientes, ya que la estrategia de corte para este tipo de madera implica cortar gradualmente y, además, para evitar que los dientes se rompan, su altura debe ser bastante reducida (Vignote y Martínez, 2006).

- **Ángulo libre o de desahogo.** Cumple la función de reducir la obstrucción de la madera al movimiento de los dientes de la sierra. Trabaja en conjunto con el espacio entre los dientes, lo que permite que la sierra se mueva sin restricciones durante el corte. Según Vignote y Martínez (2006), este ángulo también influye en la facilidad o dificultad para eliminar la viruta que se desprende durante el corte. En términos generales, a medida que este ángulo aumenta, desempeña su función de manera más efectiva. Se recomienda que el ángulo libre se mantenga en un rango de alrededor de  $1^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ . Para maderas más blandas, puede ser un poco mayor, llegando hasta los  $15^{\circ}$ , mientras que, en maderas más duras, puede ser un poco menor, alrededor de  $8^{\circ}$ .

- **Ángulo de diente.** Vignote y Martínez (2006) explica que es el ángulo formado por el cuerpo de la herramienta de corte, si este ángulo es muy pequeño, la herramienta perderá su filo rápidamente y podría incluso romperse. Por lo tanto, es crucial que este ángulo sea lo suficientemente grande para que la herramienta pueda desempeñar su función durante un período prolongado. Se recomienda que el ángulo de diente sea superior a  $35^{\circ}$  para garantizar su resistencia y minimizar su desgaste. En algunos casos, este ángulo puede alcanzar hasta  $60^{\circ}$ , aunque es poco común que supere los  $55^{\circ}$ .

- **Ángulo de corte.** Se refiere al ángulo con el que la herramienta de corte penetra en la madera, cuanto mayor sea este ángulo, en ciertos límites, menos fuerza de corte será necesaria. En la mayoría de los casos, este ángulo oscila alrededor de los  $25^{\circ}$  en sierras de banda. el ángulo de corte tiene un impacto significativo en la eficacia del corte realizado por la sierra, y, por lo tanto, en la capacidad de producción de la máquina (Guevara, 2020).

**B) Canteadora.** Según lo explicado por Vignote y Martínez (2006) es una máquina que realiza dos cortes perpendiculares a los cortes de referencia en cada pieza obtenida de otras máquinas y en dirección axial. Estos cortes están separados por la anchura deseada para la tabla que se está produciendo. Después de que se ha realizado el corte inicial en la sierra principal para obtener las tablas, se utiliza la canteadora para eliminar los bordes irregulares y determinar el ancho final de la tabla. Esta máquina comúnmente está equipada con uno o más discos de corte longitudinal, uno de los cuales es fijo y los otros son móviles. En algunos casos, se utiliza un rayo de luz infrarroja para guiar el corte y minimizar las pérdidas de madera (García y Palacios, 2002).

**C) Despuntadora.** Según lo explicado por Vignote y Martínez (2006), es una máquina que ejecuta cortes perpendiculares a los cortes de referencia y en dirección transversal a la madera. Esto determina la longitud final de la tabla que se está produciendo y al mismo tiempo elimina los defectos principales de la pieza. De acuerdo con MINCETRUR (2005) la función principal de esta máquina es cortar o aserrar piezas de madera de forma transversal para eliminar los defectos de la tabla y ajustar las longitudes de acuerdo a las necesidades del mercado. Durante esta etapa del proceso, también se obtiene madera corta como subproducto.

**Coefficiente de aserrío.** Se refiere a la proporción entre el volumen de madera aserrada que se produce y el volumen de madera rolliza. Este coeficiente es un indicador que muestra la eficiencia en el uso de la madera en su forma original y que varios factores influyen en el rendimiento, tales como el diámetro, la calidad y la forma de la troza, el tipo de sierra utilizada y la destreza del operador (Pérez y Castro, 2021).

Según (Guevara, 2020) el coeficiente de aserrío permite conocer la capacidad real de producción de un aserradero en términos de porcentaje, este coeficiente indica el volumen de madera aserrada en medidas comerciales se puede obtener a partir de un volumen determinado de madera rolliza. Conocer y mejorar este coeficiente es esencial para obtener mayores beneficios de la materia prima y aumentar la productividad en el proceso de transformación primaria de la madera. El rendimiento de la madera aserrada es un indicador fundamental para medir la eficiencia de cualquier industria, esto se refiere a cuánto de la materia prima se aprovecha realmente para producir los productos que se comercializan. Por otra parte, el rendimiento del aserrío está influenciado por diversas variables clave. Estas incluyen el ancho de corte y el patrón de corte utilizado, las dimensiones de la madera, como su diámetro y longitud, la forma de la troza, su calidad, además de las decisiones tomadas por el personal a cargo y las condiciones en las que se encuentra el equipo de aserrío. Todas estas variables desempeñan un papel crucial en la eficiencia y el éxito del proceso de aserrío.

#### ***2.2.6. Eficiencia del proceso de aserrado***

Delgado (2004), citado en Osco (2020) menciona que la eficiencia en el proceso de aserrado se refiere a la capacidad de obtener la mayor cantidad de madera aserrada de alta calidad a partir de una cantidad dada de madera en rollo (trozas) con la menor cantidad posible de desperdicio. Respecto a ello se puede definir en los siguientes puntos:

1. Indicativos relacionados con la eficiencia de conversión en volumen

- Rendimiento volumétrico total.
- Porcentaje de desperdicio de aserrín
- Porcentaje de desperdicio de otros residuos.

2. Indicativos de la eficiencia de conversión

- Estimación  $m^3$  de madera aserrada.
- Estimación  $m^3$  de trozas.

**Rendimiento volumétrico total.** El rendimiento volumétrico total en el proceso de aserrado se puede medir de dos formas: por surtido y por el total. El rendimiento volumétrico por surtido se refiere al volumen de madera aserrada de un pedido específico o de un tipo de producto designado, y el rendimiento por el volumen total de madera aserrada obtenida de un rollo o grupo de rollos de madera. Esto se expresa típicamente en metros cúbicos ( $m^3$ ) y como un porcentaje del volumen total (Osco, 2020).

***Factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico de madera aserrada***

**Diámetro de las trozas:** El tamaño del diámetro de una troza de madera es un factor crítico en el proceso de aserrío. Se ha demostrado que a medida que el diámetro de la troza aumenta, el rendimiento en el aserrío también tiende a ser mayor. En otras palabras, trozas más grandes suelen producir una mayor cantidad de madera aserrada. Esto subraya la importancia de utilizar trozas con diámetros significativos para maximizar la eficiencia en el proceso de aserrado (Arreaga, 2007).

**Longitud, conicidad y troceado:** Son factores que impactan en el rendimiento durante el proceso de aserrado de la madera en rollo. Si estos parámetros aumentan, también se incrementa la diferencia en el diámetro entre los extremos de la misma. En este contexto, una forma de aumentar el rendimiento volumétrico es optimizar la manera en que se realiza el troceado, de manera que se obtengan piezas de madera aserrada con las dimensiones deseadas (Arreaga, 2007).

**Calidad de las trozas:** Es un factor fundamental a tener en cuenta en los procesos de aserrado con sierras múltiples, ya que incide directamente en las dimensiones y el volumen de la madera aserrada obtenida. Existe una relación directa entre la calidad de las trozas y las

dimensiones y el volumen de la madera aserrada que se obtiene mediante los procedimientos habituales de procesamiento (Arreaga, 2007).

**Tipo de sierra:** El tipo de sierra utilizado desempeña un papel importante en el rendimiento de la madera aserrada, especialmente en lo que respecta al ancho de corte. Un ancho de corte más amplio puede resultar en una mayor pérdida de fibras de madera en forma de aserrín, lo que a su vez puede disminuir la eficiencia de la maquinaria utilizada en el proceso (Arreaga, 2007).

**Diagrama de corte:** Los esquemas de corte son elementos clave que influyen significativamente en la eficiencia en la transformación de la madera aserrada. Su impacto está relacionado con la calidad de la troza, el diseño específico del proceso de aserrío y las variaciones en los precios de la madera en el mercado (Arreaga, 2007).

#### **2.2.7. *Calidad de la madera***

La definición de la calidad de la madera aserrada varía según el uso previsto. Por ejemplo, si se destina a productos de embalaje, se valora la ligereza y el color claro, mientras que para aplicaciones como el parquet se busca la dureza (alta densidad), un atractivo color y veteado, además de una resistencia adecuada al ataque biológico. La calidad de la madera aserrada se puede evaluar desde dos perspectivas: sus características naturales y la precisión de sus dimensiones. Las variaciones dimensionales a menudo dificultan la comercialización y reducen la competitividad de la industria maderera. En cuanto a las características naturales, la calidad de la madera para fines de aserrado se evalúa en función de criterios mecánicos y físicos, que pueden ser diferentes a los utilizados en otros procesos como el laminado o la producción de pulpa. Factores como la densidad, la uniformidad de los anillos de crecimiento, la cantidad de madera libre de nudos, la proporción de madera de verano, la idoneidad para la producción de celulosa y otros aspectos se consideran al medir la calidad de la madera (Sulca, 2021).

La calidad de la madera se define como una serie de atributos que le confieren propiedades para usos específicos. La calidad de la madera aserrada disminuye a medida que empeora la calidad de las trozas, y se ha notado que el coeficiente de aserrío se reduce cuando las trozas presentan más defectos. Además, el diámetro de las trozas tiene un impacto directo en la calidad y cantidad de madera aserrada, lo que significa que un mayor diámetro de las trozas se traduce en un mayor rendimiento de madera aserrada. Es esencial llevar a cabo un

riguroso control de calidad en la industria maderera para asegurar la calidad del producto final. La calidad de la madera aserrada puede evaluarse tanto por sus propiedades físicas, como por la precisión de sus dimensiones. La variación en las dimensiones de las tablas aserradas, que indica una calidad inferior, dificulta su comercialización y, por lo tanto, reduce la competitividad de la industria del aserrío. Así mismo, estas variaciones en el proceso de aserrío tienen un impacto significativo en el rendimiento y la calidad de la madera resultante (Guevara, 2020).

### **2.2.8. Normas Técnicas Peruanas para madera aserrada**

Las presentes normas definen los términos técnicos, grados de calidad, las condiciones exigibles y los procedimientos que serán adoptados en el Perú para clasificar visualmente, codificar y rotular la madera aserrada proveniente de especies latifoliadas tropicales (MINCETUR y INACAL, 2005).

Las normas podrán ser utilizadas como base para estandarizar la producción de madera aserrada.

En la tabla 1 se especifican las normas técnicas peruanas para madera aserrada.

**Tabla 1**

*Norma Técnica Peruana para madera aserrada*

NTP 251.006 : 2003	MADERA. Nomenclatura de las especies forestales más importantes del Perú, sistema de codificación y marcado de la madera aserrada.
NTP 251.115 : 1990	MADERA ASERRADA. Clasificación por rendimientos. Procedimiento
NTP 251.114 : 1990	MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos. Procedimiento
NTP 251.102 : 1988	MADERA ASERRADA. Defectos. Métodos de medición
NTP 251.101 : 1988	MADERA ASERRADA. Definición y clasificación
NTP 251.037 : 1988	MADERA ASERRADA Y CEPILLADA. Dimensiones nominales. Requisitos

*Fuente.* MINCETUR y INACAL (2005).

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

#### ***Troza***

Se refiere a un segmento o sección de un tronco o un árbol que ha sido cortado, durante el proceso de tala forestal, generalmente es de forma de cilindro. Estas trozas son la materia prima principal utilizada en la industria maderera y en los aserraderos para producir madera aserrada y otros productos de madera (Chávez, 2021, p. 3).

#### ***Madera aserrada***

La nueva Ley Forestal de Fauna Silvestre N° 29763 define a la madera aserrada como un producto resultante de una planta de transformación primaria, excluyendo los productos finales o de uso directo. En otras palabras, estos productos se convierten en materias primas para centros de transformación secundaria. La madera aserrada se refiere a las piezas de madera obtenidas mediante el proceso de aserrado de un árbol, las cuales son cuadradas en sus cuatro caras. Sus dimensiones se miden en términos de ancho, espesor y largo, dependiendo de las demandas del mercado (Cuñachi, 2013, p. 12).

#### ***Aserrío***

Es un proceso industrial que implica la transformación de trozas de madera en productos de madera aserrada, como tablones, tablas y vigas, mediante el uso de herramientas y maquinaria especializada. Este proceso se realizó en instalaciones conocidas como aserraderos. Durante el aserrío, las trozas se cortan en piezas de dimensiones específicas, siguiendo patrones de corte precisos, de acuerdo con los requisitos del mercado y los usos previstos. El aserrío es una etapa esencial en la cadena de suministro de madera, ya que proporciona la materia prima básica para una amplia gama de productos de madera utilizados en la construcción, muebles, embalajes y otros sectores industriales (Chávez, 2021, p. 5).

#### ***Aserraderos***

Son instalaciones donde se lleva a cabo el procesamiento de la madera en rollo con el objetivo de producir madera aserrada. Estos establecimientos reciben su nombre debido a que las principales máquinas y equipos utilizados en este proceso industrial suelen ser sierras (Arzapalo, 2020, p. 12).

### ***Sierra cinta***

Es una herramienta o máquina utilizada en el proceso de aserrado de madera y otros materiales. Se caracteriza por tener una hoja de sierra larga y delgada que se mueve continuamente en un bucle sobre dos ruedas, una de las cuales suele ser motriz. Esta hoja de sierra tiene dientes afilados que cortan a través del material al avanzar a través de él. La sierra cinta es apreciada por su capacidad para realizar cortes precisos y eficientes en una variedad de grosores y tipos de materiales. Es ampliamente utilizada en aserraderos y talleres de carpintería debido a su versatilidad y capacidad para cortar tanto en líneas rectas como en curvas, lo que la hace valiosa para una amplia gama de aplicaciones (Guevara, 2020, p. 15).

### ***Coefficiente de aserrío***

Es una medida que se utiliza en la industria forestal y maderera para evaluar la eficiencia de un proceso de aserrado. Se refiere a la relación entre el volumen de madera aserrada producido y el volumen de madera en rollo (troza o tronco) antes de ser aserrado. Este coeficiente se expresa generalmente como un porcentaje y es una forma de medir cuánta madera utilizable se obtiene a partir de una cantidad determinada de madera en su forma natural. Un coeficiente de aserrío más alto indica un proceso más eficiente, donde se aprovecha mejor la materia prima sin desperdiciar madera, lo que es importante para la rentabilidad de la industria maderera y la sostenibilidad de los recursos forestales (Ramírez, 2019, p. 7).

### ***Estudio de rendimiento en el aserrío de trozas***

Es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada, es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza (Ramírez, 2019, p. 8).

### ***Calidad de la madera***

Se refiere a las características y propiedades de las tablas o piezas de madera que resultan del proceso de aserrado de trozas o troncos. Esta calidad se evalúa en función de varios aspectos, que incluyen la uniformidad de las dimensiones de las piezas, la ausencia de defectos como nudos, grietas o deformaciones, la densidad de la madera, su humedad, así como su resistencia y durabilidad para cumplir con los requisitos específicos de diferentes aplicaciones (Arellano, 2019, p. 27).

## CAPÍTULO III

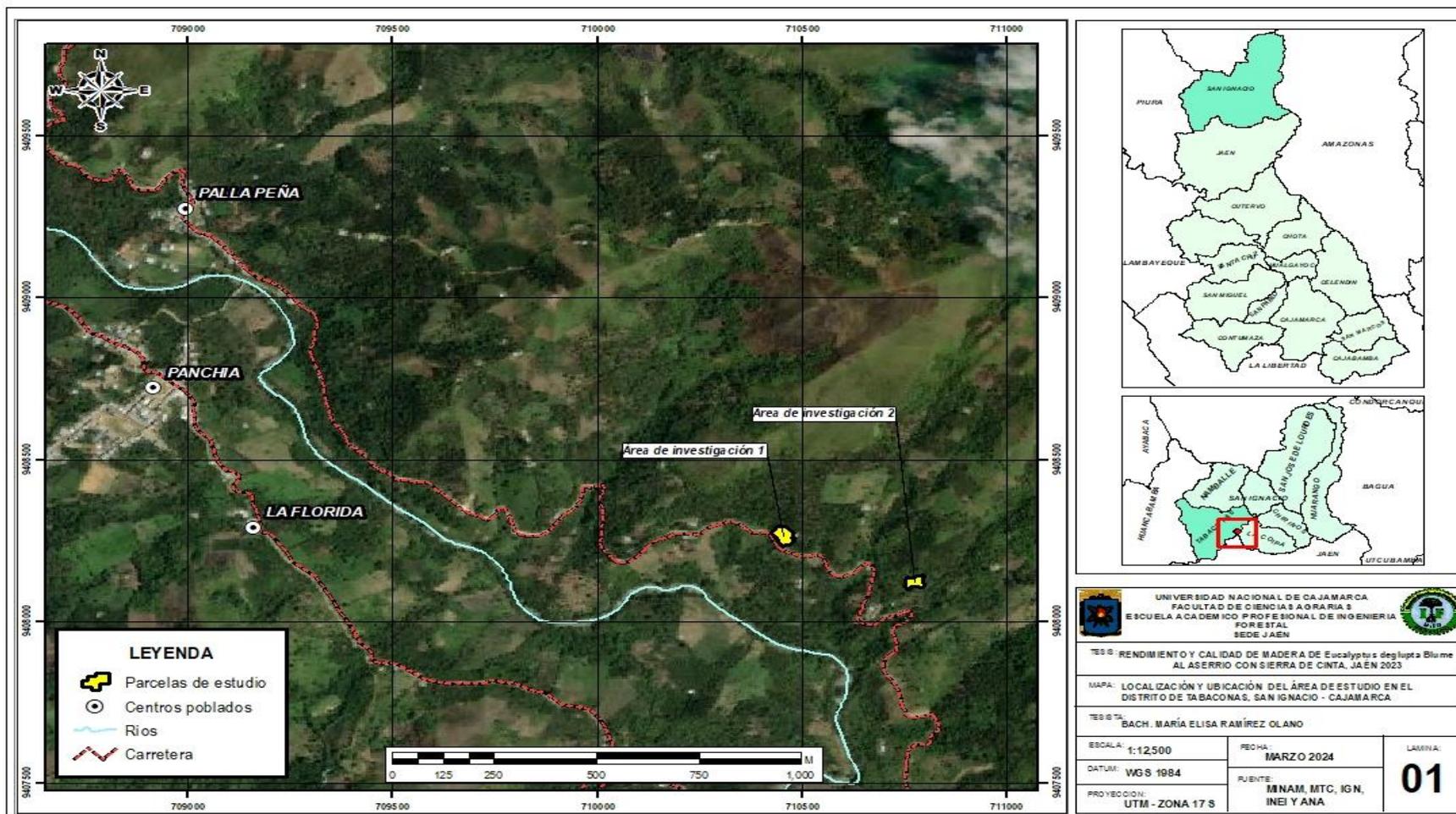
### MARCO METODOLÓGICO

#### **3.1. Localización de la investigación**

Las trozas que fueron las muestras de prueba se obtuvieron de plantaciones agroforestales del centro poblado de Panchía, distrito Tabaconas, provincia San Ignacio, como se observa en la figura 2. El aserrío, la medición del rendimiento y calidad de la madera aserrada, se realizó en el aserradero “El Parral”, ubicado en la esquina de la calle Marañón con la calle Cesar Vallejo, en la ciudad de Jaén, distrito y provincia de Jaén.

**Figura 2**

*Área de investigación*



*Nota.* Elaborado con información en base a Google Earth.

## 3.2. Tipo y diseño de investigación

### 3.3.1. Tipo de investigación

De acuerdo al propósito la investigación fue aplicada, tomando en cuenta que buscó solucionar un problema de la realidad de la industria de transformación de la madera de la especie evaluada, y sus resultados son utilizados para la solución o gestión del problema estudiado.

Según el nivel, descriptivo, pues describió el comportamiento de la transformación de la madera rolliza a madera aserrada de la especie evaluada midiendo el rendimiento y posteriormente la calidad de la madera.

### 3.3.2. Diseño de la investigación

Según el diseño, se trató de una investigación no experimental, descriptiva; porque, la realidad fue descrita e investigada tal cual se presenta, no realizándose modificaciones en las variables para ver el efecto que produce.

### 3.3.3. Matriz de operacionalización de variables

Las variables en estudio, así como sus dimensiones e indicadores se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Matriz de Operacionalización de Variables de la investigación*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador
Rendimiento del aserrío	Se refiere a la relación entre el volumen de madera aserrada producido y el volumen de madera en rollo (troza o tronco) antes de ser aserrado. Se expresa generalmente como un porcentaje (Ramírez, 2019).	Eficiencia aserrío	Porcentaje (%)
Calidad de la madera	Características y propiedades de la madera aserrada a partir de trozas o troncos. Se evalúa en función de varios aspectos, que incluyen la uniformidad de las dimensiones de las piezas, la ausencia de defectos como nudos, grietas o deformaciones, la densidad de la madera, su humedad (Arellano, 2019).	Estándares de calidad	Superior (S) Extra (E) Estándar 1 (E1) Estándar 2 (E2) Estándar 3 (E3)

#### **3.3.4. Unidad de análisis, población y muestra**

**Unidad de análisis:** Para la evaluación del rendimiento de aserrío lo constituyó las trozas de madera rolliza de la especie evaluada, las cuales tuvieron dimensiones variables; y, para la evaluación de calidad de madera, lo constituyeron las piezas de madera aserrada obtenida luego del proceso de aserrío y que fueron sometidas a secado, esta madera aserrada tendrá dimensiones de largo y ancho variable, pero el espesor máximo fue de 2 pulgadas.

**Población:** lo constituyó todas las trozas de madera rolliza obtenidas de los árboles de *Eucalyptus deglupta* Blume con diámetro a la altura del pecho (DAP), igual o mayor a 0,30 m, presentes en las parcelas agroforestales del centro poblado de Panchía. Se trató de una población finita, ya que el número de árboles de esta especie fue relativamente pequeño.

**Muestra:** La muestra estuvo conformada por diez trozas de madera rolliza de *Eucalyptus deglupta* Blume, proveniente de árboles que tenían un DAP igual o mayor a 0,30 m. El muestreo fue no probabilístico, por conveniencia, debido a que se basó en lo establecido en la Norma Tecnológica NTP 251-008, que estableció que el número mínimo de unidades de análisis es cinco para estudios exploratorios o iniciales.

#### **3.3.5. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Fuentes.** La fuente de recolección de datos fue primaria, pues el investigador tomó datos durante todas las fases de ejecución de la investigación usando las técnicas e instrumentos adecuados.

**Técnicas.** En la presente investigación se usó como técnica la observación directa, con presencia de investigación; esta observación se realizó durante todas las etapas de la investigación.

**Instrumentos.** Los instrumentos que se utilizaron fueron formatos de recolección de datos, tanto para la fase de campo como para la fase de aserrío y secado.

#### **3.3.6. Procedimiento de ejecución de la tesis**

**Inventario de la plantación forestal.** Se realizó un censo comercial, donde se registró información dendrométrica de todos los árboles de la parcela que se evaluó. Los datos que se obtuvo fueron: diámetro a la altura el pecho (DAP), altura total (HT), altura comercial (HC), y se obtuvo un factor mórfico de los árboles censados. Con los datos obtenidos del inventario se realizó una tabla de clases diamétrica, con una amplitud de clase de 5 cm, para luego de las clases que se obtuvo se seleccionó los árboles que fueron aserrados.

**Muestreos de los árboles a aserrar.** De las clases diamétrica que se encontró en el censo comercial ejecutado, se escogió cinco árboles. Se seleccionó dos árboles de la clase diamétrica superior, y tres árboles de la clase diamétrica inmediata inferior. Las clases diamétrica que se seleccionó, tuvo que ser superiores a 0,30 m de DAP, siendo el valor del diámetro mínimo aserrable. Una vez que se seleccionó los diámetros que tuvieron los árboles a evaluar, el censo comercial se hizo un filtro, con el fin de separar todos los árboles que cumplen con los diámetros establecidos. De estos árboles se escogió los mejores de acuerdo al número preestablecido por clase diamétrica.

**Apeo y obtención de trozas.** Los árboles que fueron seleccionados, fueron apeados con ayuda de la motosierra y las consideraciones técnicas establecidas para el apeo de árboles de diámetros pequeños procedentes de plantaciones agroforestales. Para esto, se realizó dos cortes, un corte de dirección y un corte de caída. Se procedió a ejecutar una tala dirigida, para impedir que el árbol apeado dañe la parcela circundante. Después del apeo, se examinó las ramas existentes del fuste; sin embargo, no todo el fuste se procesó en el aserrío.

Para el trozado se eliminó en lo posible defectos, para tener trozas limpias y bien conformadas. Luego se procedió a cortar las trozas de un largo de 2,20 metros, cumpliendo así con el requerimiento mínimo de largo, y así obtener una mejor calidad de madera aserrada. Sin embargo, este largo es nominal, al cual se agregó un exceso para descuentos por trozado, re-testeado-escuadrado y aserrío.

Se seleccionó de preferencia dos trozas por árbol, se tomó en cuenta la calidad de las mismas, en total se seleccionó diez trozas cumpliendo así con la muestra establecida.

**Codificación y protección de las trozas.** Una vez que se obtuvo las trozas, estas se preservó sus testas con una sustancia hidrófoba para evitar así la pérdida acelerada de agua. Teniendo en cuenta el antecedente del comportamiento al aserrado que tuvieron otras especies del género *Eucalyptus*, se protegió lo mejor posible las trozas, se evitó la insolación, y mantuvo húmedas hasta su aserrío. Luego se procedió a trasladar de manera inmediata las trozas hacia el aserradero donde estas fueron procesadas, evitando así la pérdida acelerada de humedad. Cada troza fue codificada usando pintura, para esto se usó un código que sirvió también para la trazabilidad de la madera aserrada obtenida. El código estuvo compuesto por números y letras que indica el código del árbol en el censo comercial realizado.

**Cubicación de las trozas, descuentos de defecto.** Se realizó la cubicación de las trozas usando la fórmula de SMALIAN (FAO, 1980), se procedió a medir las trozas

descontando la corteza, porque el volumen que se obtuvo debió ser solo del xilema, que es el que se va a transformar. La cubicación se realizó según la siguiente expresión:

$$V = \left( \frac{\emptyset > + \emptyset <}{2} \right)^2 \times L \times \frac{\pi}{4}$$

Donde:

V = Volumen de la troza en m<sup>3</sup> rollizos.

∅> = Diámetro mayor de la troza en m.

∅< = Diámetro menor de la troza en m.

L = Largo de la troza en m.

La cubicación anteriormente mencionada es para trozas que no presenten defectos a considerar. De ser el caso que no se puedan excluir trozas con defectos, se realizó la cubicación de la troza usando la fórmula anterior, y se cubió el defecto presente para descontarle al volumen bruto obtenido, así el volumen neto se obtuvo de la siguiente expresión:

$$V_n = V_b - V_d$$

Donde:

V<sub>n</sub> = volumen neto de la troza en m<sup>3</sup> rollizos.

V<sub>b</sub> = volumen bruto de la troza en m<sup>3</sup> obtenido por la fórmula de SMALIAN.

V<sub>d</sub> = volumen del defecto en m<sup>3</sup>, obtenido según sea el caso.

Para el caso de los defectos se tuvo en cuenta las recomendaciones según defecto como: alabeos, torceduras, curvaturas; o, de estructura como pudriciones, grietas, rajaduras, grietas internas.

**Aserrío de trozas.** El aserrado de la madera se ejecutó en un aserradero cuya máquina principal fue una sierra cinta horizontal, y como máquinas secundarias se usó una despuntadora y una canteadora, ambas de sierra disco. El diseño de aserrío fue el siguiente: Se obtuvo cortes tangenciales en las cuatro caras de la troza, donde se logró una pieza escuadrada central, la misma que fue aserrada con cortes radiales o tangenciales según sea el caso y el producto a obtener. Del corte tangencial se obtuvo tablas de 1 pulgada de espesor, las cuales se consideraron como aserrío secundario. La pieza escuadrada central se aserró con

cortes tangenciales donde se obtuvo cuarterones de 2 pulgadas de espesor, las cuales se consideró como madera aserrada comercial.

**Cubicación de madera aserrada.** La madera aserrada obtenida del procesamiento de las trozas, se separaron de acuerdo a su origen, asegurando la trazabilidad en la evaluación de la calidad, para esto se codificó cada pieza aserrada obtenida y que fue cubicada. Para la cubicación de la madera aserrada, se usó las siguientes expresiones citada por la FAO (1980).

$$V = \frac{L' \times A'' \times E''}{12}$$

Donde:

- V = volumen de la madera aserrada en pies tablares.
- L' = largo de la madera aserrada en pies.
- A'' = ancho de la madera aserrada en pulgadas.
- E'' = espesor de la madera aserrada en pulgadas.

$$V = \frac{L(\text{cm}) \times A(\text{mm}) \times E(\text{mm})}{1 \times 10^9}$$

Donde:

- V = volumen de la madera aserrada en metros cúbicos.
- L = largo de la madera aserrada en cm.
- A = ancho de la madera aserrada en mm.
- E = espesor de la madera aserrada en mm.

Cabe recalcar que según la Norma NTP 251.003, las dimensiones mencionadas líneas arriba son nominales todas ellas.

La calidad de la madera aserrada se evaluó de acuerdo a las siguientes normas:

NTP 251.115 : 1990 MADERA ASERRADA. Clasificación por rendimientos.

Procedimiento.

NTP 251.114 : 1990 MADERA ASERRADA. Clasificación por defectos.

Procedimiento.

NTP 251.102 : 1988 MADERA ASERRADA. Defectos. Métodos de medición.

NTP 251.101 : 1988 MADERA ASERRADA. Definiciones y clasificación.

NTP 251.037 : 1988 MADERA ASERRADA Y CEPILLADA. Dimensiones nominales. Requisitos

NTP 251.003: 1990 MADERA ASERRADA. Dimensiones. Métodos de medición

De acuerdo a estas normas mencionadas anteriormente, se clasificó las piezas de madera aserrada en las calidades siguientes:

Superior	(S)
Extra	(E)
Estándar 1	(E1)
Estándar 2	(E2)
Estándar 3	(E3)

Esta evaluación se realizó inmediatamente luego del aserrío, y se volvió a corroborar luego del secado natural que se aplicó.

**Secado natural de la madera aserrada.** Las piezas de madera aserrada obtenidas, se sometieron a un proceso de secado natural por el lapso de dos meses y se evidenció los defectos que se presentaron, así como para lograr una humedad de equilibrio higroscópico y la consiguiente estabilidad dimensional. El secado se realizó en pilas horizontales o castillos, se usó separadores que se obtuvieron de las mismas trozas al momento de aserrar, estos tuvieron un espesor de 1 pulgada. Se construyó una base de 0.50 m de altura para aislar la madera del suelo o piso terminado. Sobre la pila o castillo se colocó un cobertor para aislar la madera de posibles lluvias que ocurrió durante el periodo de secado. La madera fue reordenada en las pilas cada semana para lograr un secado más uniforme. Se colocó probetas en el interior del castillo, evaluando para medir la humedad en la estufa. Luego del periodo de secado se volvió a evaluar la calidad aserrada.

**Evaluación de calidad post-secado.** Una vez culminado el secado, se procedió a evaluar nuevamente la calidad de la madera aserrada, se usó la metodología descrita en las normas mencionadas anteriormente.

**Ordenamiento, tabulación y procesamiento de datos.** Los datos de inventario, mediciones de trozas, codificación de trozas, medición de madera aserrada y codificación de madera aserrada, se realizó en formatos adecuados elaborados para tal fin. Los datos fueron ordenados, tabulados y procesados en una hoja de cálculo tipo Excel, así se obtuvo los resultados del estudio.

**Determinación del rendimiento del aserrío de la madera rolliza.** Se realizó la determinación del rendimiento del proceso aserrío de la madera rolliza de *Eucalyptus deglupta* Blume se utilizó las siguientes expresiones:

$$R = \frac{V_a}{V_r} \times 100$$

Donde:

R = rendimiento de aserrío en porcentaje (%)

V<sub>r</sub> = volumen rollizo en m<sup>3</sup>

V<sub>a</sub> = volumen aserrado en m<sup>3</sup>

$$V_d = V_r - V_a - V_{as}$$

Donde:

V<sub>d</sub> = volumen de desperdicios en m<sup>3</sup>

V<sub>r</sub> = volumen rollizo en m<sup>3</sup>

V<sub>a</sub> = volumen aserrado en m<sup>3</sup>

V<sub>as</sub> = volumen del aserrín en m<sup>3</sup>

El volumen *aserrado* está constituido por:

Madera aserrada del aserrío primario o madera comercial.

Madera aserrada del aserrío secundario o madera de recuperación.

**Clasificación de la calidad obtenida de la madera aserrada.** La clasificación de la calidad obtenida de la madera aserrada se realizó de acuerdo a las normas mencionadas y consistió en la evaluación visual de cada cartón obtenido, siguiendo los criterios de calidad cuali-cuantitativa que se describen en el anexo 3.

### ***3.3.7. Validación por expertos y prueba de confiabilidad***

Tomando en cuenta que los instrumentos que se utilizaron están respaldados por las normas técnicas mencionadas en el ítem 3,36, estos no necesitaron ser validados por expertos. Además, se siguió estrictamente los procedimientos enmarcados en las Normas Técnicas Peruanas las cuales fueron de carácter obligatorio para desarrollar investigaciones tecnológicas de la madera en el Perú por lo que además son fiables. Los instrumentos utilizados no necesitan pruebas estadísticas de confiabilidad, por ser formatos de recolección de datos tipo fichas guía no estructurado.

### ***3.3.8. Técnica de procesamiento y análisis de datos***

Los datos registrados en los instrumentos de recolección, fueron digitalizadas y tabuladas en una hoja de cálculo como el Excel, posteriormente los datos fueron procesados para obtener los indicadores establecidos y luego usando estadística descriptiva se elaboró tablas y figuras estadísticas que permitan interpretar mejor los resultados para llegar a las conclusiones necesarias y cumplir con los objetivos planteados.

### ***3.3.9. Aspectos éticos a considerar***

Se consideraron los principios éticos de la investigación del código de ética de la investigación de la Universidad Nacional de Cajamarca, los mismos que fueron:

**Protección de la persona:** Debe respetarse la dignidad humana, la libertad, la identidad, la diversidad, el derecho a la autodeterminación informativa, la confidencialidad, así como la privacidad de las personas implicadas en el proceso de investigación.

**Consentimiento notificado y expreso:** En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica, a través de la cual las personas o titulares de los datos, consienten el uso de su información para los fines específicos de la investigación.

**Cuidado al medio ambiente y el respeto a la biodiversidad:** Cada investigación realizada por los investigadores, alumnos, autoridades y personal administrativo de la UNC, debe evitar acciones lesivas a la naturaleza y a la biodiversidad, esto implica comprender la integralidad del sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven en

busca de la conservación racional y sostenible de los recursos. Específicamente, implica el respeto de todas y cada una de las especies de seres vivos, así como a la diversidad genética.

**Responsabilidad, rigor científico y veracidad:** Los investigadores, estudiantes, autoridades y personal administrativo de la UNC, actuarán con responsabilidad en relación con la pertinencia, los alcances y las repercusiones de la investigación, tanto a nivel individual e institucional como social. Al mismo tiempo, deberán garantizar un estricto apego a la veracidad de la investigación en todas las etapas del proceso, desde la formulación del problema hasta la interpretación y la comunicación de los resultados.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Parámetros dasométricos de la plantación de *Eucalyptus deglupta* Blume

- **Factor mórfico**

Se midió once árboles para determinar el factor mórfico de los árboles de *Eucalyptus deglupta* Blume de la plantación agroforestal evaluada. Los resultados se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Determinación del factor mórfico (FM)*

Código árbol	DAP (m)	φ a 5.3m (m)	FM
A09	0,28	0,21	0,75
A19	0,46	0,38	0,83
A27	0,49	0,43	0,88
A33	0,24	0,15	0,63
A40	0,41	0,32	0,78
A42	0,39	0,29	0,75
A51	0,40	0,32	0,79
A54	0,36	0,26	0,72
A55	0,38	0,31	0,82
A65	0,48	0,40	0,84
A69	0,37	0,29	0,78
<b>Promedio</b>	<b>0,37</b>	<b>0,29</b>	<b>0,78</b>
<b>D.S.</b>	<b>0,014</b>	<b>0,035</b>	<b>0,067</b>
<b>C.V. (%)</b>	<b>3,82</b>	<b>12,41</b>	<b>8,62</b>

En la tabla 3, se observa que el factor mórfico de los árboles inventariados en la plantación agroforestal de *Eucalyptus deglupta* Blume posee bastante homogeneidad, teniendo en cuenta su bajo coeficiente de variabilidad, lo que demuestra un crecimiento homogéneo de la especie.

- **Censo de la plantación**

Los parámetros dasométricos obtenidos del censo comercial realizado a la plantación de *Eucalyptus deglupta* Blume fueron los siguientes:

**Tabla 4**

*Parámetros dasométricos de la plantación agroforestal*

Parámetro	Mínimo	Máximo	Promedio
Altura Total (HT), m	9,00	26,00	18,757
Altura Comercial (HC), m	5,00	21,00	11,714
Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), m	0,15	0,63	0,345
Incremento Medio Anual del DAP (IMA), cm DAP/año	1,15	4,85	2,653
Edad de la plantación	13 años		

En la tabla 4, se observa que tiene un incremento medio anual del diámetro relativamente alto, promediando que en diez años es de 25 cm, garantizando un crecimiento rápido de los árboles para su aprovechamiento.

- **Clase diamétrica**

Los resultados del censo comercial de la plantación se detallan en la tabla 6 de clase diamétrica. Se usó una amplitud de clase 5 cm.

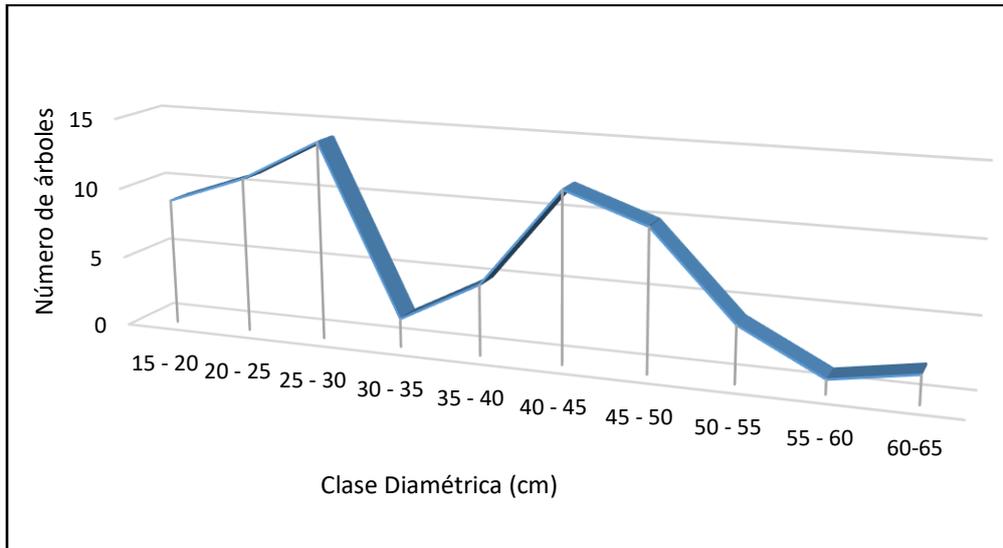
**Tabla 5**

*Resumen por clase diamétrica*

Descripción		Plantación agroforestal de eucalipto y café										Edad:	13 años	Área:	0,98 Ha.
Especie	Variable	Clase diamétrica										Total	Total/ha		
		15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60	60-65				
	Nº	9	11	14	2	5	12	10	4	1	2	70	71,12		
Eucalipto	A.B. (m <sup>2</sup> )	0,2381	0,4594	0,8042	0,3337	0,5546	1,6746	1,7331	0,8672	0,2753	0,6053	7,5455	7,6659		
	Vol. (m <sup>3</sup> )	1,529	4,479	6,960	2,712	4,270	17,449	18,124	8,482	2,12	5,055	71,180	72,32		

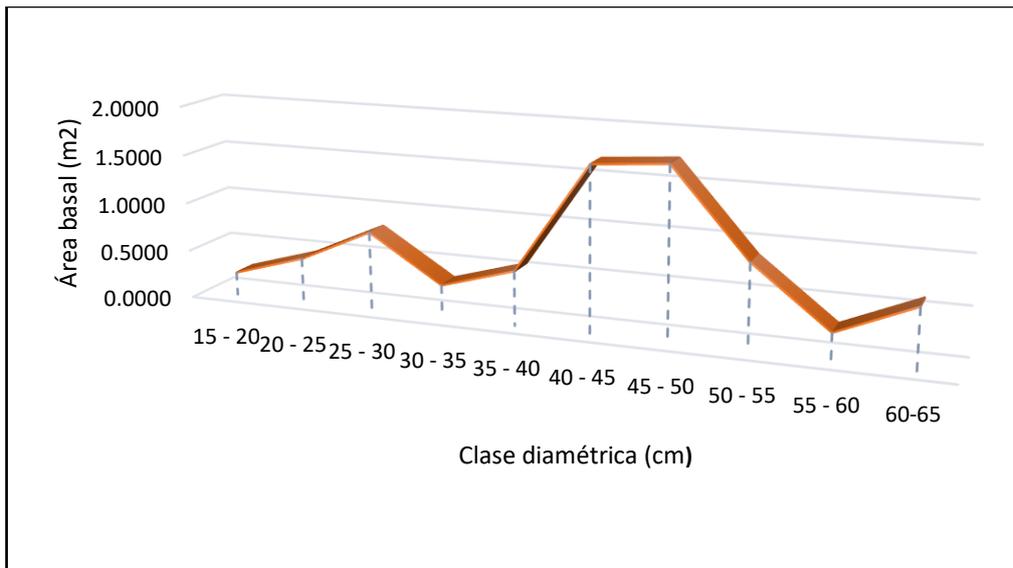
**Figura 3**

*Distribución de clase diamétrica por número de árboles*



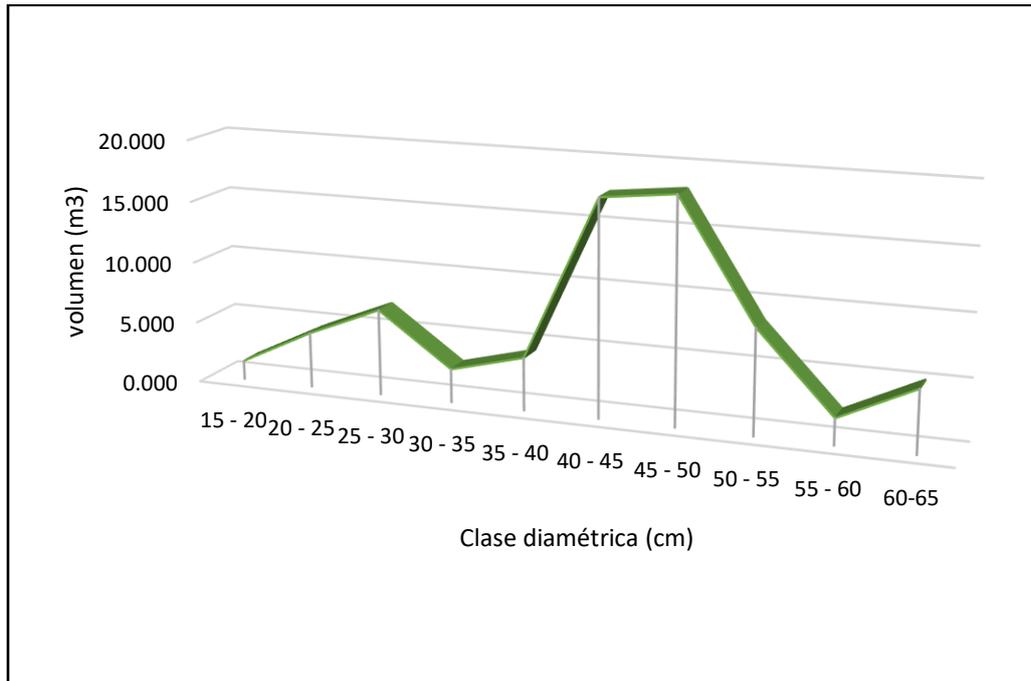
**Figura 4**

*Distribución de clase diamétrica por área basal*



**Figura 5**

*Distribución de clase diamétrica por volumen*



Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la clase diamétrica del censo realizado, se decidió seleccionar los árboles de las clases diamétrica: de 30-40. En la tabla 5 y figura 3, 4 y 5; indica que, el número de árboles que están concentrados en la clase diamétrica son mayores, sin embargo, como es de esperarse el volumen y el área basal tiene mayores valores en la clase diamétrica superiores, lo que indica que la plantación está desarrollándose de una manera óptima para un futuro aprovechamiento.

- **Rendimiento de aprovechamiento forestal de la plantación de *Eucalyptus deglupta* Blume**

De los árboles aprovechados para la investigación, se realizó el cálculo del rendimiento de aprovechamiento y su coeficiente de pérdida de volumen de árbol en pie a volumen rollizo de trozas obtenidas.

**Tabla 6***Rendimiento de aprovechamiento y coeficiente de pérdida*

Nº	Código árbol	Volumen árbol (m <sup>3</sup> )	Nº trozas obtenidos	Volumen trozas (m <sup>3</sup> )	Rendimiento aprovechamiento (%)	Coficiente de pérdida (%)
1	A 54	0,7838	4	0,6102	77,85	22,15
2	A 55	0,8733	4	0,7610	87,14	12,86
3	A 61	1,1120	4	0,6897	62,02	37,98
4	A 69	0,8279	4	0,6985	84,37	15,63
5	A 70	0,8733	4	0,6815	78,04	21,96
<b>Total</b>		<b>4,4702</b>	<b>20</b>	<b>3,4408</b>		
<b>Promedio</b>		<b>0,8940</b>	<b>4,00</b>	<b>0,68817</b>	<b>77,885</b>	<b>22,115</b>
<b>D.S</b>		<b>0,12738</b>	<b>0,000</b>	<b>0,053708</b>	<b>9,7392</b>	<b>9,7392</b>
<b>C.V. (%)</b>		<b>14,25</b>	<b>0,00</b>	<b>7,80</b>	<b>12,50</b>	<b>44,04</b>

En la tabla 6, se observa que se tuvo un rendimiento de aprovechamiento de 77,88 % y esto se debe a que son árboles jóvenes y provenientes de plantaciones forestales; le coeficiente de variabilidad bajo obtenido nos indica que existe una alta homogeneidad en el crecimiento de los árboles y esto se debe a que se trata de una plantación forestal y no de un bosque primario.

#### **4.1.2. Rendimiento de aserrío de la madera de *Eucalyptus deglupta* Blume**

- **Rendimiento de aserrío**

Los resultados del rendimiento de aserrío se muestran agrupadas por trozas procesadas para luego obtener el promedio general, esto se detalla en la tabla 8.

**Tabla 7***Rendimiento de aserrío de trozas de Eucalipto deglupta Blume*

N°	Código troza	Volumen troza (m <sup>3</sup> )	N° cuartones obtenidos	Volumen cuartones (pt)	Volumen cuartones (m <sup>3</sup> )	Rendimiento aserrío (%)
1	A 54-01	0,1895	6	46	0,109	57,38
2	A 54-02	0,1622	5	44	0,104	64,07
3	A 54-03	0,1372	5	31	0,095	69,25
4	A 54-04	0,1213	4	32	0,074	61,26
5	A 55-01	0,2250	8	74	0,174	77,40
6	A55-02	0,1877	8	60	0,142	75,89
7	A55-03	0,1792	6	52	0,123	68,37
8	A55-04	0,1691	6	39	0,091	53,72
9	A 61-01	0,2069	8	65	0,153	74,20
10	A 61-02	0,1578	6	46	0,108	68,47
11	A 61-03	0,1578	6	45	0,107	67,60
12	A 61-04	0,1497	5	45	0,106	70,81
13	A 69-01	0,2069	6	44	0,103	49,91
14	A 69-02	0,1890	6	49	0,116	61,54
15	A 69-03	0,1593	5	36	0,084	52,72
16	A 69-04	0,1433	4	33	0,078	54,26
17	A 70-01	0,2069	5	35	0,083	39,93
18	A 70-02	0,1757	5	41	0,096	54,44
19	A 70-03	0,1585	6	49	0,116	73,36
20	A 70-04	0,1403	5	47	0,111	79,44
<b>Promedio</b>		<b>0,1712</b>	<b>5,7500</b>	<b>45,5875</b>	<b>0,1087</b>	<b>63,70</b>
<b>D.S</b>		<b>0,02743</b>	<b>1,16416</b>	<b>11,07529</b>	<b>0,02504</b>	<b>10,588</b>
<b>C.V. (%)</b>		<b>16,03</b>	<b>20,25</b>	<b>24,29</b>	<b>23,04</b>	<b>16,62</b>

En la tabla 7, se observa que el rendimiento obtenido fue de 63,70 %, el cual es superior a lo establecido oficialmente de acuerdo a la RDE N° D000259-2024-MIDAGRI-SERFOR-DE, que fija el rendimiento del aserrío en 56 %.

- Producción de desperdicios

**Tabla 8**

*Volumen de aserrín y desperdicios generado en el proceso de aserrío*

Nº	Código troza	Volumen troza (m <sup>3</sup> )	Volumen cuartones (m <sup>3</sup> )	Volumen aserrín (m <sup>3</sup> )	Volumen desperdicios (m <sup>3</sup> )	% Aserrín	% Desperdicios
1	A 54-01	0,1895	0,109	0,00778	0,0730	4,11	38,51
2	A 54-02	0,1622	0,104	0,00714	0,0511	4,40	31,53
3	A 54-03	0,1372	0,095	0,00641	0,0358	4,68	26,07
4	A 54-04	0,1213	0,074	0,00505	0,0420	4,16	34,58
5	A 55-01	0,2250	0,174	0,01146	0,0394	5,09	17,50
6	A55-02	0,1877	0,142	0,01103	0,0342	5,87	18,24
7	A55-03	0,1792	0,123	0,00858	0,0481	4,79	26,84
8	A55-04	0,1691	0,091	0,00678	0,0715	4,01	42,27
9	A 61-01	0,2069	0,153	0,01096	0,0424	5,30	20,51
10	A 61-02	0,1578	0,108	0,00829	0,0415	5,25	26,28
11	A 61-03	0,1578	0,107	0,00800	0,0431	5,07	27,33
12	A 61-04	0,1497	0,106	0,00721	0,0365	4,82	24,37
13	A 69-01	0,2069	0,103	0,00735	0,0963	3,55	46,54
14	A 69-02	0,1890	0,116	0,00915	0,0636	4,84	33,62
15	A 69-03	0,1593	0,084	0,00584	0,0695	3,67	43,62
16	A 69-04	0,1433	0,078	0,00541	0,0602	3,77	41,97
17	A 70-01	0,2069	0,083	0,00634	0,1179	3,07	57,01
18	A 70-02	0,1757	0,096	0,00678	0,0733	3,86	41,70
19	A 70-03	0,1585	0,116	0,00915	0,0331	5,77	20,86
20	A 70-04	0,1403	0,111	0,00750	0,0214	5,34	15,21
<b>Promedio</b>		<b>0,1712</b>	<b>0,1087</b>	<b>0,0078</b>	<b>0,0547</b>	<b>4,5704</b>	<b>31,7284</b>
<b>D.S</b>		<b>0,02743</b>	<b>0,02504</b>	<b>0,00182</b>	<b>0,02363</b>	<b>0,77608</b>	<b>11,31567</b>
<b>C.V. (%)</b>		<b>16,03</b>	<b>23,04</b>	<b>23,26</b>	<b>43,22</b>	<b>16,98</b>	<b>35,66</b>

Para la transformación de las trozas se utilizó una cierra cinta, cuyo espesor de corte fue de 2,00 mm, con lo cual se calculó el volumen del aserrín producido. La tabla 8, indica un bajo porcentaje de aserrín, también puede observarse que la producción de desperdicios o residuos es de 31,73 % del volumen inicial, este porcentaje a pesar que disminuye significativamente con el uso de cierra cinta, todavía es importante; y estos desperdicios o residuos pueden ser reciclado en la industria para diversos usos como madera de reciclaje, leña o para chipeado.

### 4.1.3. Calidad de madera aserrada post secado

Se hicieron evaluaciones de la calidad y el secado de la madera, al inicio y en los periodos de evaluación cada siete días por un lapso de dos meses, que se puede ver en la tabla 10. Los resultados que se muestran a continuación son los resultados finales del proceso de secado, que es donde se manifestaron los defectos que afectan la calidad de la madera.

- **Secado natural de la madera aserrada**

Los cuarterones obtenidos se secaron en castillos horizontales durante dos meses, realizando mediciones periódicas semanales del contenido de humedad. En el Anexo 4 se muestra el contenido de humedad inicial y final de todos los cuarterones, obteniéndose una humedad de equilibrio higroscópico de 12,98 % de contenido de humedad.

- **Calidad según dimensiones de los cuarterones**

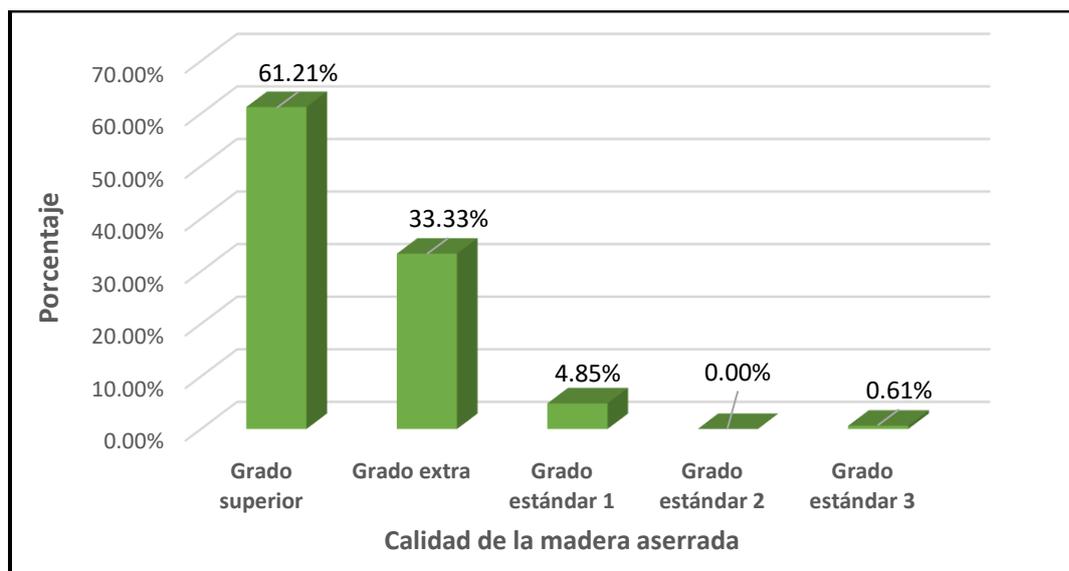
Los datos consignados en el anexo 6 fueron segmentados en tres criterios de clasificación de la madera, siendo el primero el de calidad de dimensiones que se muestra en la tabla 10.

**Tabla 9**

*Resumen de calidad según dimensiones del cuartón*

Calidad	Indicadores de calidad			Promedio	%
	A	B	C		
Grado superior	92	0	110	67,33	61,21
Grado extra	0	110	0	36,67	33,33
Grado estándar 1	16	0	0	5,33	4,85
Grado estándar 2	0	0	0	0,00	0,00
Grado estándar 3	2	0	0	0,67	0,61
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>100</b>

*Nota.* A es ancho, B es largo y C es medida del cuartón.

**Figura 6***Resumen de calidad según dimensiones del cuartón**Nota.* Elaboración propia.

En la tabla 9 y figura 6, se muestran los resultados de evaluación de calidad según el criterio de dimensiones del cuartón el mismo que cuenta con tres indicadores A, B y C; los cuales se muestran a detalle en la tabla 3. De acuerdo a esto el mayor porcentaje de cuartones tiene grado superior 58,05 %, seguido del grado extra con 31,61 %.

- *Calidad según aserrío de los cuartones*

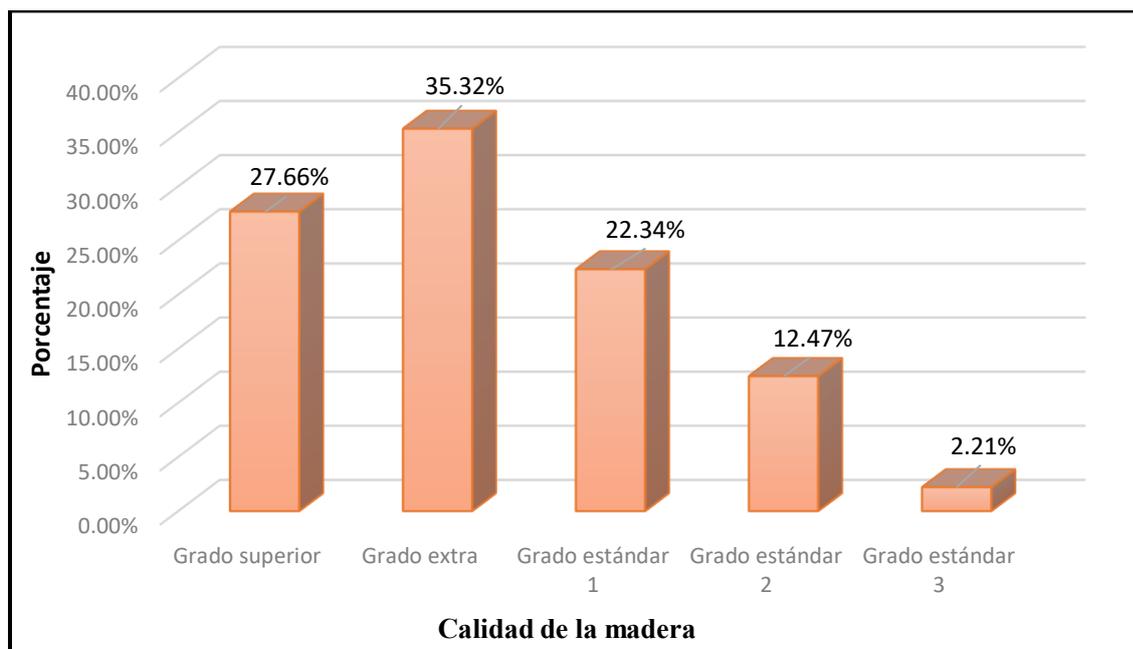
**Tabla 10***Resumen de calidad según aserrío del cuartón*

Calidad	Indicadores de calidad							Promedio	%
	D	E	F	G	H	I	J		
Grado superior	23	22	61	59	22	23	3	30,43	27,66
Grado extra	68	12	42	44	12	68	26	38,86	35,32
Grado estándar 1	19	40	7	7	39	19	41	24,57	22,34
Grado estándar 2	0	19	0	0	37	0	40	13,71	12,47
Grado estándar 3	0	17	0	0	0	0	0	2,43	2,21
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>100</b>

*Nota.* D es % de rendimiento, E es unidades de corte limpio, F es número de cortes, G es número máximo de cortes, H es superficie total necesaria para corte extra, I es % rendimiento por corte extra y J es número unidades de corte limpio del cuartón.

**Figura 7**

*Resumen de calidad según aserrio del cuartón*



*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla 10 y figura 7, se observa que más de la tercera parte de los cuartones (35,32 %) tienen calidad de grado extra, seguidos en casi similares porcentajes la calidad de grado superior y la calidad de grado estándar. En este criterio se evidencia que la madera aserrada de *Eucalyptus deglupta* Blume disminuye su calidad a los criterios de dimensiones de cuartón.

- **Calidad según madera obtenida de los cuartones**

**Tabla 11**

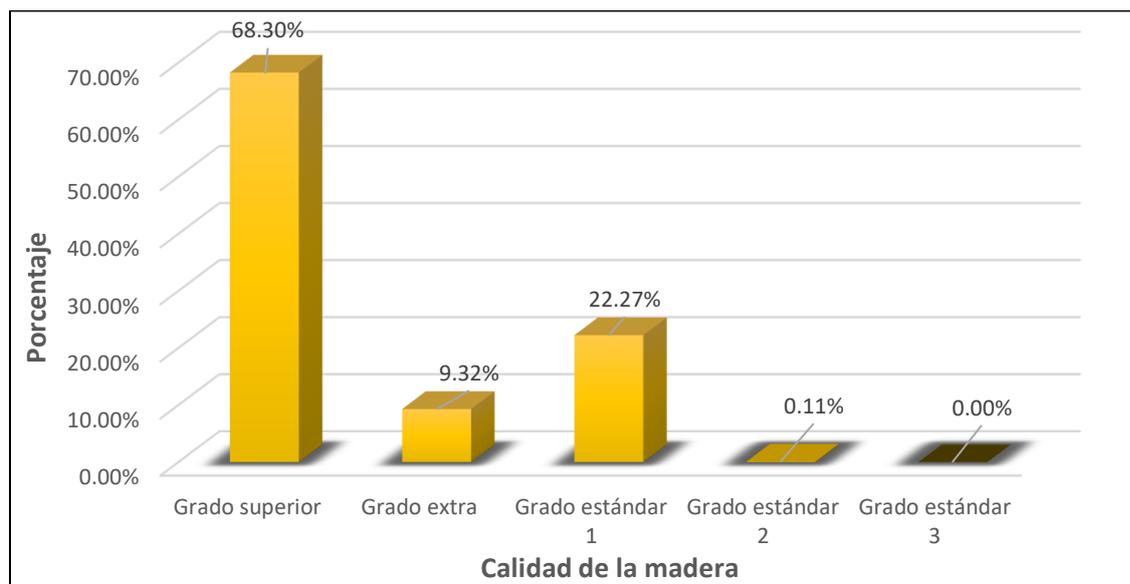
*Resumen de calidad según madera obtenida del cuartón*

Calidad	Indicadores de calidad								Promedio	%
	K	L	M	N	O	P	Q	R		
Grado superior	92	92	62	79	77	64	57	78	75,13	68,30
Grado extra	3	3	19	11	14	0	21	11	10,25	9,32
Grado estándar 1	15	15	29	20	19	45	32	21	24,50	22,27
Grado estándar 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0,13	0,11
Grado estándar 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>100</b>

*Nota.* K es madera podrida, perforaciones con insectos vivos, anillos quebradizos; L es corazón, M es madera torcida, N es abarquillado complejo, O es albura en una cara y un borde, P es arista faltante, Q es rajadura y R es nudos del cuartón.

**Figura 8**

*Resumen de calidad según madera obtenida del cuartón*



*Nota.* Elaboración propia.

En la tabla 11 y figura 8, se muestra que la calidad que depende exclusivamente de la madera que tiene una calidad de grado superior principalmente con un 68 %. También se ve un pequeño porcentaje de piezas de madera con calidad de grado estándar 1, esto principalmente depende de la madurez del árbol; considerando, que los árboles evaluados son jóvenes (13 años) es de esperarse que haya bastante presencia de madera juvenil que aún no a duraminizado completamente, esto genera en el proceso de secado la apariencia de defectos de forma y estructura que merman la calidad de la madera.

- **Resumen de la calidad de madera aserrada**

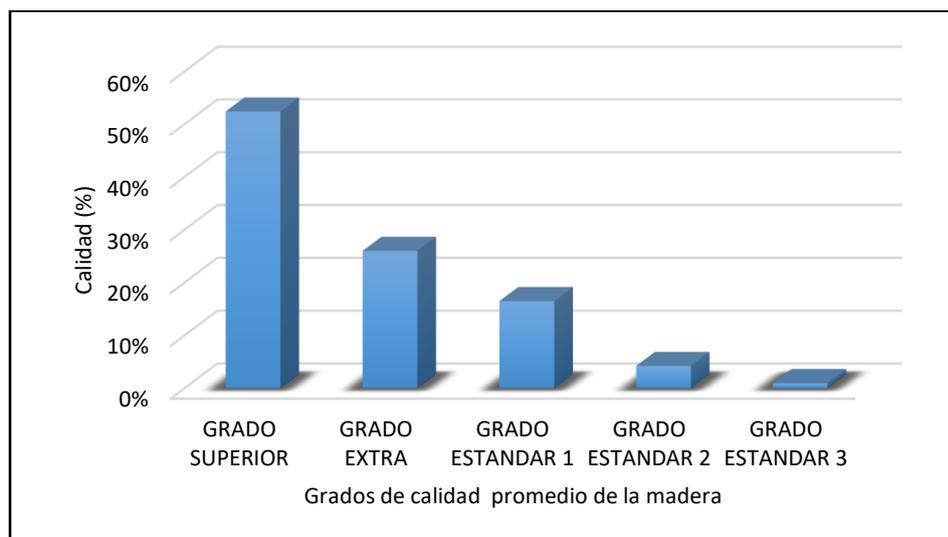
**Tabla 12**

*Resumen de calidad de madera aserrada*

Calidad	Calidad según dimensiones del cuartón (%)	Calidad según aserrio del cuartón	Calidad según madera del cuartón	Promedio de calidad
Grado superior	61,21	27,66	68,30	52,39
Grado extra	33,33	35,32	9,32	25,99
Grado estándar 1	4,85	22,34	22,27	16,49
Grado estándar 2	0,00	12,47	0,11	4,19
Grado estándar 3	0,61	2,21	0,00	0,94
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Figura 9**

*Resumen de la calidad de madera aserrada*



*Nota.* Se muestra el consolidado de la calidad de la madera aserrada según las NTP.

En la tabla 12 y la figura 9, puede verse que la calidad de la madera se encuentra ubicada en poco más de la mitad (52,33) en la calidad de grado superior que viene a ser el mejor grado de calidad de madera aserrada, el resto de los cuarterones evaluados tuvieron una calidad de grado extra y una calidad de grado estándar 1 principalmente. En resumen, la madera de *Eucalyptus deglupta* Blume tiene una calidad superior en poco más de la mitad de los cuarterones que se obtiene del aserrío de las trozas, es decir, que debido a la juventud de los árboles la madera aún no ha alcanzado un porcentaje mayor de calidad superior.

#### **4.2. Discusión**

Después de analizar e interpretar los resultados que se obtuvieron de las diversas mediciones realizadas y anotadas en los instrumentos de recolección de datos, se da por cumplido el objetivo de la investigación que fue determinar el rendimiento del aserrío de *Eucalyptus deglupta* Blume, así como la calidad de madera aserrada, usando sierra de cinta. Se menciona que la metodología establecida para llevar a cabo la investigación fue la más apropiada porque permitió cumplir con lo planificado; en cuanto al muestreo, la determinación del número de trozas de manera probabilística, y no por conveniencia, permitió garantizar la objetividad y validez de la inferencia de los resultados a la población.

En cuanto al número de trozas, se trabajó con 20 trozas de la especie, con diámetros que van desde los 0,27 m, hasta los 0,38 m, el largo de las trozas fue generalmente de 7 pies nominales. Valores similares empleó Figueiredo et al. (2020), en su estudio de evaluación del

rendimiento de la madera aserrada y la calidad de los tableros después del secado de *Tectona grandis*, usó 16 troncos con diámetros entre 28 y 47 cm. Sin embargo, Casagrande et al. (2019) en su estudio de evaluación del rendimiento de madera aserrada de dos especies, usó 12 muestras por especie. Asimismo, Verediana et al. (2019) en su estudio de evaluación de la calidad de la madera aserrada de cinco especies de Eucalipto, de 18 años de edad, dividió en clases de diámetro entre 20,1 a 25,0 cm; 25,1 a 30,0 cm y mayor a 30,0 cm; los resultados obtenidos indicaron que el diámetro de los troncos tuvo poca influencia en la calidad de la madera. Sulca (2021) analizó el rendimiento del proceso de aserrío y la calidad de las piezas aserradas, de la especie *Pinus tecunumanii* en base a la norma INTEC C99:2014, para ello trabajó con un total de 90 trozas de pino, seleccionadas mediante un pre-muestreo de 30 trozas; por otro lado. Osco (2020) analizó el rendimiento del proceso de aserrío de *Brosimum alicastrum*, trabajó con 31 trozas utilizó un diseño no experimental de corte transversal, la población fue 487 árboles y la muestra fue 31 trozas. Valores muy similares obtuvo Ramírez (2019), determinó el rendimiento de aserrío de *Copaifera reticulata* Ducke y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, para ello, se optó por seleccionar 30 trozas al azar de cada uno de las dos especies como muestra; además, las trozas de ambas especies se dividieron en dos categorías, A y B, según su calidad. Por otro lado, Guevara (2020) evaluó el rendimiento del aserrío y la calidad de madera aserrada de *Eucalyptus saligna* Smith, para ello se utilizó árboles de 8 años de edad, se realizó un censo comercial de árboles, cuyos datos se utilizaron para crear una tabla que clasificaba a los árboles en clases diamétricas con una amplitud de 5 centímetros, Se seleccionaron árboles de acuerdo con las pautas establecidas en la norma NTP 251-008.

En cuanto a la cubicación y clasificación de las trozas por su calidad, se obtuvo que solo el 12,50 % de las trozas, presentan características óptimas para su aserrío, teniendo un rendimiento de aprovechamiento promedio; esto se debe sobre todo a que la madera que se evaluó se encontraba en un estado joven, y el árbol aún no se ha desarrollado completamente; el diámetro pequeño de las trozas, trae consigo como consecuencia muchas más dificultades y defectos para su procesamiento en aserrío.

En cuanto a la madera aserrada, se obtuvo un alto valor de madera comercial, y un porcentaje bajo de madera de recuperación, esto se debe principalmente al diámetro pequeño de las trozas. Valores muy similares obtuvo Casagrande et al. (2019), quien en su investigación obtuvo una recuperación de solo el 4,4 % para una especie y 6,52 % para otra, el investigador, también atribuye a los diámetros pequeños de las especies estudiadas, el bajo

porcentaje de recuperación. Por otro lado, Osco (2020), en su investigación obtuvo como resultado un 2,1 % en la categoría de recuperación larga angosta (LA), y un 0,17 % en la categoría de recuperación corta (CO). Mientras que, Guevara (2020) realizó una investigación y obtuvo como resultado que el rendimiento de aprovechamiento y coeficiente de pérdida fueron del 70,67 % y 29,32 % respectivamente, superando lo estipulado oficialmente; además, se logró un rendimiento de aserrín del 4,00 % y un 22,94 % de residuos.

En cuanto a su rendimiento de aserrío se obtuvo un valor de 63,70 %, siendo superior al valor que establece la resolución de Dirección Ejecutiva N° D000259-2024-MIDAGRI-SERFOR-DE con un valor de 56 %. Este valor relativamente alto se debe a uso de la sierra cinta en el aserrado, ya que tiene un espesor de corte de 2 mm; produciendo un volumen bajo de aserrín o viruta, generando un menor porcentaje de desperdicios o residuos. El valor del rendimiento de aserrío, encuentra una similitud con los valores obtenidos por otros investigadores como Tomio et al. (2021), quien realizó una investigación en *Eucalyptus benthamii*, obtuvo el rendimiento de aserrío promedio de 54,76 % y la calidad de madera aserrada fueron clasificados en su mayor parte en las clases 4 y 5, según parámetros de la NBR 14806; Figueiredo et al. (2020) en *Tectona grandis* obtuvo un rendimiento de madera aserrada promedio de 48,02 % según el método aserrado tangencial paralelo al eje y 51,55 % para el método aserrado tangencial paralelo a la corteza; Guallpa et al. (2019) obtuvo un rendimiento de aserrío promedio de 48,84 % con sierra cinta y 27,74 % con sierra circular en la especie *Eucalyptus globulus*; valores muy similares obtuvo Casagrande et al. (2019) con un rendimiento de aserrío promedio de 43,97 % en la especie *Qualea paraensis* y para *Erisma uncinatum* de 42,05 % promedio. Por otro lado, Ramírez (2019) determinaron el rendimiento de aserrío de *Copaifera reticulata* Ducke y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, para *Copaifera reticulata* Ducke se obtuvo un rendimiento promedio de aserrío del 42,20 % y en el caso de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn con un rendimiento promedio de aserrío del 45,40 %. Por su lado, Guevara (2020) realizó una investigación en *Eucalyptus saligna* Smith, obtuvo como rendimiento de aserrín del 4,00 % y un 22,94 % de residuos.

En cuanto a la calidad de la madera en las evaluaciones realizadas, se obtuvo que un poco más de la mitad (52,33 %) se encuentran en la calidad de grado superior que viene a ser el mejor grado de calidad de madera aserrada, el resto de los cuartones evaluados tuvieron una calidad de grado extra y una calidad de grado estándar 1 principalmente; asimismo, la humedad de equilibrio higroscópico fue de 12,98 % alcanzado a los dos meses de evaluación.

Tomio et al. (2021) en su investigación obtuvo que las piezas de madera aserradas fueron clasificados, en su mayor parte, en las clases 4 y 5, según parámetros de la NBR 14806 (ABNT, 2002). Por otro lado, Figueiredo et al. (2020) en su estudio realizado encontró que el único defecto encontrado durante el aserrado y secado fue la presencia de grietas en la madera, sin diferencia significativa entre los métodos evaluados. Mientras que Verediana et al. (2019) en su estudio ejecutado menciona que los resultados obtenidos indicaron que el diámetro de los troncos tuvo poca influencia en la calidad de la madera, el proceso de secado incrementó las intensidades de agrietamiento y arqueamiento. Sulca (2021) desarrolló una investigación en base a la norma INTEC C99:2014, y obtuvo como resultado tres categorías de calidad para la madera aserrada, con tasas de rendimiento del 13,7 % para la calidad uno, 29,4 % para la calidad dos y 7,8 % para la calidad tres. Guevara (2020) realizó una investigación y obtuvo como resultado que los cuarterones obtenidos mostraron dimensiones adecuadas y cumplían con los estándares de una calidad Grado Superior, según la norma NTP 251.037.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se determinó los parámetros dasométricos de las plantaciones inventariadas, encontrándose que en promedio los árboles de la plantación tuvieron una altura total de 18,76 m, altura de fuste de 11,71 m, diámetro a la altura del pecho de 0,35 m; así mismo, se determinó que la plantación tuvo un IMA del diámetro a la altura del pecho de 2,65 cm/año.

Se calculó el rendimiento de aserrío de *Eucalyptus deglupta* Blume utilizando sierra cinta, obteniéndose 63,70 % en promedio, el mismo que es superior a lo establecido oficialmente, de 56,00 %. La producción de desperdicios tuvo un promedio de 31,73 % y, la producción de aserrín fue de 4,57 %.

Se determinó la calidad de la madera aserrada de *Eucalyptus deglupta* Blume, encontrándose que el 52,39 % de cuarterones tiene calidad Grado Superior, seguido por un 25,99 % con Grado extra de calidad. El secado natural en castillos horizontales fue favorable para la madera aserrada, llegando a 12,98 % de humedad de equilibrio higroscópico en dos meses.

## 5.2. Recomendaciones

Los tesisistas y docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca desarrollar investigaciones sobre el aprovechamiento de plantaciones agroforestales de *Eucalyptus deglupta* Blume, según la edad de la plantación y parámetros dasométricos, con la finalidad de tener una mejor calidad de la madera aserrada.

La industria del aserrío debe tecnificarse a través de la utilización de la sierra de cinta para la transformación de trozas, con la finalidad de obtener un mayor rendimiento en el aserrío de la madera rolliza, optimizando la rentabilidad de la inversión realizada.

Realizar investigación sobre las mejores formas y métodos de corte de la troza proveniente de plantaciones; así como, en los mantenimientos preventivos de rutina, a las máquinas del aserradero para maximizar el rendimiento del aserrío de la madera rolliza.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Sobrados, R., Cárdenas Salazar, H., Gutierrez Tejada, G. R., & Huamanyauri 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 SAC*. Universidad ESAN.  
[https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1631/2019\\_MAAA\\_17-3\\_01\\_T.pdf](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1631/2019_MAAA_17-3_01_T.pdf)
- Arreaga, J. (2007). Rendimiento en la Transformación de madera en rollo a madera aserrada de la especie *Swietenia macrophylla* (Caoba). [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_0952.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0952.pdf)
- Arellano Guere, M. E. (2019). *Control de calidad dimensional de madera aserrada en el aserradero Hammer S.A.C. San Ramón*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo, Perú: Repositorio Institucional UNCP.  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6015/T010\\_71214515\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6015/T010_71214515_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Arzapalo Huancas, S. H. (2020). *Diagnóstico socioeconómico y técnico de los aserraderos en la localidad de Jaén - Cajamarca 2018*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. Jaén, Perú: Repositorio Institucional UNC.  
<http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4127/Hernan%20Arzapal.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Casagrande Stragliotto, M., Costa Oliveira, A., Corradi Pereira, B. L., & Melo Freitas, J. (2019). Yield in sawn wood and residue utilization of *Qualea paraensis* Ducke and *Erismia uncinatum* warm. *Floresta*, 2, 257 - 266.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2019). *Eucalipto arco iris (Eucalyptus deglupta)*. Costa Rica. <http://bsf.catie.ac.cr/listing/eucalipto-arco-iris-eucalyptus-deglupta-3255734025.html>

- Chávez Ramírez, G. d. (2021). *Determinación del rendimiento volumétrico de madera aserrada de Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb. del centro de acopio San Eloy, Rocafuerte*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Jipijapa, Manabí, Ecuador: Repositorio Digital UNESUM.  
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2990/1/TESIS%20GEMA%20CHAVEZ-signed%20%281%29.pdf>
- Ecuador Forestal. (2015). *Eucalipto arcoíris*. <https://ecuadorforestal.org/actualidad-forestal/eucalipto-arcoiris/>
- Figueiredo do Carmo, J., Della Justina do Carmo, F. H., Carneiro de Miranda, D. L., Volpato, M., & Teixeira, K. T. (2020). Influência do desdobro tangencial no rendimento e na qualidade da madeira de *Tectona grandis* L. f. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 3(2), 808 - 814.
- Fregoso-Madueño, J.N., Goche-Télles, J.R., Rutiaga-Quiñones, J.G., González-Laredo, R.F., Bocanegra-Salazar, M., & Chávez-Simental, J.A. (2017). Alternative uses of sawmill industry waste. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 23 (2): 243-260. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-40182017000200243&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-40182017000200243&lng=es&nrm=iso&tlng=en)
- García, L., Palacios, P. (2002). *La madera y su tecnología*. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Multiprensa. AITIM. Madrid, España. 322 p.
- Guallpa, M., Suatunce, J., & Canchignia, H. (2019). Tiempos y rendimiento en el proceso de aserrado de *Eucalyptus globulus* Labill, con sierra circular y de cinta. *Enfoque UTE*, 10(2), 126 -143. [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422019000200126&script=sci\\_arttext](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422019000200126&script=sci_arttext)
- Guevara Ramírez, J. S. (2020). *Rendimiento y calidad de madera de Eucalyptus saligna Smith al aserrío con sierra de cinta, Jaén 2018*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. Jaén, Perú: Repositorio Intsitucional UNC.  
[http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4401/T016\\_44239001\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4401/T016_44239001_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Ministerio de Ambiente y Agricultura. (2011). *Producción de madera aserrada*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Ministerio de la Producción. (2015). *Industria de la Madera. Estudio de investigación sectorial*. Dirección de Estudios Económicos de MYPE e Industria, Dirección General de Estudios Económicos, Evaluación y Competitividad Territorial. Lima, Perú: NANUK E.I.R.L. <https://ogeiee.produce.gob.pe/images/oeec/Doc/madera.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Perú (MINCETUR). (2005). *Manual de buenas prácticas de manufactura para la industria de aserrío*. [http://www.mincetur.gob.pe/comercio/otros/Penx/estudios/dimensionamiento\\_clasificación\\_visual\\_final\\_mbp.pdf](http://www.mincetur.gob.pe/comercio/otros/Penx/estudios/dimensionamiento_clasificación_visual_final_mbp.pdf).
- MINCETUR, INACAL. (2005). Normas Técnicas Peruanas de Madera. [Chttps://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/prensa/files/MADERA.pdf](https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/prensa/files/MADERA.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). *La industria de la madera en el Perú: Identificación de las barreras y oportunidades para el comercio interno de productos responsables de madera, provenientes de fuentes sostenibles y legales, en las MIPYMEs del Perú*. Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), CITE MADERA. <https://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>
- Oscó Mallqui, S. (2020). *Rendimiento en aserrío de Brosimum alicastrum en el aserradero y servicios "La Torre" E.I.R.L., Pichanaki – Junín*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Huancayo, Perú: Repositorio Institucional UNCP. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6990/T010\\_47255287\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6990/T010_47255287_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pereira, I. M., De Paula Silva, D. H., Coneglian, A., Borges dos Santos, T. E., & Torreão Interamense, M. (2021). Desenvolvimento inicial de eucalipto arco íris (*Eucalyptus deglupta* Blume) sob diferentes adubações com macronutrientes. *Revista de Biotecnologia & Ciência*, 10(1), 20 - 28.
- Pérez-Flores, D., & Castro-Marín, G. (2021). Coeficiente de aserrío en la transformación de madera proveniente de *Pinus oocarpa* Schiede, en seis aserraderos de Nueva Segovia

y Estelí, Nicaragua. *La Calera*, 21(32).

<https://lacialera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/453/712>

Portella Flores, C. J. (2019). *Rendimiento en aserrío de Couratari guianensis y Tabebuia serratifolia en la empresa Forestal Otorongo SAC, Madre de Dios*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima, Perú: Repositorio Institucional UNALM.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4950/portella-flores-camelia-jadira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quintanar, O. (2002). *Características, propiedades y procesos de transformación de la madera de los encinos de México*. Libro Técnico N° 2. INIFAP-CIRCE-C. E. San Martinito-Tlahuapan, Puebla. 195 p.

Ramirez Correa, D. I. (2019). *Rendimiento de aserrío de copaiba (Copaifera reticulata Ducke) y lupuna (Ceiba pentandra (L.) Gaertn) en Tahuamanu - Madre de Dios*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias. Jaén, Perú: Repositorio Institucional UNC.

[https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3184/T016\\_76451049\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3184/T016_76451049_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR ). (2015). *Anuario Forestal Nacional 2015*. Ministerio de Agricultura y Riego.

<https://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/518>

Sulca Gamboa, K. A. (2021). *Estudio de calidad y rendimiento de la madera rolliza a aserrada para Pino tecunumani (Pinus tecunumanii Eguluz & Perry) de la zona de Oxapampa - Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales. Lima, Perú: Repositorio Institucional UNALM.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4831/sulca-gamboa-kevin-alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tomio, G. F., Cunha, A. B., Brand, M. A., & Córdova, U. A. (2021). Rendimento e qualidade da madeira de Eucalyptus benthamii Maiden et Cambage de rotação longa no processo de desdobro. *Scientia Forestalis*, 49(132), 1 - 11.

<https://www.researchgate.net/profile/Martha-Brand->

2/publication/356692082\_Rendimento\_e\_qualidade\_da\_madeira\_de\_Eucalyptus\_benthamii\_Maiden\_et\_Cambage\_de\_rotacao\_longa\_no\_processo\_de\_desdobro/links/62b5d17a6ec05339cca01792/Rendimento-e-qualidade-da-madeira

Torres Díaz, L. (2019). *Rendimiento de madera aserrada y efecto de su calidad en tres aserraderos del estado de Hidalgo, México*. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Chapingo, México: Repositorio Institucional UACH. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/0756276f-9573-4772-92c3-6b58b2995b7c/content>

www. Tropicos.org. (2023). *Eucalyptus deglupta Blume*. Missouri Botanical Garden. Trópicos: <https://www.tropicos.org/name/22107329>

Verediana Müller, B., Pereira da Rocha, M., Klitzke, R. J., Bayestorff da Cunha, A., Moreira da Silva, J. R., França, M. C., & Nicoletti, M. F. (2019). Qualidade da madeira serrada de cinco espécies de *Eucalyptus* resistentes à geada. *Ciência da Madeira*, 10(1), 57-70. <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/cienciadamadeira/article/view/13127>

Vignote, S., Martínez, I. (2006). *Tecnología de la madera. Tecnología del corte de la madera*. 3 ed. Madrid, España, Mundi Prensa. 687 p.

## CAPÍTULO VII

### ANEXO

#### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo es el rendimiento y calidad de madera de <i>Eucalyptus deglupta</i> Blume al aserrío con sierra de cinta, Jaén 2023?</p>	<p><b>Objetivos General</b></p> <p>Determinar el rendimiento y calidad de madera de <i>Eucalyptus deglupta</i> Blume al aserrío con sierra de cinta, Jaén 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Determinar los parámetros dasométricos de la plantación de <i>Eucalyptus deglupta</i> Blume</p> <p>Calcular el rendimiento del aserrío de la madera de <i>Eucalyptus deglupta</i> Blume empleando la sierra cinta</p> <p>Determinar la calidad de la madera aserrada pre y post secado natural</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El rendimiento de madera de <i>Eucalyptus Deglupta</i> Blume utilizando sierra cinta supera al rendimiento oficial, y la calidad de la madera aserrada después del secado es Estándar 1 (E1).</p>	<p>Rendimiento del aserrío</p> <p>Calidad de la madera</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada, descriptiva</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Población:</b> trozas de los árboles de <i>Eucalyptus deglupta</i> Blume con DAP <math>\geq 0.30</math> m, del centro poblado de Pachia.</p> <p><b>Muestra:</b> 10 trozas de <i>Eucalyptus deglupta</i> Blume, muestreo no probabilístico de acuerdo a NTP 250.008</p>

**Anexo 2. Datos del censo comercial realizado a la plantación agroforestal de *eucalyptus deglupta* blume**

Nº	Código	Especie	CAP (m)	DAP (m)	HT (m)	HC (m)	AB (m <sup>2</sup> )	VOL (m <sup>3</sup> )	Este	Norte	Altitud	Observación	IMA (cm DAP/año)
1	A-01	Eucalyptus	1,27	0,40	15	11	0,1284	1,087	710434	9408286	1043		3,11
2	A-02	Eucalyptus	1,3	0,41	14	12	0,1345	1,243	710435	9408282	1042		3,18
3	A-03	Eucalyptus	0,52	0,17	9	7	0,0215	0,116	710436	9408286	1042	C	1,27
4	A-04	Eucalyptus	0,61	0,19	22	8	0,0296	0,182	710439	9408288	1044		1,49
5	A-05	Eucalyptus	1,35	0,43	20	13	0,1450	1,452	710442	9408285	1047		3,31
6	A-06	Eucalyptus	0,58	0,18	15	10	0,0268	0,206	710446	9408285	1048		1,42
7	A-07	Eucalyptus	0,79	0,25	14	7	0,0497	0,268	710447	9408293	1049		1,93
8	A-08	Eucalyptus	1,92	0,61	18	16	0,2934	3,614	710447	9408294	1051		4,70
9	A-09	Eucalyptus	0,88	0,28	12	7	0,0616	0,332	710457	9408294	1055		2,15
10	A-10	Eucalyptus	1,72	0,55	22	13	0,2354	2,357	710454	9408291	1054		4,21
11	A-11	Eucalyptus	1,44	0,46	25	19	0,1650	2,414	710451	9408282	1051		3,53
12	A-12	Eucalyptus	0,89	0,28	24	10	0,0630	0,485	710455	9408284	1051	C	2,18
13	A-13	Eucalyptus	0,74	0,24	14	7	0,0436	0,235	710446	9408274	1048		1,81
14	A-14	Eucalyptus	0,82	0,26	18	13	0,0535	0,536	710447	9408267	1048		2,01
15	A-15	Eucalyptus	0,76	0,24	23	19	0,0460	0,672	710454	9408276	1051	B	1,86
16	A-16	Eucalyptus	0,75	0,24	18	15	0,0448	0,517	710463	9408286	1057		1,84
17	A-17	Eucalyptus	1,63	0,52	22	11	0,2114	1,791	710468	9408281	1060		3,99
18	A-18	Eucalyptus	1,56	0,50	24	15	0,1937	2,237	710460	9408275	1057	B	3,82
19	A-19	Eucalyptus	1,44	0,46	25	21	0,1650	2,668	710457	9408271	1054		3,53
20	A-20	Eucalyptus	0,84	0,27	25	14	0,0561	0,605	710461	9408273	1055	T	2,06
21	A-21	Eucalyptus	0,62	0,20	15	10	0,0306	0,236	710459	9408264	1055	T	1,52
22	A-22	Eucalyptus	0,62	0,20	15	8	0,0306	0,188	710464	9408265	1057	T	1,52
23	A-23	Eucalyptus	0,68	0,22	18	13	0,0368	0,368	710464	9408264	1057		1,67
24	A-24	Eucalyptus	0,68	0,22	16	13	0,0368	0,368	710461	9408260	1057		1,67
25	A-25	Eucalyptus	1,41	0,45	21	17	0,1582	2,071	710466	9408261	1059		3,45

26	A-26	Eucalyptus	0,76	0,24	20	12	0,0460	0,425	710457	9408266	1056	B	1,86
27	A-27	Eucalyptus	1,55	0,49	23	14	0,1912	2,061	710464	9408266	1058		3,80
28	A-28	Eucalyptus	1,44	0,46	20	12	0,1650	1,525	710475	9408270	1064		3,53
29	A-29	Eucalyptus	1,26	0,40	21	17	0,1263	1,654	710477	9408264	1064	C	3,09
30	A-30	Eucalyptus	1,6	0,51	25	17	0,2037	2,667	710481	9408257	1064		3,92
31	A-31	Eucalyptus	0,79	0,25	23	18	0,0497	0,688	710477	9408257	1063		1,93
32	A-32	Eucalyptus	1,45	0,46	22	13	0,1673	1,675	710477	9408255	1061		3,55
33	A-33	Eucalyptus	0,75	0,24	22	14	0,0448	0,483	710474	9408259	1062		1,84
34	A-34	Eucalyptus	1,36	0,43	26	20	0,1472	2,267	710469	9408257	1059	T	3,33
35	A-35	Eucalyptus	1,32	0,42	20	13	0,1387	1,388	710471	9408246	1058		3,23
36	A-36	Eucalyptus	0,58	0,18	14	5	0,0268	0,103	710468	9408248	1058		1,42
37	A-37	Eucalyptus	0,84	0,27	20	12	0,0561	0,519	710468	9408253	1058		2,06
38	A-38	Eucalyptus	0,68	0,22	18	11	0,0368	0,312	710464	9408250	1057		1,67
39	A-39	Eucalyptus	0,7	0,22	20	15	0,0390	0,450	710471	9408263	1059		1,71
40	A-40	Eucalyptus	1,29	0,41	18	11	0,1324	1,122	710462	9408248	1054		3,16
41	A-41	Eucalyptus	0,98	0,31	15	10	0,0764	0,588	710460	9408247	1054		2,40
42	A-42	Eucalyptus	1,22	0,39	20	10	0,1184	0,912	710461	9408248	1054		2,99
43	A-43	Eucalyptus	0,87	0,28	17	11	0,0602	0,510	710455	9408245	1050		2,13
44	A-44	Eucalyptus	0,96	0,31	15	9	0,0733	0,508	710451	9408245	1050		2,35
45	A-45	Eucalyptus	0,62	0,20	17	11	0,0306	0,259	710453	9408249	1051		1,52
46	A-46	Eucalyptus	0,76	0,24	14	9	0,0460	0,319	710451	9408247	1049		1,86
47	A-47	Eucalyptus	0,83	0,26	15	9	0,0548	0,380	710451	9408251	1048	C	2,03
48	A-48	Eucalyptus	0,47	0,15	13	8	0,0176	0,108	710454	9408252	1049		1,15
49	A-49	Eucalyptus	0,88	0,28	12	8	0,0616	0,380	710452	9408254	1049		2,15
50	A-50	Eucalyptus	0,79	0,25	16	11	0,0497	0,421	710452	9408256	1049		1,93
51	A-51	Eucalyptus	1,27	0,40	25	20	0,1284	1,977	710456	9408255	1050		3,11
52	A-52	Eucalyptus	0,85	0,27	15	9	0,0575	0,398	710448	9408257	1049		2,08
53	A-53	Eucalyptus	0,55	0,18	12	7	0,0241	0,130	710452	9408260	1049		1,35
54	A-54	Eucalyptus	1,13	0,36	20	10	0,1018	0,784	710795	9408112	1068		2,77

55	A-55	Eucalyptus	1,16	0,38	20	10	0,1134	0,873	710792	9408108	1061		2,92
56	A-56	Eucalyptus	1,5	0,48	25	15	0,1790	2,068	710792	9408111	1060		3,67
57	A-57	Eucalyptus	0,7	0,22	15	11	0,0390	0,330	710784	9408112	1066		1,71
58	A-58	Eucalyptus	1,31	0,42	23	6	0,1366	0,631	710778	9408115	1066		3,21
59	A-59	Eucalyptus	1,45	0,46	20	13	0,1673	1,675	710769	9408112	1065		3,55
60	A-60	Eucalyptus	0,87	0,28	18	10	0,0602	0,464	710766	9408112	1066		2,13
61	A-61	Eucalyptus	1,42	0,45	15	9	0,1605	1,112	710762	9408111	1066		3,48
62	A-62	Eucalyptus	0,94	0,30	19	18	0,0703	0,975	710766	9408118	1070		2,30
63	A-63	Eucalyptus	1,98	0,63	17	6	0,3120	1,441	710760	9408125	1073		4,85
64	A-64	Eucalyptus	1,33	0,42	16	9	0,1408	0,975	710767	9408135	1077		3,26
65	A-65	Eucalyptus	1,5	0,48	20	5	0,1790	0,689	710793	9408138	1080		3,67
66	A-66	Eucalyptus	1,86	0,59	21	10	0,2753	2,120	710792	9408128	1076		4,55
67	A-67	Eucalyptus	1,65	0,53	20	10	0,2166	1,668	710792	9408125	1073		4,04
68	A-68	Eucalyptus	1,41	0,45	20	13	0,1582	1,584	710787	9408122	1075		3,45
69	A-69	Eucalyptus	1,16	0,37	20	10	0,1075	0,828	710781	9408118	1074		2,85
70	A-70	Eucalyptus	1,19	0,38	22	10	0,1134	0,873	710775	9408120	1072		2,92
<b>Total</b>							<b>3,8994</b>	<b>42,464</b>				<b>Promedio</b>	<b>2,57</b>
<b>Promedio</b>			<b>0,345</b>	<b>18,757</b>	<b>11,714</b>	<b>0,105</b>	<b>0,994</b>						<b>2,653</b>
<b>Mínimo</b>			<b>0,150</b>	<b>9,000</b>	<b>5,000</b>	<b>0,018</b>	<b>0,103</b>						<b>1,151</b>
<b>Máximo</b>			<b>0,630</b>	<b>26,000</b>	<b>21,000</b>	<b>0,312</b>	<b>3,614</b>						<b>4,848</b>

**Nota:**

C Curvatura de fuste

T Torcedura de fuste

I Inclinado

B Bifurcado

S Suprimido

A Agallas

### Anexo 3. Matriz para clasificar madera aserrada tropical por grados de calidad en el Perú

Requisitos		Grado Superior	Grado Extra	Grado Estándar 1	Grado Estándar 2	Grado Estándar 3
Tamaño mínimo de pieza	Ancho (A)	6"	6"	4"	4"	3"
	Largo (B)	8'	6'	6'	6'	6'
Tamaño mínimo de cortes rendimiento	Medida (C)	4" x 5' ò 3" x 7'	La mejor cara califica como grado Superior	4" x 2' ó 3" x 3'	3" x 2'	3" x 2'
	% (D)	83 1/3 (10/12)		66 2/3 8/12	50 6/12	33 1/3 4/12
Rendimiento Básico	Nº Unidades de corte limpio (UCL) (E)	ST x 10	La cara pobre califica como grado Estándar 1	ST x 8	ST x 6	ST x 4
Número de cortes de rendimiento por pieza	Numero de cortes. (F)	<u>ST</u> 4		<u>ST + 1</u> 3	<u>ST</u> 2	Ilimitados
	Numero Max de cortes (G)	4	5	7	-----	
Superficie Total necesaria para corte extra	ST (H)	6 – 15'	3 – 10' ST	2 -7 ' ST	-----	
Rendimiento por corte extra	% (I)	91 2/3 (11/12)	75 9/12	66 2/3 8/12	----	
	Nº Unidades de corte limpio (UCL) (J)	ST x 11	ST x 9	ST x 8	----	
Madera podrida, perforaciones con insectos vivos, anillos quebradizos (K)	No permitido		No permitido	No permitido	No permitido	
Corazón (L)	Se admite si su longitud no excede en pulgadas la ST.		No se admite si excede la	No existe restricción. Debe estar fuera de corte limpio	No existe restricción.	

		mitad del largo de la tabla		Debe estar fuera de corte limpio
Madera torcida (M)	No permitida	No permitida	No permitida	No permitida
Abarquillado complejo (N)	No permitido	No permitido	No permitido	No permitido
Albura en una cara y un borde (O)	Albura sana se permite si no excede el 10 % del ancho de la cara. No admitida en cortes limpios.	No debe exceder el 20 % del ancho de la cara	No debe exceder el 25 % del ancho de la cara. Albura sana y descolorida se acepta.	Acepta albura sana y descolorida sin restricción.
Arista faltante (P)	Se admite si en los bordes no excede en pies, la mitad de la longitud de la pieza.	Permitida en una cara en forma ilimitada si la tabla contiene las UCL requeridas.	Permitida en una cara si la tabla contiene las Unidades de corte requeridas	Es permitida en las dos caras si la tabla contiene las unidades de corte requeridas.
Rajaduras (Q)	Se admite si no excede en pulgadas el doble de la ST. No se permiten en los cortes limpios	Permitida siempre que la tabla contenga las UCL requeridas. No se permiten rajaduras por compresión	Permitida siempre que la tabla contenga las UCL requeridas.	-----
Nudos (Suma de Diámetros) (R)	No debe exceder en pulgadas de 1/3 de la ST.	Permitido si no excede 1/3 del ancho de la tabla	Permitidos siempre que la tabla contenga las UCL requeridas	-----

#### Anexo 4. Evaluación de la calidad de la madera aserrada

Código	Nº Rajaduras	Medición Inicial	Medición final	Observación
A54-1-1	0	0	0	Sin defectos
A54-1-2	0	0	0	Sin defectos
A54-1-3	2	14,5/15	15/13,2	Grieta
A54-1-4	2	14,3/19	28/62,39	Insecto
A54-1-5	2	33/10	92,5/24	Insecto
A54-1-6	2	15/157	35/165	Insecto
A54-2-1	1	11,2	25	Grieta
A54-2-2	1	26	35	Grieta
A54-2-3	2	91/25	100/60	Grieta
A54-2-4	1	14	30	Grieta
A54-2-5	2	81/52	88/56	Grieta
A54-3-1	0	0	0	Sin defectos
A54-3-2	0	0	0	Sin defectos
A54-3-3	2	16,5/14	26/20	Grieta
A54-3-4	2	19/14	35/27	Grieta
A54-3-5	2	15.	29/18.	Grieta
A54-4-1				
A54-4-2	2	11/7.	15/15	Grieta
A54-4-3	2	16/19	20/32	Grieta
A54-4-4	1	11	20	Grieta
A55-1-1	0	0	0	Sin defectos
A55-1-2	0	0	0	Sin defectos
A55-1-3	0	0	0	Sin defectos
A55-1-4	0	0	0	Sin defectos
A55-1-5	0	0	0	Sin defectos
A55-1-6	2	157/24	165/28	Insecto
A55-1-7	1	140	180	Insecto
A55-1-8	0	0	0	Sin defectos
A55-2-1	0	0	0	Sin defectos
A55-2-2	0	0	0	Sin defectos
A55-2-3	0	0	0	Sin defectos
A55-2-4	0	0	0	Sin defectos
A55-2-5	2	14,5/15	23,5/15,5	Insecto
A55-2-6	2	14,5/16	32/31	Grieta
A55-2-7	1	8	22	Grieta
A55-2-8	1	9	26	Insecto
A55-3-1	1	5	20	Grieta
A55-3-2	0	0	0	Sin defectos
A55-3-3	1	10	27	Grieta
A55-3-4	2	50/139	72/148	Grieta
A55-3-5	1	32	34,5	Grieta
A55-3-6	2	112,5/55	186/70	Grieta
A55-4-1	1	7	13	Grieta

A55-4-2	0	0	0	Sin defectos
A55-4-3	1	9	10	Grieta
A55-4-4	1	16	22	Grieta
A55-4-5	2	14	17,5	Grieta
A55-4-6	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-1	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-2	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-3	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-4	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-5	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-6	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-7	0	0	0	Sin defectos
A61- 1-8	0	0	0	Sin defectos
A61-2-1	0	0	0	Sin defectos
A61-2-2	0	0	0	Sin defectos
A61-2-3	0	0	0	Sin defectos
A61-2-4	0	0	0	Sin defectos
A61-2-5	0	0	0	Sin defectos
A61-2-6	0	0	0	Sin defectos
A61-3-1	0	0	0	Sin defectos
A61-3-2	0	0	0	Sin defectos
A61-3-3	0	0	0	Sin defectos
A61-3-4	0	0	0	Sin defectos
A61-3-5	0	0	0	Sin defectos
A61-3-6	0	0	0	Sin defectos
A61-4-1	0	0	0	Sin defectos
A61-4-2	0	0	0	Sin defectos
A61-4-3	0	0	0	Sin defectos
A61-4-4	0	0	0	Sin defectos
A61-4-5	0	0	0	Sin defectos
A61-4-6	0	0	0	Sin defectos
A69-1-1	0	0	0	Sin defectos
A69-1-2	0	0	0	Sin defectos
A69-1-3	0	0	0	Sin defectos
A69-1-4	0	0	0	Sin defectos
A69-1-5	0	0	0	Sin defectos
A69-2-1	0	0	0	Sin defectos
A69-2-2	0	0	0	Sin defectos
A69-2-3	0	0	0	Sin defectos
A69-2-4	0	0	0	Sin defectos
A69-2-5	0	0	0	Sin defectos
A69-2-6	0	0	0	Sin defectos
A69-3-1	0	0	0	Sin defectos
A69-3-2	0	0	0	Sin defectos
A69-3-3	0	0	0	Sin defectos
A69-3-4	0	0	0	Sin defectos
A69-3-5	0	0	0	Sin defectos
A69-4-1	0	0	0	Sin defectos

A69-4-2	0	0	0	Sin defectos
A69-4-3	0	0	0	Sin defectos
A69-4-4	0	0	0	Sin defectos
A70-1-1	0	0	0	Sin defectos
A70-1-2	0	0	0	Sin defectos
A70-1-3	0	0	0	Sin defectos
A70-1-4	0	0	0	Sin defectos
A70-1-5	0	0	0	Sin defectos
A70-2-1	0	0	0	Sin defectos
A70-2-2	0	0	0	Sin defectos
A70-2-3	0	0	0	Sin defectos
A70-2-4	0	0	0	Sin defectos
A70-2-5	0	0	0	Sin defectos
A70-3-1	0	0	0	Sin defectos
A70-3-2	0	0	0	Sin defectos
A70-3-3	0	0	0	Sin defectos
A70-3-4	0	0	0	Sin defectos
A70-3-5	0	0	0	Sin defectos
A70-3-6	0	0	0	Sin defectos
A70-4-1	0	0	0	Sin defectos
A70-4-2	0	0	0	Sin defectos
A70-4-3	0	0	0	Sin defectos
A70-4-4	0	0	0	Sin defectos
A70-4-5	0	0	0	Sin defectos

**Anexo 5. Volumen de trozas obtenidas del aprovechamiento de los árboles seleccionados**

N°	Código árbol	Código troza	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Largo (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Observación
1	A 54	A 54-01	0,360	0,310	2,15	0,1895	
2		A 54-02	0,310	0,300	2,22	0,1622	
3		A 54-03	0,300	0,270	2,15	0,1372	
4		A 54-04	0,270	0,260	2,20	0,1213	
<b>TOTAL ÁRBOL A-54 APROVECHADO</b>						<b>0,6102</b>	
1	A 55	A 55-01	0,380	0,350	2,15	0,2250	
2		A 55-02	0,340	0,330	2,13	0,1877	
3		A 55-03	0,330	0,320	2,16	0,1792	
4		A 55-04	0,320	0,310	2,17	0,1691	
<b>TOTAL ÁRBOL A-55 APROVECHADO</b>						<b>0,7610</b>	
1	A 61	A 61-01	0,370	0,330	2,15	0,2069	
2		A 61-02	0,330	0,310	2,18	0,1753	
3		A 61-03	0,310	0,300	2,16	0,1578	
4		A 61-04	0,300	0,290	2,19	0,1497	
<b>TOTAL ÁRBOL A-61 APROVECHADO</b>						<b>0,6897</b>	
1	A 69	A 69-01	0,370	0,330	2,15	0,2069	
2		A 69-02	0,340	0,320	2,21	0,1890	
3		A 69-03	0,320	0,290	2,18	0,1593	
4		A 69-04	0,300	0,280	2,17	0,1433	
<b>TOTAL ÁRBOL A-69 APROVECHADO</b>						<b>0,6985</b>	
1	A 70	A 70-01	0,370	0,330	2,15	0,2069	
2		A 70-02	0,330	0,310	2,19	0,1757	
3		A 70-03	0,320	0,290	2,17	0,1585	
4		A 70-04	0,300	0,270	2,20	0,1403	
<b>TOTAL ÁRBOL A-70 APROVECHADO</b>						<b>0,6815</b>	
<b>VOLUMEN TOTAL APROVECHADO</b>						<b>3,4408</b>	

**Anexo 6. Volumen de los cuartones obtenidos del aserío de las trozas producidas**

N°	CÓDIGO TROZA	VOLUMEN TROZA (m <sup>3</sup> )	CÓDIGO CUARTÓN	LARGO (')	ANCHO (")	ESPESOR (")	VOLUMEN CUARTÓN (Pt)	VOLUMEN CUARTÓN (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ASERRÍN (m <sup>3</sup> )
1	A 54-01	0,1895	1	7	7	1	4,08	0,00964	0,001153
2			2	7	4	2	4,67	0,01101	0,000865
3			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
4			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
5			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
6			6	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 54-01</b>							<b>46,08</b>	<b>0,10874</b>	<b>0,007784</b>
7	A 54-02	0,1622	1	7	5,5	1	3,21	0,00757	0,000937
8			2	7	6,5	2	7,58	0,01789	0,001225
9			3	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
10			4	7	8,5	2	9,92	0,02340	0,001514
11			5	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 54-02</b>							<b>44,04</b>	<b>0,10393</b>	<b>0,007136</b>
12	A 54-03	0,1372	1	7	6,5	2	7,58	0,01789	0,001225
13			2	7	4	2	4,67	0,01101	0,000865
14			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
15			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
16			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 54-03</b>							<b>30,92</b>	<b>0,09498</b>	<b>0,006415</b>
17	A 54-04	0,1213	1	7	3	2	3,50	0,00826	0,000721
18			2	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
19			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
20			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 54-04</b>							<b>31,50</b>	<b>0,07433</b>	<b>0,005045</b>

21	A 55-01	0,2250	1	7	2,5	1	1,46	0,00344	0,000505
22			2	7	6	2	7,00	0,01652	0,001153
23			3	7	6,5	2	7,58	0,01789	0,001225
24			4	7	9,5	2	11,08	0,02615	0,001658
25			5	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
26			6	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
27			7	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
28			8	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 55-01</b>							<b>73,79</b>	<b>0,17413</b>	<b>0,011460</b>
29	A55-02	0,1877	1	7	8	1	4,67	0,01101	0,001297
30			2	7	7,5	1	4,38	0,01032	0,001225
31			3	7	8	1	4,67	0,01101	0,001297
32			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
33			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
34			6	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
35			7	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
36			8	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 55-02</b>							<b>60,38</b>	<b>0,14247</b>	<b>0,011028</b>
37	A55-03	0,1792	1	7	6	1	3,50	0,00826	0,001009
38			2	7	4	1	2,33	0,00551	0,000721
39			3	7	9	2	10,50	0,02478	0,001586
40			4	7	10,5	2	12,25	0,02891	0,001802
41			5	7	9	2	10,50	0,02478	0,001586
42			6	7	11	2	12,83	0,03028	0,001874
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 55-03</b>							<b>51,92</b>	<b>0,12251</b>	<b>0,008577</b>
43	A55-04	0,1691	1	7	6	1	3,50	0,00826	0,001009
44			2	7	4,5	2	5,25	0,01239	0,000937
45			3	7	4,5	2	5,25	0,01239	0,000937
46			4	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297

47			5	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
48			6	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 55-04</b>							<b>38,50</b>	<b>0,09085</b>	<b>0,006775</b>
49	A 61-01	0,2069	1	7	7	1	4,08	0,00964	0,001153
50			2	7	5,5	1	3,21	0,00757	0,000937
51			3	7	9,5	2	11,08	0,02615	0,001658
52			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
53			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
54			6	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
55			7	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
56			8	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 61-01</b>							<b>65,04</b>	<b>0,15348</b>	<b>0,010956</b>
57	A 61-02	0,175326	1	7	4	1	2,33	0,00551	0,000721
58			2	7	6,5	1	3,79	0,00895	0,001081
59			3	7	8	1	4,67	0,01101	0,001297
60			4	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
61			5	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
62			6	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 61-02</b>							<b>45,79</b>	<b>0,10806</b>	<b>0,008289</b>
63	A 61-03	0,15781319	1	7	6	1	3,50	0,00826	0,001009
64			2	7	7,5	1	4,38	0,01032	0,001225
65			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
66			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
67			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
68			6	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 61-03</b>							<b>45,21</b>	<b>0,10668</b>	<b>0,008001</b>
69	A 61-04	0,14968491	1	7	5	1	2,92	0,00688	0,000865
70			2	7	9	2	10,50	0,02478	0,001586
71			3	7	9	2	10,50	0,02478	0,001586

72			4	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
73			5	7	11	2	12,83	0,03028	0,001874
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 61-04</b>							<b>44,92</b>	<b>0,10599</b>	<b>0,007208</b>
74	A 69-01	0,20685424	1	7	5	1	2,92	0,00688	0,000865
75			2	7	4,5	2	5,25	0,01239	0,000937
76			3	7	6,5	2	7,58	0,01789	0,001225
77			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
78			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
79			6	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 69-01</b>							<b>43,75</b>	<b>0,10324</b>	<b>0,007352</b>
80	A 69-02	0,18902099	1	7	6,5	1	3,79	0,00895	0,001081
81			2	7	8	1	4,67	0,01101	0,001297
82			3	7	10	1	5,83	0,01377	0,001586
83			4	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
84			5	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
85			6	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 69-02</b>							<b>49,29</b>	<b>0,11632</b>	<b>0,009154</b>
86	A 69-03	0,15927443	1	7	5	2	5,83	0,01377	0,001009
87			2	7	4,5	2	5,25	0,01239	0,000937
88			3	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
89			4	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
90			5	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 69-03</b>							<b>35,58</b>	<b>0,08397</b>	<b>0,005838</b>
91	A 69-04	0,14333281	1	7	4,5	1	2,63	0,00619	0,000793
92			2	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
93			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
94			4	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 69-04</b>							<b>32,96</b>	<b>0,07777</b>	<b>0,005406</b>
95	A 70-01	0,20685424	1	7	7	1	4,08	0,00964	0,001153

96			2	7	5	1	2,92	0,00688	0,000865
97			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
98			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
99			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 70-01</b>							<b>35,00</b>	<b>0,08259</b>	<b>0,006343</b>
100	A 70-02	0,17572813	1	7	6,5	1	3,79	0,00895	0,001081
101			2	7	7,5	2	8,75	0,02065	0,001369
102			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
103			4	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
104			5	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 70-02</b>							<b>40,54</b>	<b>0,09567</b>	<b>0,006775</b>
105	A 70-03	0,15854381	1	7	6	1	3,50	0,00826	0,001009
106			2	7	8,5	1	4,96	0,01170	0,001369
107			3	7	10	1	5,83	0,01377	0,001586
108			4	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
109			5	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
110			6	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 70-03</b>							<b>49,29</b>	<b>0,11632</b>	<b>0,009154</b>
111	A 70-04	0,14034672	1	7	5	1	2,92	0,00688	0,000865
112			2	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
113			3	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
114			4	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
115			5	7	10	2	11,67	0,02753	0,001730
<b>VOLUMEN ASERRADO TOTAL TROZA A 70-04</b>							<b>47,25</b>	<b>0,11150</b>	<b>0,007496</b>

**Anexo 7. Datos de la calidad de los cuarterones obtenidos luego del secado natural**

N°	CODIGO	N° CUAR TON	C.H. INICIAL (%)	C.H. FINAL (%)	CALIDAD SEGÚN DIMENSIONES		CALIDAD SEGÚN ASERRÍO						CALIDAD SEGÚN LA MADERA									
					TAMAÑO MÍN. DE PIEZA		TAMAÑO MINIMO CORTES RENDIMIENTO (C)	RENDIMIE NTO BÁSICO (%)		NÚMERO DE CORTES POR PIEZA		SUPERF ICIE TOTAL CORTE EXTRA (H)	RENDIMIE NTO POR CORTE EXTRA		MADE RA PODRI DA Y OTROS (K)	CORAZÓN (L)	MADE RA TORC IDA (M)	ABARQ UIL-LADO COMPL EJO (N)	ALBU RA EN CAR A Y BOR DE (O)	ARIST A FALTA NTE (P)	RAJAD URAS (Q)	NUDOS (R)
					ANC HO (A)	LAR GO (B)		% (D)	Nº UCL (E)	Nº COR TES (F)	Nº MAX. COR TES (G)		% (I)	Nº UCL (J)								
1	A54-1	1	33	11	1	2	1	2	4	3	3	4	2	4	3	1	2	1	2	3	3	2
2		2	34	10	3	2	1	2	5	3	3	4	2	4	1	1	2	1	2	3	1	2
3		3	37	10	1	2	1	1	3	2	2	3	1	3	1	1	1	3	2	1	1	1
4		4	36	11	1	2	1	1	3	2	2	3	1	3	3	1	3	3	3	3	3	3
5		5	37	10	1	2	1	1	3	2	2	3	1	3	3	1	3	3	3	1	3	3
6		6	32	9	1	2	1	1	3	2	2	3	1	3	3	1	3	3	3	4	3	3
7	A54-2	1	27	10	3	2	1	3	4	2	2	4	3	4	3	1	3	3	4	3	3	3
8		2	33	9	1	2	1	2	4	2	2	4	2	4	1	1	2	2	1	3	3	2
9		3	35	11	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	3	3	2
10		4	35	11	1	2	1	2	2	1	1	3	2	3	3	3	1	1	1	1	3	3
11		5	33	9	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	3	1	1
12	A54-3	1	36	10	1	2	1	3	4	1	1	4	3	4	2	3	3	2	2	3	1	1
13		2	34	10	3	2	1	3	5	3	3	4	3	4	1	1	3	2	1	3	1	1
14		3	22	11	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	3	1	3	1	1	1	2	1
15		4	37	9	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	3	3
16		5	35	16	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1
17	A 54-4	1	34	10	5	2	1	3	5	2	2	4	3	4	3	1	2	1	2	3	2	1
18		2	34	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	3	2	3	1	3	1	1
19		3	36	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	3	1	1	1	1	1	1	3
20		4	36	11	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	3	3	1	1	1	3	1
21	A 55-1	1	36	8	5	2	1	3	5	3	3	4	3	4	3	1	2	1	1	4	1	1
22		2	32	11	1	2	1	3	4	2	2	4	3	3	3	1	2	1	3	1	1	1

23		3	35	10	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	1	1	3	3	1	3	3	3	
24		4	33	12	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	
25		5	37	10	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	3	1	1	1	1	1	
26		6	35	8	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
27		7	29	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	3	3	3	3	3	3	
28		8	32	12	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	
29		A 55-2	1	35	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	1	3	1	2	1
30			2	34	12	1	2	1	2	3	2	2	4	2	4	2	1	3	2	1	1	3	3
31	3		35	16	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	1	3	1	1	3	3	1	
32	4		36	9	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	3	1	3	1	1	1	1	1	
33	5		36	15	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	3	2	1	
34	6		35	13	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	3	1	3	1	3	1	2	3	
35	7		36	11	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	3	1	1	1	3	1	1	
36	8		36	11	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	3	1	1	1	1	
37	A 55-3	1	35	9	1	2	1	3	3	2	2	4	3	4	3	1	3	1	3	3	1	1	
38		2	35	12	3	2	1	3	5	3	3	4	3	4	3	1	2	1	1	3	1	3	
39		3	35	11	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	3	2	1	1	3	3	1	
40		4	37	11	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	
41		5	37	12	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	3	1	3	1	1	1	3	1	
42		6	37	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	3	1	1	
43	A 55-4	1	33	11	3	2	1	2	4	1	1	4	2	4	1	1	2	3	2	3	3	2	
44		2	34	12	3	2	1	3	5	3	3	4	3	4	1	1	3	2	2	3	2	3	
45		3	36	11	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	1	1	1	1	3	1	1	
46		4	37	9	1	2	1	2	4	1	1	2	2	4	1	1	1	3	1	1	1	1	
47		5	37	10	1	2	1	2	2	1	1	2	2	4	3	3	3	1	1	1	1	1	
48		6	35	8	1	2	1	2	2	1	1	2	2	4	1	2	1	1	3	1	3	1	
49	A 61-01	1	36	11	1	2	1	2	4	2	2	4	2	4	3	1	2	1	1	1	2	1	
50		2	32	9	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	3	3	3	1	3	2	1	
51		3	34	9	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	3	3	
52		4	33	11	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	1	1	1	3	1	1	1	
53		5	36	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	1	1	1	3	1	2	1	

54		6	37	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	1	1	3	1	1	1	1
55		7	32	12	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	3	1	1	3	3	3	1
56		8	35	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	1	2	3	1	1	1	2
57	A 61-02	1	32	11	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	2	1	1	2	1	1	1
58		2	34	8	1	2	1	2	4	1	1	4	2	4	1	1	1	1	1	1	2	3
59		3	37	13	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	3	1	1	3	2	1
60		4	33	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	3
61		5	33	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	2	1
62		6	35	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
63	A 61-03	1	33	12	1	2	1	3	4	2	2	4	3	4	1	3	3	1	3	3	3	2
64		2	37	11	1	2	1	2	4	2	2	4	2	4	1	1	2	1	1	3	1	1
65		3	35	13	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	3	1	3	1	1	1
66		4	36	13	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	3	1	2	1	3	3	1
67		5	34	13	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	3	1	1	3
68		6	35	13	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	3	1	1	1	1
69	A 61-04	1	36	11	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	2	1	1	2	3	3	3
70		2	33	11	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2
71		3	34	10	1	2	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	3	1	3	1	1	1
72		4	32	9	1	2	1	2	2	2	2	4	2	4	1	1	1	1	1	1	3	1
73		5	37	13	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1
74		6	34	10	1	2	1	2	5	3	3	2	2	4	1	1	3	3	1	1	3	3
75	A 69-01	1	35	13	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	1	3	1	3	3	1	1
76		2	36	11	3	2	1	2	4	2	2	4	2	4	1	1	1	2	1	3	3	1
77		3	37	9	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	3	1	1
78		4	36	9	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	3	1	3
79		5	37	8	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	3	1	1	1	3	1
80	A 69-02	1	34	12	1	2	1	3	4	2	2	4	3	4	1	1	3	1	3	1	1	3
81		2	33	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	1	1	2	1	1	3	1
82		3	32	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1
83		4	36	11	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	3	1	1	1	1
84		5	34	8	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	3

85		6	37	8	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	1	
86	A 69-03	1	36	12	3	2	1	3	5	1	1	4	3	4	1	1	3	1	2	3	3	1
87		2	33	11	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	1	2	2	1	1	1	3
88		3	37	9	1	2	1	2	4	1	1	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1
89		4	35	8	1	2	1	2	4	1	1	4	2	4	1	1	1	1	1	3	3	1
90		5	34	10	1	2	1	2	4	1	1	4	2	4	1	1	1	1	3	1	1	1
91	A 69-04	1	36	9	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	1	3	1	1	1	3	1
92		2	32	10	1	2	1	2	3	2	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1
93		3	33	8	1	2	1	2	3	2	1	3	2	3	1	1	1	1	3	1	1	3
94		4	32	12	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1
95	A 70-01	1	37	9	1	2	1	2	4	2	2	4	2	4	1	1	1	3	2	3	2	1
96		2	36	10	3	2	1	3	5	2	2	4	3	4	1	1	1	3	1	1	2	1
97		3	34	11	1	2	1	2	3	1	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	3	1
98		4	32	9	1	2	1	2	3	1	2	3	2	3	1	1	1	1	1	3	1	1
99		5	33	9	1	2	1	2	3	1	2	3	2	3	1	1	1	1	1	1	3	1
100	A 70-02	1	35	10	1	2	1	2	4	2	2	4	2	4	1	1	2	3	2	3	1	1
101		2	36	10	1	2	1	2	4	1	1	4	2	4	1	1	2	1	1	3	1	1
102		3	37	11	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	3	2	1
103		4	34	9	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	2	2
104		5	33	10	1	2	1	2	3	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	3	1	2
105	A 70-03	1	32	12	1	2	1	2	3	2	2	4	2	4	1	1	2	3	2	1	3	1
106		2	36	8	1	2	1	2	2	2	2	3	2	3	1	1	3	1	2	1	1	1
107		3	37	10	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1
108		4	33	9	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1
109		5	32	11	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
110		6	32	11	1	2	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	1	1
111	A 70-04	1	34	8	3	2	1	2	5	2	2	4	2	4	1	1	1	3	1	1	2	2



## Anexo 8. Ficha técnica de la plantación

<b>Ficha técnica de la plantación forestal</b>	
Nombre de la parcela	El Checo
Especie forestal	<i>Eucalipto deglupta</i> Blume
Edad de la plantación	13 años
Tratamientos silviculturales aplicados	Poda a los tres años, deshierbos anuales
Cultivos asociados	Café y Plátano
Tratamiento del suelo	Abonamiento
Tipo de abono	Fosfato diamonico y yaramila hidran
Periodo de abonamiento	2 veces al año
Cantidad de abono/planta	80 gr por planta


## Anexo 9. Ficha de acreditación botánica de *Eucalyptus deglupta* Blume

**LEIWER FLORES FLORES**  
ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA  
C.I.P. N° 56894  
Cel. 918217105  
Email: lflores@unc.edu.pe

LEIWER FLORES FLORES, CON REGISTRO C.I.P. N° 56894 - ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA.

### CERTIFICA:

La identificación de la muestra de un árbol con fines de investigación de tesis titulado: “RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE *Eucalyptus deglupta* Blume AL ASERRIO CON SIERRA DE CINTA, JAÉN 2023”, proveniente del centro poblado Panchía, distrito Tabaconas, provincia de San Ignacio, solicitada por la Bach. **MARÍA ELISA RAMÍREZ OLANO**, exalumna de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca. La muestra es conocida en la zona de estudio como “**eucalipto arcoiris**”, la cual fue estudiada, identificada y ordenada para grupos taxonómicos de Gimnospermae y Angiospermae, de acuerdo al Sistema de Clasificación APG IV - 2016, se presenta a continuación:

Categorías -Clados	Sistema APG IV - 2016
Reino	Plantae
División	Angiospermae L.
Clase	Equisetosida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Rosanae Takht.
Orden	Myrtales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	Myrtaceae Juss.
Género	<i>Eucalipto</i> L'Hér.
Especie	<i>Eucalipto deglupta</i> Blume

Jaén, 27 de mayo del 2025.

Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores  
Especialista en Dendrología  
C.I.P. N° 56894

## **Anexo 10. Ficha dendrológica de *Eucalyptus deglupta* Blume**

**Familia:** MYRTACEAE

**Sinonimia.** No reportado (Tropicos.org).

**Nombres comunes.** “Eucalipto arcoíris”.

### **Descripción morfológica**

**Características de órganos vegetativos.** El árbol puede llegar hasta 60 m de altura, su troco es recto, excéntrico en los primeros años, cilíndricos en arboles maduros, libres de ramas muertas en más del 60 %, la corteza es de color verde, es decidua, lisa con un grosor de 3-8 mm, es considerada la más delgada de todos los eucaliptos, generalmente tiene franjas y manchas rojizas y pardo cenizo. Las hojas tienen una posición horizontal, son membranáceas. Las hojas jóvenes son pecioladas y opuestas, cuando envejecen son alternas, ovadas y oval-lanceoladas, de ápice abruptamente acuminado, sin olor, el haz es de color verde intenso y el envés es de color verde pálido, mide entre 5-14 cm de longitud por 2-7 cm de ancho, con nervaduras perceptibles formando ángulos de 30-40°, la copa es forma cónica en árboles jóvenes, con ramas y ramitas aplanada, moderadamente abierta.

**Características de órganos reproductivos.** Las flores son blancas y se presentan en umbelas, formando grupos de 3-7 que se reúnen en panículas terminales y axiales, con pedúnculos algo angulosos de 4-8 mm, pedicelos distinguibles; opérculo hemisférico, apiculado tan largo como es el receptáculo; anteras reniformes con una glándula dorsal pequeña no aparente, cuya dehiscencia se efectúa por grietas confluentes, semejantes a una herradura. El fruto es una cápsula pedicelada, ovoide más o menos globosa de 5x5 mm, disco estrecho, fino, plano, con 4 valvas excertas de la misma longitud que la porción del receptáculo.

### **Hábitat**

**Área de distribución natural y de naturalización.** La distribución natural del eucalipto arcoíris, que se encuentra entre las latitudes 9° N. y 11° S., cubre el área de Mindanao en las Filipinas; Sulawesi, Ceram e Irian Jaya en Indonesia y Papua Nueva Guinea, incluyendo Nueva Bretaña (Orwa et al., 2009). Es una de solamente dos especies de *Eucalyptus* cuya distribución natural se extiende más allá de Australia (la otra es *E. urophylla* S.T.Blake) y es la única que no ocurre de manera natural en Australia. La especie ha sido plantada a través de los trópicos húmedos, en particular en las Islas Salomón, Fiji, Samoa, Taiwan, Malasia, Costa de Marfil, Costa Rica, Honduras, Brasil, Cuba y Puerto Rico (Food and Agriculture Organization, 1979; Wadsworth, 1960).

**Clima.** Los rodales naturales de eucalipto arcoíris crecen en áreas en donde la precipitación anual varía entre 2000 y 5000 mm (41), pero la mayoría de los rodales comerciales se encuentran en donde la precipitación anual promedio es de entre 2500 y 3500 mm (Davidson, 1973). La precipitación en estas áreas tiende a ser uniforme a través de todo el año, con sólo unos pocos meses con un promedio de menos de 150 mm (Hillis y Brown, 1978). Las temporadas secas prolongadas ocurren muy rara vez ((Davidson, 1973) y la humedad relativa

es por lo usual alta, entre el 70 % y el 80 % (Heather, 1955). En las elevaciones bajas, las temperaturas mensuales máximas promedio varían entre 24 °C y 33 °C, mientras que, en las elevaciones de más de 300 m, las temperaturas mensuales promedio varían entre 13 y 27 °C (Davidson, 1973). La especie no se encuentra expuesta a las heladas en su área de distribución natural.

**Suelos y topografía.** El eucalipto arcoíris crece bien en margas arenosas profundas y moderadamente fértiles, pero también crece en ceniza volcánica y suelos areniscos. La especie se puede encontrar en sus áreas nativas desde el nivel del mar hasta los 1,800 m. Los mejores rodales se desarrollan en los bancos y terraplenes de los ríos a menos de 150 m sobre el nivel del mar. Se requiere de un buen drenaje en el suelo. En los suelos pobres y a mayores elevaciones, los árboles tienen un crecimiento mucho más lento. Coloniza a menudo los depósitos aluviales recientes, las áreas de derrumbes y la ceniza volcánica recién depositada (Orwa et al., 2009).

### **Fenología**

La floración y fructificación comienza a una edad temprana, usualmente de 3 o 4 años de edad en plantaciones. Las flores de color crema aparecen en las panículas terminales o axilares de umbelas, cada una de tres y siete flores. Florece durante la mayoría de los meses. Las semillas se maduran en cápsulas de 3 a 5 mm de largo en un período de 5 a 6 meses.

### **Usos de la especie**

Se ha utilizado en la reforestación y en el enriquecimiento de ensayos de plantación en bosques explotados, donde ha mostrado un considerable potencial. Debido a su corteza muy atractiva y rápido crecimiento, la especie se planta frecuentemente como árbol ornamental (Orwa et al., 2009).

## **Ficha silvicultural**

*Eucalyptus deglupta* Blume “eucalipto arcoíris”.

### **Producción de semillas y su diseminación**

Cada cápsula contiene de 12 a 48 semillas, las que constituyen alrededor del 2 % del peso en seco de la cápsula. Semillas pequeñas alrededor de 15,000 a 18,000 por gramo. Usualmente viables entre 2,000 y 3,000 semillas por gramo. La germinación de las semillas de alta calidad hasta 90 %. Las cápsulas se recogen verdes y se abrirán para liberar las semillas después de 2 o 3 días de secado al sol. Las semillas aladas son llevadas a áreas perturbadas por el viento de 10 km/h ([www.Tropicos.org](http://www.Tropicos.org)).

### **Peso promedio de semillas:**

Un gramo de semillas podría contener de 15,000 a 18,000 semillas (Orwa et al., 2009).

## **Propagación por semillas (sexual)**

La germinación de la semilla es epigea y tiene lugar en un período de 4 a 20 días. La temperatura óptima para la germinación es de 35 °C (Orwa et al., 2009).

## **Tratamiento pre germinativo**

No parece ser necesario el tratamiento pre germinativo.

## **Poder germinativo**

La germinación de las semillas de alta calidad hasta 90 %

## **Almacenamiento de las semillas**

Las semillas secas se pueden almacenar por 2 años en refrigeración hermética (www.Tropicos.org).

## **Plantación, crecimiento y cuidados**

## **Problemas fitosanitarios**

No hay problemas graves de insectos o enfermedades.

## **Figura 1**

*Eucalyptus deglupta* Blume (Fuste, ramita flora, flores)



## **REFERENCIAS**

- Davidson, John. (1973). A description of *Eucalyptus deglupta*. Tropical Forestry Res. Note SR-7. Bulolo, Papua New Guinea: Forest Research Station, Department of Forests. 23 p.
- Food and Agriculture Organization. (1979). Eucalyptus for planting. FAO. Forestry Series 11. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 677 p.
- Heather, W.A. (1955). The kamarere forests of New Britain. Empire Forestry Review. 34(1): 255-278.
- Hillis, W.E.; Brown, A.G. (1978). Eucalyptus for wood production. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. 434 p.
- Orwa C, A Mutua, Kindt R, Jamnadass R, S Anthony. (2009) Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. <http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>

## Anexo 11. Especificaciones técnicas de la sierra cinta

<b>POTENCIA</b>	
<b>Opciones de potencia</b>	7,5kW (10HP) diesel 12,7kW (17HP) diesel 14,1kW (19HP) gasolina 18,6kW (25HP) gasolina 11kW (15 Hp) 230 V Eléctrico monofásico 11kW (15 Hp) 230 V Eléctrico trifásico 15 Hp (11kW) 400/460 V Eléctrico trifásico
<b>CAPACIDADES DE CORTE</b>	
<b>Ancho máx. de corte</b>	66cm (26")
<b>Diámetro máx. del tronco</b>	71cm (28")
<b>Ancho Máximo del bloque</b>	58cm (23")
<b>Velocidad de Producción</b>	Hasta 0,75 m <sup>3</sup> /h
<b>Profundidad máx. de corte</b>	26cm (10 1/2")
<b>Longitud máx. del tronco</b>	5,4m (17,7')
<b>Longitud máx. del tronco (com extensiones de bancada)</b>	ilimitado
<b>Peso máx. del tronco</b>	1.814kg (4.000lbs)
<b>SIERRA</b>	
<b>Longitud de la sierra</b>	4.010mm (158")
<b>Sistema de guiasierra</b>	Rodillos-guía
<b>Sistema de Lubricación de sierra</b>	Tanque de agua de 18,92 L con válvula de activación/desactivación
<b>Sistema tensor de la sierra</b>	Tensado sencillo de una sola leva
<b>Espesor de la sierra</b>	1mm (0,042")
<b>Ancho de la sierra</b>	32mm (1 1/4")
<b>Tamaño de guiasierra</b>	31,75mm (1 1/4") 38,10mm (1 1/2")
<b>POLEAS PORTASIERRAS</b>	
<b>Diámetro de polea portasierras</b>	483mm (19")
<b>Tipo de polea portasierras</b>	Poleas portasierras con correas
<b>CARACTERÍSTICAS Y OPCIONES DEL CABEZAL</b>	
<b>Posición del operador</b>	Avance manual a manivela
<b>Setworks - Control de cabezal mecanizado</b>	N/A
<b>Movimiento horizontal del cabezal</b>	Avance de empuje Avance Mecánico (Opcional)
<b>Movimiento vertical del cabezal</b>	Manivela
<b>Embrague de la sierra</b>	Palanca manual
<b>Brazo del guíasierra</b>	Ajustada con palanca manual
<b>Descortezador</b>	N/A
<b>CARACTERÍSTICAS Y OPCIONES DE LA CAMA</b>	
<b>Soportes laterales</b>	6 soportes laterales
<b>Niveladores de tronco</b>	N/A

## Anexo 12. Archivo fotográfico

Foto 1. Codificación de árboles



Foto 2. Toma de coordenadas de cada árbol



Foto 3. Medición del CAP de los árboles



Foto 4. Toma de datos del censo forestal



Foto 5. Medición de largo de la troza apeada



Foto 6. Medición del DAP mayor



Foto 7 y 8. Traslado de trozas



Foto 9. Pintado de testas



Foto 10. Codificación de trozas



Foto 11. Aserrado de trozas



Foto 12. Codificación de cuarterones



Foto 13. Secado de cuarterones



Foto 14. Medida de cuarteraduras



Foto 15. Toma de la humedad



Foto 16. Secado de muestra

