

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE *Licaria triandra* (Sw.)
Kosterm AL ASERRÍO Y SECADO NATURAL, SAN IGNACIO 2024**

TESIS

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

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
KEVIN IVÁN CHOCÁN YRIGOÍN**

ASESOR

M. Sc. Ing. VITOLY BECERRA MONTALVO

**JAÉN – PERÚ
2025**

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Kevin Iván Chocán Yrigoín
DNI: 74288471
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
M. Sc. Ing. 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:
6. RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm AL ASERRÍO Y SECADO NATURAL, SAN IGNACIO 2024
7. Fecha de evaluación: 17/09/2025
8. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
9. Porcentaje de Informe de Similitud: 20 %
10. Código Documento: oid: 3117:500177881
11. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 17/09/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

_____ M. Sc. Ing. 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 **once** días del mes de **setiembre** 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° 472-2025-FCA-UNC, de fecha 15 de agosto 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm AL ASERRÍO Y SECADO NATURAL, SAN IGNACIO 2024**", ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don KEVIN IVÁN CHOCÁN YRIGOÍN**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

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

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

Jaén, 11 de setiembre de 2025.


Ing. M. Sc. German Pérez Hurtado
PRESIDENTE


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


Ing. M. Cs. Leiwier Flores Flores
VOCAL


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por ser mi camino y guía y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Nicandro y Leynis Noemí, por ser mi pilar incondicional. Su amor, esfuerzo y sacrificio han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante. Gracias por enseñarme, con el ejemplo, el verdadero valor del trabajo duro, la perseverancia y la fe en uno mismo. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi familia, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y por estar presentes en cada etapa de este camino. Su compañía silenciosa, pero firme, ha sido un refugio en los momentos de incertidumbre.

Kevin Ivan

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la salud necesarias para superar cada obstáculo a lo largo de este camino.

A mis padres, Nicandro y Leynis Noemí, mi gratitud eterna por su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos y su fe constante en mí. Ustedes han sido el faro que me ha guiado en cada paso, y esta meta también es suya.

A mi familia, por su comprensión, su apoyo moral y su presencia constante, que me han dado ánimo cuando más lo necesitaba.

Quiero agradecer especialmente al Ing. M. Sc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo por su asesoría y apoyo brindado para poder culminar con éxito la presente investigación.

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	20
2.2.1. Descripción de la especie	20
2.2.2. Rendimiento de aserrío.....	22
2.2.3. Secado.....	32
2.2.4. Calidad de madera aserrada.....	35
2.3. Definición de términos básicos	37
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1. Localización de la investigación	39
3.2. Tipo y diseño de la investigación	40
3.3. Unidad de análisis, población y muestra	40
3.4. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.5. Materiales y procedimiento de la investigación	41
3.6. Validación y prueba de confiabilidad de los instrumentos	45
3.7. Técnicas de análisis y procesamiento de datos.....	46
3.8. Aspectos éticos a considera.....	46
3.9. Presentación de la información	46
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	47
4.1. Resultados.....	47
4.2. Discusiones.....	55

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. Conclusiones.....	59
5.2. Recomendaciones	60
CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
CAPÍTULO VII: ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorías de calidad de trozas	31
Tabla 2 Técnicas de secado de la madera	33
Tabla 3 Defectos por secado	34
Tabla 4 Norma Técnica Peruana para Madera Aserrada.....	36
Tabla 5. Rendimiento de aserrío de trozase la madera <i>Licaria triandra</i>	47
Tabla 6. Volumen de aserrín y desperdicios generado en el proceso de aserrío	48
Tabla 7. Defectos de la madera <i>Licaria triandra</i>	49
Tabla 8. Humedad de la madera aserrada <i>Licaria triandra</i>	50
Tabla 9. Resumen de calidad según las 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 la calidad de la madera aserrada.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de corte de la madera	26
Figura 2. Características técnicas de la cinta	27
Figura 3. Tipos de huecos en las trozas y perfil longitudinal	29
Figura 4. Criterios de medición de trozas	30
Figura 5. Ubicación de la investigación.....	39
Figura 7. Presencia de defectos de la madera <i>Licaria triandra</i>	49
Figura 8. Tipos de defectos de la madera <i>Licaria triandra</i>	50
Figura 9. Resumen de calidad según dimensiones del cuartón.....	52
Figura 10. Resumen de calidad según aserrío del cuartón.....	53
Figura 11. Resumen de calidad según madera obtenida del cuartón	54
Figura 12. Resumen de la calidad de madera aserrada	55

RESUMEN

En la presente investigación se determinó el rendimiento y calidad de madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm al aserrío y secado natural, la muestra estuvo constituida por diez trozas, las mismas que fueron cubicadas para obtener el volumen rollizo, estas trozas se aserraron con sierra de cinta, usando un aserrío tangencial – radial, los cuartones obtenidos se evaluaron para determinar el estado inicial de calidad y volumen, procediéndose luego a secar en pilas horizontales por dos meses, se midió la humedad inicial y final, luego se procedió a evaluar los defectos presentes de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas utilizadas. Como resultado se obtuvo un rendimiento de aserrío de 58,21 %, con una producción de aserrín en un 3,75 % y desperdicios en un 38,04 %; los defectos estuvieron presente en un 33,33 % de los cuartones, presentando grietas, alabeos y rajaduras; la calidad de la madera aserrada fue de grado Superior en un 65,93 %, grado Extra en un 21,57 % y grado Estándar 1 en un 11,76 %; se alcanzó un contenido de humedad de equilibrio de 13,59 % a los dos meses de secado. Se concluye que la madera aserrada de *Licaria triandra*, tiene buen comportamiento al aserrío y secado, y calidad aceptable, por lo que puede industrializarse para alcanzar un alto valor agregado.

Palabras clave: madera, aserrío, secado, calidad, defectos.

ABSTRACT

In the present investigation, the yield and quality of wood of *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm to sawing and natural drying, the sample consisted of ten logs, the same that were cubed to obtain the round volume, these logs were sawn with band saw, using a tangential sawing - radial, the quarters obtained were evaluated to determine the initial state of quality and volume, then proceeded to dry in horizontal piles for two months, the initial and final moisture was measured, then proceeded to evaluate the defects present according to the established in the Peruvian Technical Standards used. As a result, a sawing yield of 58,21 % was obtained, with a sawdust production of 3,75 % and waste of 38,04 %; defects were present in 33,33 % of the quarters, showing cracks, warping and splitting; the quality of the sawn timber was 65,93 % Superior grade, 21,57 % Extra grade and 11,76 % Standard 1 grade; an equilibrium moisture content of 13,59 % was reached after two months of drying. It is concluded that *Licaria triandra* lumber has good sawing and drying performance and acceptable quality, so it can be industrialized to achieve a high added value.

Keywords: lumber, sawing, drying, quality, defects.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La industria forestal abarca una variedad de productos, con la madera aserrada como uno de los principales. Por ello, es fundamental entender el proceso de transformación de la madera desde su estado como troza hasta su transformación en productos finales, evaluando la calidad para determinar la rentabilidad de la operación. En este contexto, la producción de madera está estrechamente vinculada a la producción primaria, que se encarga de transformar la madera rolliza en madera dimensionada, adaptándose a las demandas del mercado (Quintanilla, 2023).

La producción global de madera aserrada, el principal producto de la industria maderera fue encabezada por China en 2022, con una producción total de 84,0 millones de m³. Le siguen Estados Unidos con 81,7 millones de m³, Rusia con 41,7 millones de m³, Canadá con 37,3 millones de m³, y Alemania con 25,3 millones de m³, entre otros países. Mientras que, en Latinoamérica, Brasil encabeza la producción de madera aserrada con un total de 10.8 millones de m³, seguido por Chile con 8,6 millones de m³, Argentina con 3,1 millones de m³, y luego Perú y Ecuador con 781 mil m³ y 685 mil m³, respectivamente (Peirano et al., 2023). Esto refleja que la situación de esta industria es diferente en cada país, y la problemática en Perú radica en la dependencia de recursos naturales como su principal materia prima, donde el aprovechamiento es ineficiente, debido al uso de tecnología poco desarrollada, limitando la generación de productos con mayor valor agregado, provocando un riesgo de sostenibilidad en el sector, tanto que el 2023 su producción de madera aserrada se redujo a 675 mil m³ (Portella, 2021; SERFOR, 2024). A pesar de esta situación, la demanda interna de los productos forestales en Perú va en incrementado en 1,2 % respecto al año anterior, y específicamente en madera aserrada en el 2022 creció un 19,7 % en comparación con 2021, representando su importancia en el mercado nacional (Peirano et al., 2023).

El rendimiento en el proceso de aserrío es un aspecto fundamental al evaluar la viabilidad comercial de un recurso forestal, ya que la conversión de madera rolliza a madera aserrada puede verse afectada por múltiples factores, estos factores incluyen características físicas de las trozas, como su diámetro, longitud, curvatura y conicidad, así como la calidad interna de la madera, la experiencia del operario, y el estado de la maquinaria (Spichiger, 2004). En este contexto, la industria del aserrío enfrenta desafíos adicionales debido a las restricciones gubernamentales destinadas a la conservación del bosque, como el libro de

operaciones que se impone a la empresa para un mejor control. Estas restricciones han puesto de relieve la viabilidad en los niveles de la madera entre diferentes empresas, lo que subraya la importancia de realizar estudios sobre el coeficiente de rendimiento por especie en cada aserradero (Macedo, 2021). Además, evaluar continuamente el rendimiento en el proceso de transformación de la madera, desde la entrada de la troza hasta la salida en productos, permite detectar deficiencias en las distintas etapas del aserrío y hacer las correcciones necesarias para optimizar la eficiencia en la transformación forestal primaria (Quirós et al., 2005).

Por otro lado, la calidad de madera aserrada es un aspecto esencial en los aserraderos, donde se emplea un conjunto de actividades y técnicas operacionales para asegurar que se cumplan los estándares de calidad, ya que su control se enfoca en las características naturales de la madera, el proceso de secado, la precisión de sus dimensiones, donde el objetivo es maximizar la producción de madera aserrada por troza y garantizar que las dimensiones sean homogéneas (Arellano, 2019). Es conocido que a medida que baja la calidad de las trozas disminuye la calidad de la madera, y el y el coeficiente de aserrío se reduce conformen aumentan los defectos en las trozas (Rascón-Solano et al., 2023). Esto conlleva a implementar sistemas de control de calidad que permita identificar los defectos de la madera que podrían pasar desapercibidos durante el aserrado, mejorando así la eficiencia y calidad del producto final, porque en el mercado las características principales que debe poseer la madera aserrada son el tamaño, las propiedades mecánicas y la estabilidad dimensional en el secado.

Actualmente se está tomando interés sobre nuevas especies forestales maderables para comercializarlas como madera aserrada, entre ellas destaca *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm conocida comúnmente como “Latero” que es una especie que ha despertado interés por poseer buenas características físicas y mecánicas, sin embargo, el rendimiento en aserrío y la calidad final de la madera después del proceso de secado natural son aspectos que no han sido estudiados a profundidad, particularmente en las condiciones climáticas y ecológicas de San Ignacio. La falta de información genera incertidumbre y limita la toma de decisiones para la comercialización, y el proceso de transformación de la madera, y si se obtiene dicha información permitiría optimizar costos y aumentar la productividad, así como conocer y mejorar la calidad de madera aserrada.

Debido a toda esta situación planteada se decidió establecer el siguiente problema existente; ¿Cómo es el rendimiento y calidad de madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm al aserrío y secado natural, San Ignacio 2024?

Esta investigación se justificó teórica y conceptualmente porque proporciona una base conceptual sólida para la investigación, demostrando como los estudios actuales apoyan la relevancia y la necesidad de este estudio. En la perspectiva de la cadena de valor, el de la madera inicia en el bosque con la extracción del recurso y continua a través de varios procesos industriales hasta llegar al producto final, la eficiencia en cada eslabón de esta cadena, desde el aserrío hasta el secado de la madera, influye directamente en la calidad del producto final, por tanto, si se logra mejorar el proceso contribuye a un producto de mayor calidad y genera mayor valor comercial. Además, la ciencia de los materiales aplicada a la madera analiza sus propiedades físicas, mecánicas y químicas para optimizar su uso industrial, la calidad de la madera, evaluada por densidad, estabilidad dimensional y resistencia ambiental, está relacionada con los procesos de aserrío y secado. Un conocimiento profundo de estos procesos mejora el rendimiento final y reduce defectos y desperdicios en la manufactura.

La importancia del rendimiento y la calidad de la madera de *Licaria triandra* (latero) en los procesos de aserrío y secado natural radica en su potencial para maximizar la eficiencia en la producción de madera aserrada. En el contexto local, optimizar estos procesos no solo contribuye a la sostenibilidad de la industria maderera local, sino que también permite satisfacer la creciente demanda de productos de madera de alta calidad.

El objetivo general de la presente investigación fue determinar el rendimiento y calidad de madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm al aserrío y secado natural, San Ignacio 2024. Además, como objetivos específicos se planteó; calcular el rendimiento de aserrío de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm empleando sierra cinta; cuantificar los defectos de la madera *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm durante el secado natural; y determinar la calidad de la madera aserrada de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm pre y post secado natural, de acuerdo a las Normas Técnicas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Quintanilla (2023) realizó una investigación titulada “análisis del rendimiento en aserrío de Ana Caspi (*Apuleia leiocarpa*) del bosque natural de Tahuamanu, Madre de Dios – Perú” cuyo objetivo fue determinar el rendimiento en aserrío de la especie *Apuleia leiocarpa*, teniendo en cuenta las clases diamétricas, calidad de trozas y el producto obtenido. Se trabajó con una muestra de 60 trozas en base a la metodología establecida en el estudio del INRENA-UNALM. Los resultados muestran que el 37 % de las trozas pertenece a la calidad 2, el 63 % a la calidad 3, la calidad uno no fue identificada debido a los defectos en las trozas; el rendimiento de aserrío promedio fue del 31 %, el rendimiento de volumen rollizo a volumen decking fue de 17 %, siendo el 75 % de este perteneciente a la calidad 3, además, el rendimiento de volumen rollizo al de recuperación fue de 14 %. Los principales defectos de las trozas que impactaron en el rendimiento fueron la sección ovalada, la rectitud semisinuosa y sinuosa, los huecos, las rajaduras y las grietas. El análisis estadístico muestra que no hay diferencias significativas entre las variables categóricas y predictoras.

López (2023) en su estudio sobre la determinación del coeficiente de rendimiento de la especie *Hura crepitans* (Catahua) en el proceso de transformación de madera en troza a madera aserrada en la empresa Inversiones W&A, Loreto - Maynas - Iquitos – 2022 su objetivo fue determinar el rendimiento de la especie Catahua en proceso de transformación de madera en troza a madera aserrada, para eso el tamaño de la muestra fue de 57 trozas equivalente a 212,99 m³, de este total se clasificaron en dos calidades (Larga comercial A y Largo comercial B), en la primera estuvo conformada por 47 trozas que es igual a 180,68 m³ y el restante es de segunda calidad. Después del proceso de aserrado de las trozas se obtuvo un rendimiento de 80 % (72 072 pt); y en relación madera aserrada y madera por categoría para la madera larga comercial se obtuvo el 72,80 %, para la larga angosta el rendimiento fue de 24,50 % y para las de rechazo solo se obtuvo el 2,71 %. en síntesis, esta especie es de excelente calidad.

Vásquez (2023) su investigación sobre el rendimiento y costos de producción en aserrío de madera rolliza a madera aserrada de la especie mashonaste (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) en el aserradero Forestal Landek SAC. Las Piedras, Madre de Dios, se realizó

con la finalidad de determinar el rendimiento y costos de producción para ver si es viable o no procesar esta especie. La investigación es aplicada, descriptiva y cuantitativa con diseño no experimental. El tamaño de muestra de las trozas a procesar fue de 30 basándose en la norma COPANT 458. Los resultados obtenidos fueron: volumen total de 30,64 m³ de madera rolliza y 9,73 m³ de madera aserrada, de los cuales 3,56 m³ corresponde a tarimas y 6,17 m³ a tablillas; el rendimiento promedio es de 31,80 %, con 0,23 % de tablillas y un 11,57 % de tarima; El costo de producción diario fue de S/ 8 298,69; en cuanto a la rentabilidad, el decking tiene una rentabilidad del 47,92 % y las tablillas del 26,22 %. En conclusión, la especie posee un buen rendimiento.

Vásquez (2022) en su estudio sobre el rendimiento y calidad en la transformación de madera rolliza (troza) a madera aserrada de la especie *Pterocarpus rohrii* Vahl (palisangre) en el aserradero Consorcio Forestal Loreto S.A.C Iquitos – Loreto – 2022, el objetivo fue determinar el rendimiento y calidad de madera aserrada de palisangre. Para eso se seleccionaron 61 trozas, que fueron procesadas en 3 días, para determinar el rendimiento se usó la fórmula de SMALIAN, y para la calidad de madera se aplicó las normas NHLA. Los resultados muestran que el rendimiento del volumen bruto fue de 73 %, y la aserrada fue de 82 % para madera larga comercial, 12 % para madera larga angosta, 27 % para la madera corta y 34 % para la listonería. En cuanto a la calidad, se obtuvo 59 % de Calidad Fas y Selecta, 25 % de Calidad Común N° 01, 13 % de Calidad Común N° 2 y 4 % de madera para mercado nacional. Según las normas de clasificación del mercado nacional, la distribución de calidades de madera fue la siguiente: 27,04 % de primera calidad, 25,97 % de segunda calidad, 25,67 % de tercera calidad y 21,33 % de calidades inferiores. El precio de venta es mayor en el mercado internacional.

Portella (2021) en su investigación el rendimiento en aserrío de *Couratari guianensis* y *Tabebuia serratifolia* en la empresa forestal Otorongo S.A.C, Madre de Dios” su objetivo principal fue generar indicadores de rendimiento para la gestión de producción de la empresa. Para ello, se usó maquinaria de la Planta Montenegro y la Planta Puerto Maldonado, el rendimiento se determinó considerando dos productos: pisos de cachimbo (*Couratari guianensis*) y tablas de tahuarí (*Tabebuia serratifolia*), la clasificación de madera aserrada se realizó teniendo en cuenta los criterios de clasificación de la empresa y normas internacionales. Los resultados indican que, durante la producción de pisos de cachimbo, se obtuvo un rendimiento 28,03 % al convertir madera rolliza en aserrada y un 26,26 % al

transfórmala en pisos, clasificándose como bajo. En el caso del Tahuarí, el rendimiento de madera rolliza a aserrada fue del 32,92 %, clasificándose como regular; y al clasificar la madera en dos calidades y reprocesar la de menor calidad el rendimiento se incrementó a 36,40 %. La madera fue clasificada según los estándares de calidad de la empresa, los pisos de cachimbo fueron clasificadas en calidad A y las tablas de tahuarí en calidad #2C y M.

Sulca (2021), desarrolló su investigación sobre el estudio de calidad y rendimiento de la madera rolliza a aserrada para pino tecunumani (*Pinus tecunumanii* Eguiluz & Perry) de la zona de Oxapampa-Perú, su objetivo principal fue evaluar el rendimiento del aserrío y la calidad de las piezas obtenidas de acuerdo con la norma INTEC C99:2014. Para lograrlo se realizó un pre-muestreo donde evaluaron 90 trozas de pino de 18 años ya en estado de cosecha final de una plantación en Chontabamba, de las cuales solo fueron seleccionadas 30 trozas en base a la metodología planteado por INRENA-UNALM, la mayoría de las trozas fueron aserradas con una pulgada de espesor, se calculó un factor de conversión promedio de 0,51. El diámetro promedio de las trozas fue de 26,92 cm y la longitud varía entre 2,44 m y 3,05 m, el rendimiento del aserrío aumento con el diámetro de las trozas y la calidad de la madera, donde se identificaron tres calidades de madera con tres rendimientos: Rendimientos de 13,7 % para la calidad uno, 29,4 % para la calidad dos, y 7,8 % para la calidad tres. Se creó una tabla de rendimiento usando el diámetro promedio y el factor de conversión, aplicando una ecuación de regresión lineal que mostró una fuerte relación.

Macedo (2021) en su investigación sobre la calidad del aserrío y coeficiente de rendimiento de la especie *Claricia biflora* (Capinuri) en el aserradero Jhan Carlos E.I.R.L Iquitos – Perú. 2020, su objetivo fue determinar los problemas de la calidad del aserrío y su coeficiente. Para eso, se evaluaron 34 trozas de la especie, de estas 25 trozas fueron clasificadas de Calidad A representado el 75 % del total de estas, las otras 6 trozas fueron clasificadas de Calidad B alcanzando el 17 % de total y 3 fueron de tercera calidad. En la calidad A se trabajó con un volumen de 57,23 m³ obteniendo un coeficiente de aserrío de 67 %, en la calidad B el volumen inicial fue de 13,17 m³ donde el coeficiente de aserrío fue 69 %, y la tercera calidad el volumen inicial fue 17,30 m³ del cual el coeficiente de aserrío fue 51 %. El volumen promedio por cada tabla aserrada fue de 8,64 pt. Se concluye que, la calidad de madera aserrada dependerá de la calidad de la materia prima y de la condiciones y mantenimiento de la maquinaria.

Guevara (2020) en su estudio “rendimiento y calidad de madera de *Eucalyptus saligna* Smith al aserrío con sierra de cinta, Jaén 2018”, se planteó como objetivos establecer los parámetros dasométricos de una plantación de *Eucalyptus saligna* Smith, el rendimiento de aserrío de madera rolliza y la calidad de madera pre y post secado en Jaén. Primeramente, realizó un censo y con los datos recolectados se elaboró una tabla de clases diamétricas con amplitud de 5, y de estos se seleccionaron los árboles para el aserrío siguiendo la metodología establecida en la NTP 251.2008, además la metodología usada está regida por R.J. N° 159-2008 INRENA. Las trozas fueron cortadas con dimensiones establecidas en la norma NTP 251.037, estas se cubicaron usando la fórmula de SMALIAN, para el aserrío se usó una máquina principal tipo sierra cinta horizontal y máquinas secundarias como despuntadora y canteadora, y las piezas pasaron por un proceso de evaluación de calidad post-secado. Se obtuvieron los siguientes resultados promedio: un factor de forma de 0,77, altura total de 15,05 m, altura comercial de 9,89 m, DAP de 0,40 m, e IMA de 5,01 cm DAP/año. Las clases diamétricas de 35-45 cm fueron las más comunes. El rendimiento de aprovechamiento fue de 70,67 % y el de aserrío, superior al oficial, con un 4 % de aserrín y 22,94 % de desperdicios. En síntesis, los cuartones resultaron de calidad superior y con dimensiones aceptables.

Rozas et al. (2023) en su estudio “caracterización y rendimiento de troncos de *Eucalyptus regnans* F.Muell para producción de madera aserrada”, midieron el ancho y largo de la grietas en cada extremos de la troza, para obtener madera aserrada se usaron dos planes de corte: (PA) trozas de diámetros entre 28 a 40 cm, y (PB) diámetros de 42 a 56 cm, para determinar el rendimiento se realizó por dos métodos: Normas Agrícolas Japonesas (JAS) y la ecuación de SMALIAN, además de evaluó las deformaciones en la madera aserrada según la norma Chilena NCh 993:2018. Los resultados mostraron la existencia de grietas en ambos extremos, lo cuales fueron clasificados según el tamaño de la grieta, en cuanto a las deformaciones la mayoría de las tablas se vieron afectadas, calificándolas en el Grupo B ambos grupos. El rendimiento de la madera *E. regnans* en PB (45,8 %) fue mayor que el de PA (41 %), al igual que en la ecuación de SMALIAN esta fue mayor que la JAS.

Rascón-Solano et al. (2023) en su investigación “rendimiento y destrucción de clases de madera aserrada de pinos del norte de México”, buscó determinar el rendimiento de la madera aserrada y la distribución de clases de pino en función de la especie, dimensiones y la calidad de la troza. Se evaluaron 101 trozas de pino, clasificadas según la norma NMX-C-359-1988, registrando datos de especie, clase, diámetro, conicidad y longitud. La madera

obtenida se clasifico conforme la norma NMX-C-224-ONNCCE 200, con la finalidad de calcular el rendimiento volumétrico de la troza. Los resultados muestran *Pinus arizonica* alcanzó un rendimiento del aserrado de 52,79 % y de *Pinus durangensis* fue de 53,19 %. Por tanto, un mayor diámetro de la troza y una menor conicidad aumenta el rendimiento en las clases de madera aserrada, y la calidad de la troza tiene efecto significativo en la calidad de madera aserrada, y estas permiten predecir rendimientos. Por otra parte, la especie no es un factor significativo en el rendimiento de la madera aserrada.

Leyva et al. (2020) en su investigación “rendimiento e qualidade da dimensional madeira serrada de *Samanea saman* Jacq. no Serradiço da Empresa Agroflorestal Guantánamo”, su objetivo fue determinar el rendimiento y evaluar la calidad dimensional de la madera aserrada de *Samanea saman* Jacq. Para eso, se analizó la calidad de la materia prima, se determinó el rendimiento y la calidad dimensional de la madera aserrada. Se obtuvo un rendimiento de 52,8 %, influenciado por la calidad de la materia prima, el diámetro, la longitud y la conicidad de las trozas. Al procesar las trozas, se obtuvieron surtidos de 25 y 50 mm por encima de las dimensiones preestablecidas, aunque esto no fue suficiente para compensar las pérdidas de volumen causadas por la contracción y las variaciones en el aserrado dentro y entre las piezas. En conclusión, es importante considera técnicas de la maquinaria y la experiencia del técnico.

Torres (2019) en su estudio “rendimiento de madera aserrada y efecto de su calidad en tres aserraderos del estado de Hidalgo, México”, su objetivo fue analizar la situación de la industria de Hidalgo, así como determinar el diámetro de la trocería, calidad de trocería (norma NMX-C-359-1988) y de madera aserrada según la norma NOM-C-18-1986, que contiene seis calidades (A,B,C,D,E y f), con la finalidad de incrementar los ingresos económicos en cada aserradero. La muestra fue de 300 trozas de pino, de la cuales el coeficiente de aserrío fue de 51,4 % con corteza y 57,1 % sin ella, se realizaron evaluaciones de la variación dimensional en madera aserrada de $\frac{1}{2}$ ” y $\frac{3}{4}$ “de espesor, lo cual dio la producción de 500 tablas y de ella se evaluaron 10 mediciones. Los resultados indican que la variación dimensional es alta, lo que indica que en las tres empresas están sobredimensionado la madera aserrada, generando pérdidas. Además, el 27,7 % del rendimiento de madera aserrada corresponde a la clase C (segunda), clase B (primera) y clase A (selecta).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Descripción de la especie

A. Clasificación taxonómica

En el portal de Tropicos (2025) se establece la clasificación de la especie forestal *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm, de acuerdo al sistema de clasificación APG IV del año 2016 (revisado el año 2025), mediante la jerarquía siguiente:

División:	Angiospermae L.
Clase:	Equisetopsida C. Argardh
Subclase:	Magnoliidae Nueva Zelanda
Superorden:	Magnoliae Takht
Orden:	Laurales Juss. Ex Bercht. Y J. Presl
Familia:	Lauráceas Juss.
Género:	<i>Licaria</i> Aubl
Especie:	<i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm

Nombre común: En Estados Unidos es conocido como gulf licaria, en Perú como latero y canela moena, en Cuba y otros países es denominado como aguacatillo, coyuco, cuajani, laurel blanco de Cuba, etc.

B. Características botánicas

Árboles de tamaño mediano que alcanzan hasta 20 metros de altura; las ramitas son redondeadas o ligeramente angulares debido a las bases decurrentes de las hojas, son glabras. Las hojas son elípticas, de aproximadamente 20 cm de largo y 8 cm de ancho, con el ápice agudo o acuminado y base aguda, también glabras, con la nervadura sumergida en la cara superior y ligeramente predominante en la inferior, con 6 a 8 pares de nervios laterales. Las inflorescencias son axilares, pero a menudo parecen terminales, de longitud similar y ligeramente mayor que las hojas subyacentes, con pubescencia esparcida a moderada, y las flores a menudo se agrupan en los extremos de las ramas de la inflorescencia. Las flores son angostamente infundibuliformes, de 2 a 3 mm de largo; los tépalos son casi tan largos como el tubo floral, erectos o ligeramente abiertos durante la anthesis, con el tubo floral glabro en su interior; los estambres sobresalen, con filamentos fusionados, lóculos grandes en las anteras y sin estaminodios. Los frutos son ovoides, de aproximadamente de 2 cm de largo; la cúpula

tiene un margen exterior patente a reflejo, conspicuo, y un margen interior erecto (WFO, 2024).

C. Distribución

Licaria triandra (Sw.) Kosterm. Se distribuye ampliamente en América, abarcado desde el sureste de Estados Unidos, específicamente en Florida, hasta diversas regiones de América Central, el Caribe, y América del Sur. En el Caribe, se encuentra en Cuba, República Dominicana, Haití, Jamaica, Puerto Rico, y las Islas de Sotavento y Barlovento. En América Central, está presente en Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. Además, se extiende por el norte de Suda América en Venezuela, y en la parte occidental de Sudamérica en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Esta especie, habita en bosques húmedos y otros ecosistemas tropicales y subtropicales dentro de estos países (WFO, 2024).

D. Ecología

Licaria triandra (Sw.) Kosterm. Crece en una variedad de hábitats, incluidos matorrales xeromorfos tanto costero como subcosteros, así como en bosques siempreverdes mesófilos y bosques semidecíduos mesófilos. También se encuentra en las orillas de lagunas y arroyos, a menudo crece sobre suelos calcáreos, en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 800 m s.n.m. (Rohwer, 2014).

E. Anatomía de la madera

Esta especie no presenta anillos de crecimiento definidos, y su porosidad es difusa, con una disposición de los vasos sin un patrón claro. Los vasos se agrupan principalmente de forma solitaria o en múltiples radiales de 2 a 3. Las placas de perforación son simples, y las punteaduras intervasculares son alternas, de forma circular a ovalada y de tamaño mediano a grande. Las punteaduras radio vasculares se caracterizan por una areola reducida o aparentemente simple, con formas redondeadas o alargadas. Los vasos suelen contener tálides, las paredes de las fibras son muy gruesas, y las punteaduras de las fibras presentan areolas indistintas (León, 2017).

El parénquima en corte transversal es vasicéntrico y delgado, con disposición aliforme de alas cortas y unilateral. En corte tangencial, el parénquima se organiza en series de 4 a 8 células. Los radios son heterocelulares, con 1 (-2) filas de células, y las células oleíferas son

positivas tanto en el parénquima axial como en el radial. Los vasos tienen un área de 12 mm², con un diámetro que varía entre 120 y 210 µm. Las fibras miden entre 1,100 y 1,660 µm de longitud, y la altura de los radios oscila entre 320 y 600 µm (León, 2017).

F. Propiedades de la madera

Su madera es muy apreciada por sus excelentes propiedades físicas y mecánicas, con una densidad que ronda los 520 kg/m³ y una alta resistencia, lo que la hace ideal para aplicaciones en ebanistería y construcción, como en vigas y muebles. Además, su textura fina y grano recto le otorgan un atractivo estético notable. Aunque presenta buena estabilidad dimensional, la madera puede ser vulnerable a los ataques de hongos xilófagos. *Licaria triandra* tiene un crecimiento relativamente rápido y es una especie semitolerante, lo que le permite prosperar en diversos hábitats y contribuir a la restauración y estabilización de ecosistemas. Además, en el Perú está ubicado en la categoría C (Madera potencial) en los Valores al Estado Natural (VEN) de la madera. (SERFOR, 2016). Así mismo, en ensayos realizados de esta madera el secado al aire libre es rápido.

2.2.2. Rendimiento de aserrío

A. Aserrío

El aserrío es un proceso de transformación de una troza de madera, que es de forma cilíndrica, en productos de madera con dimensiones específicas, como ancho, largo y espesor. Esta transformación se realiza siguiendo patrones de corte determinado, con el objetivo de que estos productos puedan ser utilizados en procesos posteriores para la fabricación de múltiples artículos (Pérez-Flores & Castro-Marín, 2021). El término “industria del aserrío” abarca dos aspectos fundamentales: El aspecto técnico-científico; se refiere al conocimiento y metodologías empleadas para transformar madera rolliza en madera aserrada o escuadrada, y el aspecto físico hace alusión al componente tangible de la industria, es decir, al lugar donde se lleva a cabo este proceso, que en este caso es el aserradero (Alvarez & Poblete, 2020).

Guevara (2020) explica que el proceso de aserrío involucra varias etapas clave, cuya ejecución puede diferir dependiendo del equipo empleado, el tipo de madera, los productos finales que se desean obtener y el nivel de automatización que se pretende alcanzar. Las etapas son las siguientes:

Recepción y almacenamiento de las trozas: En esta etapa inicial, las trozas son recibidas en el patio de almacenamiento, se verifica la calidad de ellas y son registradas. Además, las trozas se organizan para su manejo posterior.

Traslado: Una vez que las trozas han sido recibidas y almacenadas, se procede a trasladar al aserradero, el cual se puede realizar mediante el uso de vehículos especializados, dependiendo el tamaño y peso de las trozas.

Preparación: Esta etapa incluye la eliminación de la corteza de las trozas y también la inspección de algún defecto visible. Esto permite clasificar las trozas según su tamaño y calidad lo que facilitará el proceso de aserrado y maximizará el rendimiento.

Aserrado: Proceso de transformación de las trozas a madera aserrada utilizando sierras diferentes tipos de máquinas dependiente a las especificaciones requeridas.

Introducción de las trozas en la sierra: Este proceso requiere atención para asegurar que las trozas se alineen correctamente y se corte de manera uniforme, este paso es esencial para garantizar la calidad de la madera aserrada.

Proceso de reaserrado: Corte de las piezas de madera que ya han sido aserradas, con el fin de obtener dimensiones más precisas o eliminar defectos adicionales.

Producción de tablas, tablones, durmiente y chapa: La producción se realiza de acuerdo con las especificaciones del cliente y las normativas de calidad.

Eliminación de defectos: Este proceso implica identificar y cortar las secciones de madera aserrada que presentes imperfecciones.

Medición y clasificación de las piezas: Una vez que las piezas han sido aserradas, se mide y clasifica cada una de ellas.

Apilado: Las piezas aserradas se apilan cuidadosamente para su almacenamiento y transporte. Este apilado debe realizarse de manera que se minimice el riesgo de deformaciones o daños en las piezas.

Secado: Finalmente, se forman estibas para el secado de las piezas de madera. Este proceso es crucial para reducir la humedad en la madera, lo que previene problemas como el agrietamiento y la deformación.

- **Los aserraderos**

Las instalaciones donde se procesa la madera rolliza para convertirla en productos de madera se conocen como aserraderos o serrerías, la mayoría de los productos en estos lugares se comercializan con un contenido de humedad que oscila entre el 15 % y el 20 %; se llaman

aserraderos debido a que las máquinas principales que se utilizan en el proceso de aserrío están formadas por sierras (Zabala, 1991).

Un aserradero es una instalación, ya sea industrial o artesanal, donde se realiza el aserrado de madera. Estos lugares forman parte de la primera fase de transformación de la madera, produciendo productos semiacabados que luego son utilizados por industrias de segunda transformación. Inicialmente, las sierras mecánicas en los aserraderos eran accionadas por molinos, lo que hacía que estos se ubicaran cerca de curso de agua. La industrialización de la madera comienza con el aserrado de las trozas, utilizando una amplia variedad de máquinas y herramientas, que van desde las manuales hasta los automatizados (Aldás, 2014).

- **Tipos de aserraderos**

Los aserraderos se clasifican teniendo en cuenta el tipo de la maquinaria usada para aserrara las trozas de madera, por tanto, los aserraderos se clasifican según Benavides y Pauth (2001), en:

El tipo de sierra principal utilizada: Está compuesto por los aserraderos manuales, que es considera como una de las primeras formas de aserrar tozas, y si sierra principal consistía en un serrucho manual para dos hombres y la troza es aserrada por movimientos verticales. Los aserraderos de sierra circular emplean un disco metálico dentado montado sobre un mandril, generalmente impulsado por un motor de combustión interna; existen dos tipos de sierras circulares: las de dientes postizos y las de dientes fijos, donde las primeras pueden ser de una sola hoja o superpuestas para cortar trozas de mayor tamaño. Los aserraderos de sierra de banda o sin fin son máquinas robustas capaces de cortar trozas de gran diámetro; consisten en una banda continua de acero con dientes en uno o ambos bordes, colocada sobre dos volantes, uno superior y otro inferior, montados en un pedestal de hierro, donde el volante inferior ajusta la tensión de la sierra, mientras que el superior actúa como la polea motriz, movida por un motor eléctrico o de combustión interna. Finalmente, los aserraderos de sierras múltiples montan de 2 a 5 hojas de sierras en un bastidor, separadas según el producto final que se desea obtener y la troza a aserrar; estas hojas pueden alcanzar hasta 1 metro de largo y permiten una alta productividad en el aserradero

Por su permanencia: Los aserraderos permanentes son los más completos en cuanto a su implementación, ya que cuentan con un diseño integral y están contruidos con

materiales de alta durabilidad, como concreto armado, madera preservada y estructuras metálicas. Estos aserraderos tienen los costos de operación más bajos, el coeficiente de aserrío más alto y producen la mejor calidad de madera aserrada. Los aserraderos temporales, por otro lado, se ubican cerca del área de extracción de trozas, ya sea en el bosque o en plantaciones, y están contruidos con materiales de corta duración. Su diseño solo incluye el proceso de aserrío, y sus costos son más altos que los de los aserraderos permanentes. Por último, los aserraderos portátiles se sitúan en el mismo lugar de aprovechamiento, ya que no requieren una planta fija; están compuestos por una sola máquina principal que realiza todos los procesos de una sierra circular simple, pero sus costos de operación son muy altos.

Por su tamaño: Los aserraderos se clasifican en grandes porque procesan 20 000 a 30 000 m³, mediano cuando procesan entre 10000 a 20000 m³, y pequeños cuando procesan 5000 a 10000 m³.

- **Tipos de corte**

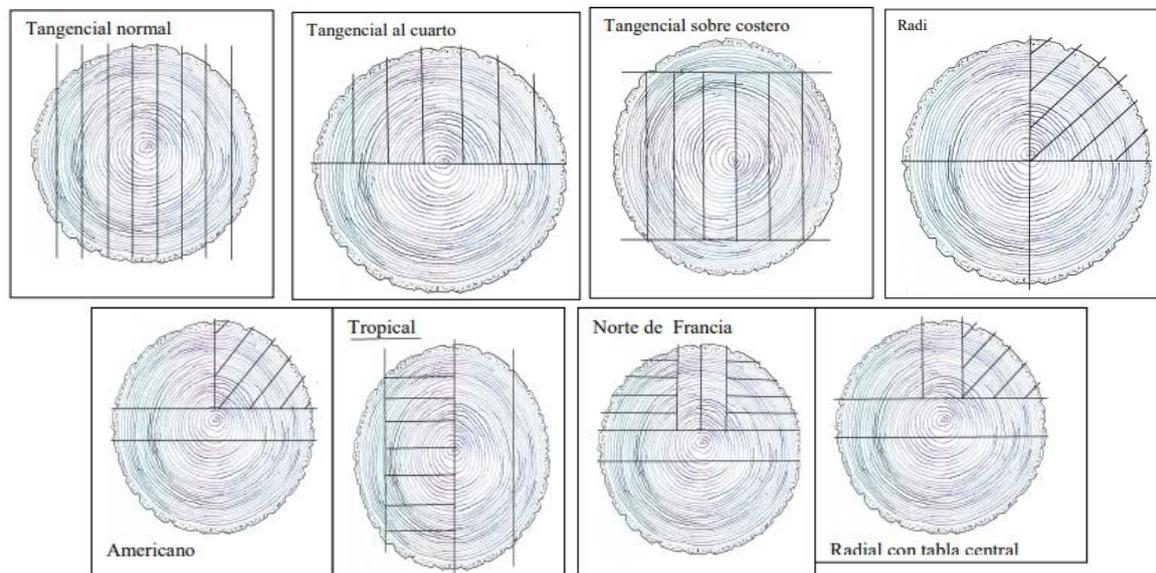
Existen dos métodos principales para cortar la madera en rollo y obtener madera aserrada:

Despiece tangencial: Este método se caracteriza por realizar cortes paralelos entre si y perpendiculares a los radios leñosos. Entre sus ventajas, destaca la facilidad tecnológica en la ejecución de cortes, lo que permite su automatización. Así mismo, ofrece un alto rendimiento en la obtención de madera aserrada, y las piezas obtenidas suelen tener nudos más pequeños, ya que las ramas se seccionan transversalmente. Sin embargo, este método presenta inconvenientes, como la tendencia de las piezas a deformarse en forma de "atejado" y a experimentar mayores contracciones en comparación con otros métodos de corte (Vignote, 2017a).

Despiece radial: Este método se basa en realizar cortes en dirección radial. A diferencia del despiece tangencial, las ventajas e inconvenientes del despiece radial son opuestas. Aunque permite obtener piezas con menor tendencia al "atejado" y con contracciones más controladas, la dificultad de mantener una dirección radial exacta hace que este método tenga muchas variantes, dependiendo de cómo se logre acercarse a la dirección radial en las caras de la madera aserrada (Vignote, 2017a).

Figura 1

Tipos de corte de la madera



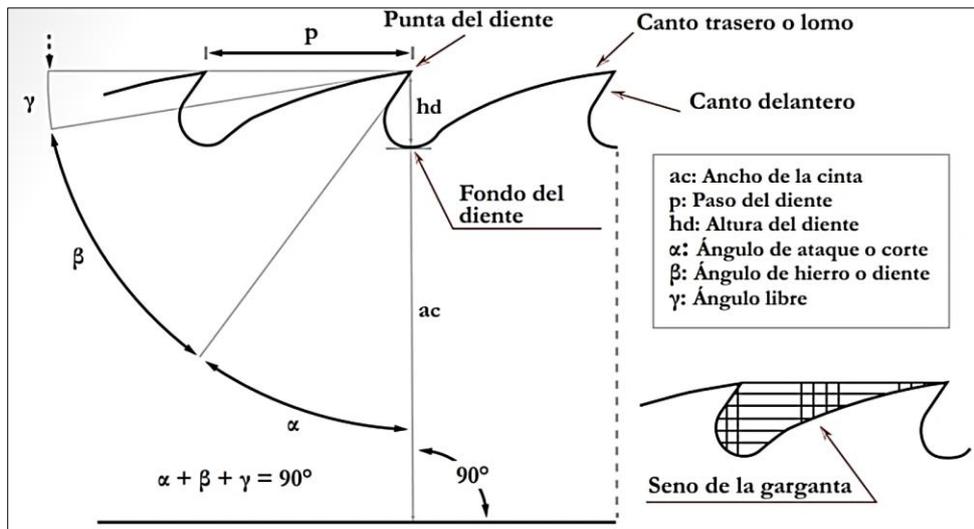
Nota. Diseño elaborados a partir de Vignote (2017a).

- **Caracterización de cintas para sierra principal**

En la industria del aserrío, la hoja de la sierra cinta es el componente principal que determina el rendimiento del corte. Sus propiedades clave incluyen: geometría del diente; el perfil del diente (ángulo, inclinación y forma) afecta directamente la capacidad de penetración en la madera y la evacuación de la viruta. Un ángulo alto es común para maderas blandas, mientras que uno más neutral o bajo se usa en maderas duras. Paso de diente (TPI - Teeth Per Inch); un menor TPI (dientes más espaciados) es ideal para cortes rápidos y en maderas blandas o húmedas, ya que permite una mejor evacuación de viruta. Un mayor TPI (dientes más juntos) proporciona un acabado más liso y es adecuado para maderas duras o secas. Triscado (Stellite); el triscado es la desviación de los dientes de la hoja. Un triscado adecuado asegura un corte limpio y evita que la hoja se atasque, reduciendo la fricción y el calor. Material de la hoja; las hojas bimetálicas o con puntas de carburo de tungsteno ofrecen una mayor durabilidad y resistencia al desgaste, lo que reduce la frecuencia de afilado. El acero al carbono es más económico y flexible, pero requiere afilado más frecuente. (López, 2023).

Figura 2

Características técnicas de la cinta



Nota. Diseño establecido por Estrada y Bustamante (2022)

B. Trozas y calidad de trozas

La gran parte de la industria maderera peruana se centra de manera específica entorno al aserrío de maderas preciosas, como caoba, cedro, ishpingo, cuyo número pocas veces supera las diez especies. Sin embargo, en la actualidad la diversidad de los bosques tropicales permite la incorporación permanente de muchas especies nuevas a la industria y los mercados. Actualmente, de las aproximadamente 600 especies maderables identificadas, se aprovechan 80. A partir de esto se promueve la identificación de especies a nivel de trozas (Vignote y Martínez, 2017).

• Características de las trozas para su reconocimiento

Las trozas que ingresan al patio de trozas, previas al aserrado, son clasificadas de acuerdo a indicadores descritos por Estrada y Bustamante (2022), que se muestra a continuación:

Diámetros frecuentes: Normalmente, las especies comerciales reportan rangos de diámetros de trozas reconocidas en el mercado. Por ejemplo, las maderas de bosques mayormente se comercializan con $DAP > 50$ cm.

Largos frecuentes: El largo está relacionado con el producto final a obtener.

Formas frecuentes: La forma de la troza está estrechamente relacionada con las características de crecimiento de cada especie. Aunque la mayoría de las especies comerciales presentan trozas rectas y cilíndricas, existen excepciones, como el ishpingo. Algunas especies, como la capirona y la huangana caspi, suelen tener trozas acanaladas, mientras que las trozas ahusadas, como las de catahua o diablo fuerte, son menos comunes en nuestros bosques tropicales.

Apariencia de la corteza externa: La parte exterior de la troza puede ser lisa, lenticeladas, agrietada o fisurada.

Tonalidad de la madera: Se refiere al color aproximado de la madera, que se observa en la sección transversal de la troza.

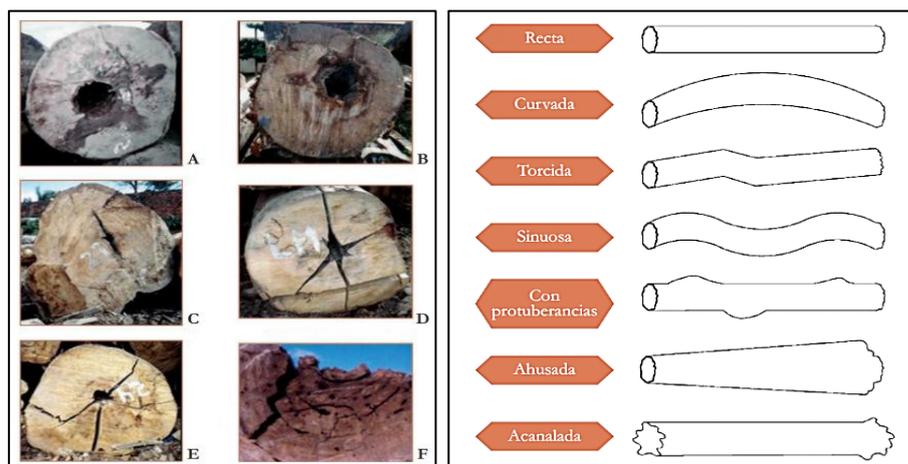
Zona de transición entre albura y duramen: En la sección transversal de la troza, se pueden observar distintos niveles de contraste de color entre la albura y el duramen, una característica típica de cada especie. Algunas especies, como el aguano masha, el estoraque, el huayruro, el shihuahuaco y el tahuari, presentan un contraste claramente diferenciado en esta zona.

Defectos frecuentes: Los defectos en las trozas afectan la calidad de la madera y puede causar pérdidas en el rendimiento durante el proceso de aserrío, así como las transmisiones de estos defectos a un porcentaje variable de las piezas obtenidas. La calidad de una troza de madera tiene un impacto significativo en el precio de la madera (Sulca, 2021). Los defectos más frecuentes de las trozas son: nudos y veteados anormales; los nudos son ramas que quedaron incluidas en el tronco de la troza. Pueden ser firmes o sueltos; los veteados anormales, como la madera de reacción o la madera de compresión, se forman debido a la tensión en el crecimiento del árbol. Estos defectos debilitan la madera y causan problemas en el aserrado, generando madera de menor resistencia y con una apariencia deficiente. Grietas y Rajaduras; las grietas son separaciones de la fibra de la madera a lo largo del grano, causadas por un secado desigual o tensiones internas en el árbol; las rajaduras, por otro lado, son separaciones más profundas y extensas; ambos defectos disminuyen el rendimiento y la calidad de las tablas, ya que la madera en esa área es inutilizable. Pudrición y Ataque de Insectos; La pudrición es causada por hongos que degradan la madera, haciéndola blanda y sin valor, Puede ser superficial o extenderse por todo el núcleo de la troza; los ataques de insectos, como las termitas o los escarabajos, dejan galerías y agujeros que afectan la integridad estructural y el aspecto de la madera. Curvatura y conicidad; la curvatura es una deformación en la troza que la hace no ser recta, una troza con curva reduce

la cantidad de tablas largas y rectas que se pueden obtener; la conicidad es la diferencia de diámetro entre la base y la punta de la troza; una alta conicidad implica un menor aprovechamiento de la madera, ya que la variación de ancho en las tablas puede ser significativa. Madera de Tensión y compresión; la madera de tensión se forma en la parte superior de las ramas y es común en árboles de hoja ancha, mientras que la madera de compresión se forma en la parte inferior y es típica en las coníferas; ambos tipos son anómalos, densos y quebradizos, y su presencia puede causar alabeo o curvatura en las tablas después del aserrado. Inclusiones metálicas; las inclusiones metálicas como balas, clavos o alambres, son objetos extraños que se encuentran dentro de la troza, estos elementos no solo dañan gravemente las sierras, sino que también pueden arruinar la madera circundante y ser un riesgo de seguridad para el personal del aserradero, la detección de estos objetos es vital y a menudo se realiza con detectores de metales (Gonzales, 2017).

Figura 3

Tipos de huecos en las trozas y perfil longitudinal



Nota. A: hueco seco; B: hueco con pudrición; C: hueco alargado; D: hueco estrellado; E: hueco seco y rajaduras en el extremo; F: baleado. Fuente: Estrada & Bustamante (2022).

Espesor, tipo de corteza y dureza de la madera: En cuanto al espesor de la corteza en las trozas, en general es una característica variada en la madera, principalmente en diferentes especies, además de la influencia del diámetro. La mayoría de las especies maderables tienen cortezas delgadas o medianas, <12 mm; sin embargo, algunas especies comerciales, como catahua, lagarto caspi, Lupuna y Pumaquiro, tienen cortezas notablemente gruesas. La dureza se estima en la sección transversal de la troza, y ciertos exudados en la corteza interna o en la madera expuesta ayudan a identificar especies comerciales como aguano masha, mashonaste, panguana, quinilla colorada, copahiba y huayruro. En cuanto a la

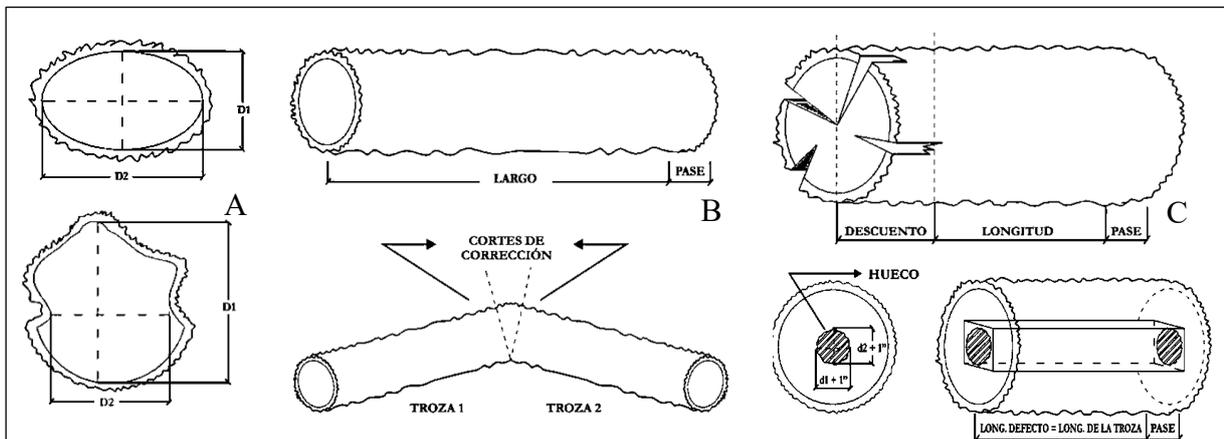
corteza externa, esta puede ser lisa, lenticelar, fisurada y agrietada (Estrada & Bustamante, 2022).

- **Estimación de volumen maderable de maderable de trozas**

La estimación del probable rendimiento de una troza en madera aserrada es de suma importancia, ya que constituye la base de una transacción comercial, y, además, resulta de gran interés con fines de inventario y estimación del rendimiento en el proceso de aserrío. Existen varias fórmulas para hacer tal estimación, fórmulas que, en algunos casos, se han transformado en reglas o tablas para facilitar su aplicación. En nuestro país, hay varias formas de estimar el volumen de la madera aserrada que se puede obtener tras aserrar la troza. Es importante, especificar los criterios de medición en trozas; para el diámetro se debe tener en cuenta la medición cuando tiene corteza, ya que el diámetro se debe medir incluyendo la corteza y después descontar su espesor; en trozas de sección irregular, se debe tomar dos medidas, la primera desde la más regular y la segunda en escuadra con la primera y se obtiene un promedio. En cuanto al largo, se debe considerar si la troza está torcida (corrige con el corte) o si presenta defectos como rajaduras, que afectaría a la calidad de la troza y por tanto a la obtención de madera aserrada.

Figura 4

Criterios de medición de trozas



Nota. (A) diámetro, (B) largo; (C) defectos. Fuente: Sulka (2021).

- **Categorías de calidad de trozas**

La calidad está en función a la forma y rectitud de la troza (tabla 1).

Tabla 1*Categorías de calidad de trozas*

Categoría	Descripción
Calidad A	Una troza cilíndrica, derecha y sin ataque de hongos e insectos, si los hubiera estos serán mínimos.
Calidad B	Semi cilíndricas, semi sinuosas con ataque mínimo de hongos e insectos o hasta un máximo de 30 % de su tamaño.
Calidad C	De forma irregular, sinuosa o torcida con ataque de hongos e insectos.

Nota. Se muestra la descripción cualitativa para clasificación de calidad. Fuente: Ramírez (2019)

C. Rendimiento

El rendimiento de aserrío es la relación entre el volumen de madera aserrada obtenida y el volumen de madera rolliza procesado. Este concepto define la eficacia del proceso de aserrado, demostrando cuántos productos se obtienen del volumen de madera en rollo usado. Se expresa mediante un coeficiente de aserrío que muestra qué parte de la masa de madera en rollo transformada se convierte en madera aserrada o escuadrada (Vasquez, 2023).

Schrewe (1980) menciona que otro principio con base del aserrío es el socioeconómico, donde debe lograrse el máximo de utilidades económicas o beneficios sociales con el mínimo de capital. Sin embargo, este propio principio debe basarse en el rendimiento sostenido, demostrando la necesidad no solo económica sino también racional. Precisamente sobre esta misma pauta, en el aserradero, se realiza el ciclo de la preparación de trozas a madera aserrada y cualquiera de sus procesos, incluidos el propio aserrío, deben ser económicos y racionales a su vez, lo que significa que la utilización de la materia prima debe ser máxima, pero en este caso, debe considerarse cualitativa y cuantitativamente.

La variación dimensional de la madera aserrada, especialmente el espesor, afecta significativamente el rendimiento, por lo que es importante utilizar equipos que no presenten vibraciones y mantener la sierras en constante mantenimiento (Nájera et al., 2006).

- **Factores que influyen en el rendimiento de aserrío**

El rendimiento de aserrío depende de algunos factores relacionados con la troza y el proceso, según lo describen Aldás (2014) y Quintanilla (2023), que se detallan a continuación

Diámetro de las trozas: El diámetro de la troza es un factor crucial en el aserrío, ya que un mayor diámetro suele conducir a un mejor rendimiento. Por el contrario, trabajar con trozas de pequeñas dimensiones resulta en menores niveles de rendimiento. Esto subraya la importancia de mejorar las técnicas de aserrado para trozas pequeñas y de implementar políticas que fomenten el crecimiento de árboles que produzcan trozas de mayor tamaño y calidad para los aserraderos.

Longitud, conicidad y diagrama de troceado: El rendimiento de las trozas en el proceso de aserrío está influenciado por la longitud y la conicidad de las trozas. Dado que estos últimos parámetros aumentan, también lo hace la diferencia entre los diámetros en uno y otro extremo de la troza. Por lo tanto, una de las formas de aumentar el rendimiento volumétrico es la optimización del corte en tamaños lógicos de madera aserrada.

Calidad de las trozas: Es un factor clave para maximizar el volumen de madera aserrada, especialmente las provenientes de bosques naturales. Las dimensiones y volumen de la madera aserrada está directamente relacionado con la calidad de las trozas, lo que ha llevado a establecer normas técnicas de clasificación basadas en las características de su superficie. En particular, las trozas torcidas tienen un impacto negativo en la calidad y volumen de madera obtenida.

Tipo de sierra y diagrama de corte: Son factores cruciales que influyen en el rendimiento y la eficiencia del aserrío de la madera. Una vía de corte ancha, comúnmente en sierras múltiples o circulares, provoca mayores pérdidas de fibra en forma de aserrín y reduce la eficiencia de la máquina; por ello se recomienda el uso de sierras de banda. Además, los diagramas de corte, que se consideran factores como el diámetro, longitud, calidad y conicidad de las trozas, junto con el tipo de sierra, son esenciales para mejorar la calidad y cantidad de la producción de la madera aserrada. La correcta aplicación de estos diagramas han sido clave en los programas de optimización que buscan maximizar el aprovechamiento de la materia prima. Un análisis integral de estos factores permitirá a los empresarios forestales desarrollar estrategias para mitigar efectos negativos y potenciar los positivos en el rendimiento volumétrico.

2.2.3. *Secado*

A. **Técnicas de secado**

El secado de la madera alude a la eliminación del agua de la madera antes de su uso final e implica un sistema complejo de procesos físicos y mecánicos. El resultado deseado

por la industria es secar la madera en el menor tiempo posible, minimizando costes y maximizando la calidad. Sin embargo, debido a la complejidad del proceso de secado de la madera, estos tres objetivos no son independientes entre sí y estar equilibrados para optimizar el proceso de secado. El tiempo de secado a menudo está limitado por el nivel aceptable de calidad de secado deseada (Redman et al., 2016).

Tabla 2

Técnicas de secado de la madera

Tipo	Descripción	Técnica	Ventajas	Desventajas
Secado natural	Como su nombre lo dice, utiliza los factores de secado natural como la temperatura ambiental, velocidad del viento, humedad relativa, o realiza algunas modificaciones de estos (Redman et al., 2016).	Apilado horizontal	El secado es relativamente barato	El tiempo de duración es muy prolongado, lo que eleva los costos por el costo de capital, además requiere de patios de secado.
		Apilado en triángulo		
		Apilado en caballete		
Secado artificial	Este método requiere una inversión inicial considerable debido a la necesidad de equipos o cámaras especializadas, pero esta inversión se compensa con la alta calidad del producto obtenido y la optimización del tiempo de secado (Hernández, 2017).	Cámaras convencionales	Se logra el contenido de humedad solicitado por el cliente.	La cantidad de madera depende del tamaño del horno
		Secado por Radio frecuencia		
		Cámaras de vacío		
		Cámaras de radiación solar	Mejora el rendimiento de la madera en los procesos de habilitado, maquinado, ensamblaje y acabado.	
		Cámaras deshumificadores		
Secado por inmersión				
		Secado por bomba de calor		

Nota. Se resumen las técnicas de secado, sus ventajas y desventajas del secado de la madera.

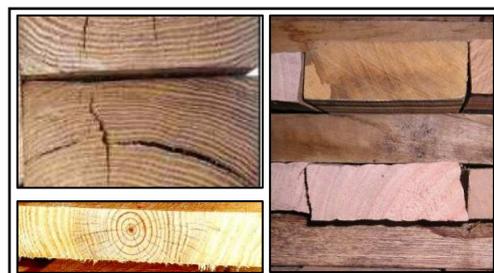
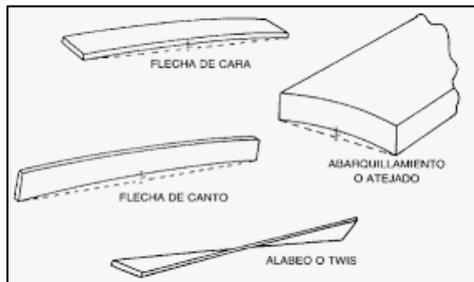
B. Defectos por secado

Un desafío crucial en el secado de la madera es mantener el contenido de humedad dentro de rangos específicos. Un secado excesivo o insuficiente puede provocar problemas comunes que afectan la calidad y la estabilidad dimensional de la madera (Elustondo et al., 2010). En la siguiente tabla se describen los defectos más frecuentes por secado en la madera aserrada.

Tabla 3

Defectos por secado

Deformaciones	
Curvado de cara	Las dos caras se curvan respecto al eje transversal
Curvado de canto	Los cantos se curvan respecto al eje transversal.
Abarquillado	Las dos caras se curvan respecto al eje longitudinal.
Alabeo	Los dos cantos se curvan quedando las cuatro esquinas en el mismo plano
Arrombado	La pieza de madera se distorsiona.
Fendas	
Fendas de testa o externas	Se forman a los extremos, y se distinguen como rajaduras y grietas.
Fendas superficiales	Se forman en la cara de la pieza, se originan por un secado rápido. No afectan a la superficie, se observan en la sección transversal de la pieza, es el peor defecto. Se origina por colapso, tensión.
Fendas internas	Se forman en la cara de la pieza, se originan por un secado rápido. No afectan a la superficie, se observan en la sección transversal de la pieza, es el peor defecto. Se origina por colapso, tensión.
Colapso	
Colapso	Las paredes celulares se hunden y en la superficie se manifiesta por la ondulación de la pieza, los extremos se engrosan más que el centro.



Nota. Este tipo de defectos están establecidos por Vignote & Martínez (2017).

C. Otros defectos de la madera

En otros defectos de la madera aserrada por el secado incluyen exudaciones resinosas, aceitosas o gomosas; y las coloraciones. Las exudaciones son características naturales de la madera, resultantes del afloramiento de sustancias impregnadas a la superficie debido a la presión ejercida sobre la estructura anatómica de la madera mientras se contrae durante el secado. Aunque moderar el ritmo del secado puede ayudar, si las piezas están fuertemente impregnadas, las exudaciones son inevitables. Mientras que las coloraciones en la madera suelen originarse por altas temperaturas o humedad durante las primeras fases del secado, o

por la proximidad o contacto directo con la fuente de vapor. También pueden ocurrir por condensaciones de vapor en la cubierta de los secaderos, que mojan las pilas de madera. Para prevenir estas coloraciones, es recomendable moderar la presión del vapor, realizar un presecado al aire cuando la humedad está alrededor del 30 %, evitar condensaciones y usar cédulas suaves para especies propensas a este problema (Vignote & Martínez, 2017).

Además, la madera aserrada es susceptible a la colonización por hongos lignívoros, mohos y la infestación por insectos xilófagos, especialmente bajo condiciones de alta humedad y temperaturas elevadas. La actividad de estos organismos deteriora la estructura celular de la madera, comprometiendo tanto su integridad mecánica como su valor comercial. Los hongos pueden inducir pudrición y decoloración, mientras que los insectos, como termitas y escarabajos, provocan túneles y cavidades, acelerando el deterioro (Rosales-Solórzano et al., 2018; SAN IGNACIO, 2018).

2.2.4. Calidad de madera aserrada

A. Criterios de calidad

La calidad de la madera se evalúa según sus características naturales y la precisión de sus dimensiones. Sin embargo, el rendimiento de las clases de madera aserrada no es uniforme entre los aserraderos debido a diversos factores como la calidad y tamaño de las trozas, y los métodos de aserrado. Factores como el diámetro, longitud y conicidad de las trozas influyen en la calidad y volumen de la madera aserrada. Conocer estos aspectos y las características internas de las trozas es crucial para mejorar el valor y la calidad de la madera aserrada. La información sobre el rendimiento y las características de las trozas ayuda a predecir la producción de tablas de calidad y es esencial para la toma de decisiones en la comercialización y estimación de disponibilidad de madera. Para la clasificación de la madera, aparte de ser por sus dimensiones, puede clasificada por criterios como defectos de forma, de estructura, nudos, dimensiones, médula (Orozco et al., 2016).

B. Clasificación de madera por calidad

La madera aserrada se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, cada una con requisitos específicos de características físico-mecánicas según la especie y la calidad de la madera (Vignote, 2017b). Dado que la madera es un material heterogéneo, es necesario clasificarla para garantizar que el producto comercializado cumpla con los estándares de calidad establecidos (INTECO, 2011). La clasificación durante el aserrío permite evaluar el

valor y el posible uso de cada pieza, separando las piezas en grupos homogéneos con características similares (González, 2017). Esta clasificación asegura que la madera se destine a aplicaciones y comercialización de manera confiable y con un valor económico adecuado, siguiendo estándares definidos para la industria del aserrío y permitiendo la obtención de diferentes grados de calidad según el uso previsto (INTECO, 2011).

Las exigencias para las especies de madera dependen de los usos previstos y de los estándares de calidad requeridos, y se gestionan mediante normas que facilitan la clasificación de la madera aserrada (Vignote, 2017b). Cuando la clasificación se basa en la resistencia, se consideran las alteraciones de crecimiento que puedan comprometer las propiedades mecánicas de la madera, incluyendo el tamaño, la ubicación y la frecuencia de estas alteraciones, lo que requiere una evaluación detallada de todas las caras y los extremos de la pieza. En contraste, las normas basadas en el aspecto generalmente evalúan la mejor cara y analizan defectos como nudos, médula, bolsas de resina, corteza y pecas. Estos defectos afectan la calidad y reducen el valor comercial de la madera aserrada (González, 2017). Dada la presencia de defectos y la competencia en el mercado de la madera, la clasificación por calidad es crucial para la competitividad en la producción (Sulca, 2021).

- **Normas de clasificación de madera aserrada**

Las normas actuales establecen los términos técnicos, grados de calidad, requisitos y procedimientos que se implementarán en Perú para la clasificación visual, codificación y etiquetado de la madera aserrada de especies latifoliadas tropicales.

Tabla 4

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

Nota. Se detallan Normas Técnicas relacionadas con la evaluación de la calidad de madera aserrada en el Perú. Fuente: MINCETUR (2005)

2.3. Definición de términos básicos

Troza: Un segmento de tronco, libre de ramas y con longitud variable, que se obtiene al cortar el tronco en secciones transversales. Estos segmentos, también conocidos como trozas, son fundamentales en la industria de la madera, ya que sirven como materia prima para el aserrío y otros procesos de transformación (INRENA, 2008, p. 8).

Cuartón: Pieza de madera en forma de paralelepípedo regular, obtenida por medio de sierras manuales, mecánicas (sierra de cinta, de disco o alternativa) o por un proceso de desenrollado. Puede proceder de líneas de aserrío principal y de recuperación (SERFOR, 2019, p. 22).

Madera rolliza: Se refiere a los troncos de árboles que, tras ser talados, se despojan de las ramas y se separan de la copa, y luego se cortan a dimensiones estandarizadas (AITM, 2011, p. 1).

Aserrío: El aserrío se refiere al proceso de convertir trozas en madera aserrada de diversas dimensiones, de acuerdo con los patrones de corte establecidos para los productos deseados (Ortiz et al., 2016, p. 2)

Madera aserrada: El producto del proceso de aserrío, realizado con máquinas como sierra circular, sierra de cinta y sierra hiladora, entre otras, consiste en madera aserrada de diferentes dimensiones y formas según las especificaciones de corte (INRENA, 2008, p. 12).

Rendimiento: El rendimiento de aserrío es la relación entre el volumen de madera aserrada obtenida y el volumen de madera rolliza procesado. Este concepto define la eficacia del proceso de aserrado, demostrando cuántos productos se obtienen del volumen de madera en rollo usado (Vasquez, 2023, p. 3)

Coefficiente de aserrío: La relación entre el volumen de la madera en troza y el volumen de la madera aserrada se denomina rendimiento de aserrío. El valor de esta relación se conoce como "coeficiente de aserrío" y se expresa en porcentaje (SERFOR, 2021, p. 8).

Secado natural: Como su nombre lo dice, utiliza los factores de secado natural como la temperatura ambiental, velocidad del viento, humedad relativa, o realiza algunas modificaciones de estos (Redman et al., 2016).

Calidad de madera: La calidad de las tablas o piezas de madera obtenidas del aserrado de troncos se mide por su uniformidad dimensional, ausencia de defectos, densidad, contenido de humedad y su resistencia y durabilidad para diferentes usos (Arellano, 2019, p. 2).

Aserradero: Los aserraderos son elementos clave e imprescindibles en la cadena de suministro de madera, ya que facilitan la transformación de las materias primas en productos terminados (Rascón-Solano et al., 2023, p. 1).

Cubicación de madera: La cubicación de la madera es el proceso mediante el cual se mide y determina el volumen total de una troza, una pieza de madera aserrada o un producto de madera con valor agregado. Este procedimiento es esencial para evaluar la cantidad de madera disponible y su valor económico, y se realiza utilizando técnicas y herramientas específicas para calcular el volumen con precisión (SERFOR, 2021, p. 4).

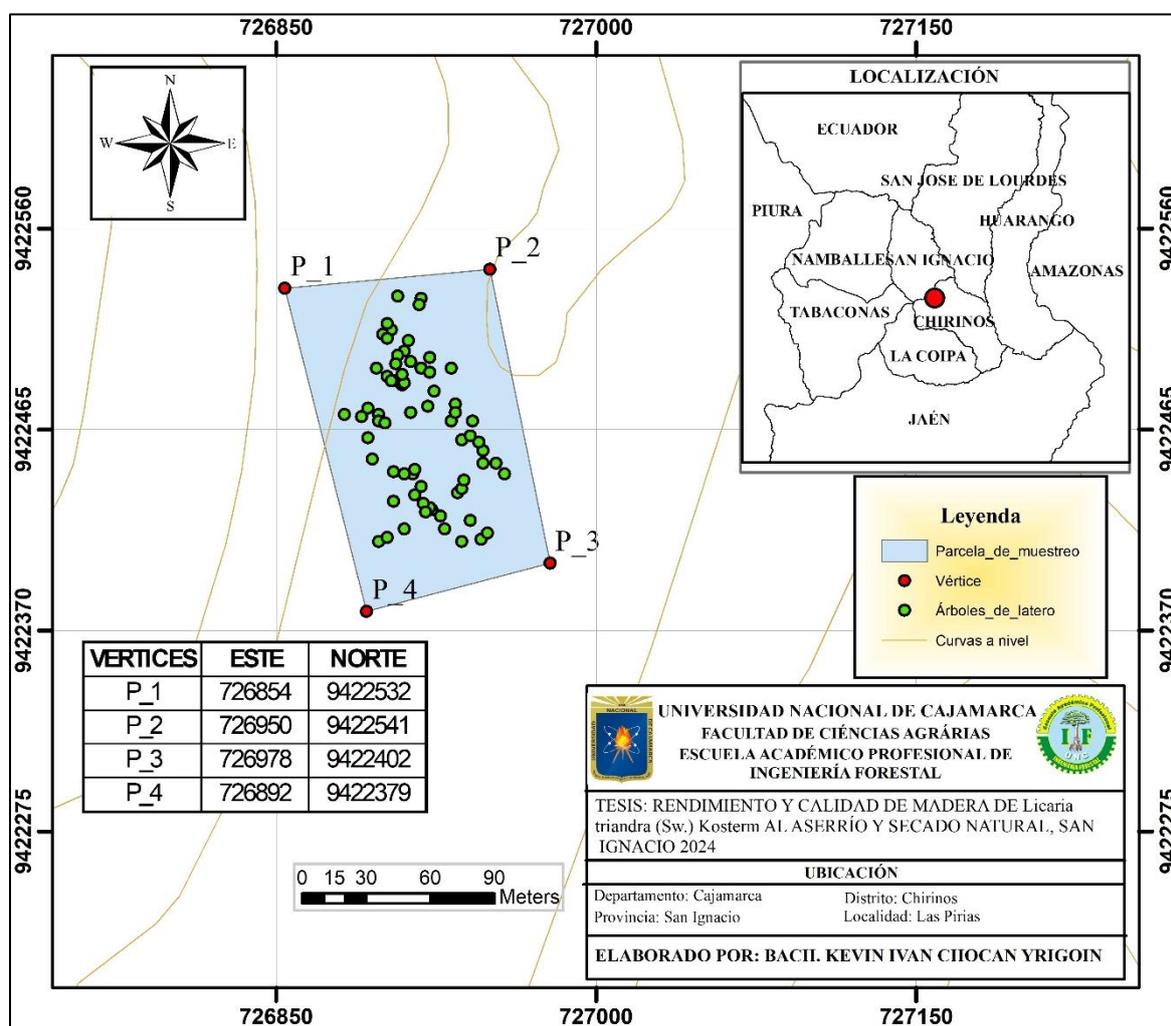
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización de la investigación

Las trozas para las evaluaciones se obtuvieron de una parcela en el centro poblado Las Pirias, distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio (figura 5). El proceso de aserrío de las trozas para medir el rendimiento, y la evaluación de la calidad de la madera aserrada, se ejecutó en el aserradero El Parral, ubicado en la Ciudad de Jaén.

Figura 5

Ubicación de la investigación



Accesibilidad. Para llegar al área de muestreo partiendo de la ciudad de Jaén, se toma la carretera asfaltada Jaén – San Ignacio hasta el km 81.20, donde se sigue el desvío hacia el distrito-ciudad de Chirinos a través de una carretera asfaltada a nivel de bicapa por unos 19 km; de la ciudad de Chirinos, se continúa a través de una carretera asfaltada a nivel de bicapa

hasta el centro poblado Las Pirias, a una distancia de 12.8 km, que es donde se ubica la zona de obtención de la muestra. Las condiciones climáticas de la zona se muestran en el anexo 10.

3.2. Tipo y diseño de la investigación

La investigación actual, por su propósito, fue de tipo aplicada, ya que se busca generar conocimientos con una aplicación directa para resolver problemas en la sociedad o en el sector productivo. Este tipo de investigación se basa en descubrimientos tecnológicos derivados de la investigación básica y se dedica a conectar la teoría con el desarrollo de productos prácticos (Lozada, 2019). Por tanto, los resultados del rendimiento y calidad de madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm al aserrío y secado natural aportan información útil a las empresas dedicadas a la industria del aserrío integrando nuevas especies maderables.

La investigación según el nivel fue descriptiva, porque se centró en detallar las características del rendimiento y calidad de la madera mediante un proceso de aserrío y secado natural. Este tipo de investigación solo se enfocó en describir las propiedades observadas sin intervenir o manipular variables independientes. Mientras que según su enfoque es una investigación cuantitativa porque se basó en recolectar datos y el análisis de datos numérico sobre el rendimiento y la calidad de madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.

La investigación es no experimental porque no se manipuló variables independientes, solo se limitó a observar y describir las condiciones y resultados del rendimiento y la calidad de madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.

3.3. Unidad de análisis, población y muestra

Población: Constituida por todas las trozas de madera rolliza obtenidas de los árboles de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm con DAP igual o mayor a 30 cm, que estaban presentes en el bosque secundario en el distrito de Chirinos.

Muestra: 10 trozas de madera rolliza de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm. Provenientes de árboles con DAP mayor o igual a 30 cm. El muestreo fue no probabilístico, por conveniencia, basado en lo estipulado por la Norma Técnica NTP 251-008, que indica que el número mínimo de unidades de análisis debe ser cinco para estudios exploratorios o preliminares.

Unidad de análisis: La evaluación del rendimiento del aserrío se realizó con trozas de madera rolliza de la especie en estudio, con dimensiones variables. Para la evaluación de la calidad, se analizaron las piezas de madera aserrada obtenidas tras el proceso de aserrado y sometidas a secado, las cuales tienen dimensiones variables de largo y ancho, con un espesor máximo de 2 pulgadas.

3.4. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

La fuente de recolección de datos fue de carácter primario, dado que el investigador se encargó personalmente de obtener la información durante todas las fases de la investigación. Esto implicó que los datos fueran recolectados directamente por el investigador en el campo o a través de observaciones y mediciones específicas, asegurando así la autenticidad y precisión de la información obtenida.

En esta investigación se empleó la técnica de observación directa, con la participación del investigador. Esta observación se llevó a cabo durante todas las etapas del estudio. El enfoque aseguró que cada fase del proceso sea cuidadosamente monitoreada y documentada, proporcionando datos detallados y precisos para el análisis.

Los instrumentos para la recolección de la información durante todas las fases del estudio, se realizaron en formatos de recolección de datos.

3.5. Materiales y procedimiento de la investigación

A. Materiales

Materiales de Investigación: Se utilizaron trozas de *Lacaria triandra* (Sw.) Kosterm con distintos diámetros y similar longitud.

Herramientas y Materiales: Los elementos incluyeron un descortezador, cinta métrica, sogas, cuñas, machetes, volteadores, separadores para el secado, una base de madera para secado en castillo y un cobertor para el secado.

Equipos: Se empleó una sierra de cinta, GPS, motosierra, medidor portátil de humedad, estufa, balanza de precisión y una cámara fotográfica.

B. Procedimiento

Inventario: Se llevó a cabo un censo comercial para registrar datos dendrométricos de todos los árboles en la parcela a evaluar. Los datos recolectados incluyeron el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total (HT), y la altura comercial (HC), se usó el factor mórfico propuesto por SERFOR de 0,65. Con esta información, se elaboró una tabla de clases diamétricas con una amplitud de 5 cm, que sirvió para seleccionar los árboles a aserrar.

Muestreo de los árboles inventariados: A partir de las clases diamétricas identificadas en el censo comercial, se seleccionaron cinco árboles: dos de la clase diamétrica superior y tres de la clase inmediatamente inferior. Las clases seleccionadas tuvieron un DAP superior a 0,30 m. Tras determinar los diámetros de los árboles a evaluar, se filtraron los datos del censo para identificar todos los árboles que cumplan con estos diámetros. De ellos, se eligieron los mejores, siguiendo el número preestablecido por clase diamétrica.

Apeo y obtención de trozas: Los árboles seleccionados fueron apeados con una motosierra, realizando un corte de dirección y un corte de caída. Después, se quitaron las ramas del fuste, pero no todo el fuste fue procesado en el aserradero. Durante el trozado, se eliminaron los defectos posibles para obtener trozas limpias y bien conformadas. Las trozas se cortaron con un largo de 2,20 metros, añadiendo un exceso para compensar posibles ajustes durante el trozado, retestado y aserrío. Se seleccionaron dos trozas por árbol, priorizando la calidad, para completar un total de diez trozas según la muestra establecida.

Codificación y protección de las trozas: Después de obtener las trozas, se pintó con esmalte las testas para evitar la pérdida rápida de agua. Se protegieron de la exposición solar y se mantuvieron húmedas hasta el momento del aserrío. Las trozas se trasladaron de inmediato al aserradero para minimizar la pérdida de humedad. Cada troza fue codificada con pintura, utilizando un código compuesto por números y letras que identifican el árbol según el censo comercial, asegurando la trazabilidad de la madera aserrada obtenida.

Cubicación de trozas, descuento de defectos: Se llevó a cabo la cubicación de las trozas utilizando la fórmula de Smalian (FAO, 1980). Para ello, se midieron las trozas excluyendo la corteza, ya que el volumen calculado debió corresponder únicamente al xilema, que es la parte que se transformó. La cubicación se realizó de acuerdo con la siguiente expresión:

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

Donde:

V = Volumen de la troza en m³ rollizos

Ø> = Diámetro mayor de la troza en m

Ø< = Diámetro menos de la troza en m

L = Largo de la troza en m

La cubicación descrita fue válida para trozas sin defectos. Las trozas defectuosas que no se pudieron excluir, se calculó el volumen total usando la fórmula mencionada y se descontó el volumen del defecto para obtener el volumen neto. Este volumen neto se calculó con la siguiente expresión:

$$V_n = V_b - V_d$$

Donde:

V_n = volumen neto de la troza en m³ rollizos

V_b = volumen bruto de la troza en m³ obtenido por la fórmula de Smalian

V_d = volumen del defecto en m³, obtenido según sea el caso

Aserrío de trozas: El aserrado se llevó a cabo en un aserradero equipado con una sierra cinta horizontal como máquina principal. El proceso de aserrío consistió en realizar cortes tangenciales en las cuatro caras de la troza para obtener una pieza central escuadrada. Esta pieza se cortó con cortes radiales o tangenciales según el producto deseado. Se obtuvieron tablas de 1" de espesor para el aserrío secundario y cuarterones de 2" de espesor a partir de la pieza escuadrada central, que se consideraron como madera aserrada comercial.

Cubicación de madera aserrada: La madera aserrada obtenida del procesamiento de las trozas se clasificó según su origen para garantizar su trazabilidad en la evaluación de calidad. Cada pieza aserrada fue codificada antes de ser medida para asegurar un seguimiento preciso. Se usó la fórmula de Smalian (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

Es importante destacar que, según la norma NTP 251.003, todas las dimensiones mencionadas anteriormente son nominales. La calidad de la madera aserrada se evaluó conforme 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 251.035: 1988 MADERA ASERRADA Y CEPILLADA. Dimensiones nominales. Requisitos

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

De acuerdo con estas normas se clasificaron las piezas de madera aserrada de acuerdo con las siguientes calidades:

Superior (S)

Extra (E)

Estándar 1 (E1)

Estándar 2 (E2)

Estándar 3 (E3)

La evaluación se llevó a cabo inmediatamente después del aserrado y se verificó nuevamente después del secado natural.

Secado natural de la madera: Las piezas de madera aserrada fueron sometidas a un secado natural durante dos meses para identificar posibles defectos, alcanzar la humedad de equilibrio higroscópico y asegurar la estabilidad dimensional. El secado se realizó en pilas horizontales o castillos con separadores de 1" y una base de 0,50 m de altura para evitar el contacto con el suelo. Se colocó un cobertor para proteger la madera de la lluvia y se movió cada 20 días para un secado uniforme. Se instalaron probetas dentro del castillo para evaluar

la liberación de tensiones en la madera. Al finalizar el secado, se volvió a evaluar la calidad de la madera aserrada.

Evaluación de calidad post-secado: Tras completar el secado, se llevó a cabo una nueva evaluación de la calidad de la madera aserrada, aplicando la metodología establecida en las normas previamente citadas.

Ordenamiento, tabulación y procesamiento de datos: Los datos relacionados con el inventario, mediciones de trozas, codificación de trozas, y medición y codificación de madera aserrada se registraron en formatos diseñados específicamente para este propósito. Estos datos se organizaron, tabularon y procesaron en una hoja de cálculo de Excel para generar los resultados del estudio.

Determinación del rendimiento del aserrío de la madera rolliza: Se determinó el rendimiento del proceso de aserrío de la madera rolliza de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm utilizando las siguientes fórmulas:

$$R = \frac{Va}{Vr} \times 100$$

Donde:

R = rendimiento de aserrío en porcentaje (%)

Vr = volumen rollizo en m³

Va = volumen aserrado en m³

$$Vd = Vr - Va - Vas$$

Donde:

Vd = volumen desperdicios m³

Vr = volumen rollizo en m³

Va = volumen aserrado en m³

Vas = volumen del aserrín en m³

Clasificación de la calidad de la madera aserrada: La clasificación de la calidad de la madera aserrada se llevó a cabo según las normas previamente mencionadas, las cuales se resumen en el anexo 3.

3.6. Validación y prueba de confiabilidad de los instrumentos

La información se recolectó en formatos establecidos en las Normas Técnica Peruanas mencionadas en los ítems anteriores, por lo que no necesito la validación de instrumentos de recolección de datos. Los instrumentos utilizados no ameritan pruebas estadísticas de confiabilidad.

3.7. Técnicas de análisis y procesamiento de datos

Los datos recogidos con los instrumentos se digitalizaron y tabularon en una hoja de cálculo, como Excel. Posteriormente, estos datos se procesaron para calcular los indicadores definidos. Utilizando estadística descriptiva, se crearon tablas y figuras que facilitaron la interpretación de los resultados, permitiendo así llegar a las conclusiones necesarias y cumplir con los objetivos establecidos.

3.8. Aspectos éticos considerados

La Universidad Nacional de Cajamarca (2016) establece los siguientes principios éticos para los procesos de investigación:

- **Protección de la persona:** Es esencial respetar la dignidad, libertad, identidad, diversidad, derecho a la autodeterminación informativa, confidencialidad y privacidad de todas las personas involucradas en la investigación.
- **Cuidado del medio ambiente y respeto a la biodiversidad:** Las investigaciones deben evitar dañar la naturaleza y la biodiversidad, reconociendo la interconexión entre los elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos y culturales.
- **Responsabilidad, rigor científico y veracidad:** Los investigadores y miembros de la UNC deben actuar con responsabilidad, manteniendo un rigor científico y asegurando la veracidad en la investigación, considerando sus repercusiones a nivel individual, institucional y social.

3.9. Presentación de la información

La presentación de la investigación se basó en los cálculos realizados, los cuales fueron procesados y graficados en hojas de cálculo de Excel y documentos de Word para la redacción del informe e interpretación de los resultados. Toda la información, incluidas tablas y gráficos, se presenta siguiendo el formato APA 7ª edición. La redacción del informe final se llevó a cabo de acuerdo a lo establecido en el protocolo de tesis establecido por la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Rendimiento de aserrío de la madera de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm.

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 7.

Tabla 5

*Rendimiento de aserrío de trozase la madera *Licaria triandra**

N°	Código troza	Volumen troza (m ³)	N° cuartones obtenidos	Volumen cuartones (pt)	Volumen cuartones (m ³)	Rendimiento aserrío (%)
1	Troza 1	0,1237	5	32	0,076	61,33
2	Troza 2	0,1080	4	33	0,077	71,36
3	Troza 3	0,1025	2	14	0,050	48,36
4	Troza 4	0,0996	4	30	0,093	93,83
5	Troza 5	0,1046	5	22	0,061	57,98
6	Troza 6	0,0934	3	17	0,039	41,99
7	Troza 7	0,1260	3	35	0,088	69,92
8	Troza 8	0,1214	4	15	0,036	29,49
9	Troza 9	0,1237	3	20	0,047	37,84
10	Troza 10	0,1214	3	28	0,065	53,76
Promedio		0,115	3,67	25,461	0,066	58,207
D.S		0,011	1,00	7,977	0,019	19,187
C.V. (%)		9,28	27,27	31,33	29,61	32,96

Nota. Se muestra resultados de cubicación de madera pre y post aserrado.

En la tabla 5, se visualiza que el rendimiento de aserrío que fue ligeramente superior a lo establecido oficialmente en la Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000259-2024-MINAGRI-SERFOR, obteniéndose en 58,20 %, con un coeficiente de variabilidad 9,28 %.

Producción de desperdicios

Tabla 6

Volumen de aserrín y desperdicios generado en el proceso de aserrío

N°	Código troza	Volumen troza (m ³)	Volumen cuartones (m ³)	Volumen aserrín (m ³)	Volumen desperdicios (m ³)	% aserrín	% desperdicios
1	Troza 1	0,1237	0,076	0,00552	0,0423	4,46	34,21
2	Troza 2	0,1080	0,077	0,00519	0,0257	4,80	23,83
3	Troza 3	0,1025	0,050	0,00259	0,0503	2,53	49,11
4	Troza 4	0,0996	0,093	0,00514	0,0010	5,16	1,01
5	Troza 5	0,1046	0,061	0,00400	0,0399	3,82	38,19
6	Troza 6	0,0934	0,039	0,00281	0,0514	3,01	55,00
7	Troza 7	0,1260	0,088	0,00577	0,0321	4,58	25,50
8	Troza 8	0,1214	0,036	0,00270	0,0829	2,22	68,29
9	Troza 9	0,1237	0,047	0,00327	0,0736	2,65	59,51
10	Troza 10	0,1214	0,065	0,00428	0,0518	3,53	42,71
Promedio		0,115	0,066	0,004	0,044	3,751	38,041
D.S		0,011	0,019	0,001	0,025	1,083	20,203
C.V. (%)		9,28	29,61	28,35	55,31	28,87	53,11

Nota. Se muestra los resultados de todos los productos obtenidos post aserrado de trozas.

En la tabla 6, se visualiza un bajo porcentaje de aserrín de 3,75 % debido a que el espesor de corte de la cierra cinta fue de 2 mm; así mismo, se observa la producción de desperdicios fue de 38,04 % ya que las trozas fueron irregulares y presentaron algunos defectos.

4.1.2. Defectos de la madera de *Licaria triandra* durante el secado natural

Tabla 7

Defectos de la madera Licaria triandra

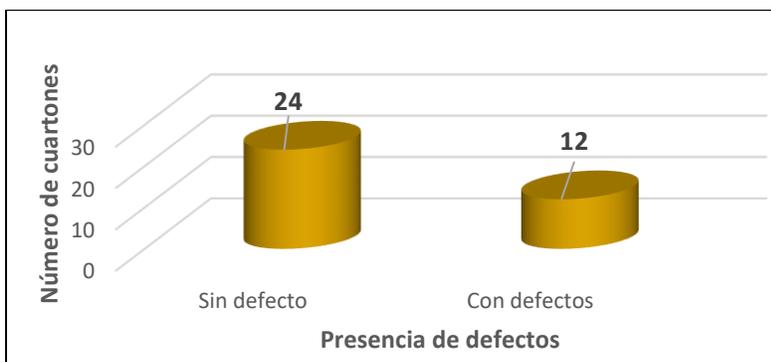
Defectos	Nº de cuartones	Porcentaje %
Sin defectos	24	66,67
Rajaduras de un lado	2	5,56
Rajaduras de ambos lados	1	2,78
Grieta 15 cm	2	5,56
Grieta 20 cm	2	5,56
Grieta 40 cm	1	2,78
Alabeo de testa	1	2,78
Alabeo de cara	2	5,56
Alabeo de canto	1	2,78
Total, cuartones	36	100,00

Nota. Defectos que presentaron los cuartones en porcentaje durante la evaluación.

La tabla 7, se muestran los principales defectos y su distribución porcentual en la madera *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm; donde se encontró rajaduras de un lado con el 5.56 %, seguido rajaduras de ambos lados con el 2,78 %, también se encontró grietas de 15, 20 y 40 cm sumando un porcentaje total de 13,90 %, de la misma forma, se encontró alabeo de testa, de cara y de canto con la suma total de 13,90 %.

Figura 6

Presencia de defectos de la madera Licaria triandra

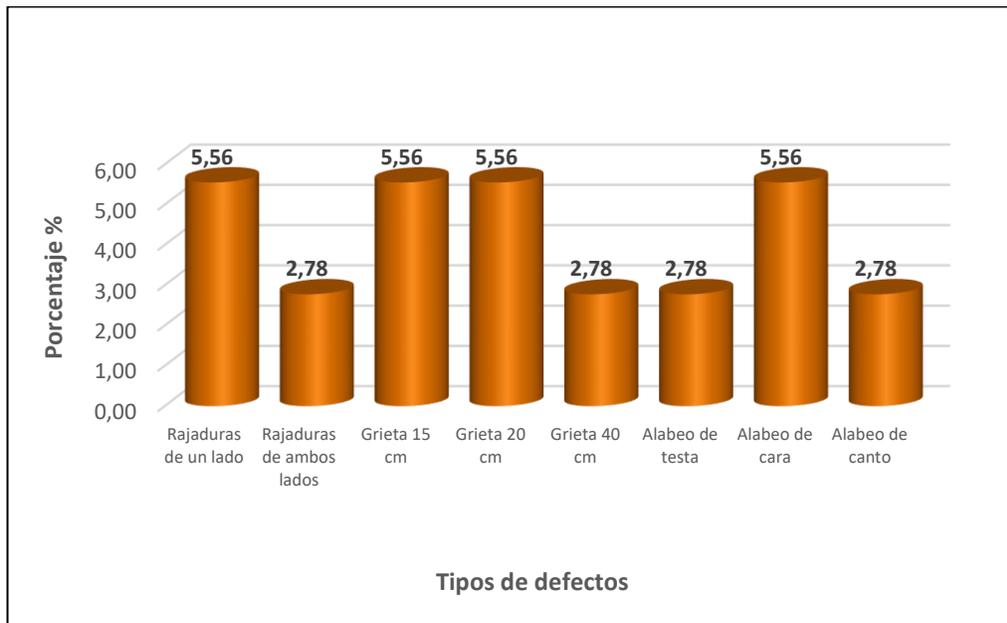


Nota. Defectos según número de cuartones al secado natural.

En la figura 6, se visualiza la presencia de defectos de la madera *Licaria triandra*, donde podemos observar que el número de cuartones sin de defectos es de 24 y los cuartones con defectos fue de 12.

Figura 7

Tipos de defectos de la madera Licaria triandra



Nota. Distribución porcentual de los defectos de la madera *Licaria triandra* al secado natural.

La madera siendo de naturaleza orgánica, ponernos afirmar que la madera aserrada es propensa de presentar una gama de defectos que pueden ser por condiciones naturales del crecimiento del árbol, en la figura 7, podemos observar los defectos de la madera *Licaria triandra*, como rajaduras de un lado, rajaduras de ambos lados, grietas de 15, 20 y 40 cm, alabeos de testa, de cara y de canto.

4.1.3. Calidad de la madera aserrada de *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm

Humedad de la madera aserrada post secado natural

Tabla 8

Humedad de la madera aserrada Licaria triandra

Método de medición	CH inicial %	CH final %
Medición directa	24,53	8,29
Medición de laboratorio	35,42	13,59

Nota. Contenido de humedad inicial y final según método de medición.

Los cuartones obtenidos se secaron en castillo horizontal durante dos meses, realizando mediciones periódicas semanales del contenido de humedad. En la tabla 8 se muestra el contenido de humedad inicial y final de los cuartones, obteniéndose que para la medición directa fue el contenido de humedad inicial del 24,53 y el contenido de humedad final del 8,29 %; así mismo, en la medición de laboratorio la medida del contenido de humedad inicial fue de 35,42 % y el contenido de humedad final fue de 13,59 %. La diferencia en la medición se debe a la precisión que tienen los métodos de medición por lo que se debe aceptar los datos de medición en laboratorio por ser el más preciso; pero la medición directa usando xilohigrómetro da un valor que puede considerarse de manera rápida para tener un dato de la humedad de la madera.

Calidad de la madera aserrada según dimensiones de los cuartones

Los datos consignados en el anexo 4 fueron segmentados en tres criterios de clasificación de la madera, siendo el primero el de calidad de dimensiones que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9

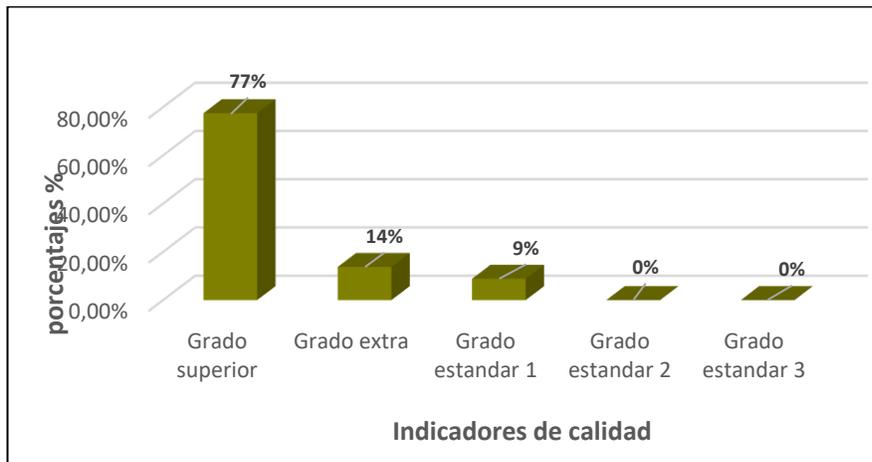
Resumen de calidad según las dimensiones del cuartón

Calidad	Indicadores de calidad			Promedio	%
	A	B	C		
Grado superior	27	25	27	26,33	77,45
Grado extra	7	0	7	4,67	13,73
Grado estándar 1	0	9	0	3,00	8,82
Grado estándar 2	0	0	0	0,00	0,00
Grado estándar 3	0	0	0	0,00	0,00
Total	34	34	34	34,00	100,00

Nota. Grados de calidad del cuartón según sus dimensiones.

Figura 8

Resumen de calidad según dimensiones del cuartón



Nota. Calidad de la madera según dimensiones donde el grado superior el más alto y el grado estándar 3 el más bajo.

Tabla 9 y figura 8, se observan los resultados de evaluación de calidad según el criterio de dimensiones del cuartón el mismo que cuenta con tres indicadores A, B y C. Donde se ve que el grado superior alcanzo el mayor porcentaje con el 77,75%, seguido del grado extra que alcanzó un valor inferior del 13,73 %.

Calidad de la madera aserrada según aserrío de cuartones

Tabla 10

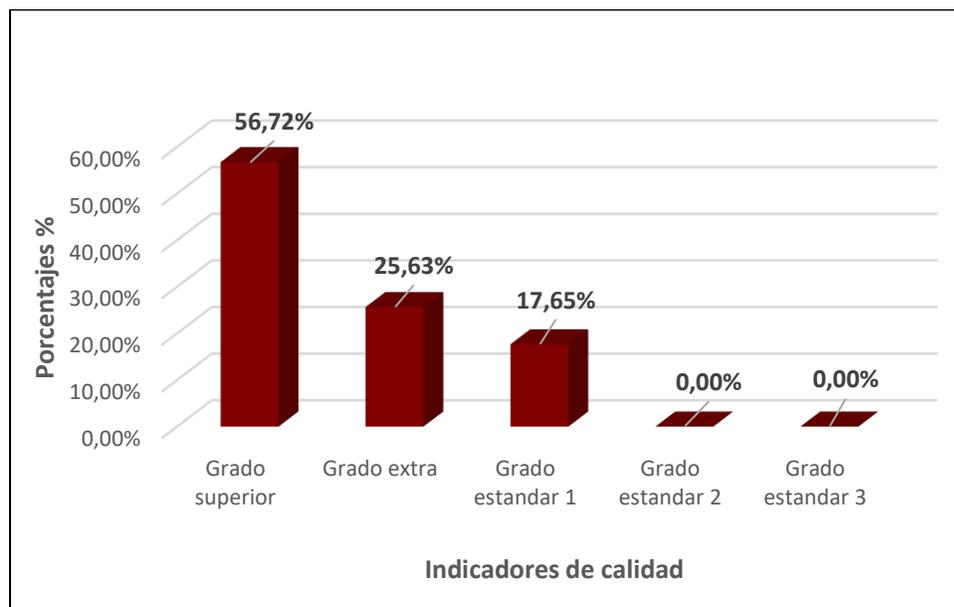
Resumen de calidad según aserrío del cuartón

Calidad	Indicadores de calidad							Promedio	%
	D	E	F	G	H	I	J		
Grado superior	0	0	27	27	27	27	27	19,29	56,72
Grado extra	27	27	0	0	7	0	0	8,71	25,63
Grado estándar 1	7	7	7	7	0	7	7	6,00	17,65
Grado estándar 2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Grado estándar 3	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Total	34	34	34	34	34	34	34	34	100,00

Nota. D es % de rendimiento, E es unidades de corte limpio, F es número de cortes, G es número máximo de cortes, H es ST, I es % y J es número de corte limpio del cuartón

Figura 9

Resumen de calidad según aserrío del cuartón



Nota. Indicadores de calidad según resultados de rendimiento y dimensiones post aserrado del cuartón

Tabla 10 y figura 9, se observa que un poco más la mitad de los cuartones 56,72 % tienen calidad de grado superior, seguido de del grado extra con un 25,63 %, y el grado estándar 1 con el 17,65 %. En este criterio se evidencia que la madera de *Licaria triandra* aumenta su calidad a los criterios de dimensiones de cuartón.

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

Tabla 11

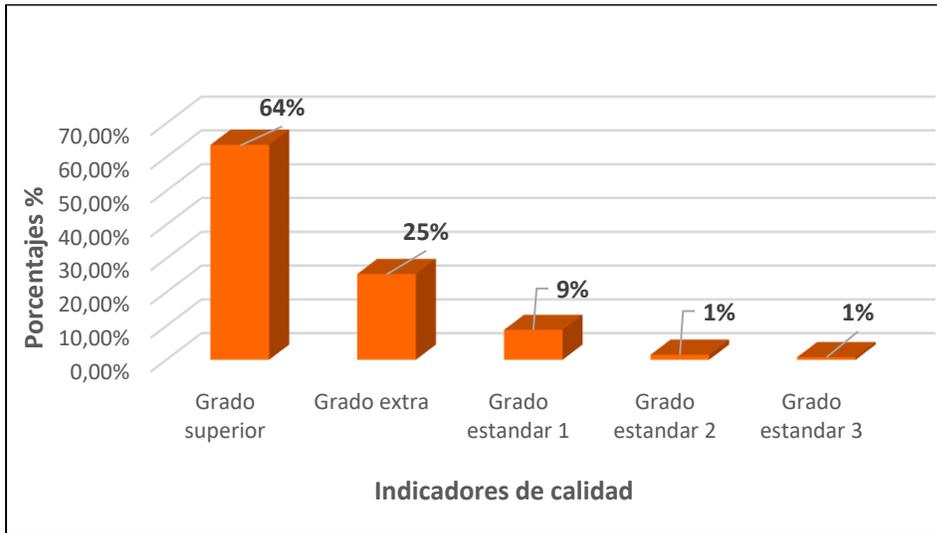
Resumen de calidad según madera obtenida del cuartón

Calidad	Indicadores de calidad								Promedio	%
	K	L	M	N	O	P	Q	R		
Grado superior	27	30	30	32	0	25	7	22	21,63	63,60
Grado extra	5	1	4	2	30	6	12	9	8,63	25,37
Grado estándar 1	1	2	0	0	4	3	12	2	3,00	8,82
Grado estándar 2	0	1	0	0	0	0	2	1	0,50	1,47
Grado estándar 3	1	0	0	0	0	0	1	0	0,25	0,74
Total	34	34	34	34	34	34	34	34	34	100,00

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 suma de diámetros del cuartón

Figura 10

Resumen de calidad según madera obtenida del cuartón



Nota. Calidad de la madera obtenida del cuartón siendo el grado superior el más alto y el grado estándar 3 más bajo.

En la tabla 11 y figura 10, se visualiza que la calidad que depende exclusivamente de los defectos que presenta la madera, tienen una calidad de grado superior con un 63,60 %. Así mismo se observa un porcentaje mínimo de piezas de madera con calidad grado extra de 25,37 %, esto quiere decir que la madera presenta pocos defectos.

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

Tabla 12

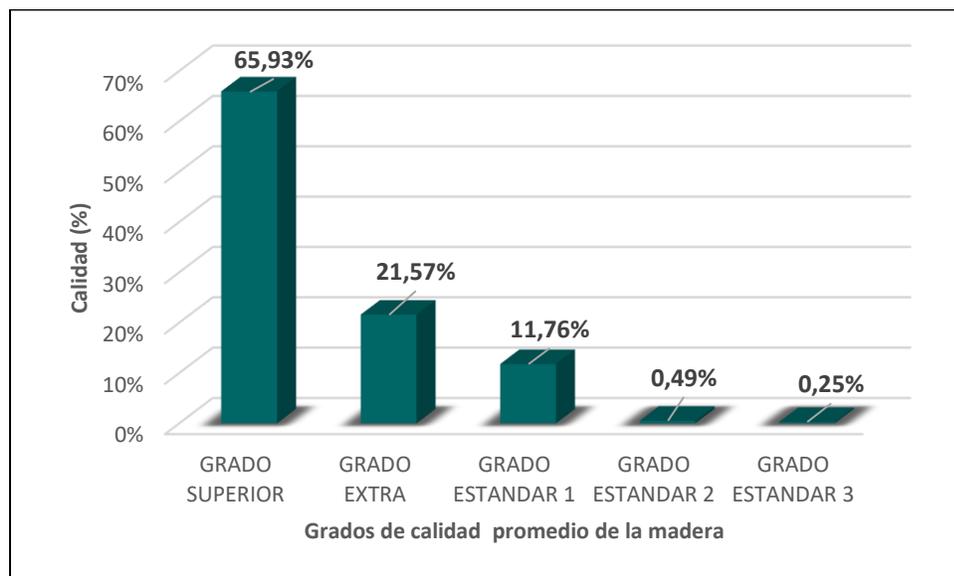
Resumen de la calidad de la madera aserrada

Calidad	Calidad según dimensiones del cuartón	Calidad según aserrío del cuartón	Calidad según madera del cuartón	Promedio de calidad
Grado superior	77,45	56,72	63,60	65,93
Grado extra	13,73	25,63	25,37	21,57
Grado estándar 1	8,82	17,65	8,82	11,76
Grado estándar 2	0,00	0,00	1,47	0,49
Grado estándar 3	0,00	0,00	0,74	0,25
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Nota. La calidad de la madera aserrada muestra mayor número de cuartones dentro de la calidad Grado superior y Grado extra, que son las mejores calidades.

Figura 11

Resumen de la calidad de madera aserrada en porcentaje



Nota. La calidad de la madera muestra más cuartones en el grado superior y muy pocos en el grado estándar 3 que es la menor calidad.

En la tabla 12 y figura 11, se visualiza que la calidad de la madera se encuentra ubicada un poco más de la mitad con el 65,93 % en calidad en grado superior que viene hacer el mejor grado de calidad en madera aserrada, los demás cuartones evaluados obtuvieron una calidad de grado extra con el 21,57 %, en el grado estándar obtuvo una calidad de 11,76 % y el los grados estándar de 2 y 3 fue menor a 1%.

4.2. Discusiones

Los resultados de la investigación respondieron la pregunta de investigación cumpliendo el objetivo planteado, se logró determinar el rendimiento *Licaria triandra* (Sw.) Kosterm al aserrío en 58,21 % y la calidad de madera de secado natural en un 65,93 % en grado superior, generando información para la industrialización y comercialización de la madera aserrada de la especie para promover su valor agregado.

Para responder el objetivo planteado, se siguió las etapas establecidas en los objetivos específicos, los cuales son analizados y discutidos a continuación.

El rendimiento del aserrío utilizando sierra cinta fue de 58,21 %, lo cual es ligeramente superior a lo que establece el SERFOR a través de la Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000259-2024-MINAGRI-SERFOR, que establece un rendimiento de aserrío del 56,00 %; así

mismo, se determinó que la producción de aserrín fue de 3,75 % y los residuos adicionales generados fue de 38,04 %; puede verse que el rendimiento a pesar de ser superior al establecido de manera oficial, no es tanto como el encontrado por otros investigadores, a pesar que se utilizó una sierra cinta con espesor de corte de 2 mm, lo que se ve reflejado en el bajo porcentaje de aserrín, por lo que se deduce que el bajo rendimiento se debió a defectos de las trozas; así tenemos a investigadores como Guevara (2020), que obtuvo un rendimiento de aserrío de 73,04 % usando el mismo tipo de sierra cinta y con una producción de aserrín de 4,00 %, pero procesó trozas de *Eucalyptus saligna*, que tuvieron menos defectos. Similar resultado obtuvo López (2023), con un rendimiento de 80,00 % al procesar trozas de *Hura crepitans*, utilizando también sierra cinta, en este caso el alto rendimiento se debió al procesamiento de trozas de gran dimensión, lo que incrementa el volumen de recuperación. Vásquez (2022), obtuvo un rendimiento muy alto de 82 % al aserrar *Pterocarpus rohrii*, también utilizó sierra de cinta y las trozas de mayores dimensiones que las procesadas en la presente investigación y de mejor calidad. Sin embargo, otros investigadores encontraron valores inferiores de rendimiento de aserrío como Portella (2021) con 32,92 %, de la especie *Tabebuia serratifolia*, Quintanilla (2023) con 31 %, de la especie *Apuleia leiocarpa*, Rozas et al. (2023), con 41 % de la especie *Eucalyptus regnans*; generalmente se debe a que se trataron de diámetros menores y trozas con defectos según sus evaluaciones realizadas. Por su parte investigadores como Torres (2019), con rendimiento obtenido de 57,10 %; Leyva et al. (2020), con un rendimiento obtenido de 52,80 % de la especie *Samanea saman*; Rascón-Solano et al. (2023), con un rendimiento de 53,19 % de especies *Pinus* spp.; Macedo (2021), con un rendimiento de 51 %, de la especie *Claricia biflora*; todos ellos con rendimientos similares al obtenido en la presente investigación, por tratarse de trozas con similares dimensiones y condiciones de calidad, según se detalla en sus estudios; por su parte Rascon-Solano et al. (2023) indica que el rendimiento esta en relación al diámetro de la troza en una relación directa, así mismo, indica que la conicidad también influye en el rendimiento en relación inversa; así mismo, Quintanilla (2023), establece que los principales defectos de las trozas que impactaron en el rendimiento fueron la sección ovalada, la rectitud semisinuosa y sinuosa, los huecos, las rajaduras y las grietas.

En la evaluación de los defectos de la madera aserrada, se encontró que el 66,67 % de cuarterones, no presentaron defectos, mientras que el 33,33 % presentaron defectos; así mismo, se determinó que los principales defectos que presentaron los cuarterones evaluados posterior al

secado fue rajaduras en uno o dos lados, grietas de 15 cm, 20 cm y 40 cm y alabeos de testa, cara y canto. Como puede verse la madera aserrada de *Licaria triandra*, presentó un alto porcentaje de cuartones con defectos durante el secado natural, tanto de forma como de estructura. Rozas et al. (2023), encontró similar presencia de defectos con grietas en uno y dos lados del cuartón, pero con mayor porcentaje de cuartones afectados, en este caso los investigadores trabajaron con *Eucalyptus regnans*; Leyva et al. (2020), en su investigación indica que las contracciones que sufren las piezas de madera aserrada durante el secado fue la principal causa de los defectos que se presentó; a similar conclusión llegó Torres (2019), donde indicó que las variaciones dimensionales o contracciones de la madera así como la madera de reacción, son las principales causas de los defectos que presenten la madera aserrada, siendo las grietas y alabeos los defectos más constantes.

En cuanto al secado de la madera, se llevó a cabo en el método natural con pilas horizontales, este proceso demoró dos meses y pasó el contenido de humedad promedio de 35,42 % a 13,59 %, determinado en laboratorio; la disminución de la humedad por debajo del punto de saturación de la fibra (28 %), produce una contracción de la madera, la misma que continúa hasta llegar a la humedad de equilibrio final alcanzada, según lo establecido en la NTP 251.012:2016 (INACAL, 2016); esta contracción es la que promueve la aparición de los defectos que presenta la madera.

La calidad de la madera se realizó según lo estipulado en las Normas Técnicas Peruanas, se realizó una tabla consolidada de las normas NTP 251.115:1990, NTP 251.114:1990, NTP 251.102:1988, NTP 251.101:1988 y NTP 251.035:1988; donde se establecieron los criterios de clasificación de calidad en las siguientes categorías Superior (S), Extra (E), Estándar 1 (E1), Estándar 2 (E2), Estándar 3 (E3). Los resultados determinaron que la calidad de la madera aserrada de *Licaria triandra*, se encuentra en la calidad grado Superior en un 65,93 % de todos los cuartones evaluados, seguido por un 21,57 con grado Extra, y 11,76 % con grado Estándar 1; resumiendo se determinó que la madera aserrada de *Licaria triandra*, tiene una calidad muy buena en casi dos tercios del número de cuartones, lo que hace viable su industrialización y valor agregado. Similar resultado encontró Guevara (2020) al evaluar la calidad de madera aserrada de *Eucalyptus saligna* con secado natural, donde obtuvo un 65,03 % de grado Superior, un 22,62 % de grado Extra y un 9,82 % de grado Estándar 1; concluyendo el investigador que la calidad obtenida se debe al cuidado durante el secado natural realizado. Por su parte, López (2023) en su

evaluación del aserrío de *Hura crepitans*, encontró que el 72,80 % de la madera aserrada era de la mejor calidad, seguida por un 24,5 % de calidad media y solo un 2,71 % se consideró rechazos, indicando que la especie presenta una excelente calidad en la madera aserrada con sierra cinta. De igual manera Vasquez (2022), en el aserrío de la especie *Pterocarpus rohrii*, obtuvo como resultado un 59 % de madera de calidad alta y selecta, un 25 % de Calidad Común N° 01 un 13 % de Calidad Común N° 02 y 4 % de rechazos; así mismo este investigador indica que la clasificación de calidad para la exportación es más exigente, mientras que el mercado nacional no establece parámetros muy definidos, variando mucho la clasificación de madera aserrada por calidad. La calidad de la madera aserrada va a depender mucho de la calidad de las trozas en especial la presencia de defectos de las mismas, así como la presencia de madera de reacción, nudos y madera juvenil; así mismo también influye la calidad de la maquinaria utilizada, así como el mantenimiento de la misma, especialmente en lo que se refiere a afilado y trabado (Macedo, 2021).

La madera aserrada de *Licaria triandra*, por los resultados tiene buen comportamiento al aserrío y secado natural, tal como lo establece en su estudio León (2017), así mismo, el investigador establece también que debido a su alta densidad y resistencia es ideal para construcción, pero que debido a sus propiedades organolépticas de grano recto, textura fina y veteado jaspeado, le confieren un atractivo estético notable, siendo muy buena para carpintería y ebanistería; por estas características ha sido clasificado dentro de las maderas valiosas, y que al mismo tiempo tiene un comportamiento silvicultural semi-tolerante y de crecimiento rápido (SERFOR 2016).

Los resultados obtenidos, luego de ser analizados por objetivos específicos y discutidos con otros investigadores, consolidaron la hipótesis propuesta, siendo posible determinar el rendimiento y la calidad de madera aserrada de *Licaria triandra*. Estos resultados son confiables, debido a que se amparan en una metodología basada en las Normas Técnicas Peruanas, por lo que, al tratarse de una investigación aplicada, el conocimiento generado puede ser recomendado para ser tomado en cuenta por la industria, enriqueciendo el conocimiento tecnológico de nuevas especies forestales para el mercado local, regional y nacional.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se determinó el rendimiento de aserrío de *Licaria triandra* utilizando sierra cinta, obteniéndose en promedio 58,21 %, el mismo que es superior a lo establecido oficialmente, por la Resolución de Dirección Ejecutiva N° D000259-2024-MINAGRI-SERFOR de 56 %. La producción de desperdicios tuvo un promedio de 38,04 % de su volumen inicial, y, la producción de aserrín fue de 3,75 %.

Se cuantifico los defectos de la madera *Licaria triandra* en el secado natural, encontrándose defectos como rajaduras de un lado, rajaduras de ambos lados, grietas de 15, 20 y 40 cm y alabeos de testa, de cara y de cantos, representando un 33,33 % del total de la madera aserrada.

Se determinó la calidad de la madera aserrada de *Licaria triandra*, encontrándose que el 65,93 % de cuarterones tiene calidad grado Superior, seguido por un 21,57 con grado Extra, y 11,76 % con grado Estándar 1. El secado natural a través en castillos horizontales fue favorable para la madera aserrada, llegando así al 13,59 % en humedad de equilibrio higroscópico en dos meses.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a la Universidad Nacional de Cajamarca promover estudios en tema de manejo forestal y propagación por semillas botánica y estacas de la especie *Licaria triandra*, para promoverlo en programas y proyectos de reforestación, por tener una calidad de madera buena.

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, garantizando una alta productividad y calidad de la madera aserrada.

Se recomienda ampliar la investigación en métodos y técnicas de aserrío para lograr cuartones con orientación adecuada de acuerdo al uso o aplicación, esto permitirá incrementar el valor agregado de la madera aserrada y por lo tanto del recurso forestal.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera - AITM. (2011). *Madera en rollo Fecha actualización: 29 de Julio de 2011 Página 1 de 3* (pp. 1–3).
https://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_113_Madera_rollo_29.07.2011.pdf
- Aldás, G. (2014). *Rendimiento en el Proceso de Transformación de Madera Rolliza a Madera Escuadrada de Pino (Pinus radiata D. Don), con dos Tipos de Aserraderos, en la Ciudad de Riobamba*. [Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3296/1/33T0123.pdf>
- Alvarez, V., & Poblete, P. (2020). *La industria del aserrío 2020* (Issue 177). INFOR.
<https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/30364/30364.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Arellano, 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].
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6015/T010_71214515_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Benavides, D. N., & Pauth, W. A. (2001). *Estudio comparativo del efecto del espesor de corte en el rendimiento y rentabilidad entre un aserradero con circular dientes fijos, y un aserradero con sierra de banda vertical*. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/988>
- Elustondo, D. ., Oliveira, L., & Avramidis, S. (2010). New methodology to optimize sorting in wood drying. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 12(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2010000200003>
- Estrada, Z., & Bustamante, N. (2022). *Aserrado de la madera en bosques tropicales manual de campo frente al cambio climático* (Tercel Sol (ed.); Primera).
<https://fliphtml5.com/qgpbd/sbao/basic/>
- González, A. (2017). *Control de calidad de madera en pie y madera aserrada para el mercado de construcción del Grupo Empresarial El Almendro*.
- Guevara, J. S. (2020). *Rendimiento y calidad de madera de Eucalyptus saligna Smith al aserrío con sierra de cinta, Jaén 2018* [Universidad Nacional de Cajamarca].

- <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4401>
- Hernández, W. (2017). *Análisis térmico para el proceso de secado de madera laminada de hasta 5 mm de espesor en la empresa Arboriente s.a en la ciudad de Puyo, para determinar su eficiencia* [Universidad Técnica de Ambato].
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26782/1/Tesis I. M. 412 - Hernández Cuenca Walter Wladimir.pdf>
- Instituto Nacional de Recurso Naturales - INRENA. (2008). *Metodología para determinar el coeficiente de rendimiento en el aserrío de madera rolliza (troza) a madera aserrada*.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica - INTECO. (2011). *Madera Estructural. Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual. INTE 06-07-03:2011. San José, Costa Rica* (p. 40).
- León, W. J. (2017). Wood anatomy in 35 species of Laureceae Juss. from Venezuela. *Pittieria*, 41(37), 70–101.
- Leyva, I., Álvarez, D., Mundis, Y., Céspedes, G., & Segurado, Y. (2020). Yield and dimensional quality of Samanea saman Jacq . Sawn timber at Guantanamo Agroforestry Enterprise sawmill. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8(3), 507–518.
- López, S. A. (2023). *Determinación del coeficiente de rendimiento de la especie Hura crepitans (Catahua) en el proceso de transformación de madera en troza a madera aserrada en la empresa Inversiones W&A, Loreto - Maynas - Iquitos - 2022* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/8900/Saul_Tesis_Titulo_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Lozada, J. (2019). Investigación Aplicada. *Cienciaamérica*, 1(3), 34–39.
<http://www.uti.edu.ec/documents/investigacion/volumen3/06Lozada-2014.pdf>
- Macedo, W. E. (2021). *Calidad del aserrío y coeficiente de rendimiento de la especie Claricia biflora (Capinuri) en el aserradero Jhan Carlos E.I.R.L. Iquitos - Perú. 2020* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/7524/Willy_Tesis_Titulo_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo - MINCETUR, I. (2005). *Normas Técnicas Peruanas de Madera (en línea)*.

- <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/prensa/files/MADERA.pdf>
- Nájera, J. A., Rodríguez, I., Méndez, J., Graciano, J. de J., Rosas, F., & Hernández, F. J. (2006). Evaluación de tres sistemas de asierre en *Quercus sideroxyla* Humb & Bompl. de el salto, Durango. *Ra Ximhai*, 2(2), 497–513. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46120211>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1980). Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. In *Estudio FAO: Montes 22/1*. <http://www.fao.org/3/a-ap354s.pdf>
- Orozco, R., Hernández, J., Nájera, J., Domínguez, P., Goche, J., López, P., & Corral, J. (2016). Rendimiento en calidad de la madera aserrada de pino. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(36), 14.
- Ortiz, R., Martínez, S. D., Vázquez, D. E., & Juárez, W. S. (2016). Determination of the coefficient and timber quality from the *Pinus* genus in the Sierra Sur, Oaxaca, México. *Colombia Forestal*, 19(1), 79. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.1.a06>
- Peirano, G. D., De La Flor, L. E., & Vilchez, J. (2023). *El sector forestal en el Perú: Propuestas estratégicas para fortalecer su desarrollo* (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (ed.); Primera). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5605664/4973838-ceplan-el-sector-forestal-en-el-peru.pdf>
- 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(36). <https://doi.org/10.5377/calera.v21i36.11473>
- Portella, C. (2021). *Rendimiento en aserrío de Couratari guianensis y Tabebuia serratifolia en la empresa forestal Otorongo S.A.C, Madre de Dios* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2131/L02-C389-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quintanilla, B. (2023). *Análisis del rendimiento en aserrío de Ana Caspi (Apuleia leiocarpa) del bosque natural de Tahuamanu, Madre de Dios - Perú* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/6102/quintanilla-castillo-belidza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quirós, R., Chinchilla, O., & Marianela, G. (2005). Rendimiento en aserrío y procesamiento

- primario de madera proveniente de plantaciones forestales. *Agronomía Costarricense*, 25(2), 7–15. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43629201.pdf>
- Ramirez, D. (2019). *Rendimiento de aserrío de copaiba (Copaifera reticulata Ducke) y lupuna 8Ceiba pentandra (L.) Gaertn) en Tahuamanu - Madre de Dios* [Universidad Nacional de Cajamarca].
https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/3184/T016_76451049_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rascón-Solano, J., Aguirre-Calderón, O. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., & Nájera-Luna, J. A. (2023). Yield and Distribution of Sawn Wood Classes of Pines from Northern Mexico. *Colombia Forestal*, 26(2), 60–76.
<https://doi.org/10.14483/2256201X.20082>
- Redman, A. L., Bailleres, H., Turner, I., & Perré, P. (2016). Characterisation of wood–water relationships and transverse anatomy and their relationship to drying degrade. *Wood Science and Technology*, 50(4), 739–757. <https://doi.org/10.1007/s00226-016-0818-0>
- Rohwer, J. G. (2014). Lauráceas. In *Greuter, W. & Rankin Rodríguez, R. (ed.) 2014: Flora de la República de Cuba, Ser. A, Plantas vasculares, Fasc. 19*.
https://portal.cybertaxonomy.org/flora-de-cuba-en-linea/cdm_dataportal/reference/1fcc7b15-f48f-420f-b7b5-c9c80c78eb74
- Rosales-Solórzano, E. R., Salas-Choquehuanca, A. J., Tuesta-Ramirez, Y. A., & Dea-Hidalgo, T. M. (2018). Comparación de cinco métodos de apilado en ambiente cerrado para el secado de madera aserrada de *Brosimum lactescens* (S. Moore) C. C. Berg (manchinga), Las Piedras, Tambopata – Madre De Dios. *REVISTA EL CEPROSIMAD*, 6(2), 30–36.
<https://doi.org/10.56636/ceprosimad.v6i2.67>
- Rozas, C., Zapata, B., Muñoz, F., Ortiz-Araya, V., & Erazo, O. (2023). Characterization and Yield of *Eucalyptus regnans* F. Muell Logs for Lumber Production. *Forests*, 14(12), 2359. <https://doi.org/10.3390/f14122359>
- San Ignacio, L. (2018). *Los defectos en la madera* (p. 8). <https://empedrado.cl/wp-content/uploads/2020/04/Clase-1defectos-en-la-madera.pdf>
- Schrewe, H. (1980). *Aspectos Fundamentales del proceso de aserrío para lograr mayor productividad, calidad y beneficio económico. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Documento de trabajo N° 7*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/356%0D>

- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. (2016). Aprueban la “Metodología para la determinación del valor al estado natural de la madera para el pago de derecho del aprovechamiento” y los “Valores al estado natural de la madera.” In *El Peruano*.
<https://faolex.fao.org/docs/pdf/per160867.pdf>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. (2021). *Guía metodológica para la determinación del coeficiente de rendimiento de especies forestales maderables* (pp. 1–20). www.gob.pe/serforwww.gob.pe/midagri
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR. (2024). *Anuario Forestal y de Fauna Silvestre 2023*. [https://www.serfor.gob.pe/archivos/transparencia/Informe de Evaluación Institucional del POI - 1er. Semestre 2023 - CONSOLIDADO\[F\].pdf](https://www.serfor.gob.pe/archivos/transparencia/Informe%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Institucional%20del%20POI%20-%201er.%20Semestre%202023%20-%20CONSOLIDADO[F].pdf)
- Spichiger, O. (2004). *Aprovechamiento en el aserrado de Sequoia (Sequoia sempervirens (D.DON) Endl.) y clasificación de la madera obtenida* [Universidad de Chile].
https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/105038/spichiger_o.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Sulca, K. A. (2021). *Estudio de calidad y rendimiento de la madera rolliza a aserrada para (Pinus tecunumanii Eguliz & Perry) de la zona de Oxapampa-Perú* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4831>
- Torres, L. (2019). *Rendimiento de madera aserrada y efecto de su calidad en tres aserraderos del estado de Hidalgo, Mexico* [Universidad Autónoma Chapingo].
<https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/0756276f-9573-4772-92c3-6b58b2995b7c/content>
- Tropicos.org. (2024). *Licaria triandra (Sw.) Kosterm.* <https://www.tropicos.org/name/17802589>
- Universidad Nacional de Cajamarca. (2016). *Resolución de Consejo Universitario N° 1378-2016-UNC* (p. 12).
<http://institucional.unc.edu.pe/Documentos/ObtenerArchivo?codigo=0000000227>
- Vásquez, M. (2023). *Rendimiento y costo de producción en aserrío de madera rolliza a madera aserrada de la especie mashonaste (Clarisia racemosa Ruiz & Pav.) en el aserradero forestal Landek SAC. Las Piedras, Madre de Dios* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
[https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7864/253T20230440_T C.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/7864/253T20230440_T%20C.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Vásquez, M. I. (2022). *Rendimiento y calidad en la transformación de madera rolliza (troza) a madera aserrada de la especie Pterocarpus rohrii Vahl (palisangre) en el aserradero Consorcio Forestal Loreto S.A.C Iquitos - Loreto - 2022* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/8573/Maria_Tesis_Titulo_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vignote, S. (2017a). *Madera aserrada i: Características y propiedades*.
https://www.researchgate.net/publication/311924247%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Santiago_Pena2/publication/311924247_MADERA_ASERRADA_i_CHARACTERISTICAS_Y_PROPIEDADES/links/58639ec008ae6eb871acfacc/MADERA-ASERRADA-i-CARACTERISTICAS-Y-PROPIEDADES.p
- Vignote, S. (2017b). *Madera aserrada III: Dimensiones de comercialización y clasificación de calidad*.
https://www.researchgate.net/publication/311924249_MADERA_ASERRADA_III_DIMENSIONES_DE_COMERCIALIZACION_Y_CLASIFICACIONES_DE_CALIDAD
- Vignote, S., y Martínez, I. (2017). *Madera aserrada ii: Defectos y alteraciones*.
https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Pena-5/publication/311924422_MADERA_ASERRADA_ii_DEFECTOS_Y_ALTERACIONES/links/58639c7808ae8fce490b6841/MADERA-ASERRADA-ii-DEFECTOS-Y-ALTERACIONES.pdf
- World Flores Online - WFO. (2024). *Licaria triandra (Sw.) Kosterm*.
<http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000365420>
- Zabala, D. (1991). *Manual para el establecimiento de un sistema de control de la variación de refuerzos en madera aserrada* (p. 49). Universidad Autónoma de Chapingo.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador	Escala
Rendimiento del aserrío	Es la relación entre el volumen de madera aserrada obtenida y el volumen de madera rolliza procesado. Este concepto define la eficacia del proceso de aserrado, demostrando cuántos productos se obtienen del volumen de madera en rollo usado (Vasquez, 2023, p. 3)	Eficiencia de aserrío	Porcentaje (%)	De razón
Calidad de madera	La calidad de las tablas o piezas de madera obtenidas del aserrado de troncos se mide por su uniformidad dimensional, ausencia de defectos, densidad, contenido de humedad y su resistencia y durabilidad para diferentes usos (Arellano, 2019, p. 2)	Estándares de calidad	Superior (S) Extra (E) Estándar 1 (E1) Estándar 2 (E2) Estándar 3 (E3)	De razón

Anexo 2. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
¿Cómo es el rendimiento y calidad de madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm al aserrío y secado natural, San Ignacio 2024?	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar el rendimiento y calidad de madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm al aserrío y secado natural, San Ignacio 2024.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Calcular el rendimiento de aserrío de la madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm empleando sierra cinta.</p> <p>Cuantificar los defectos de la madera <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm durante el secado natural</p> <p>Determinar la calidad de la madera aserrada de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm pre y post secado natural, de acuerdo a las Normas Técnicas.</p>	Es posible determinar el rendimiento y calidad de madera de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm al aserrío y secado natural, San Ignacio 2024.	<p>Rendimiento del aserrío</p> <p>Calidad de la madera</p>	<p>Tipo: Aplicada, descriptiva</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: trozas de los árboles de <i>Licaria triandra</i> (Sw.) con DAP \geq 30 cm, del Caserío Las Pirias</p> <p>Muestra: 10 trozas de <i>Licaria triandra</i> (Sw.), muestreo no probabilístico de acuerdo a NTP 250.008</p>

Anexo 03. 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	6"	6"	4"	4"	3"
	Largo	8'	6'	6'	6'	6'
Tamaño mínimo de cortes rendimiento	Medida	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'
	%	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)	ST x 10		ST x 8	ST x 6	ST x 4
Número de cortes de rendimiento por pieza	Numero de cortes.	<u>ST</u> 4		<u>ST + 1</u> 3	<u>ST</u> 2	Ilimitados
	Numero Max de cortes	4	La cara pobre califica como grado Estándar 1	5	7	-----
Superficie Total necesaria para corte extra	ST	6 – 15'		3 – 10' ST	2 -7 ' ST	-----
Rendimiento por corte extra	%	91 2/3 (11/12)		75 9/12	66 2/3 8/12	----
	Nº Unidades de corte limpio (UCL)	ST x 11		ST x 9	ST x 8	----
Madera podrida, perforaciones con insectos vivos, anillos quebradizos		No permitido		No permitido	No permitido	No permitido
Corazón		Se admite si su longitud no excede en pulgadas la ST.		No se admite si excede la mitad del largo de la tabla	No existe restricción. Debe estar fuera de corte limpio	No existe restricción. Debe estar fuera de corte limpio
Madera torcida		No permitida		No permitida	No permitida	No permitida

Abarquillado complejo	No permitido	No permitido	No permitido	No permitido
Albura en una cara y un borde	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	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	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)	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. Inventario de los árboles de *Licaria triandra*

Nº	Código	Especie	Este	Norte	Altitud	CAP (m)	DAP (m)	HT (m)	HC (m)	AB (m ²)	VOL (m ³)	Observación
1	Troza 1	Licaria	756942	9422490	1220	0,90	0,29	10	7	0,0645	0,347	
2	T-02	Licaria	726937	9422412	1236	0,81	0,26	8	6	0,0522	0,241	
3	T-03	Licaria	726941	9422422	1216	0,70	0,22	11	7	0,0390	0,210	
4	T-04	Licaria	726946	9422413	1214	0,90	0,29	8	6	0,0645	0,298	
5	T-05	Licaria	726949	9422416	1212	0,66	0,21	11	8	0,0347	0,214	
6	T-06	Licaria	726927	9422424	1215	0,53	0,17	11	8	0,0224	0,138	
7	T-07	Licaria	726929	9422418	1218	0,45	0,14	10	8	0,0161	0,099	
8	T-08	Licaria	726923	9422427	1213	0,82	0,26	12	9	0,0535	0,371	
9	T-09	Licaria	726922	9422428	1205	0,75	0,24	12	9	0,0448	0,310	
10	T-10	Licaria	726919	9422430	1215	0,73	0,23	13	10	0,0424	0,327	
11	T-11	Licaria	726920	9422426	1221	0,53	0,17	13	9	0,0224	0,155	
12	T-12	Licaria	726935	9422435	1217	0,76	0,24	14	8	0,0460	0,283	
13	T-13	Licaria	726937	9422437	1223	0,52	0,17	13	9	0,0215	0,149	
14	T-14	Licaria	726938	9422441	1219	0,80	0,25	14	10	0,0509	0,392	
15	T-15	Licaria	726957	9422444	1215	0,46	0,15	10	6	0,0168	0,078	
16	Troza 2	Licaria	726953	9422449	1218	1,03	0,33	12	8	0,0844	0,520	P
17	T-17	Licaria	726947	9422449	1219	0,42	0,13	9	6	0,0140	0,065	
18	T-18	Licaria	726947	9422455	1206	0,84	0,27	13	9	0,0561	0,389	
19	T-19	Licaria	726945	9422459	1210	0,84	0,27	10	6	0,0561	0,259	
20	T-20	Licaria	726942	9422469	1220	0,51	0,16	9	5	0,0207	0,080	
21	T-21	Licaria	726937	9422460	1226	0,40	0,13	8	5	0,0127	0,049	
22	Troza 3	Licaria	726941	9422462	1226	1,50	0,48	12	4	0,1790	0,551	P
23	T-23	Licaria	726941	9422462	1220	0,51	0,16	12	9	0,0207	0,143	
24	T-24	Licaria	726934	9422477	1214	0,55	0,18	14	8	0,0241	0,148	
25	T-25	Licaria	726932	9422469	1219	0,75	0,24	10	6	0,0448	0,207	
26	T-26	Licaria	726934	9422473	1205	0,90	0,29	14	9	0,0645	0,447	
27	T-27	Licaria	726924	9422483	1199	0,46	0,15	9	6	0,0168	0,078	
28	T-28	Licaria	726932	9422494	1207	0,78	0,25	10	6	0,0484	0,224	
29	T-29	Licaria	726918	9422494	1203	0,47	0,15	10	6	0,0176	0,081	
30	T-30	Licaria	726921	9422476	1204	0,85	0,27	12	8	0,0575	0,354	
31	T-31	Licaria	726922	9422492	1210	0,81	0,26	10	8	0,0522	0,322	
32	T-32	Licaria	726922	9422499	1207	0,60	0,19	8	5	0,0286	0,110	
33	T-33	Licaria	726912	9422507	1201	0,52	0,17	9	6	0,0215	0,099	
34	T-34	Licaria	726910	9422502	1200	0,62	0,20	8	5	0,0306	0,118	
35	T-35	Licaria	726913	9422497	1202	0,56	0,18	9	6	0,0250	0,115	
36	T-36	Licaria	726907	9422500	1200	0,53	0,17	12	8	0,0224	0,138	
37	T-37	Licaria	726918	9422527	1204	0,45	0,14	9	4	0,0161	0,050	
38	T-38	Licaria	726917	9422524	1205	0,74	0,24	11	8	0,0436	0,268	
39	T-39	Licaria	726907	9422528	1211	0,54	0,17	12	7	0,0232	0,125	

40	T-40	Licaria	726904	9422512	1216	0,69	0,22	10	8	0,0379	0,233		
41	T-41	Licaria	726902	9422515	1210	0,70	0,22	10	7	0,0390	0,210		
42	T-42	Licaria	726900	9422510	1204	0,75	0,24	12	6	0,0448	0,207		
43	T-43	Licaria	726906	9422496	1206	0,76	0,24	14	6	0,0460	0,212		
44	T-44	Licaria	726902	9422508	1205	0,80	0,25	14	10	0,0509	0,392		
45	T-45	Licaria	726906	9422488	1206	0,61	0,19	6	4	0,0296	0,091		
46	T-46	Licaria	726909	9422486	1204	0,54	0,17	8	5	0,0232	0,089		
47	T-47	Licaria	726910	9422487	1206	0,88	0,28	10	6	0,0616	0,285		
48	T-48	Licaria	726909	9422491	1218	0,53	0,17	10	5	0,0224	0,086		
49	T-49	Licaria	726902	9422490	1215	0,55	0,18	9	7	0,0241	0,130		
50	T-50	Licaria	726904	9422488	1212	0,73	0,23	10	5	0,0424	0,163		
51	T-51	Licaria	726897	9422494	1214	0,52	0,17	9	5	0,0215	0,083		
52	Troza 4	Licaria	726882	9422472	1219	0,95	0,30	13	10	0,0718	0,553		
53	T-53	Licaria	726893	9422475	1215	0,67	0,21	12	9	0,0357	0,248		
54	T-54	Licaria	726890	9422471	1214	0,54	0,17	10	7	0,0232	0,125		
55	Troza 5	Licaria	726898	9422472	1214	1,11	0,35	14	6	0,0980	0,453		
56	T-56	Licaria	726913	9422473	1212	0,93	0,30	15	10	0,0688	0,530		
57	T-57	Licaria	726898	9422469	1207	0,69	0,22	10	8	0,0379	0,233		
58	Troza 6	Licaria	726893	9422461	1205	1,12	0,36	15	11	0,0998	0,845		
59	T-59	Licaria	726901	9422468	1217	0,79	0,25	15	9	0,0497	0,344		
60	T-60	Licaria	726895	9422451	1217	0,79	0,25	10	5	0,0497	0,191		
61	Troza 7	Licaria	726905	9422445	1216	1,05	0,33	10	5	0,0877	0,338		
62	Troza 8	Licaria	726914	9422444	1207	1,13	0,36	15	9	0,1016	0,704		
63	Troza 9	Licaria	726910	9422444	1204	1,07	0,34	12	6	0,0911	0,421		
64	Troza 10	Licaria	726915	9422446	1205	1,09	0,35	13	6	0,0945	0,437	P	
65	T-65	Licaria	726918	9422438	1202	0,68	0,22	13	7	0,0368	0,198		
66	T-66	Licaria	726915	9422434	1206	0,55	0,18	9	5	0,0241	0,093		
67	T-67	Licaria	726905	9422431	1206	0,51	0,16	10	6	0,0207	0,096		
68	T-68	Licaria	726910	9422418	1210	0,71	0,23	12	8	0,0401	0,247		
69	T-69	Licaria	726898	9422412	1207	0,66	0,21	12	6	0,0347	0,160		
70	T-70	Licaria	726902	9422414	1214	0,66	0,21	10	7	0,0347	0,187		
71	T-71	Licaria	726908	94224414	1213	0,70	0,22	10	6	0,0390	0,180		
Total										3,1552	17,318		
							Promedio	0,228	11,042	7,014	0,044	0,244	
							Mínimo	0,127	6,000	4,000	0,013	0,049	
							Máximo	0,477	15,000	11,000	0,179	0,845	

Anexo 5. Evaluación de calidad de la madera aserrada

Código	Largo (")	Ancho (")	Espesor (")	Observaciones	Volumen
Troza 1					
T1-1	7	4,5	2		5,25
T1-2	7	8	2		9,33
T1-3	7	8	2		9,33
T1-4	7	5,3	2		6,18
T1-5-d	7	3,5	1		2,04
Total					32
Troza 2					
T2-1	7	7	2	Picada	8,17
T2-2	7	7	2	Picada/grietas	8,17
T2-3	7	7	2	Picada	8,17
T2-4	7	7	2	Picada	8,17
Total					33
Troza 3					
T3-1	7	6	3	Picada	10,50
T3-2	7	6	3	Picada	10,50
Total					21
Troza 4					
T4-1	6	4	2		4,00
T4-2	7	8	3		14,00
T4-3	7	8	3		14,00
T4-4	7	6,5	2		7,58
Total					40
Troza 5					
T5-1	6	4	2		4,00
T5-2	7	6	2,5		8,75
T5-3	7	6	2,5		8,75
T5-4	7	3,6	2		4,20
Total					26
Troza 6					
T6-1	7	4,5	2		5,25
T6-2	7	5	2,5		7,29
T6-3	7	3,5	2		4,08
Total					17
Troza 7					
T7-1	7	5	2		5,83
T7-2	7	9	2		10,50
T7-3	7	9	2		10,50
T7-4	7	9	2		10,50
Total					37
Troza 8					
T8-1	7	6	2		7,00
T8-2	7	4	2		4,67
T8-3	6	3,5	2		3,50
Total					15
Troza 9					
T9-1	7	4	2		4,67
T9-2	6	7	2		7,00
T9-3	7	7	2		8,17
Total					20
Troza 10					
T10-1	7	7,9	2	Picada	9,22
T10-2	7	7,9	2		9,22
T10-3	7	7,9	2	Picada	9,22
Total					28

Anexo 6. Volumen de tozas obtenidas del aprovechamiento de los arboles seleccionados

Código	Largo (m)	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	volumen
T1	2,2	0,285	0,25	0,124
T2	2,2	0,26	0,24	0,108
T3	2,2	0,262	0,225	0,102
T4	2,2	0,26	0,22	0,100
T5	2,2	0,26	0,232	0,105
T6	2,2	0,25	0,215	0,093
T7	2,2	0,28	0,26	0,126
T8	2,2	0,275	0,255	0,121
T9	2,2	0,285	0,25	0,124
T10	2,2	0,27	0,26	0,121

Anexo 7. Volumen de los cuartones obtenidas del aserrío de las trozas producidas

N°	Código troza	Volumen troza (m³)	Código cuartón	Largo (')	Ancho (")	Espesor (")	Volumen cuartón (pt)	Volumen cuartón (m³)	Volumen aserrín (m³)
1	Troza 1	0,1237	1	7	4,5	2	5,25	0,01239	0,000937
2			2	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
3			3	7	8	2	9,33	0,02202	0,001442
4			4	7	5,3	2	6,18	0,01459	0,001052
5			5	7	3,5	1	2,04	0,00482	0,000649
Volumen aserrado total troza t1							32,14	0,07585	0,005521
7	Troza 2	0,1080	1	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
8			2	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
9			3	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
10			4	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
Volumen aserrado total troza t2							32,67	0,07708	0,00519
12	Troza 3	0,1025	1	7	6	3	10,50	0,02478	0,001297
13			2	7	6	3	10,50	0,02478	0,001297
Volumen aserrado total troza t3							21,00	0,04955	0,002595
17	Troza 4	0,0996	1	6	4	2	4,00	0,00944	0,000741
18			2	7	8	3	14,00	0,03304	0,001586
19			3	7	8	3	14,00	0,03304	0,001586
20			4	7	6,5	2	7,58	0,01789	0,001225
Volumen aserrado total troza t4							39,58	0,09341	0,005138
21	Troza 5	0,1046	1	6	4	2	4,00	0,00944	0,000741
22			2	7	6	2,5	8,75	0,02065	0,001225
23			3	7	6	2,5	8,75	0,02065	0,001225
24			4	7	3,6	2	4,20	0,00991	0,000807
25			5	0	0	0	0,00	0,00000	0,000000
Volumen aserrado total troza t5							25,70	0,06065	0,003999
29	Troza 6	0,0934	1	7	4,5	2	5,25	0,01239	0,000937
30			2	7	5	2,5	7,29	0,01721	0,001081
31			3	7	3,5	2	4,08	0,00964	0,000793
Volumen aserrado total troza t6							16,63	0,03923	0,002811
37	Troza 7	0,1260	1	7	5	2	5,83	0,01377	0,001009
38			2	7	9	2	10,50	0,02478	0,001586
39			3	7	9	2	10,50	0,02478	0,001586
40			4	7	9	2	10,50	0,02478	0,001586
Volumen aserrado total troza t7							37,33	0,08810	0,005766
43	Troza 8	0,1214	1	7	6	2	7,00	0,01652	0,001153
44			2	7	4	2	4,67	0,01101	0,000865

45			3	6	3,5	2	3,50	0,00826	0,000680
Volumen aserrado total troza t8							15,17	0,03579	0,002698
49	Troza 9	0,1237	1	7	4	2	4,67	0,01101	0,000865
50			2	6	7	2	7,00	0,01652	0,001112
51			3	7	7	2	8,17	0,01927	0,001297
Volumen aserrado total troza t9							19,83	0,04680	0,003274
57	Troza 10	0,12137127	1	7	7,9	2	9,22	0,02175	0,001427
58			2	7	7,9	2	9,22	0,02175	0,001427
59			3	7	7,9	2	9,22	0,02175	0,001427
Volumen aserrado total troza t10							27,65	0,06525	0,004281

Anexo 8. Evaluación de trozas en el secado natural

	Día 1	Observaciones	Día 2	Observaciones	Día 3	Observaciones	Día 4	Observaciones
Troza 1								
T1-1	28		20		17,2		9,3	
T1-2	28,5		23,8		13,6		12,2	
T1-3	25		16,5		13,6		9,3	
T1-4	24		16,3	Rajadura 15 cm	13,1	Rajadura 20 cm	6,2	Rajadura 20 cm
T1-5-d	23		16,5		12		9,1	
Troza 2								
T2-1	24		16,1		16,5		6,2	
T2-2	26		18,2		11,5	Alabeo de cara	5,9	
T2-3	29		15,2		10,5		8,3	
T2-4	23,5		16,5		12,7		10	
Troza 3								
T3-1	25,8		19,7		14,8		10,7	
T3-2	29,5		23		12,7	Rajadura 15 cm	13,5	Rajadura 21 cm
T3-3	30,2		25,3	Rajadura ambos lados 20 cm	15,7	Rajadura ambos lados 20 cm	13,4	Rajadura ambos lados 20 cm
Troza 4								
T4-1	26,4		15,6	Grieta 20 cm	16,3	Grieta 20 cm	12,7	Fisura 20 cm
T4-2	27,8		19	Grieta 20 cm	14,4	Grieta 20 cm	10,5	Fisura 20 cm
T4-3	28		19		14		8,6	
T4-4	26		16	Grieta 15 cm	15,7	Grieta 15 cm	7,9	Fisura 20 cm
Troza 5								
T5-1	27,8		18,5		10		9,3	
T5-2	26,5		18		8,2	Alabeo de testa	8,5	
T5-3	26,3		14,5		10,9		5,1	
T5-4	23,8		15,5		10		8	
Troza 6								
T6-1	22,5		16,2	Grieta 15 cm	14,2	Grieta 15 cm	7,5	Fisura 15 cm
T6-2	26,4		19,7		10,1		8,7	
T6-3	20,5		14		11		7,1	
Troza 7								
T7-1	25,4		19,8		13,6		8	
T7-2	22,3		16		12,7		7,8	
T7-3	24,3		20,4		13,4		10,6	
T7-4	25,9		20,5	Grieta 40 cm	16,7	Grieta 40 cm	10,3	Fisura 40 cm
Troza 8								
T8-1	23,1		17,1		10,5		6	
T8-2	22,6		16,2		11,5		6,3	
T8-3	18,6		13,8		11		6,4	
Troza 9								

T9-1	22,5		15		8,2		6,6	
T9-2	19,1		14,3	Alabeo de canto	11,5		5,3	
T9-3	19,6		15,6		10		5,2	
Troza 10								
T10-1	16,5		11,6		9,9		7,5	
T10-2	18,7		12		9	Alabeo de cara	5	
T10-3	18		12		8		5,5	

Anexo 9. Datos de la calidad de los cuartones obtenidos luego del secado natural

Indicadores de calidad																				
			Calidad según dimensiones			Calidad según aserrío							Calidad según la madera							
N° cuartón	C.h. inicial (%)	C.h. final (%)	Tamaño mín. De pieza		Tamaño mínimo cortes rendimiento €	Rendimiento básico (%)		Número de cortes por pieza		Superficie total corte extra (h)	Rendimiento por corte extra		Madera podrida y otros (k)	Corazón (l)	Madera torcida (m)	Abarquillado complejo (n)	Albura en cara y borde (o)	Arista faltante (p)	Rajaduras (q)	Nudos €
			Largo (a)	Ancho (b)		% (D)	N° UCL €	N° cortes (f)	N° max. Cortes (g)		% (i)	N° ucl (j)								
1	28	9,3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1	1	1	3	1	2	1
2	28,5	12,2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
3	25	9,3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1
4	24	6,2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
5	24	6,2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1
6	26	5,9	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	1
7	29	8,3	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	2	1	2	2
8	23,5	10	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
9	25,8	10,7	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2	3	3
10	29,5	13,5	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1	2	1	3	2	2	2
11	30,2	13,4	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1	1	1	2	2	3	2
12	26,4	12,7	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1	1	1	2	2	3	3
13	27,8	10,5	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1	1	1	2	1	3	2
14	28	8,6	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
15	26	7,9	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1
16	27,8	9,3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
17	26,5	8,5	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1
18	26,3	5,1	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	1	1	1	2	2	2	1
19	23,8	8	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	1	1	2	1	2	1	2	2
20	22,5	7,5	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
21	26,4	8,7	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	5	1
22	20,5	7,1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	2

23	25,4	8	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
24	22,3	7,8	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1
25	24,3	10,6	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1
26	25,9	10,3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	1
27	23,1	6	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	3	1	1
28	22,6	6,3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	2
29	18,6	6,4	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	4	1
30	22,5	6,6	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	3	2	1	1	2	1	3	2
31	19,1	5,3	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	4
32	19,6	5,2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2
33	16,5	5	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	2	1
34	18,7	5,5	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1
Promedio	24,5	8,29																		
Grado superior			27	25	27	0	0	27	27	27	27	27	27	30	30	32	0	25	7	22
Grado extra			7	0	7	27	27	0	0	7	0	0	5	1	4	2	30	6	12	9
Grado estándar 1			0	9	0	7	7	7	7	0	7	7	1	2	0	0	4	3	12	2
Grado estándar 2			0	1	0	0	0	0	2	1										
Grado estándar 3			0	1	0	0	0	0	0	1	0									
Total			34																	

Licaria triandra (Sw.) Kosterm.

Familia : LAURACEAE

Nombres comunes : Latero

Sinónimos botánicos: *Acroclidium jamaicense* (Spreng.) Nees, *Acroclidium limbosum* (Ruiz & Pav.) Mez, *Acroclidium limbatum* (Nees) J. F.; *Laurus limbosum* R&P; *Laurus trianda* Swartz; *Licaria limbosa* (R&P) Kostermans.; *Nectandra limbata* Nees. (Tropicos.org, revisado 2025).

Descripción botánica. Árbol: el fuste es recto, alcanza hasta los 15m de altura y unos 28cm de diámetro, de raíces redondas, ramificación simpodial, de copa amplia y globosa. **Corteza externa:** presenta lenticelas, distribuidas en forma irregular; la corteza muerta se desprende en placas irregulares de consistencia leñosa. **Corteza interna:** es de textura esponjosa de color amarillo, segrega una savia amarillenta a ponerse en contacto con el medio ambiente después de hacerse un corte, la corteza interna mide de 7-10 mm de espesor apropiadamente. **Hojas:** las hojas son simples, alternas, elípticas, borde entero, ápice atenuado y acuminado, atenuada en la base; de consistencia papirácea; pinnatinervia oblicua, las hojas adultas miden 10 a 20 mm de largo y un ancho de 25-35 mm, de olor persistente y agradable. Las hojas son verde oscuras, el haz es brillante y el envés es más pálido. **Flores:** las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo simple, cáliz vistoso de color rojo, corola ausente, de 6 sépalos de color verde; de 3 estambres; un pistilo, presenta ovario súpero. **Fruto:** el fruto es una drupa elíptica de entre 12 -18 mm de largo y un ancho de 8 -12mm, los pedúnculos miden de 1-2cm de largo. En los frutos maduros se observa el epicarpio de color negro de una consistencia muy frágil, el mesocarpio es suave de color verde claro.

Fenología: El latero presenta foliación durante todo el año; la floración empieza a fines del mes de diciembre y se prolonga hasta mediados del mes de mayo; los frutos se empiezan a observar a inicios del mes de abril hasta mediados del mes de setiembre.

Regeneración natural: La especie forma parte del grupo ecológico de heliófitas durables de crecimiento rápido, en la fase de construcción del bosque primario y en los claros del bosque.

Hábitat: Clima: el latero se desarrolla debajo de 1,400 msnm forma bosquetes compactos. **Suelo:** se encuentra en áreas de ligera a gran pendiente, en suelos arcillosos y ricos en materia orgánica.

Distribución: Es nativa de las regiones tropicales de América Central y del Sur, habitando principalmente en bosques húmedos y pluviales, desde el nivel del mar hasta altitudes de 1200 metros. Se encuentra en países como Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil.

Usos: En la zona de estudio se utilizado como sombra en plantaciones de café, aporta abundante materia orgánica al suelo. La madera es de color cenizo o amarillo verdoso, fuerte, localmente lo usan en carpintería ligera y construcción rural.

Ficha silvicultural

Condiciones climáticas. Tropical húmedo, con precipitaciones anuales superiores a 2000 mm.

Suelo. Prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica.

Temperatura. Óptima entre 22 °C y 30 °C.

Particularidades de frutos y semillas. Los frutos son drupas esféricas de color negro cuando están maduras, conteniendo una única semilla.

Peso promedio de semillas. El peso promedio de las semillas es bajo, generalmente entre 0.5 y 1.0 gramo por semilla.

Propagación por semilla (sexual). La propagación se realiza por semillas, que deben sembrarse frescas para obtener mejores tasas de germinación.

Tratamientos pregerminativos. No se requieren tratamientos pregerminativos específicos, aunque un remojo en agua durante 12-24 horas puede mejorar la germinación.

Poder germinativo. El poder germinativo es moderado a alto, con tasas de germinación que pueden alcanzar entre 60-80% bajo condiciones adecuadas.

Manejo de la especie en vivero. Las plántulas requieren sombra parcial durante las primeras etapas de crecimiento. Se recomienda utilizar sustratos bien drenados y mantener un riego regular, evitando el exceso de humedad.

Almacenamiento de las semillas. Las semillas deben almacenarse en condiciones frescas y secas, pero su viabilidad disminuye rápidamente con el tiempo, por lo que es preferible sembrarlas poco después de la recolección.

Plantación, crecimiento y cuidados. Las plántulas se trasplantan al campo cuando alcanzan entre 20 y 30 cm de altura. Requieren riego regular durante los primeros años y se benefician de una capa de mantillo para conservar la humedad del suelo. Se debe controlar el crecimiento de malezas para evitar la competencia.



Fotos 1 y 2. Vista del tronco y la corteza interna de color crema



Foto 3. Ramita con frutos con cúpula tipo glande

REFERENCIAS

Catálogo virtual flora del Valle Aburrá (revisado 18 de agosto 2025).

<https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/139>

Tropicos.org. (revisado 20 de agosto 2025). <https://www.tropicos.org/name/17802589>

Anexo 11. Datos climatológicos de la ubicación de la investigación

Año	Precipitación anual media (mm/año)	Temperatura media anual (°C)	Año	Precipitación anual media (mm/año)	Temperatura media anual (°C)
1979	1423,5	18,7	2002	1633,4	18,1
1980	1566,5	18,6	2003	1384,0	18,1
1981	1782,4	18,6	2004	1271,4	18,4
1982	2399,9	18,4	2005	1642,5	18,7
1983	1992,3	19,2	2006	1663,8	18,5
1984	1648,6	18,5	2007	1396,1	18,5
1985	1694,2	17,9	2008	1730,7	18,8
1986	2250,8	17,9	2009	2083,5	18,6
1987	1940,6	18,8	2010	1563,4	19,0
1988	1934,5	18,6	2011	2180,9	18,5
1989	1846,3	18,3	2012	2220,4	18,4
1990	1730,7	18,5	2013	1621,2	18,5
1991	1895,0	18,5	2014	1782,4	18,5
1992	1733,8	18,9	2015	1742,9	18,7
1993	2241,7	18,5	2016	1685,1	19,2
1994	2272,1	18,2	2017	2506,3	18,7
1995	1499,5	18,5	2018	2080,5	18,2
1996	1590,8	17,9	2019	2150,5	18,3
1997	1639,5	18,3	2020	1651,6	19,0
1998	1672,9	18,8	2021	2031,8	18,5
1999	1873,7	17,7	2022	1904,1	18,5
2000	1578,6	17,9	2023	2114,0	19,1
2001	1329,2	17,8	2024	1584,7	19,8

Nota. Tomado de SENHAMI, consulta en línea, estación climática Chirinos – San Ignacio.

Anexo 12. Fichas técnicas de los equipos utilizados para aprovechamiento y aserrío

Ficha técnica del aserradero de sierra cinta horizontal

MG INDUSTRIA & COMERCIO S.A.C

ESPECIFICACIONES TECNICAS

GTK24 -NW
ASERRADERO HORIZONTAL

Potencia	
Opciones de potencia	(23HP) gasolina (10HP) electrico 220/380/400V (12.5HP) electrico 220/380/400V (15HP) electrico 220/380/400V

Características y opciones de la cama	
Soportes laterales	2 soportes laterales reforzados con platinas de 3/8
Ancho total de la bancada	85 cm
Longitud	6mts (Dos piezas de 3mts) (puede ser Extendible)
Durmientes	CANAL U 2"x6"x1/4" / TUBO RECTANGULAR DE 2X6X3MM
Niveladores de tronco	N/A
Rotor de troncos	Manual
Cargador de troncos	Manual
Paquete de Remolque	OPCIONAL
presas para troncos	3 presas de troncos ajustable
Opciones de bancadas adicionales	Extensiones de bancada de 3mts(opcional según necesidad del cliente)

POLEAS PORTASIERRAS	
Diámetro de polea portasierras	457.2mm (18")
Tipo de polea portasierras	Poleas portasierras con fajas

Capacidades de corte	
Ancho máx. de corte	66cm (26")
Diámetro máx. del tronco	71cm (28")
Ancho Máximo del bloque	58cm (23")
Velocidad de Producción	Hasta 0,75 m3/h
Profundidad máx. de corte	26cm (10 1/2")
Longitud máx. del tronco	4,9 m (16' 7")
Longitud máx. del tronco (con extensiones de bancada)	ilimitado
Peso máx. del tronco	1.814kg (4.000lbs)

Dimensiones y requisitos de la máquina	
Construcción de bancada	Doble Riel
Construcción del marco	Semi-voladizo (1.60mts de alto)
DIMENSIONES	0.90 x 2.20 mts x 1.60 mts
Eganche del remolque	Tiro para remolque (OPCIONAL)
Métodos de Envío	EMBALADO
Peso de envío	550 KG
Peso (con la opción de potencia más pesada)	500 kg

Sierra	
Longitud de la sierra	4.010mm (158")
Sistema de guiasierra	Rodillos-guía
Sistema de Lubricación de sierra	Tanque de agua de 18,92 L con válvula de activación/desactivación
Sistema tensor de la sierra	Tensado sencillo de tornillos
Espesor de la sierra	1mm (0,042")
Ancho de la sierra	32mm (1 1/4")
Tamaño de guiasierra	31,75mm (1 1/4") 38,10mm (1 1/2")

Características y opciones del cabezal	
Posición del operador	Avance manual
Movimiento horizontal del cabezal	Avance de empuje
Movimiento vertical del cabezal	Manivela
Embrague de la sierra	N/A
Brazo del guiasierra	Ajustable con palanca manual
Ancho	2.0mts
Altura	1.65mts
Longitud	0.90mts

✉ mgindustriaycomerciosac@gmail.com

f **MG INDUSTRIA & COMERCIO SAC.**
📍 **LLOQUE YUPANQUI 620- BAGUA GRANDE-AMAZONAS**
📞 **925905626 / 929426700**

Ficha técnica de la sierra de cadena

FICHA TECNICA MS 382	STIHL®
---------------------------------------	---------------

Motosierra MS 382



Aplicación				
Uso				
	Ocasional	Frecuente	Intensivo	

Campos de aplicación y grupo de usuarios

- Trabajos de poda y tala. Ideal en labores de reforestación.
- Muy robusta para las máximas exigencias. Excelente relación peso/potencia. Vibraciones extremadamente reducidas.
- Su nuevo sistema torna el manejo de esta motosierra más seguro y confortable para el operador, por ser potente, liviana, con fácil mantenimiento y gran rendimiento durante el uso en condiciones difíciles y con madera dura.
- Garantiza un perfecto equilibrio entre el peso y la potencia sin disminuir la seguridad y el confort durante el trabajo.
- La MS 382 es una motosierra preferida por los profesionales.

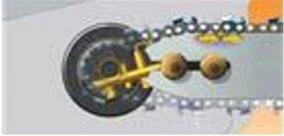
Datos técnicos

	STIHL MS 382
Cilindrada (cm ³)	72,2
Potencia (kW/HP)	3,9/5,23
Peso (kg)*	6,2
Relación peso/potencia	1,17 Kg/HP
Tipo de cadena	3/8" RMC o RSC
Longitudes de Corte	37 - 75 cm.
Capacidad depósito combustible mL	680
Capacidad depósito aceite mL	360
RPM	Hasta 13000 RPM
Embrague libre de asbesto	

- Sin incluir espada y cadena.

Características y ventajas para el usuario

	<p>Mando unificado</p> <p>Todas las funciones importantes como arranque (tanto el arranque en frío como el arranque en caliente), marcha y parada se controlan con una sola mano. Esto aumenta la comodidad y la seguridad para el usuario.</p>
	<p>Sistema antivibración</p> <p>Puntos de amortiguación exactamente calculados, que reducen las vibraciones del motor y del equipo de corte, lo que ahorra esfuerzo y facilita el trabajo.</p>
	<p>Cadena oilomatic</p> <p>Gracias a este sistema de lubricación, el equipo de corte sufre una menor fricción y desgaste, lo que alarga su vida útil, finas canaletas de aceite situadas en los eslabones motrices recogen aceite y lo pasan a las articulaciones.</p>
	<p>Freno de cadena</p> <p>Se activa de forma automática, deteniendo la cadena en fracciones de segundo en caso de un rebote suficientemente fuerte.</p>
	<p>Encendido de mando electrónico</p> <p>Elevada disponibilidad de tensión de encendido; gracias a ello, chispas estables de larga duración de combustión de las mismas. Ello origina una combustión óptima del combustible y, en consecuencia, el consumo de combustible es bajo y, la expulsión de sustancias nocivas, reducida.</p>

	<p>Filtro de aire de larga duración</p> <p>El aire que entra por la tapa de arranque, entra en rotación y, por medio de la fuerza centrífuga expulsa hacia el exterior las Partículas más gruesas y pesadas. los elementos posteriores al filtro y alargar los periodos de mantenimiento del mismo</p>
	<p>Cierres de depósitos sin uso de herramienta.</p> <p>Cierre especiales sin uso de herramientas para los depósitos de combustible y aceite, las grandes aberturas de los depósitos facilitan el llenado de los mismos.</p>
	<p>Tensado lateral de cadena</p> <p>Forma cómoda y segura de tensado de la cadena, proporciona un tensado rápido, ajuste correcto de la espada y cadena.</p>
	<p>Sistema STIHL Ematic</p> <p>Reduce el consumo de aceite adhesivo de la cadena hasta un 50%. Se compone de la espada Ematic, la cadena Oilomatic y una bomba de aceite de caudal regulable. Con estos componentes, el aceite de la cadena llega sin pérdidas allí donde realmente hace falta.</p>
	<p>Compensador</p> <p>Es un dispositivo que nos permite alargar los periodos de limpieza del filtro de aire sin pérdida de potencia y proporcionando una mezcla aire/combustible óptima.</p>

FICHA TECNICA

MS 382

STIHL[®]



ElastoStart Plus

Un arranque prácticamente sin tirones. Absorbe los puntos de esfuerzo creados en el arranque por la compresión.



Válvula de Descompresión.

Esta válvula permite que una parte de la mezcla comprimida en el momento de arranque, escape de forma controlada del cilindro, facilitando de esta manera el proceso.

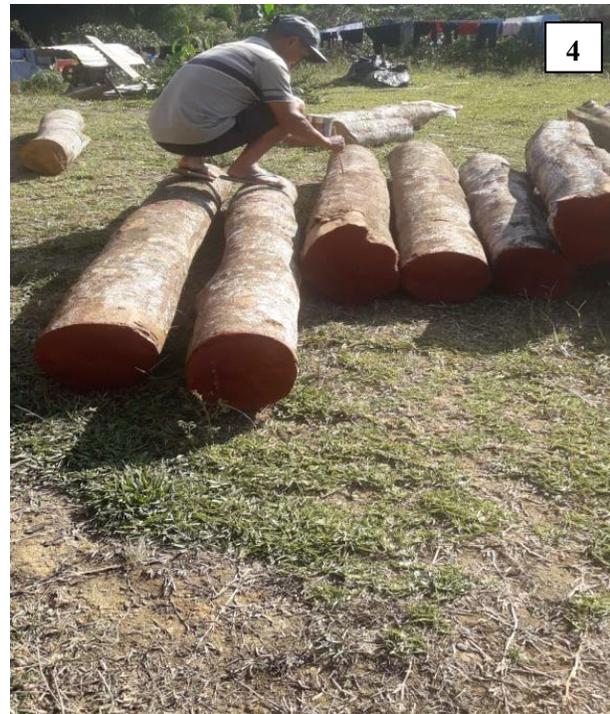
Presentación

- En embalaje de 1 unidad.

Anexo 13. Panel Fotográfico de la investigación



Fotos 1 y 2. Inventario forestal de los árboles para su extracción



Fotos 3 y 4. Apeo y trozado de árboles



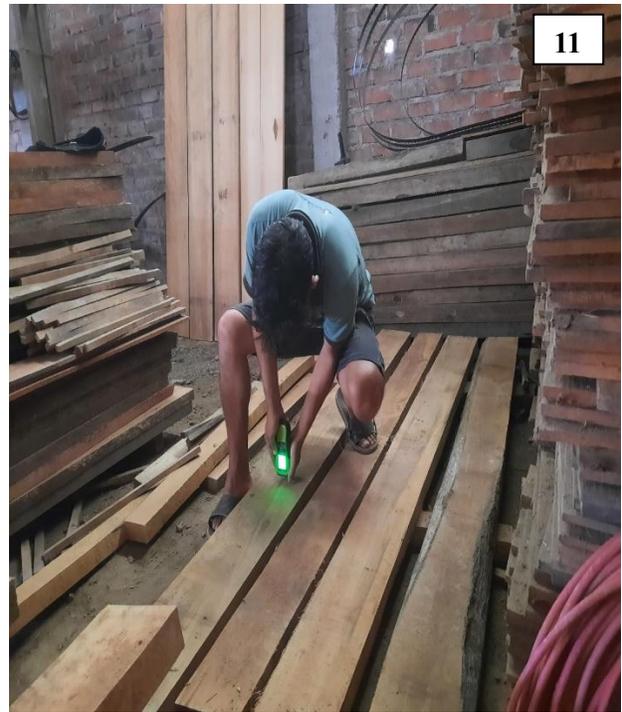
Foto 5. Transporte trozas



Fotos 6 y 7. Cubicación de trozas



Fotos 8 y 9. Aserrado de trozas



Fotos 10 y 11. Evaluación de defectos y medición de humedad



Fotos 12 y 13. Evaluación de humedad en laboratorio