

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**COEFICIENTE DE RENDIMIENTO EN EL ASERRÍO DE *Symphonia globulifera* L.f.
Y *Ceiba samauma* (mart.) K. Schum. EN EL ASERRADERO TRANS FORESTAL
MUÑOZ S.R.L. LA MORADA - PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

KEILA SARELA JARA HONORIO

Tingo María – Perú

2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María- Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°082-2024-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 02 de julio de 2024, a horas 4:15 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

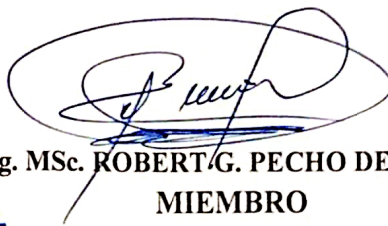
“COEFICIENTE DE RENDIMIENTO EN EL ASERRÍO DE *Symphonia globulifera* L.f. Y *Ceiba samauma* (mart.) K. Schum. EN EL ASERRADERO TRANS FORESTAL MUÑOZ S.R.L. LA MORADA - PERÚ”

Presentado por la Bachiller: JARA HONORIO, Keila Sarela, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara APROBADO con el calificativo de “BUENA”.

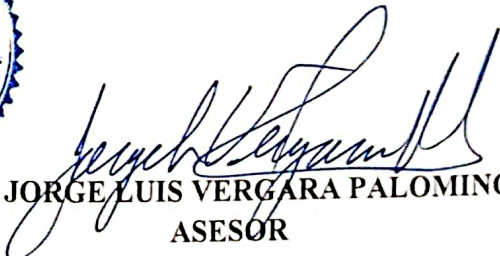
En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de INGENIERO FORESTAL que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 07 de agosto de 2024


Ing. MSc. RICARDO OCHOA CUYA
PRESIDENTE


Ing. MSc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ
MIEMBRO


Ing. M. Sc. WILFREDO TELLO ZEVALLOS
MIEMBRO


Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
ASESOR


Ing. JORGE BIRINO ALVAREZ MELO
ASESOR





“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 273 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

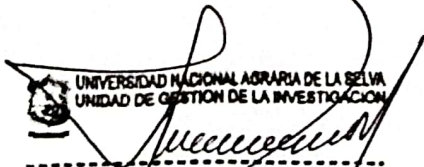
Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
COEFICIENTE DE RENDIMIENTO EN EL ASERRÍO DE <i>Symphonia globulifera</i> L.f. Y <i>Ceiba samauma</i> (mart.) K. Schum. EN EL ASERRADERO TRANS FORESTAL MUÑOZ S.R.L. LA MORADA - PERÚ	KEILA SARELA JARA HONORIO	21 % Veintiuno

Tingo María, 09 de setiembre de 2024


 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
 Dr. Tomas Menacho Mallqui
 JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**COEFICIENTE DE RENDIMIENTO EN EL ASERRÍO DE *Symphonia globulifera* L.f.
Y *Ceiba samauma* (mart.) K. Schum. EN EL ASERRADERO TRANS FORESTAL
MUÑOZ S.R.L. LA MORADA - PERÚ**

Autor : Keila Sarela Jara Honorio

Asesor (es) : Ing. Jorge Birino Alvarez Melo
Ing. Jorge Luis Vergara Palomino

Programa de investigación : Transformación e innovación de recursos forestales

Líneas de investigación : Tecnología y transformación mecánica de la madera

Ejes temáticos de investigación: Aprovechamiento mecánico de residuos forestales

Lugar de ejecución : Zona “C” Lote 2 distrito La Morada, provincia Marañón,
región Huánuco

Duración : Fecha de inicio : Diciembre del 2019
Fecha de término : Diciembre del 2020

Financiamiento : S/ 10 771,20

Tingo María – Perú
2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	: Recursos Naturales Renovables
Escuela profesional/ Departamento Académico	: Ingeniería forestal / Ciencias forestales
Título	: Coeficiente de rendimiento en el aserrío de <i>Symphonia globulifera</i> L.f. y <i>Ceiba samauma</i> (mart.) K. Schum. en el aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L. La Morada - Perú
Objetivo General	: Evaluar el coeficiente de rendimiento en el aserrío de <i>Symphonia globulifera</i> L.F. y <i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum. en el aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L
Autora de la Tesis	: Keila Sarela Jara Honorio
DNI	: 72240808
Correo Electrónico	: jarahonorio@ gmail.com
Asesores	: Ing. Jorge Birino Alvarez Melo Ing. Jorge Luis Vergara Palomino
Área de Investigación	: Transformación e innovación de recursos forestales
Grupo de Investigación	: Tecnología y transformación mecánica de la madera
Línea de investigación	: Aprovechamiento mecánico de residuos forestales
Lugar de Ejecución	: Aserradero Trans Forestal Muñoz, La Morada
Fecha Inicio	: Diciembre del 2019
Fecha Terminó	: Diciembre del 2020
Presupuesto	: S/. 10771,20
Financiamiento	: Propio



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISISTA
(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)**

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis : Coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Symphonia globulifera* L.f. y *Ceiba samauma (mart.) K. Schum.* En el aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L. La Morada - Perú.
Autor : Jara Honorio, Keila Sarela.
Asesor (es) de tesis : Ing. Jorge Birino Alvarez Melo
Ing. Jorge Luis Vergara Palomino.
Escuela Profesional : Ingeniería Forestal.
Programa de investigación : Transformación e innovación de recursos forestales.
Línea(s) de investigación : Tecnología y transformación mecánica de la madera.
Eje Temático : Aprovechamiento mecánico de residuos forestales.
Lugar de ejecución : La Morada, Huánuco.
Duración : Inicio : Diciembre del 2019
Término : Diciembre del 2020
Financiamiento : FEDU : S/0.00
Propio : S/ 10 771,20
Otros : S/.0.00

Tingo María, Perú, setiembre 2024.


Keila Sarela Jara Honorio
Tesisista


Ing. JORGE LUIS VERGARA PALOMINO
ASESOR


Ing. JORGE BIRINO ALVAREZ MELO
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, todo poderoso por bendecir e iluminar mi camino para llegar a cumplir todas mis metas mostrándome siempre la luz de la esperanza al final del túnel.

A mis padres Marilda Honorio Villanueva, Marcelina Villanueva Zegarra y Ancelmo Honorio Juanpedro por su incommensurable amor, buenos consejos y su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, en mi formación profesional y hacer de mí una mejor mujer cada día que pasa.

A mis abuelos Agripina Zegarra López y Trinidad Honorio Mendoza, María Zegarra López que Dios los tiene en su gloria y ahora son ángeles en mi vida y sé que desde donde estén me bendicen.

A mis hermanos Manuel, Franco y Angie, a mis tíos Belinda, Jairo, Nisida, Lesli, Witman y Lisbeth por su cariño y compañía durante toda esta etapa.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), como muestra de gratitud, por acogerme en esta casa de estudios, por la oportunidad brindada y el aporte recibido en mi formación académica.

A todas las facultades y en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables (FRNR) que, mediante sus docentes, han aportado en mi formación académica y personal, transmitiéndome buenos hábitos y conocimientos.

A los ingenieros Jorge Luis Vergara Palomino y Jorge Birino Alvarez Melo, por sus sugerencias, consejos, y apoyo en mi formación profesional y por el asesoramiento para llevar a cabo y concluir esta investigación.

A mis jurados de tesis: Ing. M. Sc. Ricardo Ochoa Cuya, Ing. M. Sc. Robert Gilbert Pecho De la Cruz y al Ing. M. Sc. Wilfredo Tello Zevallos, por su oportuna sugerencia, corrección y contribución para poder mejorar el trabajo.

Al Sr. Carlos Edmundo Muñoz Landa, gerente general de la Empresa Trans Forestal Muñoz S.R.L. y titular de la concesión forestal, por permitirme ingresar al centro de transformación primaria para poder realizar la presente investigación, por el apoyo y facilidades brindadas durante todo el periodo de ejecución de la tesis.

A mis padres, por el amor fraternal, apoyo moral y económico, y la confianza depositada en mí, especialmente a mi madre por motivarme y estar siempre conmigo en cada momento para poder seguir creciendo como persona y en lo profesional.

A mis amigos Lucía, Gabriel, Elayne, Beatriz, Joel y Shane, por su apoyo y constancia durante todos estos años. Gracias por estar allí.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Generalidades de <i>Symphonia globulifera</i>	3
2.1.1.1. Taxonomía	3
2.1.1.2. Descripción	3
2.1.2. Generalidades de <i>Ceiba samauma</i>	4
2.1.2.1. Taxonomía	4
2.1.2.2. Descripción	4
2.1.3. Generalidades de un aserradero	5
2.1.3.1. Principales maquinarias de un aserradero.....	5
2.1.4. Aspectos generales de rendimiento.....	6
2.1.4.1. Rendimiento de madera rolliza	7
2.1.4.2. Rendimiento de madera aserrada	8
2.1.4.3. Factores que inciden sobre el rendimiento	8
2.1.4.4. Diámetro de las trozas.....	9
2.1.4.5. Longitud, conicidad y diagrama de troceado.....	9
2.1.4.6. Calidad de las trozas	9
2.2. Estado del arte	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1. Lugar de ejecución	15
3.1.1. Zona de vida	15
3.1.2. Accesibilidad	15
3.2. Materiales y equipos.....	16
3.2.1. Material vegetativo	16

3.2.2.	Materiales, equipos y maquinarias	16
3.3.	Características de la investigación	16
3.3.1.	Tipo y diseño de investigación	16
3.3.2.	Variables en estudio.....	17
3.3.2.1.	Población y muestra.....	17
3.4.	Metodología	17
3.4.1.	Determinación del volumen de la madera rolliza a transformar de <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Ceiba samauma</i>	17
3.4.1.1.	Identificación de las especies.....	17
3.4.1.2.	Selección y codificación de las trozas	18
3.4.1.3.	Medición de la troza	18
3.4.1.4.	Evaluación de la calidad de troza	19
3.4.1.5.	Determinación del volumen de trozas	20
3.4.2.	Determinación del volumen de la madera aserrada a obtener de <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Ceiba samauma</i>	20
3.4.2.1.	Medición de la madera aserrada	21
3.4.2.2.	Clasificación por clases comerciales	21
3.4.2.3.	Determinación del volumen de madera aserrada	22
3.4.3.	Determinación del coeficiente de rendimiento de <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Ceiba samauma</i>	22
4.1.1.1.	Análisis estadístico de <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Ceiba samauma</i> 23	
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.2.	Determinación del volumen de la madera rolliza de <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Ceiba samauma</i>	24
4.2.1.	Volumen rollizo de <i>S. globulifera</i>	24
4.2.1.1.	Volumen por clase diamétrica	26
4.2.1.2.	Volumen por calidad.....	26
4.2.2.	Volumen rollizo de <i>C. samauma</i>	27

4.2.2.1.	Volumen por clase diamétrica	29
4.2.2.2.	Volumen por calidad.....	29
4.3.	Determinación del volumen de la madera aserrada obtenida de <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Ceiba samauma</i>	30
4.3.1.	Volumen aserrado de <i>S. globulifera</i>	30
4.3.2.	Volumen aserrado de <i>C. samauma</i>	32
4.4.	Determinación del coeficiente de rendimiento de <i>Symphonia globulifera</i> y <i>Ceiba samauma</i>	35
4.4.1.	Rendimiento de madera aserrada de <i>S. globulifera</i>	35
4.4.2.	Rendimiento de madera aserrada de <i>C. samauma</i>	37
4.4.3.	Análisis estadístico del coeficiente de rendimiento.....	39
4.4.3.1.	Correlación de Pearson	40
V.	CONCLUSIONES	43
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	44
VII.	REFERENCIAS.....	45
	ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1. Referencia para llegar al aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L.....	15
2. Clasificación de calidad por categorías.	19
3. Clasificación por tipo de madera.	22
4. Volumen rollizo por troza y total de <i>S. globulifera</i>	25
5. Volumen rollizo de <i>C. samauma</i>	28
6. Volumen aserrado de <i>S. globulifera</i>	31
7. Volumen aserrado de <i>C. samauma</i>	33
8. Rendimiento de madera aserrada de la especie de <i>S. globulifera</i>	36
9. Rendimiento de madera aserrada de <i>C. samauma</i>	38
10. Estadística descriptiva del coeficiente de rendimiento.	39
11. Prueba T Student del coeficiente de rendimiento en dos especies	40
12. Correlación de Pearson de las variables con respecto a la calidad de troza para <i>S. globulifera</i>	41
13. Correlación de Pearson de las variables con respecto a la calidad de troza para <i>C. samauma</i>	42
14. Volumen rollizo de <i>S. globulifera</i>	58
15. Características de la madera rolliza de <i>S. globulifera</i>	60
16. Número de troza por cada variable de defecto de <i>S. globulifera</i>	62
17. Número de troza y volumen por cada grado de calidad de <i>S. globulifera</i>	62
18. Volumen aserrado de <i>S. globulifera</i>	63
19. Volumen rollizo de <i>C. samauma</i>	64
20. Características de <i>C. samauma</i>	66
21. Número de troza por cada variable de defecto de <i>C. samauma</i>	68
22. Número de troza y volumen por cada grado de calidad de <i>C. samauma</i>	68
23. Volumen aserrado de <i>C. samauma</i>	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1. Medición de diámetro mayor, menor y longitud de las trozas.	19
2. Medidas de una pieza de madera aserrada.....	21
3. Número de trozas y volumen por clase diamétrica <i>S. globulifera</i>	26
4. Número de trozas y volumen por grados de calidad de <i>S. globulifera</i>	27
5. Número de trozas y volumen por clase diamétrica de <i>C. samauma</i>	29
6. Número de trozas y volumen por calidad de <i>C. samauma</i>	30
7. Número de piezas y volumen por categorías de <i>C. samauma</i>	32
8. Número de piezas y volumen por categorías de <i>C. samauma</i>	34
9. Rendimiento por categoría de madera aserrada y total de <i>S. globulefera</i>	35
10. Rendimiento por categoría de madera aserrada y total de <i>C. samauma</i>	38
11. Colecta de muestra botánica de la especie <i>Symphonia globulifera</i>	53
12. Colecta de muestra botánica de la especie <i>Ceiba samauma</i>	53
13. Madera rolliza en el centro de transformación primaria.....	54
14. Codificación de trozas por cada especie.....	54
15. Medición y registro de las dimensiones de madera rolliza.....	55
16. Aserrío de trozas.....	55
17. Medición y registro de las dimensiones de la madera aserrada.....	56
18. Medición y registro de las dimensiones de la madera aserrada.....	56
19. Piezas de madera codificadas, para obtener madera de recuperación (corta).	57
20. Madera de recuperación (paquetería).	57

RESUMEN

El objetivo fue conocer el coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*, en el aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L. ubicado en el distrito La Morada, región Huánuco. Para ello se trabajó con 30 trozas por especie, en la cual se determinó el volumen rollizo, volumen aserrado (comercial y de recuperación) y el coeficiente de rendimiento de aserrío, de acuerdo a la metodología propuesta por INRENA (2008), hoy SERFOR. Para el aserrío de las trozas se utilizó sierra cinta vertical, sierra canteadora, sierra despuntadora y accesorios. Los resultados mostraron un volumen inicial rollizo de 15,756 m³ para *Symphonia globulifera* y 23,529 m³ para *Ceiba samauma*, luego del proceso de aserrío se obtuvo un volumen total de madera aserrada de 6,734 m³ para *Symphonia globulifera* y 12,737 m³ de *Ceiba samauma*. Asimismo, el coeficiente de rendimiento en el aserrío para *Symphonia globulifera* fue de 42,12%, de las cuales, 39,62% corresponde a madera comercial y 2,50% para madera de recuperación, mientras que, *Ceiba samauma* presentó un coeficiente de aserrío de 54,37% de cuyo valor para madera comercial fue 47,35% y para madera de recuperación 7,02%. En consecuencia, los rendimientos determinados para las dos especies varían, dado que se encuentran influenciados directamente por factores propios de la especie como dimensiones, forma y calidad de trozas, además de factores externos como sistema de producción, tecnología del aserradero, destreza de los trabajadores y aspectos climáticos.

Palabras clave: Madera rolliza, comercial, de recuperación, transformación primaria.

ABSTRACT

The objective of knowing the performance coefficient in the sawmill of the species *Symphonia globulifera* and *Ceiba samauma*, in the Trans Forestal Muñoz S.R.L. located in the La Morada district, Huánuco region. For this, we worked with 30 logs per species, in which the round volume, sawn wood (commercial and recovery) and the sawmill yield coefficient were determined, according to the methodology proposed by INRENA (2008), for the sawmill of The logs were used a vertical band saw and secondary disk saw topping machines. The results showed an initial log volume of 15,756 m³ for the species *Symphonia globulifera* and 23,529 m³ for *Ceiba samauma*, after the sawing process a total volume of sawn wood of 6,734 m³ was obtained for *Symphonia globulifera* and 12,737 m³ for *Ceiba samauma*. Likewise, the sawmill yield coefficient for *Symphonia globulifera* was 42.12%, divided into 39.62% for commercial wood and 2.50% for salvage wood, while *Ceiba samauma* presented a sawmill coefficient of 54.37% and in terms of commercial wood it was 47.35% and for recovered wood 7.02%. Consequently, the yields determined for the two species vary, since they are directly influenced by factors specific to the species, raw material (size, shape and quality of the log).

Keywords: *Symphonia globulifera*, *Ceiba samauma*, yield coefficient, commercial wood and salvage wood.

I. INTRODUCCIÓN

En la industria forestal del Perú una de las actividades con mayor importancia es el proceso de aserrío y una de las maneras más simples de transformación primaria de la madera rolliza, cuya eficiencia se determina a través de estudios de coeficiente de rendimiento. Por ello para optimizar los procesos de aprovechamiento y transformación de la madera, este tipo de estudio debe establecerse como un sistema de análisis continuo.

En la actualidad el desconocimiento del coeficiente de rendimiento para cada especie ha dado como resultado que se siga usando un valor generado hace varias décadas atrás, lo cual viene originando problemas de cubicación a los usuarios. Además, uno de los productos más importantes dentro de la industria forestal local es la madera aserrada, cuya materia prima corresponden a especies que son representativas en los bosques naturales del Alto Huallaga, brindándoles la mayor atención posible para establecer sus propios coeficientes de rendimiento.

En este sentido en el distrito La Morada, se ubica el aserradero Trans Forestal Muñoz S. R. L., dedicado a la transformación primaria de la madera en los diferentes rubros tales como madera aserrada, paquetería, entre otros; cuyo titular de este centro de transformación primaria (aserradero) está motivado en realizar estudios de rendimiento en el proceso de aserrío de las diferentes especies forestales maderables con los que trabaja para justificar a la autoridad forestal los volúmenes reales que obtiene, cumplir con las regulaciones y estándares de calidad establecidos por las autoridades y el mercado, le facilitará la identificación de áreas de mejora y la implementación de nuevas tecnologías y técnicas para optimizar el proceso de aserrado; además se podrá determinar la cantidad de madera rolliza requerida para pedidos específicos, lo que mejorará la planificación del proceso productivo del aserradero. Así mismo los resultados obtenidos servirá como antecedente para futuras investigaciones que se harán de las mismas especies con maquinarias más actualizadas, sumado a ello la información podrá ser utilizada por los actores y la autoridad forestal para una mejor comprensión de los volúmenes reales de rendimiento de las especies estudiadas.

En consecuencia, se planteó la interrogante ¿Cuál será el coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Symphonia globulifera* L.F. y *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum. en el aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L.? razón por la cual se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar el coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Symphonia globulifera* L.F. y *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum. en el aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L

Objetivos específicos

- Determinar el volumen de la madera rolliza a transformar de *Symphonia globulifera* L.F. y *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum. (Huimba).
- Determinar el volumen de la madera aserrada a obtener de *Symphonia globulifera* L.F. y *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum.
- Determinar el coeficiente de rendimiento en el aserrío de *Symphonia globulifera* L.F. y *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades de *Symphonia globulifera*

2.1.1.1. Taxonomía

Judd *et al.* (1999) mencionan que, según el sistema de clasificación botánica APG (*Angiosperm Phylogeny Group IV*) la especie *S. globulifera* tiene la siguiente clasificación:

Reino:	Plantae
División:	Spermatophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malpighiales
Familia:	Clusiaceae
Género:	<i>Symphonia</i>
Especie:	<i>Symphonia globulifera</i> L.F.

2.1.1.2. Descripción

López y Montero (2005) mencionan que *S. globulifera* alcanza hasta 35 m de altura total, puede llegar a alcanzar una altura comercial de hasta 14 m y con respecto al diámetro puede llegar hasta 80 cm. Presenta copa cónica, densa con ramas claramente oblicuas, follaje bastante denso y colgante; además, las hojas son simples, opuestas, lisas, brillantes en la parte superior, venosas en la parte inferior, margen entero, pecíolo acanalado, de flores con color rojo claro dispuestas en cimas axiales y terminales, y con fruto amarillo verdoso cuando está maduro, en forma de cápsula globosa de 3 a 5 cm de diámetro y de semillas marrones. También tiene fuste recto y cilíndrico, raíces tablares y algunas raíces complementarias, con corteza exterior de color marrón rojizo a marrón oscuro, de textura escamosa, ligeramente fisurada y con corteza interior de color amarillo rosado que segrega un látex amarillento que se oxida con el pasar de algunos minutos u horas.

Esta especie está distribuida en África Occidental y América, y se encuentra extendida en las selvas tropicales de Ecuador, Perú, Brasil, Panamá, Surinam, Venezuela, Honduras,

Guyana y Trinidad y Tobago. También se encuentra en la región de Urabá en Colombia y en la costa del Pacífico cerca de los ríos San Juan y Calima (López y Montero, 2005).

Con respecto a las características de la madera, Proecen (1999) manifiesta las siguientes características: Densidad de $0,55 \text{ g/cm}^3$, la albura de color blanca amarillosa o amarillo cremoso y el duramen es amarillo rojizo, con grano recto, veteado pronunciado con líneas amarillentas, olor y sabor no distintivo. Es madera duradera y bastante resistente, se seca rápidamente y es fácil de manejar cuando se utiliza en la fabricación de tableros contrachapados, construcción en general (vigas, encofrados), embalajes y cajas; asimismo, se puede utilizar en aplicaciones decorativas para muebles comunes, partes de botes no sumergibles y pulpa para papel, y la resina se usa para sellar casas y barcos.

2.1.2. Generalidades de *Ceiba samauma*

2.1.2.1. Taxonomía

Según el sistema de clasificación botánica APG (*Angiosperm Phylogeny Group IV*) Judd *et al.* (1999), a *C. samauma* tiene la siguiente clasificación:

Reino:	Plantae
División:	Espermatophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Género:	<i>Ceiba</i>
Especie:	<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum.

2.1.2.2. Descripción

IPCC (2006) indica que *C. samauma* es un árbol que alcanza hasta 42 m de altura y 1,3 m de diámetro. El fuste se encuentra ligeramente acanalado, con aletas bien desarrolladas. La corteza exterior es fisurada, con agujones en la base o en todo el cuerpo, de color oscuro; mientras que la corteza interna es gruesa y rosada. Asimismo, presenta hojas compuestas, alternas, generalmente 5 folíolos articulados, elípticos, distintivos, base y agudos de 6 a 14 cm de largo y 2 a 6 de ancho, 5 cm de ancho, y con flores en axiales, solitarias o en racimos grandes

de color blanco a crema; además, los frutos son en forma de cápsula de ovalada de tamaño 15-18 x 8 cm, y las semillas están cubiertas con algodón blanco, lo que las hace fáciles de esparcir (Kroll y Marmillod, 1992; Gibbs y Semir, 2003; Castillo y Nalvarte, 2007). Por otra parte, menciona también que, esta especie se encuentra extendida por Bolivia, Brasil, Ecuador y Perú, y crece en Amazonas, Cusco, Huánuco, Lima, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Puno, San Martín y Ucayali.

En cuanto a las características macroscópicas y organolépticas, la especie presenta olor y sabor no distintivo, color de albura es blanco cremoso y el duramen es de color rojo amarillento, vetado de arcos superpuestos, líneas verticales y jaspeado, con densidad de 0,56 g/cm³. La madera es muy fácil de trabajar y apta para muebles, marcos (vigas, tablones, marcos, columnas y vigas), carrocerías, cajones, chapas, pulpa y cartón (Rincón y Sibille, 2009).

2.1.3. Generalidades de un aserradero

Son instalaciones industriales o plantas de transformación donde, a través de un proceso de transformación, la madera en troza (rolliza) se convierte en madera aserrada (INRENA 2008). Las serrerías ó aserraderos obtienen su nombre porque las sierras son las herramientas principales utilizadas en el proceso industrial de corte de madera. Este término subraya la importancia de las sierras en la conversión de troncos en productos de madera útiles. (Zavala 1991).

2.1.3.1. Principales maquinarias de un aserradero

- **Winche:** Un cabrestante, cablestante, cabestrante, cabestante o ármano es un dispositivo mecánico, compuesto por un rodillo o cilindro giratorio, unido a este se encuentra un cable con un gancho de metal en la punta de cable, que sirve para arrastrar, levantar y/o desplazar las trozas hacia el carro porta trozas (Pecharromán, 2015)
- **Carro porta trozas:** dispositivo que mantiene la troza firmemente en una posición mientras se corta y la desplaza hacia la sierra de cinta. Consiste en una estructura sobre ruedas con dos, tres o más escuadras ajustables perpendicularmente al avance del carro, permitiendo acercar o alejar la sierra de la troza para determinar el grosor deseado. Cada escuadra tiene dos garras que funcionan neumáticamente o hidráulicamente, asegurando las trozas durante el corte para evitar su movimiento (Vignote y Martinez, 2006).

- **Sierra cinta principal:** Máquina cuyo elemento principal de corte es una banda de acero sin fin con dientes en una o ambas orillas, montadas en dos ruedas, una de las cuales está arriba y la otra abajo del campo de corte. realiza el principal asierre de las trozas, reduciéndola a componentes más pequeños tales como tablas y vigas, (INRENA 2008).
- **Cantedora:** Máquina formada por al menos dos sierras circulares que produce tablas con bordes rectos o paralelos. Esta máquina elimina las orillas onduladas de la corteza y las inclusiones de albura en las tablas provenientes de la sierra principal (INRENA, 2008).
- **Despuntadora:** Máquina con una sierra radial de movimiento con balanceo pendular que corta los extremos de una tabla, asegurando que queden escuadrados y paralelos unas con otras. Esta máquina elimina defectos como rajaduras, extremos podridos y grietas (INRENA, 2008).

2.1.4. Aspectos generales de rendimiento

El rendimiento se basa a la relación entre el volumen aserrado y el volumen rollizo; esta palabra también se conoce como factor de aserrío o de recuperación del aserrío y es una indicación del uso de la madera durante la transformación (Quirós, 1990). También, se define como la relación entre el volumen de madera producido entre el volumen en trozas (BOLFOR, 1997). Asimismo, es el cálculo del volumen de madera de cada troza procesada, es decir, la relación entre la masa de la madera obtenida y la masa calculada del tronco (Delgado, 2004).

Por su parte, Rocha (2002) muestra que la eficiencia puede servir como criterio básico para los gerentes de aserraderos, de modo que puedan evaluar de manera transparente si la actividad productiva está funcionando adecuadamente dentro de la empresa.

- **Coefficiente de rendimiento**

El término "factor de rendimiento" se usa para evaluar la eficiencia de un aserradero o industria y se refiere al número de unidades del producto final producidas a partir del procesamiento de la materia prima. (Orozco *et al.*, 2006).

A partir del valor del volumen del producto obtenido en cada etapa del proceso de aserrado y el volumen de la materia prima utilizada, el rendimiento se determina mediante la siguiente fórmula:

$$CR(\%) = \frac{\text{Volumen de madera aserrada}}{\text{Volumen de madera en troza}} \times 100 \quad (1)$$

2.1.4.1. Rendimiento de madera rolliza

Brand *et al.* (2002) afirman que la evaluación del rendimiento por cada madera rolliza es importante para la comercialización de trozas o para realizar cálculos adicionales en los inventarios forestales. El rendimiento volumétrico total caracteriza el uso de trozas sin tener en cuenta las dimensiones o la calidad de la madera resultante, por lo que es un indicador primordial, pero no asegura afirmar o describir el rendimiento de conversión de un aserradero.

Noack *et al.* (1994) y Bruce *et al.* (1965) mencionan que los factores importantes que afectan el rendimiento y la eficiencia, que están directamente relacionados con los troncos de los árboles, son el diámetro, la forma y la sanidad del individuo. Asimismo, Tuset y Duran (1979) reportan que la madera puede variar en calidad debido a una combinación de factores, manifestándose en irregularidades o defectos, al afectar sus propiedades físicas, mecánicas o químicas, marcando los límites de las posibles aplicaciones de este material. Estas irregularidades, conocidos como defectos, pueden ser de diferente naturaleza según la fuente que los impulse: estructurales o naturales, los que se han producido a lo largo de la vida del árbol (nudos, acebolladuras, medula excéntrica, grano entrecruzado y estrés de crecimiento) y su procesamiento o debido a factores externos, que se producen después de la tala de árboles (fisuras, grietas, hongos e insectos).

- Cuantificación del volumen rollizo

Para determinar el volumen rollizo se utiliza la siguiente fórmula (SERFOR, 2019):

$$V(m^3) = 0,7854 \times \left(\frac{D1 + D2}{2} \right)^2 \times L \quad (2)$$

Donde:

$V (m^3)$ = Volumen de madera rolliza

0,7854 = Constante ($\pi/4$)

$D1 (m)$ = Diámetro promedio del extremo menor de madera rolliza

$D2 (m)$ = Diámetro promedio del extremo mayor de madera rolliza

$L (m)$ = Largo de madera rolliza

2.1.4.2. Rendimiento de madera aserrada

Las ineficiencias en las etapas se pueden detectar evaluando el rendimiento de la madera durante el aserrío mediante mediciones detalladas desde los troncos que ingresan al aserradero hasta su transformación en un producto final. Una parte específica del proceso de aserrado, que permite lograr mayores ajustes y control, lo que da como resultado una mayor eficiencia en la carpintería temprana (Rueda *et al.*, 2010).

El desempeño rápido y confiable de la sierra facilita la toma de decisiones sobre la eficiencia industrial y el uso correcto de las materias primas, además de disminuir costos y evitar pérdidas en las etapas de producción. (Valerio *et al.*, 2008).

García *et al.* (2001) menciona que el rendimiento de la madera es una de las métricas clave para evaluar la efectividad en distintas industrias, y la eficiencia se refiere a la medida en que se utilizan las materias primas para garantizar que un producto llegue al mercado.

- Cuantificación del volumen en el proceso de aserrío

El volumen de madera transformada obtenida del procesamiento primario y/o secundario se cuantifica frecuentemente utilizando la siguiente fórmula:

$$V(\text{pt}) = \frac{E \times A \times L}{12} \quad (3)$$

Donde:

V= Volumen en pies tablares

E= Espesor de la tabla en pulgadas

A= Ancho de la tabla en pulgada

L= Longitud de las tablas en pies

2.1.4.3. Factores que inciden sobre el rendimiento

Los principales factores que afectan el rendimiento son el diámetro y la forma de los troncos a transformar, el tipo y calidad de la madera, el tipo de corte y el tipo de sierra utilizada para procesar la madera. Con una disminución en el diámetro de los troncos, el rango de rendimiento disminuye; en aserraderos de bosque virgen, el diámetro promedio es de 60 cm, la

productividad varía entre 45 a 75%; cuando se transforma la madera delgada con un diámetro promedio de 15 cm, solo se logra un 30-35% (Serrano, 1991).

2.1.4.4. Diámetro de las trozas

Meza (2010) indica que el diámetro de los troncos es uno de los mayores factores que influyen en el proceso de aserrado; se muestra que cuanto mayor sea el diámetro, mayor será también el rendimiento; por lo tanto, el procesamiento de baja dimensión indica un bajo nivel de eficiencia.

El impacto del diámetro en el rendimiento requiere la mejora del aserrío de materias primas de dimensiones pequeñas y la creación de una política que asegure, en la medida de lo posible, la valoración de los altos stocks de madera, con el fin de obtener grandes registros del tamaño correcto y la calidad de la madera para los aserraderos (Egas, 1998).

2.1.4.5. Longitud, conicidad y diagrama de troceado

Fahey (1991) menciona que el rendimiento de los troncos durante el aserrado se ve afectado por la longitud y la conicidad de los troncos, pues a medida que aumentan los dos parámetros, aumenta la diferencia entre las diagonales en los extremos del registro. Por lo tanto, una de las formas de incrementar la efectividad volumétrica es mejorar el corte, produciendo racionalmente madera en el tamaño necesitado.

Esta observación es de particular interés para la industria, donde la aplicación de patrones de corte adecuado permite obtener troncos de alta calidad de longitud adecuada, lo cual es un requisito previo para una mayor productividad. Mediante programas de mejoramiento de corte se determinarán maderas rollizas con características preferentes para aumentar la eficacia de la transformación inicial de la madera en los aserraderos (Fahey, 1991).

2.1.4.6. Calidad de las trozas

Un factor para considerar, especialmente en una sierra de llave, para maximizar la masa, es la calidad del tronco. El tamaño y el peso de la madera con respecto a las prácticas de procesamientos actuales están directamente relacionados con los diversos registros de calidad (Zavala, 1991).

Chávez y Guillen (1997) y Ríos (2005) mencionan que la calidad de los troncos es un factor importante a tener en cuenta al comprarlos. En general, las sierras de troncos no clasifican ni filtran, aunque esta práctica tiene varias ventajas para los resultados de producción de la empresa. Las ventajas que actualmente son menos valoradas incluyen una mayor productividad de los aserraderos (tanto rolliza como aserrada), una mejor calidad de la madera aserrada, una mayor productividad, menores costos de producción y un mejor precio de venta. Para determinar la calidad de la troza, las empresas deben considerar los siguientes factores: la forma (cilíndrica, semicilíndrica, irregular) y la rectitud de la troza (recta, semicurva, curva y torcida). Por lo tanto, la calidad se brindará de acuerdo con estos factores y de acuerdo con las tres categorías.

- Calidad A.- el tronco es cilíndrico, recto, libre del ataque de hongos e insectos; Si es así, debería reducirse al mínimo.
- Calidad B.- los troncos de los árboles son semicilíndricos, semicurvos, menos susceptibles al ataque de hongos e insectos o hasta un 30% de su tamaño.
- Calidad C.- será desigual, retorcido con atacado por hongos e insectos.

2.2. Estado del arte

Sulca (2021), en Oxapampa, Perú, se llevó a cabo un análisis sobre la calidad y el rendimiento de la madera rolliza a aserrada del pino tecunumani (*Pinus tecunumanii* Eguluz & Perry). Se examinaron 90 trozas de la cosecha final de una plantación de 18 años sin mantenimiento, con un diámetro promedio de 26,92 cm y longitudes principalmente entre 2,44 m (8') y 3,05 m (10'). El resultado mostró tres calidades diferentes de madera aserrada, con un rendimiento de 13,7% para la calidad uno, 29,4% para la calidad dos y 7,8% para la calidad tres.

Portella (2021), en Otorongo S.A.C., una empresa forestal de Madre de Dios, estudió el rendimiento del aserrío de *Couratari guianensis* y *Tabebuia serratifolia*. Los pisos de *Couratari guianensis* Aublet (cachimbo) y las tablas de *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson (tahuarí) fueron los dos tipos de productos que se consideraron para la ejecución de esta investigación. Como resultado, se encontró un rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de 28,03% y un rendimiento de madera rolliza a pisos de 26,26%. La madera rolliza fue clasificada como baja debido al tiempo de almacenamiento en el patio de trozas por especies susceptibles al ataque de insectos y hongos, y la madera rolliza a pisos también fue clasificada

como baja. En la especie Tahuarí, el rendimiento de las trozas se determinó en 32,92%, siendo regular el rendimiento calificado, ya que fue influenciado por las características de la especie.

Ramírez (2019) realizó una investigación en rendimiento de aserrío de copaiba (*Copaifera reticulata* Ducke) y lupuna (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) en Tahuamanu-Madre de Dios, donde se evaluaron 30 trozas por especie y clasificado como A y B. Como resultado, se demostró que *Copaifera reticulata* presentó un volumen total de 147,240 m³ de madera rolliza y 61,854 m³ de madera aserrada, con un rendimiento de aserrío promedio de 42,45%, en la troza 10 el rendimiento más alto fue 48,54% y la troza 9 obtuvo el rendimiento más bajo de 23,66%. Con respecto a *Ceiba pentandra*, se obtuvieron en promedio 175,800 m³ de madera rolliza y 80,199 m³ de madera aserrada, con un rendimiento de madera aserrada promedio de 45,40%, con el rendimiento más alto en la troza 3 de 52,79 % y la troza 28 presentó el menor rendimiento de 35,59%.

Gonzales realizó un estudio en 2018 sobre cómo la calidad de las trozas de *Ceiba samauma* (Huimba negra) influye en la conversión de la madera aserrada en Pucallpa, Ucayali. Se evaluaron 43 trozas y se dividieron en tres categorías de calidad. El resultado fue un rendimiento promedio del 43,71%, con una distribución del 51,27% para la primera calidad, 42,79% para la segunda calidad y un 37,08 % para las trozas de tercera calidad que fueron aserradas. Además, según el análisis de correlación, a medida que disminuye el grado de calidad, disminuye el rendimiento total.

Ushñahua (2016) examinó el rendimiento de la madera rolliza de cuatro especies forestales de Pucallpa en la conversión a madera aserrada comercial y de recuperación. Se encontró que el rendimiento de la madera rolliza de *Cedrelinga cateniformis* (tornillo) fue: 39,73% madera comercial, 9,73% madera corta y 49,46% madera aserrada total. El rendimiento de la madera rolliza de *Septotheca tesmannii* (Utucuro) en madera comercial fue 41,25% y en madera corta 4,33%, y un rendimiento total de 45,58%. El rendimiento de la madera rolliza de *Aspidosperma macrocarpon* (Pumaquiro) en madera comercial fue 31,87% y en madera corta 16,98%, y un rendimiento total de 48,98%. También se encontró que el rendimiento de la madera rolliza de *Terminalia oblonga* (Yacushapana) en madera comercial fue 42,54% y en madera corta 12,78% y un rendimiento total de 56,33% respectivamente.

Ortiz et al. (2016) investigaron las operaciones de un aserradero para determinar el coeficiente y la calidad del aserrío del género *Pinus* en la región sierra sur de Oaxaca, México.

Para ello, se cubicaron 101 trozas de diferentes clases diamétricas con una longitud de 2,63 metros. Como resultado, se obtuvieron un total de 1875 tablas, lo que equivale a 30,12 metros cúbicos de madera aserrada, y se obtuvieron un volumen de 63,37 m³ con corteza y 58,35 m³ sin corteza, respectivamente. El factor de aprovechamiento promedio de 44,18% con corteza y 48,27% sin corteza; por lo tanto, 216 pt de madera aserrada se obtienen por metro cúbico sin corteza tratada, y 4,62 metros cúbicos de madera rolliza se requieren para obtener 1000 pt.

Aldás (2014) examinó el rendimiento del proceso de transformación de madera rolliza a madera escuadrada de pino (*Pinus radiata* D. Don), con dos tipos de aserradero. Se registraron y evaluaron 950 trozas, de las cuales se obtuvieron 5136 tablas. Los hallazgos mostraron un rendimiento de 45 % en el primer aserradero con sierra de cinta y un rendimiento de 35 % en el segundo aserradero con sierra circular. Además, menciona que se produjo una merma de 0,10 m³ y 0,11 m³ de un volumen promedio de 0,17 m³ por troza cuando se transformó en madera aserrada mediante sierras de cinta y circular.

Vásquez (2014) realizó una evaluación en Iquitos (Loreto), con el objetivo de obtener el rendimiento por niveles de calidad de la madera transformada de *Calycophyllum spruceanum*; para ello, se estudió un total de 24 trozas de madera generándose a partir de ello 648 tablas, de las cuales, 295 fueron comercial y 353 de recuperación. Se calculó que el volumen promedio de la madera rolliza fue de 57,32%, de los cuales el 61,60% fue comercial y el 38,40% de recuperación. Además, el rendimiento más alto fue de 67,58 % y el rendimiento más bajo fue de 49,26 %; mientras que, el rendimiento promedio por troza y grado de calidad en este estudio fue de 36,08% (11 800 m³) para el grado comercial y 21,24% (6 896 m³) para recuperación. En conclusión, el rendimiento se vio afectado por factores (tamaño, forma y calidad de la troza), la tecnología y los requisitos del solicitante o comprador.

Wong (2014) llevó a cabo un estudio sobre el rendimiento y los costos de la producción de madera aserrada de *Dipteryx micrantha* (Harms) en el aserradero Green Gold Forestry Perú SAC en Maynas, Perú. De un lote de 423 trozas, se evaluaron 21 trozas para el estudio de rendimiento, se obtuvieron un volumen rollizo total de 1524,38m³ y 650,21 m³ de madera aserrada, de los cuales 463,54 m³ fueron para decking, 178,10 m³ fueron para tablillas para pisos y 35,58 m³ fueron para decking tiles. El resultado fue un rendimiento total de madera aserrada de 42,77%, del cual 32,17% correspondía al decking, 9,06% tablillas para pisos y 1,54% para decking tiles, y un desperdicio total de 57,23%.

Nájera et al. (2012) evaluaron el rendimiento de la madera aserrada en dos aserraderos privados en El Salto, Durango, México. Se evaluaron 159 trozas, con un volumen sin corteza de 81,64 m³, y se produjo un volumen aserrado de 48,89 m³. Como resultado, se obtuvo un rendimiento promedio de 61,64% sin corteza, lo que significa que se pueden obtener 261 pies tablares de madera aserrada por cada metro cúbico de madera en rollo (0,616 m³). En conclusión, se descubrió que el largo y la conicidad de las trozas, afectan el rendimiento de la madera aserrada, sin embargo, el diámetro no lo afecta.

Huarcaya (2011) realizó una investigación sobre el rendimiento de *Myroxylon balsamum* y *Dipteryx micrantha* en Iñapari - Madre de Dios, donde en cada especie se evaluaron 30 trozas de madera rolliza seleccionadas al azar. Se encontró un volumen total de 28,6934 m³ de madera rolliza y 6,5654 m³ de madera aserrada, lo que equivale a 429 piezas aserradas, y se encontró un rendimiento de aserrío promedio de 22,75% para *Myroxylon balsamum* Harms. Además, indica que la troza 15 tuvo el rendimiento más alto con un 24,22% y la troza 13 tuvo el rendimiento más bajo con un 20,66%. Para *Dipteryx micrantha* se encontró un volumen total de 98,1311 m³ de madera rolliza y 36,5647 m³ de madera aserrada, con 7320 piezas aserradas, con un rendimiento promedio de 37,12%, donde la troza 15 tuvo el mayor rendimiento de 41,78% y el menor rendimiento fue 32,18% perteneciente a la troza 3.

Canchanya (2011) determinó los coeficientes de rendimiento en el aserrío de madera para *Brosimum utile* ssp. *Ovatifolium* (Ducke) (leche caspi) en Villa Rica, Perú. Se evaluó un total de 30 trozas, teniendo 10 trozas por clase diamétrica (40-50, 50-60, 60-70 cm). Según los hallazgos del estudio, se obtuvieron 20,834 metros cúbicos de madera rolliza, 12,938 metros cúbicos de madera aserrada y 7,897 metros cúbicos de desechos. Se encontraron 9,644 m³ y 546 piezas de madera comercial, 2,867 m³ y 429 piezas de madera larga angosta, 0,433 pt y 144 piezas de madera corta, lo que totalizó 12,938 m³ y 1190 piezas de madera aserrada. Además, se indica que presentó un rendimiento total del 62,1%, lo que equivale a un coeficiente de aserrío de 263,306 pt/m³; en las clases diamétricas de 40-50, 50-60 y 60-70 cm, se obtuvieron rendimientos del 14,899%, 38,76% y 25,430 %, respectivamente.

López (2010) en una investigación en Iquitos (Loreto), examinaron 113 trozas en el patio de acopio, de las cuales 68 eran de *H. oblongifolia* y 45 de *D. micrantha*. El resultado demuestra que el rendimiento de la madera aserrada del azúcar huayo (*Hymenaea oblongifolia*) fue del 56,84%, mientras que el rendimiento de la madera comercial fue del 50,89%, el rendimiento de la madera de recuperación fue del 5,95% y el rendimiento del desperdicio fue

del 43,16%. El rendimiento del Shihuahuaco (*Dypterix micrantha*) fue de 65,73%, con un rendimiento comercial de 49,86%, un rendimiento de recuperación de 15,87% y un rendimiento de desperdicio de 34,27%.

Rívas (2007) analizó el rendimiento de la madera de copaiba (*Copaifera officinalis*) en las operaciones de aserrío en la ciudad de Pucallpa, evaluando 65 trozas. El rendimiento de la madera comercial fue del 48,18%, inferior al rendimiento predeterminado del 52%, y el rendimiento de la madera corta fue del 10,45%, lo que resultó en un rendimiento total del 58,63%.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se ejecutó en las instalaciones del aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L, en la zona “C” lote 2; políticamente ubicado en el distrito de La Morada, provincia Marañón, región Huánuco, y se ubica en las coordenadas UTM 362 097 m Este y 9 028 897 m Norte, a una altitud de 538 msnm.

3.1.1. Zona de vida

Según el GOREHCO (2016) en el estudio de Zonificación Ecológica y Económica menciona que las condiciones climáticas de la provincia de marañón son muy variadas. Razón por la cual indica, que las terrazas bajas cerca del río Huallaga (La Morada) en la provincia de Marañón pertenece a la zona de vida, Bosque Muy Húmedo Tropical (bmh – T). Además, menciona que está zona de vida pertenece a una altitud entre 250 a 800 msnm, y su biotemperatura media anual está entre los de 24,0 a 26,0 °C. Con respecto a la precipitación indica que va desde 2 500 a 3 000 mm de precipitación total anual.

3.1.2. Accesibilidad

La ruta terrestre es la única forma de llegar al aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L., comenzando en la ciudad de Tingo María (ubicada en la provincia Leoncio Prado, región Huánuco), cuya descripción se encuentra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Referencia para llegar al aserradero Trans Forestal Muñoz S.R.L

Punto de referencia o tramos	Dist. (km)	Tiempo (horas)	Medio de transporte
Tingo María – Aucayacu – Puerto Madre Mia (Carretera Fernando Belaunde Terry)	85	2	Camioneta
Distrito La Morada (Aserradero)	15	½	Camioneta

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material vegetativo

El material de estudio estuvo conformado por madera rolliza (trozas) de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma* procedentes del Plan de Manejo Forestal intermedio (PMFI) Segundina Porras Aquisé, ubicado en el sector Pavayacu, distrito La Morada, provincia Marañón, región Huánuco (**Figura 13**).

3.2.2. Materiales, equipos y maquinarias

Los materiales utilizados para la colecta de muestras botánicas fueron: tijera de podar, libreta de campo, bolsa de polietileno, alcohol 70% y papel periódico, y con respecto a al prensado, secado y montaje se usó lo siguiente: prensa botánica, papel periódico, cartón, cámara de secado, tijera, cartulina y silicona en líquido.

Los materiales, equipos y maquinarias utilizados en el centro de transformación fueron los siguientes: formato de registro y libreta, con la finalidad de registrar los datos cuantitativos y cualitativos de cada troza por especie; spray color azul; con el fin de marcar las trozas; plumones, crayones y tizas, se usó en la codificación de las trozas y madera aserrada; wincha de 3 y 10 m, en las mediciones de las dimensiones de la troza y madera aserrada; winche para poder jalar y colocar las trozas en el carro porta trozas para llevar hacia los elementos cortantes de la cinta, sierra cinta, para obtener cuartones de madera aserrada; canteadora, se utilizó para eliminar los cantos irregulares y obtener las piezas de un ancho determinado; despuntadora, para obtener las piezas en longitudes definidas.

3.3. Características de la investigación

3.3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicativo, dado que se enfocó en el uso de técnicas teóricas como la dasometría y la dendrometría para calcular el coeficiente de rendimiento de dos especies comerciales. El enfoque de la investigación fue descriptivo cuantitativo, ya que su objetivo principal era describir el rendimiento de las dos especies a partir de una muestra representativa de la población de trozas del patio. También al no manipularse ninguna variable, el diseño de la investigación actual no es experimental.

3.3.2. Variables en estudio

Las variables dependientes son el volumen de madera rolliza (diámetro y longitud), volumen de madera aserrada y el coeficiente de rendimiento.

3.3.2.1. Población y muestra

La población estuvo conformada por 68 trozas de la especie *Symphonia globulifera* y 57 trozas de *Ceiba samauma* existentes en el patio de trozas. Con respecto al tamaño de la muestra se consideró evaluar 30 trozas (la selección se realizó mediante un muestro aleatorio simple usando el programa Excel con la función muestra que se encuentra en la herramienta análisis de datos); asimismo Sulca (2021), Ramírez (2019), Gonzales (2018) y Canchanya (2011) trabajaron con una muestra de 30 trozas para determinar el coeficiente de aserrío, además Chávez y Guillen (1997) indican que por efectos estadísticos se recomienda evaluar una muestra de 30 trozas por especie.

3.4. Metodología

3.4.1. Determinación del volumen de la madera rolliza a transformar de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*

3.4.1.1. Identificación de las especies

Para la respectiva identificación de estas especies se procedió a coleccionar muestras botánicas durante la tala de los árboles aprovechables, para ello se consideró seis árboles por cada especie, del predio privado “Segundina Porras Aquisé”, se recolectaron muestras botánicas productivas con flores y frutos **Figura 11** y **Figura 12**, con tres repeticiones por individuo, lo que resultó en un total de 18 ejemplares. Luego se procedió a codificar de la siguiente forma:

“PP-SPA-01-001-H/FL”

PP = Predio privado.

SPA = Segundina Porras Aquisé.

01 = Número de árbol.

001 = Número de repetición de la muestra.

H/FL = hojas y flores.

Además, se registró este código en la libreta de recolección, junto con la procedencia, la coordenada, la presencia de órganos reproductores y otras observaciones. Después, las muestras se colocaron en una cara de papel periódico y se tapó con la otra cara para mantener el haz y envés de la muestra. Además, se guardaron en bolsas de polietileno con una mezcla de alcohol y agua al 50%, que fueron rociadas en las partes vegetativas y reproductivas para mantener sus características. Todo esto se hizo para que las muestras llegaran al Laboratorio Taller de Aprovechamiento y Maquinaria Forestal (LATAMF) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Luego se cambió el papel periódico de la misma manera que se hizo anteriormente. Luego, se colocaron una sobre otra (apilamiento) sobre una base de cartón hasta tener 8 repeticiones. Después, se colocó una prensa de madera en la parte inferior y superior, y cada esquina de la prensa se sujetó. Este proceso se repitió para todas las muestras. Después, las prensas fueron colocadas durante cuatro días en una cámara de secado a 32 grados centígrados. Finalmente, se realizó el montaje con muestras secas y se envió al Herbario de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su identificación (**Anexo A**).

3.4.1.2. Selección y codificación de las trozas

Se contabilizó el total de trozas corroborando con los códigos que llegaron al aserradero, también se verificó las clases diamétricas, como fueron pocos la cantidad de troza ya no se eligieron la misma cantidad de troza por clase diamétrica, solo se procedió a elegir al azar usando el programa Excel.

Una vez elegida la troza se procedió a marcar las secciones transversales con spray y crayón con número correlativo ascendente hasta completar las 30 trozas, esto se realizó para las dos especies de manera que facilite su seguimiento en el proceso de transformación y evitar confusiones con el ingreso de otras trozas a la sierra cinta (**Figura 14**).

3.4.1.3. Medición de la troza

Las trozas de especie *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma* tenían un promedio de 3,18 y 3,17 m de longitud y un diámetro promedio de 45,59 cm y 55,03 cm respectivamente. Para obtener el diámetro mayor ($D >$) y diámetro menor ($D <$) de la troza se realizó sin considerar la corteza, esta medición se hizo en las secciones transversal utilizando una wincha.

Para ello se hizo dos medidas en cada sección en forma de cruz considerando la unidad de medida en centímetros (cm), para luego promediarse dichas medidas. Con respecto a la longitud se realizó una sola medida en metros lineales, desde el extremo de la sección mayor a la sección menor (**Figura 15**).

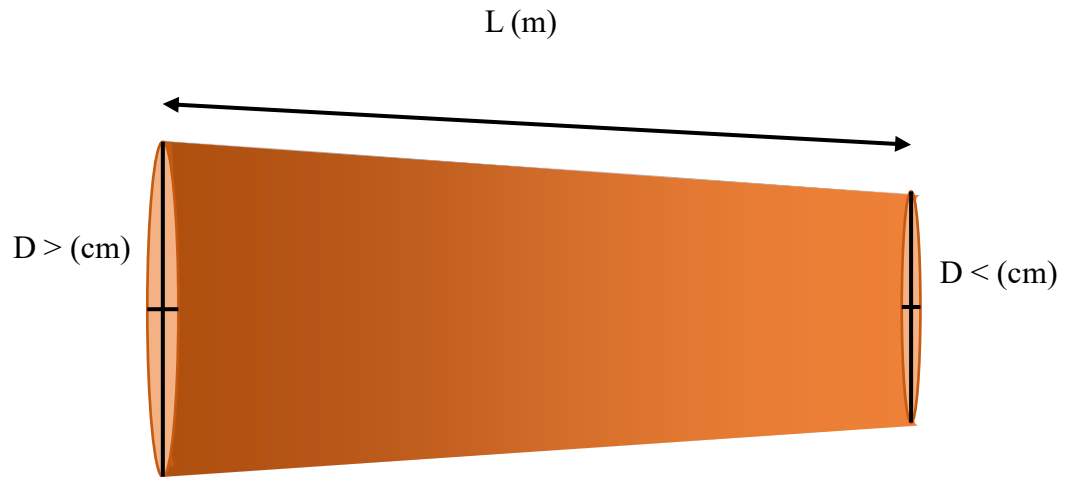


Figura 1. Medición de diámetro mayor, menor y longitud de las trozas.

3.4.1.4. Evaluación de la calidad de troza

Luego de codificar las trozas se procedió a observar, describir y medir las variables cuantitativas, para luego calificar la calidad de troza en tres categorías (I, II, y III) de acuerdo con las características que presentó cada sección de madera rolliza (INRENA, 2008).

Tabla 2. Clasificación de calidad por categorías.

Variable	Calidad por categorías		
	Primera (I)	Segunda (II)	Tercera (III)
Forma de sección	Circular	Ovalada	Irregular
Conicidad	Cilíndrica Cuando el coeficiente de ahusamiento es: ≤ 2 cm/m	Semicilíndrica Cuando el coeficiente de ahusamiento es: > 2 cm/m y ≤ 5 cm/m	Ahusada Cuando el coeficiente de ahusamiento es: ≥ 5 cm/m
Rectitud	Derecha	Semisinuosa	Sinuosa ó torcida
Abultamiento	No presenta	Solo uno (01)	Más de uno (01)
Ataque de insectos	No presenta	Ligero	Si presenta
Mancha y/o Pudrición	No presenta	Solo mancha (Hongo cromógeno)	Manchas y/o pudriciones (Hongo xilófago)

3.4.1.5. Determinación del volumen de trozas

Para calcular el volumen de la madera rolliza se utilizó la siguiente fórmula propuesta por SERFOR (2019).

$$V(m^3) = 0,7854 \times \left(\frac{D1 + D2}{2} \right)^2 \times L \quad (4)$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos (m³).

D1= Diámetro mayor en metros (m).

D2= Diámetro menor en metros (m).

L = Longitud en metros (m).

0,7854 = Constante ($\pi/4$).

3.4.2. Determinación del volumen de la madera aserrada a obtener de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*

Para el aserrío las trozas elegidas fueron colocadas en el carro porta trozas utilizando para ello un winche, cabe indicar que todas las piezas que se generaron en cada proceso fueron codificadas de acuerdo al número de troza y un número correlativo (**Figura 16**)

De la sierra cinta se obtuvieron piezas de madera aserrada, seguidamente se transportaron a la canteadora para eliminar la corteza y parte de la albura, con la finalidad de proporcionar el ancho deseado. Luego se trasladó a la despuntadora para darle un largo adecuado, según las dimensiones comerciales, considerando siempre la eliminación de defectos y la obtención como prioridad la madera de categoría comercial (**Figura 17**).

- La madera larga angosta se generó de las piezas que no alcanzaron el ancho de madera comercial, para ello con ayuda de la canteadora se realizó los cortes respectivos.
- La madera corta se obtuvo de piezas que tuvieron defectos por rajaduras o presentaron una longitud inferior a 2,50 m producto de los primeros cortes tangenciales de la troza. Estas piezas se trasladaron a la zona de recuperación, donde se realizó el despunte generándose piezas de 1,25 y 1,55 m de longitud, de la misma

forma se realizó con algunas piezas que tuvieron arista faltante hasta cerca de la mitad de la longitud con respecto a la troza (**Figura 19**).

- La paquetería se obtuvo de las piezas que tuvieron un espesor y ancho mínimo que fueron recuperados de las piezas que anteriormente fueron canteados (**Figura 20**).

3.4.2.1. Medición de la madera aserrada

Una vez transformadas en madera comercial, larga angosta, corta y paquetería, se midió el espesor sobre una de las escuadrías (entre las caras) en milímetros, el ancho se midió sobre una de las caras en centímetros y el largo se midió entre los extremos en el eje central sobre una de las caras en unidades métricas (**Figura 18**).

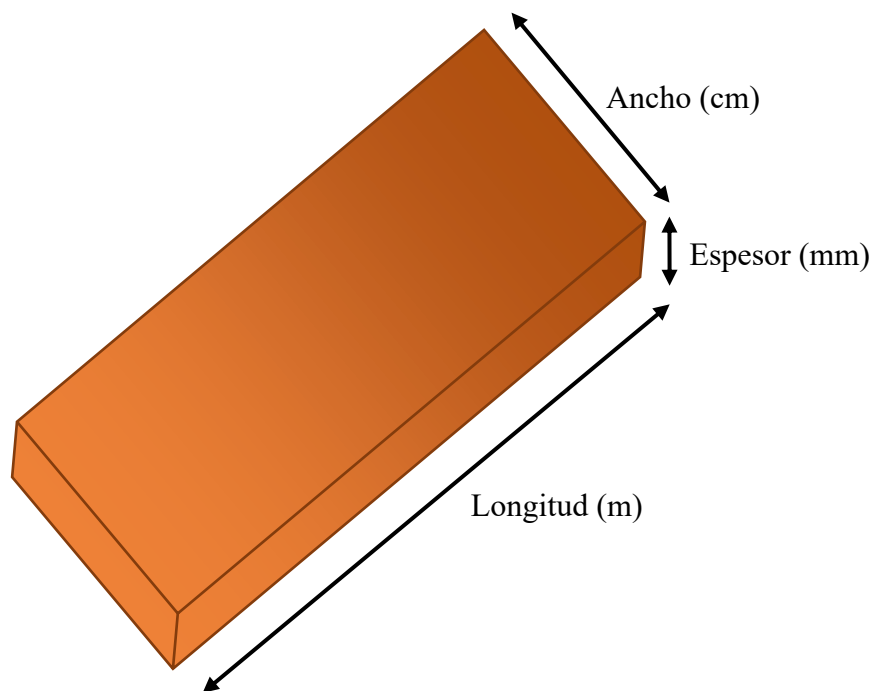


Figura 2. Medidas de una pieza de madera aserrada.

3.4.2.2. Clasificación por clases comerciales

Se utilizaron las siguientes categorías y tipos de productos comercialmente populares en el mercado nacional (INRENA, 2008):

Tabla 3. Clasificación por tipo de madera.

Categoría	Tipo	Dimensiones			Tolerancias
		Espesor (e)	Ancho (a)	Largo (l)	
Comercial	Comercial	$\geq 25,4 \text{ mm}$ o $\geq 1''$	$> 15,24 \text{ cm}$ o $\geq 6''$	$> 1,83 \text{ m}$ o $\geq 6'$	$A = \pm 2,54 \text{ cm}$ y $\pm 1'$, máximo
	Larga angosta	$> 25,4 \text{ mm}$ o $\geq 1''$	$< 12,70 \text{ cm}$ o $\leq 5''$	$> 1,83 \text{ m}$ o $> 6'$	Incluye albura
Recuperación	Corta	$> 25,4 \text{ mm}$ o $\geq 1''$	$> 2,54 \text{ cm}$ o $> 1''$	$< 1,52 \text{ m}$ o $< 5'$	Incluye albura
	Paquetería	50,08 a 152,4 mm	50,08 a 152,4 mm	1,52 a 1,82 m	

3.4.2.3. Determinación del volumen de madera aserrada

Para determinar el volumen de cada pieza de madera aserrada (comercial, larga angosta, corta y paquetería) se aplicó la siguiente fórmula (INRENA, 2008):

$$V(\text{pt}) = \frac{E \times A \times L}{100000} \quad (5)$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos (m^3)

E = Espesor en milímetros (mm)

A = Ancho en centímetros (cm)

L = Longitud en metros (m)

3.4.3. Determinación del coeficiente de rendimiento de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*

El coeficiente de rendimiento de las dos especies evaluadas se calculó utilizando tanto el volumen calculado de las piezas aserradas (madera comercial y de recuperación) como el volumen de la madera en rollos que ya se había obtenido. Se aplicó la siguiente relación que indica INRENA (2008).

$$\text{CR} = \frac{V_s}{V_r} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

CR = Coeficiente de rendimiento en porcentaje (%)

Vs = volumen de madera aserrada en metros cúbicos (m³)

Vr = Volumen de la madera rolliza en metros cúbicos (m³)

4.1.1.1. Análisis estadístico de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*

Se realizó una estadística descriptiva y una prueba-T para el coeficiente de rendimiento de ambas especies y para medir la relación estadística entre el volumen rollizo, volumen aserrado, y coeficiente de rendimiento con respecto a la calidad de troza se hizo correlación de Pearson.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.2. Determinación del volumen de la madera rolliza de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*

4.2.1. Volumen rollizo de *S. globulifera*

En la **Tabla 4**, se muestra el volumen rollizo de las 30 trozas que fueron elegidos al azar de *S. globulifera*, donde se obtuvo un volumen total de 15,756 m³, cuyo promedio general fue de 0,525 m³. La troza 11 presentó un mayor volumen con un valor de 0,887 m³, siendo su diámetro promedio 59,50 cm y una longitud de 3,19 m, sin embargo, la troza 24 presentó un volumen menor de 0,345 m³, cuyo diámetro promedio fue de 37,25 cm y su longitud fue de 3,17 m.

También se puede apreciar que las longitudes de las trozas evaluadas evidenciaron un promedio total de 3,18 m, que varían de 3,15 m a 3,20 m siendo estas longitudes consideradas con todo el pase (en madera rolliza), y con respecto a los diámetros, el extremo mayor presentó un promedio de 47,45 cm con una variación de 39 cm a 63 cm y el extremo menor evidenció una media general de 43,73 cm que varían desde 35,50 cm a 56 cm.

El volumen rollizo obtenido en la evaluación de *S. globulifera* se asemejan al volumen de *Myroxylon balsamum* el cual presenta un volumen rollizo de 28,59 m³ tal como menciona Huarcaya (2011), en un estudio realizado en Iñapari-Madre De Dios. Así mismo tiene cierta similitud con el volumen encontrado de *Brosimum utile*, (20,83 m³), desarrollado por Canchanya (2011) en Villa Rica-Pasco. Además, el resultado se asemeja a lo obtenido por Aldás (2014), en un estudio realizado en Riobamba-Ecuador, quien determinó un volumen de 26,75 m³ para *Pinus radiata*. Las similitudes entre estas se deben probablemente a características anatómicas y físicas similares. Sin embargo, las primeras tres especies son de bosques tropicales naturales, mientras que la cuarta especie son de plantaciones forestales con mayor densidad de árboles por hectárea, aunque con menor diámetro y área basal comparado con los bosques naturales.

Por otro lado, el volumen encontrado con la presente investigación, difiere con lo determinado por Huarcaya (2011) al referirse a *Dypterix micrantha*, la cual presentó un volumen de 98,13 m³, *Calycophyllum spruceanum* al tener un volumen de 57,32 m³ (Vásquez, 2014), *Pinus* tuvo un volumen de 58,35 m³ (Ortiz *et al.*, 2016), *Dypterix micrantha* con 1524,38 m³ (Wong, 2014), *Couratari guianensis* con 562,791 m³ (Portella, 2021), *Tabebuia serratifolia* con 724,198 m³ (Portella, 2021), *Copaifera reticulata* con 147,240 m³ (Ramírez, 2019) y *Ceiba*

pentandra con 175,800 m³ (Ramírez, 2019). Esto puede atribuirse a las dimensiones de cada troza (diámetros y longitudes), la forma de sección, conicidad, estado fitosanitario del individuo, características propias de la especie, edad y calidad de cada madera rolliza.

Tabla 4. Volumen rollizo por troza y total de *S. globulifera*.

N° troza	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
1	47,00	43,00	3,20	0,509
2	51,60	51,40	3,20	0,667
3	51,40	51,10	3,17	0,654
4	44,00	42,00	3,17	0,460
5	42,00	39,50	3,18	0,415
6	48,00	44,50	3,20	0,538
7	44,50	41,00	3,15	0,452
8	53,00	52,50	3,18	0,695
9	52,50	47,50	3,20	0,628
10	47,50	43,00	3,19	0,513
11	63,00	56,00	3,19	0,887
12	43,50	39,50	3,16	0,427
13	39,50	36,00	3,17	0,355
14	56,00	50,00	3,20	0,706
15	51,00	46,00	3,18	0,587
16	46,00	43,50	3,20	0,503
17	46,00	43,50	3,19	0,502
18	43,50	41,00	3,19	0,447
19	47,50	46,00	3,16	0,542
20	46,00	44,00	3,16	0,503
21	44,00	36,50	3,16	0,402
22	42,50	37,50	3,18	0,400
23	47,50	39,00	3,16	0,464
24	39,00	35,50	3,17	0,345
25	46,00	44,00	3,18	0,506
26	44,00	42,50	3,19	0,469
27	50,50	45,50	3,16	0,572
28	45,50	38,00	3,17	0,434
29	55,50	50,50	3,17	0,699
30	45,50	42,00	3,16	0,475
Promedio	47,45	43,73	3,18	0,525
Total	1423,50	1312,00	95,34	15,756

4.2.1.1. Volumen por clase diamétrica

En la **Figura 3**, se muestra el volumen rollizo por cada clase diamétrica, donde se evidenció que en los diámetros de 40 cm a 49,9 cm presentaron mayor volumen de 10,120 m³ con un total de 21 trozas, seguido por los diámetros de 50 cm a 59,9 cm con 7 trozas que corresponden a un volumen de 4,936 m³ y los diámetros de 30 cm a 39,9 cm presentaron menor cantidad de trozas (2) con un volumen de 0,700 m³. El resultado difiere con *Brosimum utile* (Canchanya, 2011), debido probablemente a las dimensiones, formas y calidad de las trozas, asimismo influye directamente la especie ya que cada individuo es diferente de otro.

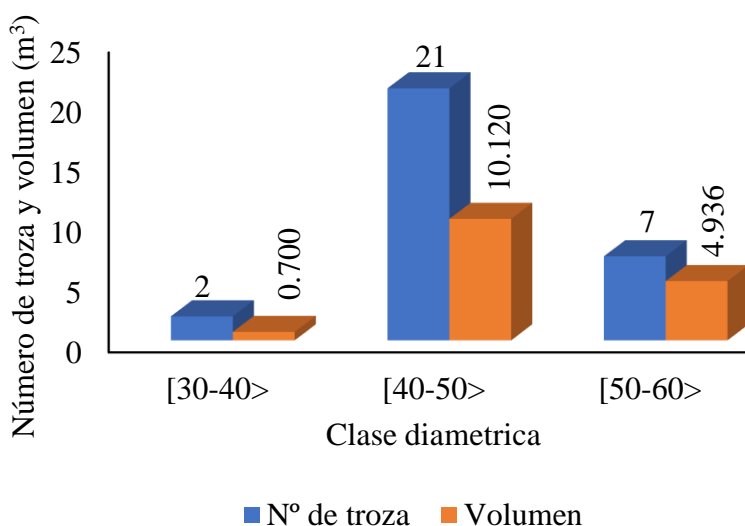


Figura 3. Número de trozas y volumen por clase diamétrica *S. globulifera*.

4.2.1.2. Volumen por calidad

La clasificación por grados de calidad de las trozas se determinó que predominaron las trozas de primera calidad con un volumen de 10,047 m³ que corresponden a 19 trozas, seguido por las de segunda calidad con 3,454 m³ de volumen equivalentes a 7 trozas y finalmente las trozas de tercera calidad con un volumen de 2,255 m³ que equivalen a 4 trozas (**Figura 4**). El resultado se asemeja a *Copaifera reticulata* (Ramírez, 2019) y a *Ceiba pentandra* (Ramírez, 2019), sin embargo, difiere con *Ceiba samauma* (Gonzales, 2018), esto se atribuye a la especie que estudió fue de sección irregular, de rectitud semisinuosa y con defectos biológicos que han provocado manchas y pudriciones.

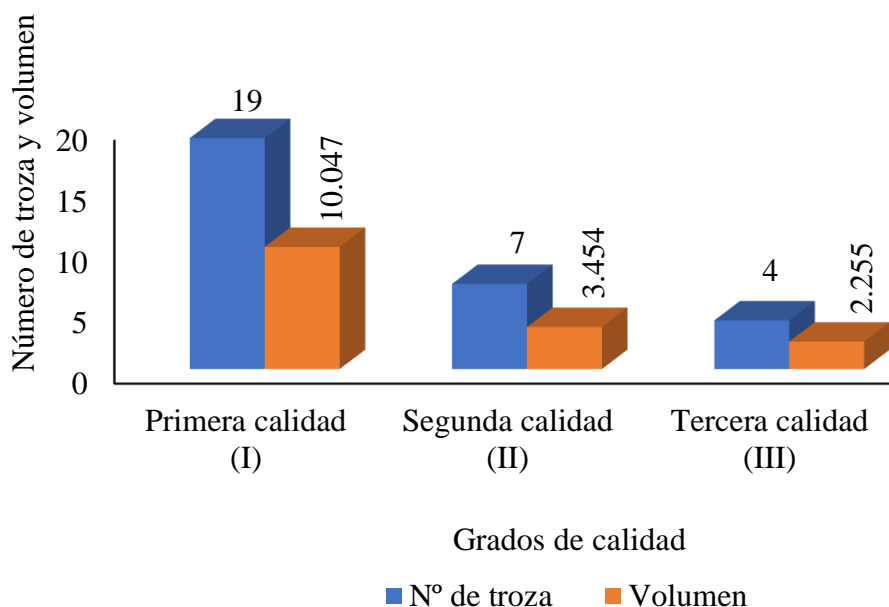


Figura 4. Número de trozas y volumen por grados de calidad de *S. globulifera*.

4.2.2. Volumen rollizo de *C. samauma*

En la **Tabla 5**, se puede apreciar el volumen rollizo de las 30 trozas evaluadas de *C. samauma*, en la cual se obtuvo un volumen total de 23,529 m³ con una media general de 0,784 m³, donde el mayor volumen tuvo un valor de 1,503 m³ perteneciente a la troza 1 cuyo diámetro promedio fue de 77,58 cm y una longitud de 3,18 m, asimismo, presentó un volumen inferior de 0,285 m³ que corresponde a la troza 6, quien presentó una longitud de 3,17 m y un diámetro promedio de 33,85 cm.

Similares valores presentaron *Myroxylon balsamum* (Huarcaya, 2011), *Brosimum utile*, (Canchanya, 2011) y a la especie de *Pinus radiata* (Aldas, 2014), se debe posiblemente a que estas especies presentaron similares características a la especie investigada, como dimensiones, forma y calidad, etc.

Sin embargo, difieren con *Dypterix micrantha* (Huarcaya, 2011), *Calycophyllum spruceanum* (Vásquez, 2014), *Pinus* (Ortiz *et al.*, 2016), *Dypterix micrantha* (Wong, 2014), *Couratari guianensis* (Portella, 2021) *Tabebuia serratifolia* (Portella, 2021), *Copaifera reticulata* (Ramírez, 2019) y *Ceiba pentandra* (Ramírez, 2019). Esto puede atribuirse a las dimensiones de cada troza (diámetros y longitudes), la forma, especie, edad del árbol, calidad de cada madera rolliza y conicidad.

Tabla 5. Volumen rollizo de *C. samauma*.

Nº troza	Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
1	80,40	74,75	3,18	1,503
2	74,75	72,00	3,17	1,340
3	53,60	45,70	3,18	0,616
4	45,70	42,70	3,18	0,488
5	42,70	34,75	3,17	0,373
6	34,75	32,95	3,17	0,285
7	74,00	71,00	3,18	1,313
8	71,00	67,00	3,18	1,189
9	50,00	46,00	3,17	0,574
10	46,00	43,50	3,16	0,497
11	68,25	63,50	3,18	1,084
12	63,60	59,50	3,18	0,946
13	57,75	55,75	3,17	0,802
14	56,25	54,50	3,18	0,766
15	59,05	54,75	3,16	0,804
16	54,75	53,25	3,17	0,726
17	76,00	72,25	3,18	1,372
18	72,25	69,75	3,16	1,251
19	53,25	51,50	3,17	0,683
20	51,50	49,25	3,15	0,628
21	48,75	46,30	3,17	0,562
22	46,30	45,75	3,18	0,529
23	51,25	44,50	3,17	0,571
24	44,50	39,25	3,18	0,438
25	61,50	55,60	3,18	0,856
26	55,50	54,75	3,15	0,752
27	55,75	53,75	3,15	0,742
28	53,75	50,00	3,15	0,666
29	50,00	48,75	3,15	0,603
30	48,75	47,25	3,15	0,570
Promedio	56,72	53,34	3,17	0,784
Total	1701,60	1600,25	95,07	23,529

4.2.2.1. Volumen por clase diamétrica

En la **Figura 5**, se observa el volumen rollizo por cada clase diamétrica, donde se evidenció que los diámetros de 50 cm a 59,9 cm presentaron mayor volumen con 7,425 m³ que representa un total de 10 trozas, seguido por los diámetros de 70 cm a 79,9 cm con un volumen de 6,779 m³ (5 trozas), y por los diámetros de 40 cm a 49,9 cm que muestran un volumen de 5,448 m³ (10 trozas), mientras que, los diámetros de 60 cm a 69,9 cm y 30 cm a 39,9 cm presentaron menor cantidad de trozas 3 y 2 respectivamente, con un volumen de 3,219 m³ y 0,658 m³.

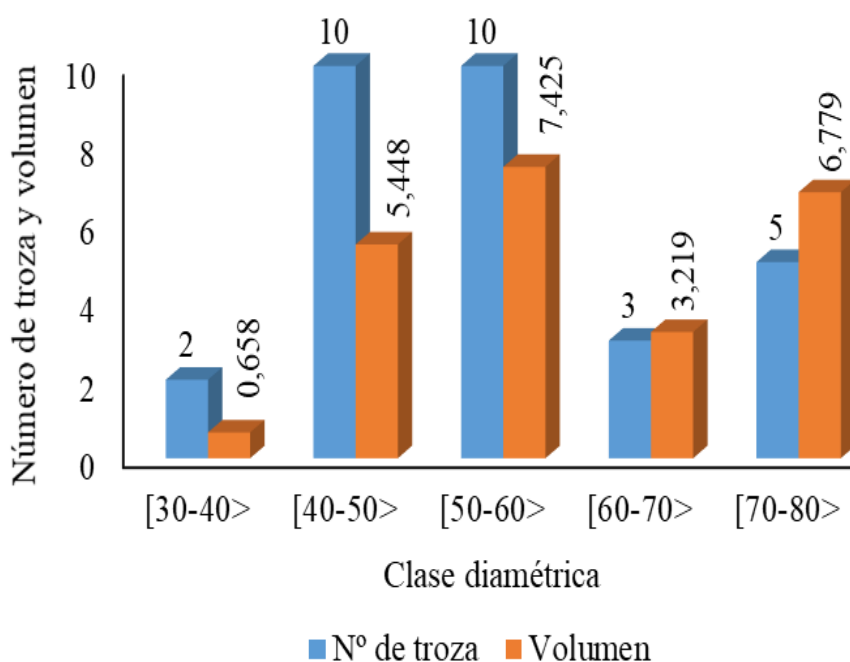


Figura 5. Número de trozas y volumen por clase diamétrica de *C. samauma*.

Este resultado difiere con *Brosimum utile* (Canchanya, 2011), debido probablemente a que es una especie distinta ya que cada individuo es diferente del otro, como en las dimensiones y formas.

4.2.2.2. Volumen por calidad

Según la clasificación y defectos más frecuentes por grados de calidad de trozas se determinó que en *C. samauma* predominaron las trozas de primera calidad con un volumen de 12,845 m³ que corresponden a 17 trozas, seguido por las de segunda calidad con 8,862 m³ de volumen equivalentes a 11 trozas y finalmente las trozas de tercera calidad con un volumen de 1,822 m³ que equivalen a 2 trozas (**Figura 6**).

El resultado se asemeja a *Copaifera reticulata* (Ramírez, 2019) y a *Ceiba pentandra* (Ramírez, 2019), dado que, en las trozas que se evaluaron predominaron las de primera calidad y las de segunda calidad. Sin embargo, en *Ceiba samauma* evaluada por Gonzales (2018) evidenció que se evaluaron en mayor cantidad, trozas pertenecientes a la segunda calidad, seguido por las de segunda calidad y finalmente por la tercera calidad, esta diferencia posiblemente se atribuye a que las trozas en estudio fueron de mejor calidad ya que predominan trozas de primera calidad.

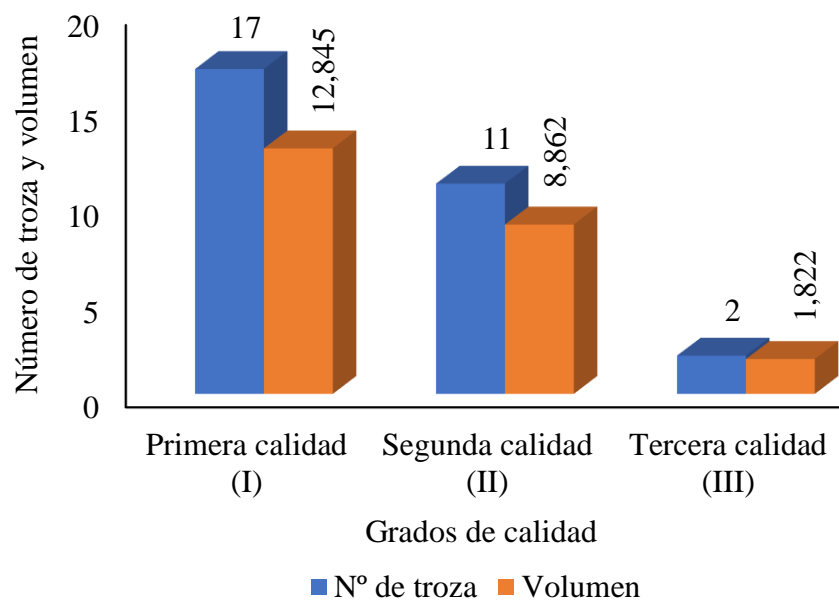


Figura 6. Número de trozas y volumen por calidad de *C. samauma*

4.3. Determinación del volumen de la madera aserrada obtenida de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*

4.3.1. Volumen aserrado de *S. globulifera*

En la **Tabla 6**, se puede observar el volumen total de madera aserrada, donde se determinó un volumen de 6,734 m³ con un promedio de 0,224 m³, también, se obtuvo el volumen para madera comercial que fue de 6,307 m³ con un promedio de 0,210 m³, en la cual la troza 8 presentó un mayor volumen con 0,342 m³ y el menor volumen fue de 0,091 m³ perteneciente a la troza 23. Con respecto a la madera de recuperación se obtuvo un volumen de 0,427 m³ con un promedio de 0,014 m³, donde la troza 29 presentó un mayor volumen con 0,043 m³ y las trozas 7, 12, 17, 18, 21, 24 y 28 no presentaron madera de recuperación.

Tabla 6. Volumen aserrado de *S. globulifera*.

N° troza	Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)		
		Comercial	Recuperación	Total
1	0,509	0,227	0,009	0,236
2	0,667	0,325	0,034	0,359
3	0,654	0,319	0,032	0,351
4	0,460	0,187	0,007	0,194
5	0,415	0,195	0,007	0,202
6	0,538	0,218	0,026	0,244
7	0,452	0,167	0,000	0,167
8	0,695	0,342	0,029	0,371
9	0,628	0,311	0,009	0,320
10	0,513	0,187	0,025	0,212
11	0,887	0,258	0,022	0,280
12	0,427	0,182	0,000	0,182
13	0,355	0,144	0,007	0,151
14	0,706	0,322	0,018	0,340
15	0,587	0,251	0,029	0,280
16	0,503	0,202	0,007	0,209
17	0,502	0,176	0,000	0,176
18	0,447	0,194	0,000	0,194
19	0,542	0,189	0,007	0,196
20	0,503	0,232	0,007	0,239
21	0,402	0,131	0,000	0,131
22	0,400	0,146	0,007	0,153
23	0,464	0,091	0,022	0,113
24	0,345	0,108	0,000	0,108
25	0,506	0,191	0,007	0,198
26	0,469	0,190	0,014	0,204
27	0,572	0,232	0,017	0,249
28	0,434	0,111	0,000	0,111
29	0,699	0,287	0,043	0,330
30	0,475	0,192	0,042	0,234
Promedio	0,525	0,210	0,014	0,224
Total	15,756	6,307	0,427	6,734

Similares resultados presentaron *Pinus tecunumanii* (Sulca, 2021), *Myroxylon balsamum* (Huarcaya, 2011) y *Brosimum utile*, (Canchanya, 2011), sin embargo, difiere con *Dypterix micrantha* (Huarcaya, 2011), *Calycophyllum spruceanum* (Vásquez, 2014), *Pinus* (Ortiz *et al.*, 2016), *Dypterix micrantha* (Wong, 2014), *Couratari guianensis* (Portella, 2021) *Tabebuia serratifolia* (Portella, 2021), *Copaifera reticulata* (Ramírez, 2019) y *Ceiba pentandra* (Ramírez, 2019), esto puede atribuirse a la calidad de troza, especie, diámetro, presencia de médula, etc., ya que cada individuo se diferencia de otro.

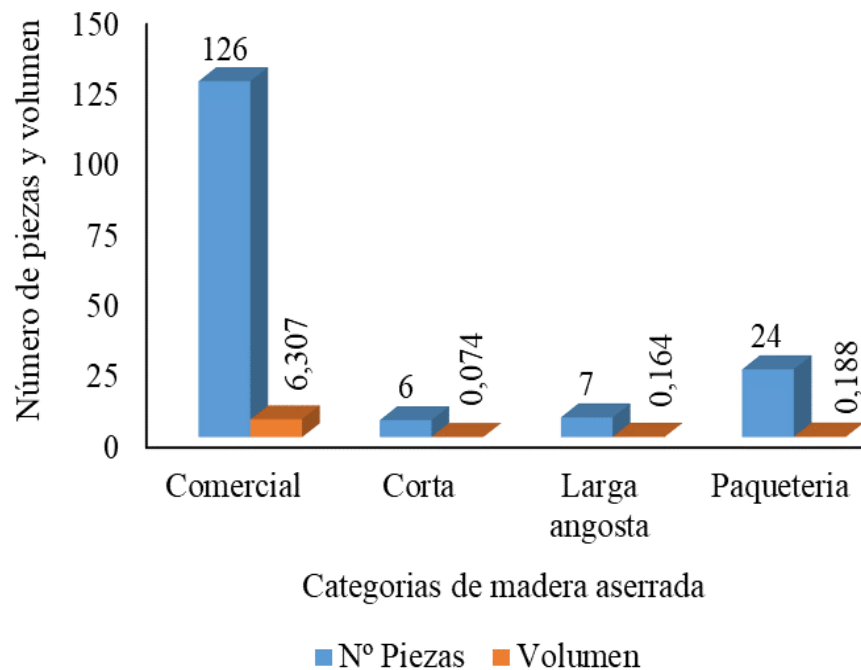


Figura 7. Número de piezas y volumen por categorías de *C. samauma*.

En la **Figura 7**, se muestra el volumen total por categorías de madera aserrada, donde la madera comercial obtuvo un valor de $6,307 \text{ m}^3$ con 126 piezas, en madera corta se determinó un volumen de $0,074 \text{ m}^3$ con 6 piezas, largo angosta con $0,164 \text{ m}^3$ correspondientes a 7 piezas y paquetería presentó un volumen de $0,188 \text{ m}^3$ con 24 piezas.

4.3.2. Volumen aserrado de *C. samauma*

En la **Tabla 7**, se puede observar el volumen total de madera aserrada, donde se determinó un volumen total de $12,737 \text{ m}^3$ con un promedio de $0,425 \text{ m}^3$, asimismo, se obtuvo el volumen para madera comercial de $11,138 \text{ m}^3$ con un promedio de $0,371 \text{ m}^3$, en la cual la troza 17 presentó un mayor volumen con $0,685 \text{ m}^3$ y el menor volumen fue de $0,141 \text{ m}^3$ perteneciente a la troza 7. Con respecto a la madera de recuperación se obtuvo un volumen de

1,599 m³ con un promedio de 0,053 m³, donde la troza 1 presentó un mayor volumen con 0,135 m³ y la troza 6 evidenció un volumen de 0,026 m³ siendo inferior que las demás trozas.

El resultado se asemeja a la de *Brosimum utile*, (Canchanya, 2011), sin embargo, difiere con *Dypterix micrantha* (Huarcaya, 2011), *Calycophyllum spruceanum* (Vásquez, 2014), *Pinus* (Ortiz *et al.*, 2016), *Dypterix micrantha* (Wong, 2014), *Myroxylon balsamum* (Huarcaya, 2011) y *Ceiba pentandra* (Ramírez, 2019), al evidenciar un volumen superior a la especie estudiada, pero *Copaifera reticulata* (Ramírez, 2019) y *Pinus tecunumanii* (Sulca, 2021) presentaron un volumen inferior. Estas diferencias se deben posiblemente a la influencia de la calidad de troza y a las características de cada especie.

Tabla 7. Volumen aserrado de *C. samauma*

Nº troza	Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)		
		Comercial	Recuperación	Total
1	1,503	0,683	0,135	0,818
2	1,340	0,634	0,117	0,751
3	0,616	0,287	0,06	0,347
4	0,488	0,209	0,034	0,243
5	0,373	0,189	0,036	0,225
6	0,285	0,141	0,026	0,167
7	1,313	0,593	0,073	0,666
8	1,189	0,619	0,06	0,682
9	0,574	0,241	0,042	0,283
10	0,497	0,249	0,041	0,290
11	1,084	0,554	0,056	0,610
12	0,946	0,451	0,05	0,501
13	0,802	0,411	0,039	0,450
14	0,766	0,386	0,042	0,428
15	0,804	0,398	0,056	0,454
16	0,726	0,311	0,045	0,356
17	1,372	0,685	0,075	0,760
18	1,251	0,487	0,081	0,568
19	0,683	0,324	0,044	0,368
20	0,628	0,288	0,049	0,337
21	0,562	0,294	0,043	0,337

N° troza	Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)		
		Comercial	Recuperación	Total
22	0,529	0,255	0,052	0,307
23	0,571	0,244	0,049	0,293
24	0,438	0,198	0,029	0,227
25	0,856	0,433	0,046	0,479
26	0,752	0,374	0,058	0,432
27	0,742	0,353	0,036	0,389
28	0,666	0,316	0,029	0,345
29	0,603	0,30	0,054	0,354
30	0,570	0,231	0,039	0,270
Promedio	0,784	0,371	0,053	0,425
Total	23,529	11,138	1,599	12,737

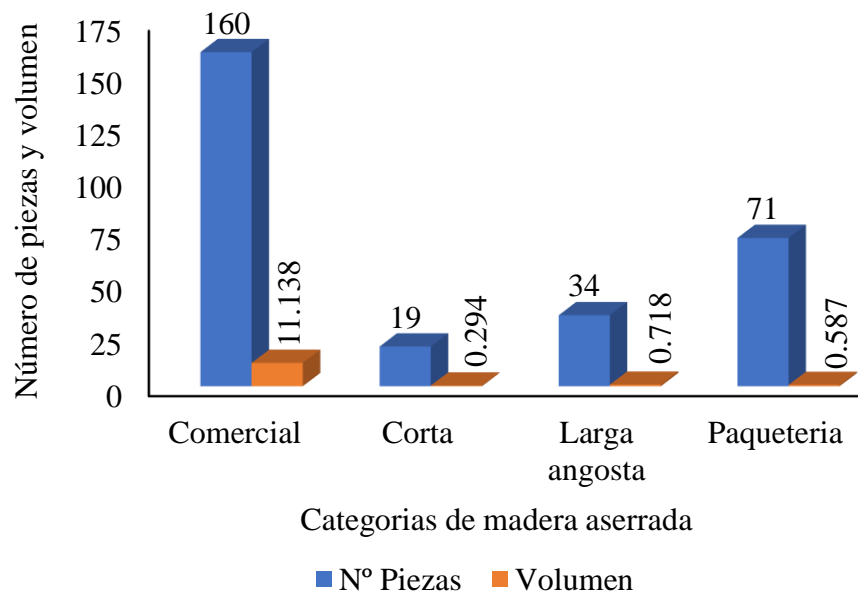


Figura 8. Número de piezas y volumen por categorías de *C. samauma*.

Asimismo, se obtuvo el volumen total por categorías de madera aserrada, donde en madera comercial se obtuvo un valor de 11,138 m³ con 160 piezas, en madera corta se determinó un volumen de 0,294 m³ con 19 piezas, largo angosta con 0,718 m³ correspondientes a 34 piezas y paquetería presentó un volumen de 0,587 m³ con 71 piezas (**Figura 8**).

4.4. Determinación del coeficiente de rendimiento de *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*

4.4.1. Rendimiento de madera aserrada de *S. globulifera*

En la **Tabla 8**, se evidenció el rendimiento del aserrío de *S. globulifera*, obteniendo el 42,12% de rendimiento promedio total, en la cual la troza 28 tuvo un rendimiento menor con 25,58% y la troza 2 presentó un rendimiento superior con un valor de 53,83%. Además, se determinó el rendimiento promedio por categoría, donde el rendimiento de madera comercial fue 39,62% y para madera de recuperación fue 2,50% (**Figura 9**).

El resultado se asemeja a *Ceiba pentandra*, al evidenciar un rendimiento de 45,40% (Ramírez, 2019), *Septotheca tesmannii* con 45,58% (Ushñanhua, 2016), *Ceiba samauma* con 43,71%, *Copaifera reticulata* con 42,45% (Ramírez, 2019), *Dypterix micrantha* con 42,77% (Wong, 2014), *Pinus radiata* (Aldas, 2014), *Cedrelinga cateniformis* con 49,46% (Ushñanhua, 2016), *Aspidosperma macrocarpon* con 48,98% (Ushñanhua, 2016), *Pinus* con 48,27% (Ortiz *et al.*, 2016).

Sin embargo, *Couratari guianensis* (Portella, 2021), *Tabebuia serratifolia* (Portella, 2021), *Myroxylon balsamum* (Huarcaya, 2011) y *Dypterix micrantha* (Huarcaya, 2011) evidenciaron un menor rendimiento, esta diferencia se atribuye quizás a la calidad de la madera rolliza de cada especie ya que varios aserraderos anteriormente no recuperaban paquetería.

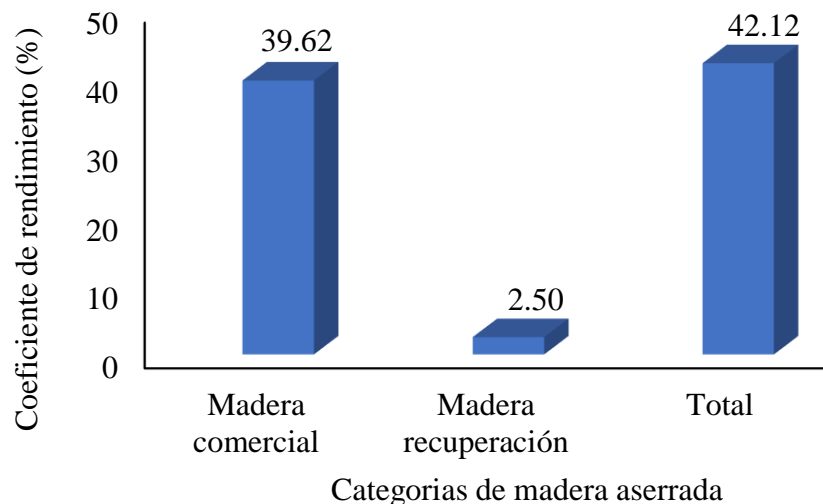


Figura 9. Rendimiento por categoría de madera aserrada y total de *S. globulefera*.

No obstante, difiere con *Brosimum utile* quien presentó un rendimiento de 62,1% (Canchanya, 2011), *Pinus* sp. de 61,64% (Najera *et al.*, 2012), *Hymenaea oblongifolia* de 56,84% (López, 2010), *Dypterix micrantha* de 65,73% (López, 2014), *Terminalia oblonga* de 56,33% (Ushñanhua, 2016) y *Copaifera officinalis* de 58,63% (Rivas, 2007), al tener un rendimiento superior con respecto a la especie estudiada, esta diferencia determinada se debe probablemente a que las trozas evaluadas fueron de dimensiones menores.

Tabla 8. Rendimiento de madera aserrada de la especie de *S. globulifera*.

Nº troza	Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)		Rendimiento (%)		
		Comercial	Recuperación	Comercial	Recuperación	Total
1	0,509	0,227	0,009	44,60	1,77	46,37
2	0,667	0,325	0,034	48,73	5,10	53,83
3	0,654	0,319	0,032	48,78	4,89	53,67
4	0,460	0,187	0,007	40,65	1,52	42,17
5	0,415	0,195	0,007	46,99	1,69	48,68
6	0,538	0,218	0,026	40,52	4,83	45,35
7	0,452	0,167	0,000	36,95	0,00	36,95
8	0,695	0,342	0,029	49,21	4,17	53,38
9	0,628	0,311	0,009	49,52	1,43	50,95
10	0,513	0,187	0,025	36,45	4,87	41,32
11	0,887	0,258	0,022	29,09	2,48	31,57
12	0,427	0,182	0,000	42,62	0,00	42,62
13	0,355	0,144	0,007	40,56	1,97	42,53
14	0,706	0,322	0,018	45,61	2,55	48,16
15	0,587	0,251	0,029	42,76	4,94	47,70
16	0,503	0,202	0,007	40,16	1,39	41,55
17	0,502	0,176	0,000	35,06	0,00	35,06
18	0,447	0,194	0,000	43,40	0,00	43,40
19	0,542	0,189	0,007	34,87	1,29	36,16
20	0,503	0,232	0,007	46,12	1,39	47,51
21	0,402	0,131	0,000	32,59	0,00	32,59
22	0,400	0,146	0,007	36,50	1,75	38,25
23	0,464	0,091	0,022	19,61	4,74	24,35

N° troza	Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)		Rendimiento (%)		
		Comercial	Recuperación	Comercial	Recuperación	Total
24	0,345	0,108	0,000	31,30	0,00	31,30
25	0,506	0,191	0,007	37,75	1,38	39,13
26	0,469	0,190	0,014	40,51	2,99	43,50
27	0,572	0,232	0,017	40,56	2,97	43,53
28	0,434	0,111	0,000	25,58	0,00	25,58
29	0,699	0,287	0,043	41,06	6,15	47,21
30	0,475	0,192	0,042	40,42	8,84	49,26
Promedio	0,525	0,210	0,014	39,62	2,50	42,12
Total	15,756	6,307	0,427			

4.4.2. Rendimiento de madera aserrada de *C. samauma*

En la **Tabla 9** y **Figura 10**, se evidencia el coeficiente de rendimiento promedio de madera aserrada de *C. samauma*, con 54,37%, por otro lado, la troza 18 tuvo el menor rendimiento con 45,40% y la troza 5 presentó un rendimiento superior con un valor de 60,32%. Además, el coeficiente de rendimiento para madera comercial fue 47,35% y para madera de recuperación fue 7,02%.

Similares valores se encontraron en *Brosimum utile* quien presentó un rendimiento de 62,1% (Canchanya, 2011), *Pinus* sp. con 61,64% (Najera *et al.*, 2012), *Dypterix micrantha* con 65,73% (López, 2010), *Hymenaea oblongifolia* con 56,84% (López, 2010), *Copaifera officinalis* con 58,63% (Rivas, 2007), *Calycophyllum spruceanum* con 57,32% (Vázquez, 2014). No obstante, difiere con *Couratari guianensis* (Portella, 2021), *Tabebuia serratifolia* (Portella, 2021), *Myroxylon balsamum* (Huarcaya, 2011) y *Dypterix micrantha* (Huarcaya, 2011), *Ceiba pentandra* (Ramírez, 2019), *Septotheca tesmannii* (Ushñanhua, 2016), *Ceiba samauma* (Gonzales, 2018), *Copaifera reticulata* (Ramírez, 2019), *Dypterix micrantha* (Wong, 2014), *Pinus radiata* (Aldas, 2014), *Cedrelinga cateniformis* (Ushñanhua, 2016), *Aspidosperma macrocarpon* (Ushñanhua, 2016) y *Pinus* (Ortiz *et al.*, 2016). Esto se atribuye posiblemente a las características propias de la especie y principalmente a la calidad de troza que es un factor clave en el coeficiente de rendimiento de la madera de cualquier especie.

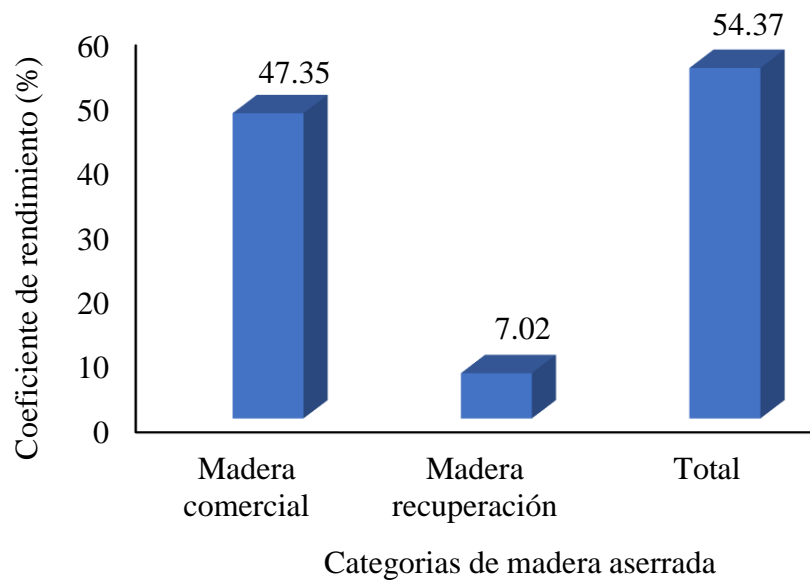


Figura 10. Rendimiento por categoría de madera aserrada y total de *C. samauma*.

Tabla 9. Rendimiento de madera aserrada de *C. samauma*.

Nº troza	Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)		Rendimiento (%)		
		Comercial	Recuperación	Comercial	Recuperación	Total
1	1,503	0,683	0,135	45,44	8,98	54,42
2	1,340	0,634	0,117	47,31	8,73	56,04
3	0,616	0,287	0,06	46,59	9,74	56,33
4	0,488	0,209	0,034	42,83	6,97	49,80
5	0,373	0,189	0,036	50,67	9,65	60,32
6	0,285	0,141	0,026	49,47	9,12	58,59
7	1,313	0,593	0,073	45,16	5,56	50,72
8	1,189	0,619	0,06	52,06	5,30	57,36
9	0,574	0,241	0,042	41,99	7,32	49,31
10	0,497	0,249	0,041	50,1	8,25	58,35
11	1,084	0,554	0,056	51,11	5,17	56,28
12	0,946	0,451	0,05	47,67	5,29	52,96
13	0,802	0,411	0,039	51,25	4,86	56,11
14	0,766	0,386	0,042	50,39	5,48	55,87
15	0,804	0,398	0,056	49,5	6,97	56,47
16	0,726	0,311	0,045	42,84	6,20	49,04
17	1,372	0,685	0,075	49,93	5,47	55,40
18	1,251	0,487	0,081	38,93	6,47	45,40
19	0,683	0,324	0,044	47,44	6,44	53,88

N° troza	Volumen rollizo (m ³)	Volumen aserrado (m ³)		Rendimiento (%)		
		Comercial	Recuperación	Comercial	Recuperación	Total
20	0,628	0,288	0,049	45,86	7,80	53,66
21	0,562	0,294	0,043	52,31	7,65	59,96
22	0,529	0,255	0,052	48,2	9,83	58,03
23	0,571	0,244	0,049	42,73	8,58	51,31
24	0,438	0,198	0,029	45,21	6,62	51,83
25	0,856	0,433	0,046	50,58	5,37	55,95
26	0,752	0,374	0,058	49,73	7,71	57,44
27	0,742	0,353	0,036	47,57	4,85	52,42
28	0,666	0,316	0,029	47,45	4,35	51,80
29	0,603	0,30	0,054	49,75	8,96	58,71
30	0,570	0,231	0,039	40,53	6,84	47,37
Promedio	0,784	0,371	0,053	47,35	7,02	54,37
Total	23,529	11,138	1,599			

4.4.3. Análisis estadístico del coeficiente de rendimiento

En la **Tabla 10**, se compararon las características del coeficiente de rendimiento de *S. globulifera* y *C. samauma*, utilizando 30 muestras de cada una. Los resultados mostraron que el coeficiente de aserrío promedio de *C. samauma* (54,37 %) es mayor que el de *S. globulifera* (42,12 %), aunque *S. globulifera* presenta una mayor variabilidad, con una desviación estándar de 7,82 y un coeficiente de variación (CV) de 18,56%, en comparación con la desviación estándar de 3,81 y un CV de 7,01% de *C. samauma*. Además, el rango del coeficiente de rendimiento de *C. samauma* (45,40% a 60,32%) es más estrecho que el de *S. globulifera* (24,35% a 53,83%), lo que refuerza la mayor consistencia de los datos de *C. samauma*. En conclusión, *C. samauma* no solo tiene un coeficiente de aserrío promedio mayor, sino que también presenta una menor variabilidad, mientras que *S. globulifera* muestra un coeficiente más disperso.

Tabla 10. Estadística descriptiva del coeficiente de rendimiento.

Especies	N	Media (%)	DE	CV (%)	Min (%)	Max (%)
<i>S. globulifera</i>	30	42,12	7,82	18,56	24,35	53,83
<i>C. samauma</i>	30	54,37	3,81	7,01	45,40	60,32

En la **Tabla 11**, los resultados mostraron que el coeficiente de rendimiento promedio de *S. globulifera* fue de 42,12%, mientras que el de *C. samauma* fue de 54,37%. La prueba de

homogeneidad de varianzas indicó un valor p de 0,0002, lo que sugiere que las varianzas de las dos poblaciones son significativamente diferentes. Por ello, se utilizó la versión de la prueba T que no asume igualdad de varianzas (prueba T de Welch).

El valor de T calculado fue de -7,72 con 37 grados de libertad, y el valor p asociado fue de 0,0001. Este valor p es significativamente menor que el nivel de significancia estándar de 0,05, indicando que la diferencia en los coeficientes de aserrío promedio entre las dos especies es altamente significativa desde un punto de vista estadístico. En términos prácticos, esto significa que hay una probabilidad extremadamente baja (0,01%) de que esta diferencia se deba al azar.

Tabla 11. Prueba T Student del coeficiente de rendimiento en dos especies

Especie	N	Media (%)	pHomVar	T	GL	Sig. (Bilateral)
<i>S. globulifera</i>	30	42,12	0,0002	-7,72	37	0,0001
<i>C. samauma</i>	30	54,37				

4.4.3.1. Correlación de Pearson

En este estudio, se evaluaron las correlaciones de Pearson entre el volumen rollizo, el volumen aserrado y el coeficiente de rendimiento de la especie *S. globulifera* con respecto a la calidad de las trozas. Para la calidad I, se encontró una correlación muy alta entre el volumen rollizo y el volumen aserrado ($r = 0,94$), y entre el volumen aserrado y el coeficiente de rendimiento ($r = 0,86$), con una correlación moderada entre el volumen rollizo y el coeficiente de rendimiento ($r = 0,64$). En la calidad II, las correlaciones fueron extremadamente altas entre el volumen rollizo y el volumen aserrado ($r = 0,99$), y muy altas entre el volumen aserrado y el coeficiente de rendimiento ($r = 0,88$) y entre el volumen rollizo y el coeficiente de rendimiento ($r = 0,80$). Para la calidad III, aunque el volumen rollizo y el volumen aserrado estuvieron muy correlacionados ($r = 0,96$), las correlaciones entre estos volúmenes y el coeficiente de rendimiento fueron mucho más bajas ($r = 0,39$ y $r = 0,11$, respectivamente). Esto sugiere que la relación entre estas variables es más fuerte en trozas de mayor calidad y más débil en trozas de menor calidad.

Tabla 12. Correlación de Pearson de las variables con respecto a la calidad de troza para *S. globulifera*.

Calidad	VARIABLES	Volumen rollizo	Volumen aserrado	Coefficiente de rendimiento
I	Volumen rollizo	1	0,94	0,64
	Volumen aserrado	0,94	1	0,86
	Coefficiente de rendimiento	0,64	0,86	1
II	Volumen rollizo	1	0,99	0,8
	Volumen aserrado	0,99	1	0,88
	Coefficiente de rendimiento	0,8	0,88	1
III	Volumen rollizo	1	0,96	0,11
	Volumen aserrado	0,96	1	0,39
	Coefficiente de rendimiento	0,11	0,39	1

En este estudio, se evaluaron las correlaciones de Pearson entre el volumen rollizo, el volumen aserrado y el coeficiente de rendimiento de la especie forestal *C. samauma* con respecto a la calidad de las trozas. Para la calidad I, se encontró una correlación perfecta entre el volumen rollizo y el volumen aserrado ($r = 1,00$), mientras que las correlaciones entre el coeficiente de rendimiento y tanto el volumen rollizo ($r = -0,51$) como el volumen aserrado ($r = -0,43$) fueron negativas, indicando que a medida que aumenta el coeficiente de rendimiento, disminuyen el volumen rollizo y el volumen aserrado. En la calidad II, las correlaciones fueron extremadamente altas entre el volumen rollizo y el volumen aserrado ($r = 0,99$), con correlaciones positivas moderadas entre el coeficiente de rendimiento y tanto el volumen rollizo ($r = 0,43$) como el volumen aserrado ($r = 0,51$), sugiriendo una relación positiva moderada entre estas variables. Para la calidad III, los datos no estuvieron disponibles (sd), excepto que las variables individuales como el volumen rollizo y el volumen aserrado no se correlacionaron debido a la falta de datos, y el coeficiente de rendimiento se mantuvo sin cambios. En resumen, las correlaciones varían significativamente con la calidad de las trozas, mostrando una fuerte relación positiva entre los volúmenes y una relación inversa o más débil con el coeficiente de rendimiento dependiendo de la calidad de las trozas.

Tabla 13. Correlación de Pearson de las variables con respecto a la calidad de troza para *C. samauma*

Calidad	VARIABLES	Volumen rollizo	Volumen aserrado	Coefficiente de rendimiento
I	Volumen rollizo	1	1	-0,51
	Volumen aserrado	1	1	-0,43
	Coefficiente de rendimiento	-0,51	-0,43	1
II	Volumen rollizo	1	0,99	0,43
	Volumen aserrado	0,99	1	0,51
	Coefficiente de rendimiento	0,43	0,51	1
III	Volumen rollizo	1	sd	sd
	Volumen aserrado	Sd	1	sd
	Coefficiente de rendimiento	Sd	sd	1

V. CONCLUSIONES

1. *Symphonia globulifera* presentó un volumen rollizo total de 15,756 m³, mientras que la madera de *Ceiba samauma* obtuvo un volumen rollizo total de 23,529 m³.
2. El volumen aserrado total de *Symphonia globulifera* fue de 6,734 m³, mientras que para *Ceiba samauma* el volumen fue de 12,737 m³.
3. El coeficiente de aserrío para *Symphonia globulifera* fue de 42,12%, a diferencia de *Ceiba samauma* que presentó un coeficiente de aserrío de 54,37%.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar investigaciones que empleen técnicas de aserrío con sierra de cadena y sierra de disco, para analizar su impacto en el coeficiente de rendimiento.
2. Realizar estudios económicos que abarquen tanto el coeficiente de rendimiento como los costos asociados al proceso de aserrío.
3. Realizar estudios de coeficiente de rendimiento en el aserrío de la *Symphonia globulifera* y *Ceiba samauma*, teniendo como muestra árboles en pie desde los planes de manejo.
4. El uso de los equipos de protección personal (EPP) debe ser obligatorio para todo aquel que ingresa a una planta de transformación.
5. Adquirir equipos y maquinarias más actualizadas para mejorar el rendimiento.
6. Realizar estudios de rendimiento para las diferentes especies maderables de la región Huánuco.

VII. REFERENCIAS

1. 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 aserradero, en la ciudad de Riobamba*. [Tesis de Ingeniero, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3296>
2. BOLFOR (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible). (1997). *Estudio de Rendimiento, Tiempos y Movimientos en el Aserrío - Manual Práctico*. El País.
3. Brand, M., Bolzon de Muñiz., G. Da Silva, A., & Klock, U. (2002). Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. *Floresta*, 32(2), 247-259.
4. Bruce, D., & Schumacher, F. (1965). *Medición Forestal*. Herrera S. A.
5. Canchanya, J. (2011). *Determinación del coeficiente de rendimiento en el aserrío de madera para la especie Brosimum utile ssp. Ovatifolium (Ducke) (leche caspi) Villa Rica-Perú*. [Tesis de ingeniero, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/949>
6. Chávez, A., & Guillen, A. (1997). *Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío. Manual Práctico*. Proyecto BOLFOR.
7. Delgado. (2004). *El espaciamiento inicial y la calidad de madera aserrada de Pinus caribaea var. obtenida de Caribaea*. [Tesis de ingeniero, Universidad de Pinar del Río, Instituto de investigaciones forestales]. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones>
8. Egas, A. (1998). *Consideraciones para elevar los rendimientos en aserraderos con sierras de banda*. [Tesis Grado de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río]. Tesis no publicada.
9. Fahey, S. J. (1993). Lumber recovery of ponderosa pine in Arizona and New Mexico. USDA Forest Service Paper PNW-RP-467. *Portland, Oregon, US, Pacific Northwest Research Station*.

10. García, J., Morales, L., & Valencia, S. (2001). Coeficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el sur de Jalisco. *Nota técnica No 5 UAAAN*.
11. GOREHCO (Gobierno Regional de Huánuco). (2016). *Zonificación ecológica y económica: estudio climático de la provincia de Marañón*. http://zee.regionhuanuco.gob.pe/wp-content/uploads/2016/08/mem-Clima_Maranon.pdf
12. Gonzales, K. (2018). *Influencia de la calidad de trozas de ceiba samauma (huimba negra) en la conversión a madera aserrada en Pucallpa – Ucayali*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio UNU. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3865>
13. Huarcaya, D. (2011). *Rendimiento en aserrío de myroxylon balsamum harms y dipteryx micrantha harms Iñapari – Madre de Dios*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/2598>
14. IPCC (Task Force on National Greenhouse Gas Inventories). (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
15. Judd, W., Campbell, C., Kellogg, E., Stevens, P., & Donoghue, M. (1999). *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates.
16. Lopez, C. (2010). *Rendimiento de madera aserrada en dos especies forestales en el aserradero forestal agrícola y servicios el Tigre S.R.L. Iquitos Perú*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2887>
17. López, R., & Montero, M. (2005). *Manual de identificación de especies forestales en bosques naturales con manejo certificable por comunidades*. https://www.researchgate.net/publication/326811461_Manual_de_identificacion_de_especies_forestales_en_bosques_naturales_con_manejo_certificable_por_comunidades
18. Meza, H. (2010). *Determinación del rendimiento de la madera de Myroxylon balsamum (L.) Harms (estoraque) en la producción de tablas deck para pisos en la industria de maderas y servicios aguilar eirl (IMSA)*. Universidad Nacional del Ucayali.

19. Noack, D., & Scharai-Rad, M (1994). *Una mejor utilización de los recursos maderables con miras a mejorar la sostenibilidad y a reducir los efectos ecológicos negativos*. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT).
 20. Rincón, C., & Sibille, A. (2009). *Guía de Procesamiento Industrial. Fabricación de muebles con maderas poco conocidas*. LKS. WWF.
 21. Rocha, M. (2002). *Técnicas e planeamiento de serrarías*. FUPEP, Curitiba.
 22. Orozco L., Brumér C. & Quiroz D. (2016). *Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales*. https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Aprovechamiento%20de%20impacto%20reducido%20en%20bosques%20latifoliados.pdf
 23. Ortiz, R., Daniel, S., Vasquez, D., & Santiago, W. (2016). Determinación del coeficiente y calidad de aserrío del género *Pinus* en la región sierra sur, Oaxaca, México. *Colombia Forestal*, 19(1), 79-93.
 24. Pecharromán, A, (2015). Diseño y análisis preliminar de un cabestrante en vehículo todoterreno [Proyecto fin de carrera, Universidad Carlos III De Madrid].
 25. PMFS (Proyecto de manejo forestal sostenible). (1997). *Manual práctico: Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío Proyecto BOLFOR USAID*. Santa Cruz.
 26. Portella, C. (2021). *Rendimiento en aserrío de Couratari guianensis y Tabebuia serratifolia en la empresa forestal Otorongo S.A.C, Madre de Dios*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4950>
 27. PROECEN (Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras) (1999). *Estudio de crecimiento de especies nativas de interés comercial en Honduras*. Ficha técnica N°2.
- Quirós, R. (1990). *Optimización del proceso de aserrío en madera de cortas dimensiones en el Pacífico Seco, Costa Rica*. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de

- Investigación y Enseñanza]. Repositorio CATIE.
<https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr>
29. Ramírez, D. (2019). Rendimiento de aserrío de copaiba (*Copaifera reticulata ducke*) y lupuna (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) en Tahuamanu-Madre de Dios. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3184>
30. Rueda, A., Gallegos, A., González, D., Benavides, J., Ruiz, J., & López, E. (2010). Coeficiente de aserrío de madera en rollo de dos especies tropicales producto de plantaciones forestales. *Scientia-CUCBA*, 12(1-2), 1-10.
31. Ríos, M. (2005). *Manual de buenas prácticas de manufactura para la industria del aserrío. Documento N° 2*. Informe Final de Consultoría Contrato N° 017/2004/BID 1442/CI/PC Madera Aserrada.
32. Rivas, G. (2007). *Análisis del rendimiento de la madera de copaiba (Copaifera officinalis) en las operaciones de aserrío en la zona de Pucallpa*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/423>
33. SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). (2019). Resolución de Dirección Ejecutiva N°264-2019-MINAGRI-SERFOR-DE. Resolución de aprobación. *Libro de operaciones de títulos habilitantes para aprovechamiento forestal maderable*. <http://repositorio.serfor.gob.pe/bitstream/SERFOR/837/4/RDE-N%C2%B0-264-2019-MINAGRI-SERFOR-DE.pdf>
34. Serrano, R. (1991). Tecnologías para el aserrío de trozas de diámetros menores. *Tecnología en Marcha*, 12 (1), 89-98.
35. Sulca, G. (2021). *Estudio de calidad y rendimiento de la madera rolliza a aserrada para Pino tecunumani (Pinus tecunumanii Eguiluz & Perry) de la zona de Oxapampa – Perú*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4831>
36. Tuset, R., & Duran, F. (1979). *Manual de maderas comerciales, equipo y procesos de utilización*. Agropecuario hemisferio sur, Montevideo, UR.
37. Ushñahua, J. (2016). *Rendimiento de la madera rolliza de cuatro especies forestales de pucallpai en la conversión a madera aserrada comercial y madera de recuperación*.

- [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio UNU. <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3359>
38. Valerio, A., Watzlawick, L., Balbinot, R., Wincker, M., & Figueredo, A. (2009). Modelagem para a estimativa do rendimento no desdobro de toras de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. *Floresta*, 39(3), 619-628.
39. Vasquez, G. (2014). *Rendimiento por grados de calidad en el aserrío de Calycophyllum spruceanum (Capairona) en el aserradero AFRESAC, Iquitos - 2013*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3589>
40. Vignote, S., & Martinez, I. (2006). *Tecnología de la madera*. [Editorial/Publisher].
41. Zavala, D. (1991). *Manual para el establecimiento de un sistema de control de la variación de refuerzos en madera aserrada*. Universidad Autónoma de Chapingo.
42. Wong, S. (2014). *Rendimiento y costos en la producción de madera aserrada de Dipteryx micrantha (Harms) en el aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC. Maynas-Perú*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4276>

ANEXOS

ANEXO A. Certificado de identificación de especies.



Universidad Nacional Agraria de la Selva
 Facultad de Recursos Naturales Renovables
 Departamento Académico de Ciencias Ambientales
 Cátedra de Ecología

C-001-2021-JB-FRNR-UNAS

CERTIFICADO

El que suscribe, profesor de Ecología con línea de investigación en Sistemática Vegetal, de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, certifica que los especímenes colectados de 2 especies provenientes de la concesión forestal Carlos Edmundo Muñoz Landa, distrito La Morada, correspondiente al proyecto de tesis **COEFICIENTE DE RENDIMIENTO EN EL ASERRÍO DE *Symphonia globulifera* L.f. y *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum. EN EL ASERRADERO TRANS FORESTAL MUÑOZ S.R.L. LA MORADA**, presentado por la Bach. Keila Sarela Jara Honorio para su determinación pertenecen a las especies que se indican a continuación:

Reino: : Plantae
División: : Spermatophyta
Clase: : Magnoliopsida
Orden: : Malpighiales
Familia: : Clusiaceae
Género: : *Symphonia*
Especie: : *Symphonia globulifera* L. f.



Universidad Nacional Agraria de la Selva
 Facultad de Recursos Naturales Renovables
 Departamento Académico de Ciencias Ambientales
 Cátedra de Ecología

C-001-2021-JB-FRNR-UNAS

Reino: : Plantae
División: : Espermatophyta
Clase: : Magnoliopsida
Orden: : Malvales
Familia: : Malvaceae
Género: : Ceiba
Especie: : *Ceiba samauma* (Mart.) K. Schum.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Tingo María, 26 de octubre del 2021



Dr. Edilberto Chuquilín Bustamante
 Profesor Asociado
 Cátedra de Ecología
 Jefe del Jardín Botánico-UNAS
 Departamento Académico de Ciencias Ambientales
 Facultad de Recursos Naturales Renovables
 Universidad Nacional Agraria de la Selva

Anexo B. Panel fotográfico

Figura 11. Colecta de muestra botánica de la especie *Symphonia globulifera*.



Figura 12. Colecta de muestra botánica de la especie *Ceiba samauma*.



Figura 13. Madera rolliza en el centro de transformación primaria.



Figura 14. Codificación de trozas por cada especie.



Figura 15. Medición y registro de las dimensiones de madera rolliza.



Figura 16. Aserrío de trozas.



Figura 17. Medición y registro de las dimensiones de la madera aserrada.

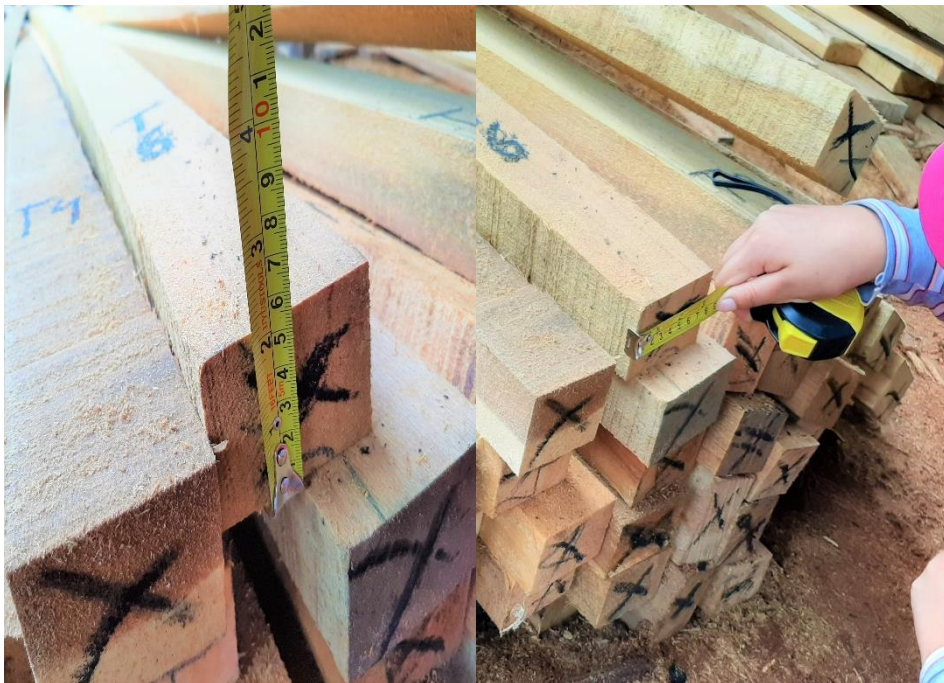


Figura 18. Medición y registro de las dimensiones de la madera aserrada.



Figura 19. Piezas de madera codificadas, para obtener madera de recuperación (corta).



Figura 20. Madera de recuperación (paquetería).

ANEXO C. Volumen y características de las trozas de *S. globulifera* y *C. samauma*.

Tabla 14. Volumen rollizo de *S. globulifera*.

N° Troza	Código de troza	Extremo mayor		Extremo menor		Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Diámetro promedio (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
		D1	D2	D1	D2					
1	347A2	48,00	46,00	44,00	42,00	47,00	43,00	45,00	3,20	0,509
2	930A1-T1	51,70	51,50	51,50	51,30	51,60	51,40	51,50	3,20	0,667
3	930A2-T2	51,50	51,30	51,00	51,20	51,40	51,10	51,25	3,17	0,654
4	671A2-T1	46,00	42,00	42,00	42,00	44,00	42,00	43,00	3,17	0,460
5	671A2-T2	42,00	42,00	40,00	39,00	42,00	39,50	40,75	3,18	0,415
6	568A2-T1	49,00	47,00	45,00	44,00	48,00	44,50	46,25	3,20	0,538
7	568A2-T2	44,00	45,00	42,00	40,00	44,50	41,00	42,75	3,15	0,452
8	347A1-T1	55,00	51,00	53,00	52,00	53,00	52,50	52,75	3,18	0,695
9	347A1-T2	53,00	52,00	49,00	46,00	52,50	47,50	50,00	3,20	0,628
10	347A2	48,00	47,00	44,00	42,00	47,50	43,00	45,25	3,19	0,513
11	323A1-T1	65,00	61,00	57,00	55,00	63,00	56,00	59,50	3,19	0,887
12	328A1-T1	44,00	43,00	40,00	39,00	43,50	39,50	41,50	3,16	0,427
13	328A1-T2	40,00	39,00	37,00	35,00	39,50	36,00	37,75	3,17	0,355
14	323A1-T2	57,00	55,00	51,00	49,00	56,00	50,00	53,00	3,20	0,706
15	499A3-T1	50,00	52,00	46,00	46,00	51,00	46,00	48,50	3,18	0,587

N° Troza	Código de troza	Extremo mayor		Extremo menor		Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Diámetro promedio (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
		D1	D2	D1	D2					
16	499A3-T2	46,00	46,00	44,00	43,00	46,00	43,50	44,75	3,20	0,503
17	893A-T1	47,00	45,00	44,00	43,00	46,00	43,50	44,75	3,19	0,502
18	893A-T2	44,00	43,00	42,00	40,00	43,50	41,00	42,25	3,19	0,447
19	536A1-T2	49,00	46,00	46,00	46,00	47,50	46,00	46,75	3,16	0,542
20	536A1-T2	46,00	46,00	45,00	43,00	46,00	44,00	45,00	3,16	0,503
21	536A2-T1	45,00	43,00	37,00	36,00	44,00	36,50	40,25	3,16	0,402
22	537A2-T1	43,00	42,00	38,00	37,00	42,50	37,50	40,00	3,18	0,400
23	534A-T1	48,00	47,00	39,00	39,00	47,50	39,00	43,25	3,16	0,464
24	534A-T2	39,00	39,00	36,00	35,00	39,00	35,50	37,25	3,17	0,345
25	537A1-T1	47,00	45,00	44,00	44,00	46,00	44,00	45,00	3,18	0,506
26	537A1-T2	44,00	44,00	43,00	42,00	44,00	42,50	43,25	3,19	0,469
27	538A1-T1	52,00	49,00	46,00	45,00	50,50	45,50	48,00	3,16	0,572
28	538A1-T2	46,00	45,00	39,00	37,00	45,50	38,00	41,75	3,17	0,434
29	625A1-T1	57,00	54,00	51,00	50,00	55,50	50,50	53,00	3,17	0,699
30	625A2-T2	46,00	45,00	43,00	41,00	45,50	42,00	43,75	3,16	0,475
Promedio						47,45	43,73	45,59	3,18	0,525
Total						1423,50	1312,00	1367,75	95,34	15,756

Tabla 15. Características de la madera rolliza de *S. globulifera*.

Nº	Código de troza	Forma de sección			Conicidad			Rectitud			Hueco			Rajadura			Grieta			Abultamiento			Ataque de insectos			Mancha o pudrición			Calidad	
		Circular	Ovalada	Irregular	Cilíndrica	Semicilíndrica	Ahusada	Derecha	Semisinuosa	sinuosa y torcida	Ninguno	Hasta 25%	Más de 50%	No presenta	Solo 1	Más de 1	Solo 1	hasta 3	Más de 4	No presenta	Solo 1	Más de 1	No presenta	Ligero	Presenta	No presenta	Solo mancha	Pudriciones y		
1	347A2		X		X			X			X		X			X			X			X			X					I
2	930A1-T1	X			X			X			X		X			X			X			X				X				I
3	930A2-T2	X			X				X			X			X			X			X				X					I
4	671A2-T1		X		X				X				X			X			X			X		X		X				II
5	671A2-T2		X		X				X				X			X			X			X			X					I
6	568A2-T1		X		X			X			X		X			X			X			X			X					I
7	568A2-T2	X			X			X			X		X			X			X			X		X		X				II
8	347A1-T1	X			X				X			X			X			X			X			X		X				I
9	347A1-T2		X		X				X			X			X			X			X			X		X				I
10	347A2		X		X			X			X			X			X			X			X		X		X			II
11	323A1-T1			X		X			X				X				X			X				X		X				III
12	328A1-T1		X		X				X			X			X			X			X			X		X				II
13	328A1-T2	X			X			X			X		X			X			X			X			X		X			I
14	323A1-T2		X		X			X			X			X			X			X			X		X		X			I
15	499A3-T1		X		X			X			X		X			X			X			X			X		X			I
16	499A3-T2	X			X			X			X			X			X			X			X			X		X		II
17	893A-T1	X			X			X			X			X			X			X			X		X			X		III
18	893A-T2	X			X			X			X		X			X			X			X			X		X			I
19	536A1-T2	X			X			X			X		X			X			X			X			X		X			I

Tabla 16. Número de troza por cada variable de defecto de *S. globulifera*.

VARIABLES DE DEFECTOS	CLASIFICACIÓN DE CALIDAD	Nº TROZAS	PORCENTAJE (%)
Forma de sección	Circular	13	14.00
	Ovalada	14	46.67
	Irregular	3	10.00
Conicidad	Cilíndrica	26	86.67
	Semicilíndrica	4	13.33
	Ahusada	0	0.00
Hueco	Ninguno	30	100.00
	Hasta 25%	0	0.00
	Más de 50%	0	0.00
Rectitud	Derecha	17	56.67
	Semisinuosa	11	36.67
	sinuosa y torcida	2	6.67
Rajadura	No presenta	20	66.67
	Solo 1	6	20.00
	Más de 1	4	13.33
Grieta	Solo 1	19	63.33
	Hasta 3	7	23.33
	Más de 4	4	13.33
Abultamiento	No presenta	23	76.67
	Solo 1	6	20.00
	Más de 1	1	3.33
Ataques de insectos	No presenta	19	63.33
	Ligero	9	30.00
	Presenta	2	6.67
Mancha o pudrición	No presenta	18	60.00
	Solo mancha	10	33.33
	Pudriciones y manchas	2	6.67

Tabla 17. Número de troza y volumen por cada grado de calidad de *S. globulifera*.

Grados de calidad	Nº de troza	Volumen (m ³)
Primera calidad (I)	19	10,047
Segunda calidad (II)	7	3,454
Tercera calidad (III)	4	2,255
TOTAL	30	15,756

Tabla 18. Volumen aserrado de *S. globulifera*.

N°	Comercial		Recuperación						Volumen aserrado total (m ³)
			Corta		Larga angosta		Paquetería		
	N° Piezas	V (m ³)	N° Piezas	V (m ³)	N° Piezas	V (m ³)	N° Piezas	V (m ³)	
1	4	0,227	0	0,000	0	0,000	1	0,009	0,236
2	5	0,325	0	0,000	1	0,025	1	0,009	0,359
3	5	0,319	0	0,000	1	0,025	1	0,007	0,351
4	5	0,187	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,194
5	4	0,195	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,202
6	5	0,218	0	0,000	1	0,019	1	0,007	0,244
7	4	0,167	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,167
8	5	0,342	0	0,000	1	0,020	1	0,009	0,371
9	5	0,311	0	0,000	0	0,000	1	0,009	0,320
10	4	0,187	1	0,011	0	0,000	2	0,014	0,212
11	3	0,258	1	0,013	0	0,000	1	0,009	0,280
12	5	0,182	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,182
13	4	0,144	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,151
14	5	0,322	0	0,000	0	0,000	2	0,018	0,340
15	4	0,251	0	0,000	1	0,020	1	0,009	0,280
16	4	0,202	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,209
17	5	0,176	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,176
18	4	0,194	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,194
19	5	0,189	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,196
20	5	0,232	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,239
21	5	0,131	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,131
22	3	0,146	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,153
23	2	0,091	2	0,022	0	0,000	0	0,000	0,113
24	3	0,108	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,108
25	4	0,191	0	0,000	0	0,000	1	0,007	0,198
26	4	0,190	0	0,000	0	0,000	2	0,014	0,204
27	4	0,232	0	0,000	1	0,017	0	0,000	0,249
28	3	0,111	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0,111
29	4	0,287	1	0,014	1	0,020	1	0,009	0,330
30	4	0,192	1	0,014	0	0,019	1	0,009	0,234
Promedio	4	0,210	0	0,002	0	0,006	1	0,006	0,224
Total	126	6,307	6	0,074	7	0,165	24	0,188	6,734

Tabla 19. Volumen rollizo de *C. samauma*.

N°	Código de troza	Extremo mayor		Extremo menor		Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Diámetro promedio (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
		D1	D2	D1	D2					
1	162A1-T1	77,80	83,00	76,00	73,50	80,40	74,75	77,58	3,18	1,503
2	162A1-T2	76,00	73,50	74,00	70,00	74,75	72,00	73,38	3,17	1,340
3	71A1-T1	54,70	52,50	46,40	45,00	53,60	45,70	49,65	3,18	0,616
4	71A1-T2	46,40	45,00	43,40	42,00	45,70	42,70	44,20	3,18	0,488
5	71A2-T1	43,40	42,00	35,00	34,50	42,70	34,75	38,73	3,17	0,373
6	71A2-T2	35,00	34,50	33,00	32,90	34,75	32,95	33,85	3,17	0,285
7	488B-T1	76,00	72,00	72,00	70,00	74,00	71,00	72,50	3,18	1,313
8	488B-T2	72,00	70,00	68,00	66,00	71,00	67,00	69,00	3,18	1,189
9	892A2-T1	52,00	48,00	46,00	46,00	50,00	46,00	48,00	3,17	0,574
10	892A2-T2	46,00	46,00	44,00	43,00	46,00	43,50	44,75	3,16	0,497
11	335B1-T1	71,50	65,00	64,00	63,00	68,25	63,50	65,88	3,18	1,084
12	335B1-T2	64,00	63,20	60,00	59,00	63,60	59,50	61,55	3,18	0,946
13	335B2-T1	58,00	57,50	56,00	55,50	57,75	55,75	56,75	3,17	0,802
14	335B2-T2	56,50	56,00	55,00	54,00	56,25	54,50	55,38	3,18	0,766
15	335A-T1	61,10	57,00	55,00	54,50	59,05	54,75	56,90	3,16	0,804
16	335A-T2	55,00	54,50	53,00	53,50	54,75	53,25	54,00	3,17	0,726
17	488A-T1	77,50	74,50	73,00	71,50	76,00	72,25	74,13	3,18	1,372
18	488A-T2	73,00	71,50	70,50	69,00	72,25	69,75	71,00	3,16	1,251

N°	Código de troza	Extremo mayor		Extremo menor		Diámetro mayor (cm)	Diámetro menor (cm)	Diámetro promedio (cm)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
		D1	D2	D1	D2					
19	247A1-T1	53,50	53,00	52,00	51,00	53,25	51,50	52,38	3,17	0,683
20	247A1-T2	52,00	51,00	49,50	49,00	51,50	49,25	50,38	3,15	0,628
21	247A2-T1	49,00	48,50	47,00	45,60	48,75	46,30	47,53	3,17	0,562
22	247A2-T2	47,00	45,60	46,50	45,00	46,30	45,75	46,03	3,18	0,529
23	149A1-T1	52,00	50,50	45,00	44,00	51,25	44,50	47,88	3,17	0,571
24	149A1-T2	45,00	44,00	40,50	38,00	44,50	39,25	41,88	3,18	0,438
25	284A1-T1	62,00	61,00	56,00	55,20	61,50	55,60	58,55	3,18	0,856
26	284A1-T2	56,00	55,00	55,00	54,50	55,50	54,75	55,13	3,15	0,752
27	284A2-T1	57,00	54,50	54,50	53,00	55,75	53,75	54,75	3,15	0,742
28	284A2-T2	54,50	53,00	51,00	49,00	53,75	50,00	51,88	3,15	0,666
29	284A3-T1	51,00	49,00	49,00	48,50	50,00	48,75	49,38	3,15	0,603
30	284A3-T2	49,00	48,50	47,50	47,00	48,75	47,25	48,00	3,15	0,570
Promedio						56,72	53,34	55,03	3,17	0,784
Total						1701,60	1600,25	1651,00	95,07	23,529

Tabla 20. Características de *C. samauma*.

Nº	Código de troza	Forma de sección			Conicidad			Rectitud			Hueco			Rajadura			Grieta			Abultamiento			Ataque de insectos			Mancha o pudrición			Calidad
		Circular	Ovalada	Irregular	Cilíndrica	Semicilíndrica	Ahusada	Derecha	Semisinuosa	sinuosa y	Ninguno	Hasta 25%	Más de 50%	No presenta	Solo 1	Más de 1	Solo 1	hasta 3	Más de 4	No presenta	Solo 1	Más de 1	No presenta	Ligero	Presenta	No presenta	Solo mancha	Pudriciones y	
1	162A1-T1		X		X			X		X			X				X			X			X			X			II
2	162A1-T2		X		X			X		X			X				X			X			X			X			II
3	71A1-T1		X			X			X				X				X			X			X			X			II
4	71A1-T2		X		X			X		X			X				X			X			X			X			II
5	71A2-T1		X			X			X				X				X			X			X			X			I
6	71A2-T2	X			X			X		X			X				X			X			X			X			I
7	488B-T1		X		X			X		X			X				X			X			X			X			II
8	488B-T2		X		X			X		X			X				X			X			X			X			I
9	892A2-T1		X		X			X		X			X				X			X			X			X			II
10	892A2-T2	X			X			X		X			X				X			X			X			X			I
11	335B1-T1	X			X			X		X			X				X			X			X			X			I
12	335B1-T2	X			X			X		X			X				X			X			X			X			I
13	335B2-T1	X			X			X		X			X				X			X			X			X			I
14	335B2-T2		X		X			X		X			X				X			X			X			X			I
15	335A-T1	X			X			X		X			X				X			X			X			X			I
16	335A-T2		X		X			X		X			X				X			X			X			X			II
17	488A-T1		X		X			X		X			X				X			X			X			X			I
18	488A-T2			X	X			X		X			X				X			X			X			X			III
19	247A1-T1		X		X			X		X			X				X			X			X			X			I

N°	Código de troza	Forma de sección			Conicidad			Rectitud			Hueco			Rajadura			Grieta			Abultamiento			Ataque de insectos			Mancha o pudrición			Calidad
		Circular	Ovalada	Irregular	Cilíndrica	Semicilíndrica	Ahusada	Derecha	Semisinuosa	sinuosa y	Ninguno	Hasta 25%	Más de 50%	No presenta	Solo 1	Más de 1	Solo 1	hasta 3	Más de 4	No presenta	Solo 1	Más de 1	No presenta	Ligero	Presenta	No presenta	Solo mancha	Pudriciones y	
20	247A1-T2		X		X			X		X				X			X			X			X		X				II
21	247A2-T1		X		X		X			X			X			X			X			X			X			I	
22	247A2-T2		X		X		X			X			X			X			X			X			X			I	
23	149A1-T1			X		X			X					X			X		X			X		X				III	
24	149A1-T2		X		X			X		X			X			X			X			X			X			II	
25	284A1-T1	X			X		X			X			X			X			X			X			X			I	
26	284A1-T2	X			X		X			X			X			X			X			X			X			I	
27	284A2-T1		X		X		X			X			X			X			X			X				X		I	
28	284A2-T2		X		X			X		X			X			X			X			X			X			II	
29	284A3-T1	X			X		X			X			X			X			X			X			X			I	
30	284A3-T2		X		X			X		X				X		X			X			X			X			II	

Tabla 21. Número de troza por cada variable de defecto de *C. samauma*.

VARIABLES DE DEFECTOS	CLASIFICACIÓN DE CALIDAD	Nº TROZAS	PORCENTAJE (%)
Forma de sección	Circular	9	30.00
	Ovalada	19	63.33
	Irregular	2	6.67
Conicidad	Cilíndrica	27	90.00
	Semicilíndrica	3	10.00
	Ahusada	0	0.00
Rectitud	Derecha	15	50.00
	Semisinuosa	13	43.33
	Sinuosa y torcida	2	6.67
Hueco	Ninguno	30	100.00
	Hasta 25%	0	0.00
	Más de 50%	0	0.00
Rajadura	No presenta	21	70.00
	Solo 1	6	20.00
	Más de 1	3	10.00
Grieta	Solo 1	16	53.33
	Hasta 3	12	40.00
	Más de 4	2	6.67
Abultamiento	No presenta	25	83.33
	Solo 1	5	16.67
	Más de 1	0	0.00
Ataques de insectos	No presenta	19	63.33
	Ligero	7	23.33
	Presenta	4	13.33
Mancha o pudrición	No presenta	19	63.33
	Solo mancha	10	33.33
	Pudriciones y manchas	1	3.33

Tabla 22. Número de troza y volumen por cada grado de calidad de *C. samauma*.

Grado de calidad	Nº de troza	Volumen (m³)
Primera calidad (I)	17	12,845
Segunda calidad (II)	11	8,862
Tercera calidad (III)	2	1,822
TOTAL	30	23,529

Tabla 23. Volumen aserrado de *C. samauma*.

N°	Comercial		Recuperación						Volumen aserrado total (m ³)
			Corta		Larga angosta		Paquetería		
	N° Piezas	V (m ³)	N° Piezas	V (m ³)	N° Piezas	V (m ³)	N° Piezas	V (m ³)	
1	5	0,683	1	0,045	2	0,050	4	0,040	0,818
2	6	0,634	2	0,045	2	0,045	3	0,027	0,751
3	4	0,287	2	0,028	1	0,025	1	0,007	0,347
4	3	0,209	0	0,000	1	0,020	2	0,014	0,243
5	5	0,189	0	0,000	1	0,020	2	0,016	0,225
6	5	0,141	0	0,000	1	0,019	1	0,007	0,167
7	6	0,593	0	0,000	2	0,045	3	0,028	0,666
8	5	0,619	0	0,000	2	0,040	3	0,023	0,682
9	5	0,241	0	0,000	1	0,025	2	0,017	0,283
10	5	0,249	0	0,000	1	0,025	2	0,016	0,290
11	5	0,554	0	0,000	1	0,025	3	0,031	0,610
12	5	0,451	0	0,000	1	0,025	3	0,025	0,501
13	5	0,411	0	0,000	1	0,025	2	0,014	0,450
14	5	0,386	0	0,000	1	0,020	3	0,022	0,428
15	5	0,398	1	0,012	1	0,020	3	0,024	0,454
16	6	0,311	1	0,011	1	0,020	2	0,014	0,356
17	6	0,685	2	0,024	1	0,024	3	0,027	0,760
18	5	0,487	3	0,041	1	0,019	3	0,021	0,568
19	6	0,324	0	0,000	1	0,018	3	0,026	0,368
20	6	0,288	1	0,015	1	0,020	2	0,014	0,337
21	6	0,294	0	0,000	1	0,020	3	0,023	0,337
22	7	0,255	1	0,014	1	0,020	2	0,018	0,307
23	6	0,244	2	0,020	1	0,015	2	0,014	0,293
24	5	0,198	0	0,000	1	0,015	2	0,014	0,227
25	6	0,433	0	0,000	1	0,019	3	0,027	0,479
26	7	0,374	1	0,012	1	0,020	3	0,026	0,432
27	6	0,353	0	0,000	1	0,019	2	0,017	0,389
28	5	0,316	0	0,000	1	0,020	1	0,009	0,345
29	5	0,3	1	0,015	1	0,020	2	0,019	0,354
30	4	0,231	1	0,012	1	0,020	1	0,007	0,270
Promedio	5	0,371	1	0,010	1	0,024	2	0,020	0,425
Total	160	11,138	19	0,294	34	0,718	71	0,587	12,737