

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA
FORESTAL

TESIS

**“RENDIMIENTO Y TIEMPO PRODUCTIVO DEL LAMINADO DE
LA MADERA DE DOS ESPECIES FORESTALES EN LA
SECCIÓN TORNO DE LA FABRICA TRIMASA, IQUITOS-
PERU”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO FORESTAL

AUTOR



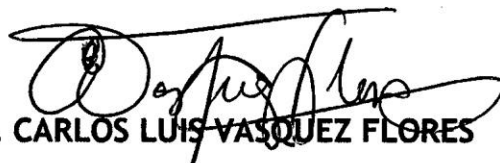
Greicy Kelly Sinacay Montalvo

IQUITOS - PERÚ
2005



TESIS

**RENDIMIENTO Y TIEMPO PRODUCTIVO DEL LAMINADO DE LA MADERA DE
DOS ESPECIES FORESTALES EN LA SECCION TORNO DE LA FABRICA
TRIMASA, IQUITOS - PERU"**



ING. CARLOS LUIS VASQUEZ FLORES
Presidente



. BERNARDO MARIO MEDER LOZANO

Miembro



ING. ABRAHAM CABUDIVO MOENA

Miembro



ING. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA Mgr.

Asesor

IQUITOS - PERU

2005

Dedicatoria

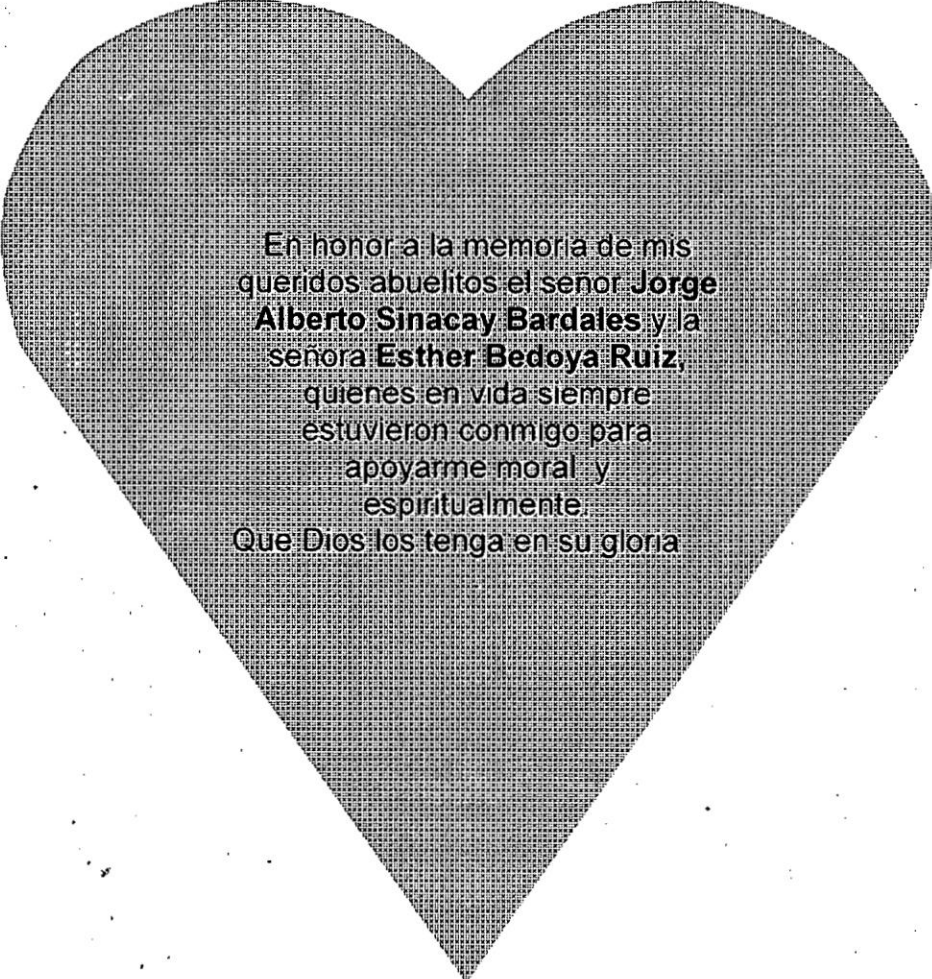
Con amor a mis queridos padres **Hugo** y **Consuelo**, por toda la comprensión, dedicación y esfuerzo, puesto de manifiesto siempre, en mi vida personal y formación profesional.

A mis queridas hermanas **Janelly, Vicky, Ketty y Liz**; a mis adorados sobrinitos **Dieguito y Nicole**, por todo el apoyo moral y espiritual, en la culminación de la presente tesis.

A **Segundo** por ser el compañero inseparable en los momentos difíciles de mi formación profesional y por el constante apoyo incondicional que me brinda.

A DIOS.

Dedicatoria



En honor a la memoria de mis
queridos abuelitos el señor **Jorge
Alberto Sinacay Bardales** y la
señora **Esther Bedoya Ruiz**,
quienes en vida siempre
estuvieron conmigo para
apoyarme moral y
espiritualmente.
Que Dios los tenga en su gloria

Agradecimiento

La realización del presente trabajo de investigación, no hubiera sido posible sin el apoyo y colaboración de diferentes personas, organizaciones y empresa. A todos ellos debo expresar mi gratitud y publico reconocimiento:

- **Ing. Mgr. Ronald Manuel Panduro Tejada**, Docente Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y Asesor de la Tesis, por su orientación en el desarrollo del presente trabajo.
- A Triplay Martín S.A.C. **“TRIMASA”**, por el apoyo logístico y prestación de ambientes para el trabajo de campo realizado.
- **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**, especialmente a la **Facultad de Ciencias Forestales** y su Plana Docente por sus conocimientos impartidos en mi formación profesional.
- **Ing. Jorge Espíritu Pezantes, M.Sc.**, Decano y Docente Principal de la Facultad de Ciencias Forestales, por su constante apoyo moral en la ejecución del presente trabajo de investigación.
- **Ing. Heiter Valderrama Freyre, M.Sc.** e **Ing. Rodil Tello Espinoza, M.Sc.**, ambos Docente Principal de la Facultad de Ciencias Forestales, por la orientación en el análisis estadístico de los resultados de la presente Tesis.
- **Ing. Segundo Córdova Horna**, Docente Auxiliar de la Facultad de Ciencias Forestales, por el co-asesoramiento y apoyo brindado en la culminación del trabajo de investigación.

- **Ing. Pedro Ángel Angulo Ruiz**, Docente Asociado de la Facultad de Ciencias Forestales, por el apoyo brindado durante mi formación profesional.
- **Ing. Juan Simón Aponte** y al Personal Obrero **Sr. Roger Saurino Dávila** y **Francisco Hidalgo Portocarrero**, por todo el conocimiento compartido para la realización de la tesis.

Índice

| | Pág. |
|---|------------|
| DEDICATORIA | |
| AGRADECIMIENTO | |
| INDICE DE CUADROS | |
| INDICE DE FIGURAS | |
| INDICE DE FOTOS | |
| INDICE DE CERTIFICADOS | iii |
| RESUMEN | xiv |
| | |
| I. INTRODUCCION..... | 01 |
| II. REVISION DE LITERATURA..... | 02 |
| 2.1. Consideraciones sobre trabajos realizados..... | 02 |
| 2.2. Consideraciones sobre características Físico- Mecánicas | 15 |
| | |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 19 |
| 3.1. Características de la zona de estudio..... | 19 |
| 3.1.1. Lugar de Ejecución..... | 19 |
| 3.1.2. Acceso área..... | 19 |
| 3.2. Materiales..... | 20 |
| 3.2.1. Especies Utilizadas | 20 |
| 3.2.2. Materiales de trabajo | 20 |
| 3.2.3. Materiales de escritorio | 20 |
| 3.2.4. Maquinarias..... | 20 |
| 3.3. Metodología..... | 21 |
| 3.3.1. Criterio de selección de especies | 21 |
| 3.3.2. Tamaño de la muestra..... | 21 |
| 3.3.2.1. Muestreo piloto para determinar el tamaño de la muestra de las trozas de las especies <i>Ceiba</i> <i>pentandra</i> Gart y <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.3. Tiempo utilizado para la obtención de datos | 23 |
| 3.3.4. Cálculo del volumen de trozas..... | 23 |
| 3.3.5. Cálculo del volumen de madera laminada húmeda..... | 24 |
| 3.3.6. Cálculo del rendimiento | 25 |
| 3.3.7. Tiempos..... | 26 |
| 3.3.8. Identificación y Clasificación de los defectos que influyen en el rendimiento | 26 |
| 3.3.9. Análisis Estadístico de regresión y correlación..... | 26 |
| 3.3.10. Procesamiento de datos..... | 27 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 28 |
| 4.1. Evaluación del Rendimiento y Tiempo de debobinado en el torno..... | 28 |
| 4.2. Volúmenes procesados y tiempos empleados | 31 |
| 4.3. Defectos que influyen en los rendimientos de las trozas..... | 34 |
| 4.4. Evaluación de los defectos que influyen en los rendimientos del laminado de las trozas | 39 |
| 4.5. Análisis Estadísticos..... | 46 |
| 4.6. Análisis de regresión y correlación | 48 |
| V. CONCLUSIONES | 59 |
| VI. RECOMENDACIONES | 61 |
| VII. BIBLIOGRAFIA..... | 62 |

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

| Nº | TITULO | PÁG. |
|-----|--|------|
| 01. | Datos del Muestreo Piloto utilizado para determinar el Tamaño de la Muestra, Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 82 |
| 02. | Datos del Muestreo Piloto utilizado para determinar el Tamaño de la Muestra, Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 83 |
| 03. | Rendimiento (%) y Tiempos de rebobinado (minutos) en el torno de la especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 29 |
| 04. | Rendimiento (%) y Tiempos de debobinado (minutos) en el torno de la especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 31 |
| 05. | Volumen y Tiempos por turno de la Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 34 |
| 06. | Volumen y Tiempos por turno de la Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 35 |
| 07. | Defectos que influyen en los Rendimientos de la Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 37 |

| | | |
|-----|--|----|
| 08. | Defectos que influyen en el Rendimiento de la Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón | 39 |
| 09. | Evaluación de Defectos de las trozas, Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart | 42 |
| 10. | Evaluación de Defectos de trozas, Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 45 |
| 11. | Promedios, Varianza y Coeficiente de Variación de las Variables Estudiadas, Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 49 |
| 12. | Promedios. Varianza y Coeficiente de Variación de las Variables Estudiadas, Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 49 |
| 13. | Análisis de correlación entre las variables dependientes e independientes en estudio..... | 53 |
| 14. | Resumen de los Parámetros Estadísticos de los Modelos Estudiados correspondiente a la relación: Volumen Laminado vs. Diámetro de Troza Especie <i>Ceiba pentandra</i> _Gart..... | 85 |
| 15. | Resumen de los Parámetros Estadísticos de los Modelos Estudiados correspondiente a la relación: Tiempo de Debobinado vs. Volumen de Troza Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 86 |

| | | |
|-----|--|----|
| 16. | Resumen de los Parámetros Estadísticos de los Modelos Estudiados correspondiente a la relación: Volumen Laminado vs. Diámetro de troza. Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 87 |
| 17. | Resumen de los Parámetros Estadísticos de los Modelos Estudiados correspondiente a la relación: Tiempo de debobinado vs. Volumen de Troza Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón | 88 |
| 18. | Modelos de Regresión Elegidos para las Relaciones Estudiadas, Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 59 |
| 19. | Modelos de Regresión Elegidos para las Relaciones Estudiadas, Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 60 |
| 20. | Tiempo Improductivo del torno Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 93 |
| 21. | Tiempo Improductivo del torno Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 94 |
| 22. | Tipo de láminas y Volumen de láminas, según el espesor Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 95 |
| 23. | Tipo de láminas y Volumen de láminas, según el espesor Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón | 96 |

INDICE DE FIGURAS

| Nº | TITULO | PÁG. |
|-----|--|------|
| 01. | Porcentaje de Defectos por Categoría que influyen en los Rendimientos, Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart | 44 |
| 02. | Porcentaje de Defectos por Categoría que influyen en los Rendimientos, Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 47 |
| 03. | Relación Volumen Laminado y Diámetro de Troza Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 54 |
| 04. | Relación Tiempo de debobinado y Volumen de Troza Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 55 |
| 05. | Relación Volumen Laminado y Diámetro de Troza Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón | 56 |
| 06. | Relación Tiempo de debobinado y Volumen de Troza Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón | 57 |

INDICE DE FOTOS

| Nº | TITULO | PÁG. |
|-----------|---|-------------|
| 01. | Rodaja de la Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart..... | 72 |
| 02. | Rodaja de la Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón | 74 |
| 03. | Proceso de Producción de láminas húmedas..... | 98 - 104 |

INDICE DE CERTIFICADOS

| Nº | TITULO | PÁG. |
|-----------|---|-------------|
| 01. | Identificación de la Especie <i>Ceiba pentandra</i> Gart | 71 |
| 02. | Identificación de la Especie <i>Clarisia biflora</i> Ruiz y Pavón..... | 73 |

RESUMEN

El estudio se desarrollo en las instalaciones de la Industria Triplay Martín S. A. C. "TRIMASA", ubicado en el Km. 3 de la avenida La Marina, distrito de Punchana. La finalidad fue evaluar el rendimiento, tiempo productivo e improductivo por turno de madera laminada húmeda de las especies ***Ceiba pentandra* Gart** y ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, en la sección torno, y determinar los defectos naturales y artificiales que inciden en el rendimiento de las trozas.

Las muestras empleadas para la ***Ceiba pentandra* Gart** es de 38 trozas y para la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón** de 37 trozas; se calculo el volumen de trozas, volumen de láminas, tiempos de debobinado de laminas, los diversos defectos en las trozas y en las laminas obtenidas. Por otro lado se analizo las variables dependientes e independientes y los modelos matemáticos para las relaciones volumen de láminas m^3 vs diámetro de trozas y tiempo de laminado en minutos vs volumen de troza m^3 ; en base al coeficiente de correlación (r), determinación (r^2) y el error estándar estimativo (SXY%) de estas variables.

Se obtuvo el 58 % y 57 % de rendimiento para la ***Ceiba pentandra* Gart** y ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón** respectivamente, el tiempo promedio de debobinado por troza de la ***Ceiba pentandra* Gart**, es de 25 minutos y de la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, de 13 minutos. Los defectos en la categoría "A" los rendimientos fluctúan entre 45 a 50 %, y en la categoría "B" los rendimientos es de 50 a 56%, y para la categoría "C" es de 57 a 58% para ambas especies. Las ecuaciones que mejor se ajustan en la ***Ceiba pentandra* Gart**, en relación al volumen laminado vs diámetro de troza, es la ecuación Lineal $Y = -2.5315 + 3.6606X$; y volumen de troza vs tiempo de debobinado es la ecuación Logarítmica $Y = 3.3687 + 18.104Ln(x)$. En la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, la relación volumen laminado vs diámetro de la troza es la ecuación Lineal $y = -0.5153 + 1.6422x$; y para la relación volumen troza vs tiempo de debobinado es la ecuación Lineal $y = 4.6382 + 5.3798x$.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de laminado en nuestra región es una de las actividades de mayor importancia después de la industria del aserrío, de tal manera que el aprovechamiento adecuado de los recursos maderables, es uno de los retos para el sector industrial; en tal sentido el procesamiento de la madera en troza resultante en madera laminada y su calidad obtenida, son importantes para determinar la rentabilidad de la operación.

El estudio de rendimiento y tiempo de producción de las maquinarias en la industria del laminado, permitirá a la empresa poder mejorar y aumentar su volumen de producción aprovechando con mayor eficiencia la madera y de esta manera lograr cubrir la actual demanda tanto nacional como internacional.

Es importante mencionar que el mercado demanda madera en diversas presentaciones dentro de las cuales las láminas tienen una aceptación importante por lo que se hace necesario conocer sus niveles de productividad en la fabricación de tableros contrachapados, siendo las especies lupuna y el capínuri, económicamente aceptables.

El propósito del presente estudio es estimar el rendimiento y los tiempos de producción del laminado de la madera de las especies "**Lupuna**" *Ceiba pentandra* Gart, y "**Capínuri**" *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón, en la sección torno de la fábrica TRIMASA, Iquitos-Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Consideraciones sobre trabajos realizados

Los antecedentes relativos a estudios o trabajos de productividad, rendimiento en la industria del laminado de especies tropicales son muy escasos y los pocos esfuerzos realizados en forma aislada representan las únicas fuentes de información para desarrollar otros similares. Los antecedentes que se consideran para la realización del presente trabajo se indican a continuación:

2.1.1. Madera laminada

Según (<http://www.revista-mm.com/rev27/madera.htm>)(2004), menciona que las láminas han permitido ampliar la gama de usos de la madera en donde se resaltan sus cualidades estéticas, físico-mecánicas y de durabilidad. Por otra parte, ha permitido la producción de elementos estructurales de forma, tamaño, funcionalidad y creatividad no logrados con la simple madera maciza, e incluso, con materiales tradicionales.

Además indica que la madera laminada es un producto compuesto por piezas de madera maciza unidas con un adhesivo. La madera puede ser en forma de chapas o en forma de tablas. En la madera laminada cada uno de los componentes se alinea en tal forma que el grano o las fibras quedan dispuestos en sentido paralelo, a diferencia de la madera terciada, en la cual cada capa se entrecruza en ángulo recto.

VÉLEZ (2003), menciona que la madera laminada es un producto de la ingeniería, que permite la fabricación de productos con propiedades físico-mecánicas de acuerdo con las exigencias que requiere el mercado; esta cualidad le permite que llegue a reemplazar productos provenientes de recursos naturales no renovables, tales como: hierro, cemento, plásticos,

etc. También sustituir a la madera de especies frondosas con que actualmente se esta trabajando en nuestra industria.

Además indica que la madera laminada por la forma y el proceso a los cuales es sometida durante su fabricación es un material de mayor estabilidad dimensional que la madera sólida, debido a que este producto no esta sujeto a altas contracciones, esfuerzos internos y agrietamientos.

Según (<http://www.ingelam.cl/website/index.php?id=6>)(2004), sostiene que la madera laminada es un producto de uso estructural y estético, fabricado bajo condiciones técnicamente controladas, con piezas de madera de diferentes largos y secciones transversales iguales, encoladas entre sí y altamente resistentes a las condiciones climáticas adversas.

Menciona además que su composición se logra mediante la unión de láminas delgadas, que pueden ser curvadas previamente, permitiendo así la construcción de estructuras complejas de gran belleza y de excelentes características estructurales.

SORIA (2002), menciona que las chapas vienen a ser una hoja fina de madera, con espesor uniforme, obteniéndose de un desenrollado de las trozas. Las chapas aserradas se hicieron en la edad antigua por decir en Egipto, porque en ese entonces la producción de chapas de madera solamente tuvo intenciones artísticas y se usaron como adornos. Mientras que hoy en día la fabricación de chapas de madera tiene objetivos económicos. La iniciación de una producción industrial de chapas de madera empezó más o menos hace unos cien años en Francia. Alrededor del año 1870 se inventaron las maquinarias para rebanar y desenrollar la madera, creando así las suposiciones para un desarrollo industrial.

2.1.2. Industria del Laminado

SCREW (1981), afirma que el principal objetivo de la industria de laminado es el aprovechamiento adecuado en forma cualitativa de las trozas, permitiendo obtener volúmenes de más alta calidad.

PINEDO (1986), indica que la industria de madera laminada se inició en el Perú en 1962 con la instalación y apertura de una fábrica en Iquitos, Industrias Madereras de Loreto S.A., para la producción de almas o centros, destinados principalmente al mercado externo. La producción de tableros contrachapados propiamente, empezó en 1965 con el establecimiento de una planta en Pucallpa, Plywood Peruana S.A.

BOSQUEZ AMAZÓNICOS (1998), señala que la industria del triplay en el Perú, se inicia en el año de 1990 con la instalación en el Callao y su evolución ha permitido al país volverse de importador a exportador. La producción de tableros contrachapados y chapas, basada esencialmente en la especie lupuna por ser una especie en abundancia la cual fue probada consiguiéndose un laminado perfecto y de buena calidad, representando al 97% de la producción.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (1975), indica que la capacidad de una fábrica de madera terciada depende del mercado y de las disponibilidades de materia prima y de capital. No solo son importantes la capacidad total y el rendimiento de la planta, sino también las dimensiones de las planchas. Por lo general, no es difícil determinarlas, porque son muy pocos los formatos estándar preferidos y porque no es difícil dividir las planchas de grandes dimensiones en otras más pequeñas. Cabe tener presente que la fabricación de planchas de pequeñas dimensiones hace disminuir el rendimiento máximo potencial de la capacidad instalada, hecho que hay que tener en cuenta al calcular la rentabilidad. A pesar de todo, en muchos casos es

indispensable atenderse, en cierto grado, a las dimensiones solicitadas por el cliente, por ejemplo, en la madera terciada para puertas, sobre todo cuando el mercado local es limitado.

VALDERRAMA (1997), sostiene que la industria de láminas y contrachapados utilizan especies principales como la lupuna y capínuri, observándose últimamente la preponderancia del capínuri sobre la lupuna, pues ya se comienza a sentir su escasez. Por lo tanto es de necesidad prioritaria realizar trabajos experimentales a nivel de plantas con otras maderas para que puedan ser recomendadas para su uso en láminas y contrachapados, de esta acción depende la estabilidad y la expansión futura de esta industria.

SCREW (1981), indica que la industria de laminado, es sin duda la industria más desarrollada en el país, requiere de grandes volúmenes de madera rolliza homogénea.

Estas plantas de transformación son de mayor inversión inicial y de operación, mayor capacidad técnica del personal, etc., que otras industrias forestales (aserradero) que operan en el departamento. Las láminas producidas son empleadas como centro, sus dimensiones más comunes son 4 mm x 1.28 m. x 2.80 m.

2.1.3. Contrachapados

SOBREVILLA (1977), menciona que el panel más sencillo del contrachapado es el compuesto de tres chapas conocido comercialmente como triplay, y consta de dos caras y un alma, así mismo, señala que el procedimiento de la manufactura de chapas es la "Chapa cortadora por rotación", debido a que un 90% de todas las chapas son obtenidas por este procedimiento, que consiste en sujetar una troza de madera de una longitud determinada en un torno, en la cual gira en sentido contrario a las manecillas del reloj, mientras las cuchilla saca láminas al ser sujeta la troza contra

ésta y automáticamente el carro avanza contra el rollo giratorio a una velocidad dada regulando así el espesor de la lámina.

LA JUNTA DE ACUERDO DE CARTAGENA (1989), señala que las chapas son siempre en número impar, pueden variar en número, espesor, calidad y dimensiones. Generalmente los tableros contrachapados se fabrican de 0.90 m. a 1.20 m de ancho por 2.10 m a 2.44 m de largo y su espesor normal varía entre 4 y 19 mm, aunque es posible fabricar de mayores espesores.

DON BOSCO (1971), menciona que las chapas son unas láminas delgadas de madera cuyo espesor oscila entre 0.2 mm y 5 mm de espesor.

BIBLIOTECA DE CONSULTA MICROSOFT® ENCARTA® (2004), menciona que la chapa de madera o contrachapados también denominado triplay, está compuesto por varias capas de madera unidas con cola o resina sintética. Las capas se colocan con la veta orientada en direcciones diferentes, en general perpendiculares unas a otras, para que el conjunto sea igual de resistente en todas las direcciones.

Además sostiene que las capas exteriores del contrachapado tienen que ser duras y con buen aspecto; las interiores únicamente tienen que ser resistentes. En algunos casos, sólo una de las caras es de calidad. Estos contrachapados se utilizan en trabajos de ebanistería en los que la parte interior no es visible.

De acuerdo con **ANAFATA (1981)**, en la elaboración de 1m^3 de productos contrachapados se requiere en promedio de 2.5m^3 de madera en rollo, lo que significa que la industria triplayera aprovecha el 40%, y el 60% restante se considera como desperdicio o subproducto. Este porcentaje de aprovechamiento se puede aumentar mediante el análisis de cada una de las fases del proceso de elaboración de los tableros, detectando y

corrigiendo las fallas del proceso y con el establecimiento de programas de control de la producción para minimizar la pérdida de chapa.

2.1.4. Almacenamiento o acopio de trozas

BACKHOUSE (2002), determina que aun cuando el almacenamiento sea en estanques, si es por períodos prolongados, mayores de seis meses, la calidad de la chapa se reduce significativamente por el desarrollo de superficies ásperas, por la variación en espesor y el contenido de humedad (CH) de chapa seca, por grietas y por reducción de la activación de la superficie. En la proporción de chapa generada, también influyen las características de las especies, los diámetros y la calidad de las trozas.

La ineficiencia de los sistemas de calentamiento de las trozas genera chapa que se degrada en las diferentes fases del proceso de producción del triplay, lo que reduce la calidad original de la chapa y aumenta la proporción de desperdicios ocasionados por el manejo de chapa mas rígida o menos plástica, sobre todo en las maniobras antes del proceso de secado.

GONZALES (1980) mencionado por MEDER (1986), afirma que la reducción del Contenido de Humedad de la madera es muy importante para aumentar la resistencia a la pudrición, manchas y ataques de insectos y al mismo tiempo para disminuir su peso abaratando su costo de transporte.

2.1.5. Madera en Trozas

BOSQUEZ AMAZÓNICOS (2004), sostiene que a pesar de la aparición de nuevos productos sustitutos de la madera, ésta continúa siendo un producto natural cada vez apreciado en el mundo, afirma además que 3.3 millones de m³ de madera en trozas se consumen actualmente, cuyos motivos lógicamente son múltiples, siendo la industria del laminado una de las principales para la obtención de tableros contrachapados.

LUTZ (1978) mencionado por PINEDO (1986), dice que las trozas de gran diámetro son preferidas en todos los procesos de producción de chapas, siendo iguales los otros factores. Hoy en día, sin embargo, con los logros de nuevas y mejoradas tecnologías de desenrollado, trozas con diámetros pequeños de hasta 15 cm (6 pulg.) pueden ser laminadas hasta obtener un polín de 6 – 6.5 cm (2.4 – 2.6 pulg.).

También menciona que es importante que las trozas para laminado tengan una forma cilíndrica, con el corazón en el centro geométrico de los extremos de las mismas, si estas van a ser usadas en corte rotativo.

2.1.6. Torno debobinador

Según (www.pizano/tableroscontrachapados.com.co)(2004), menciona que la fabricación del triplay se inicia desde el proceso de selección y corte de los árboles, previendo que estos reúnan los requisitos necesarios en cuanto a diámetro, longitud y edad según la especie, con el fin de obtener las trozas necesarias para su transformación.

Además sostiene que una vez obtenida la madera en trozas, esta es descortezada a través de un anillo mecánico giratorio, provisto de cuchillas que ejercen presión sobre la corteza del árbol desprendiéndola y proporcionándola cierta simetría a la troza, posteriormente es seccionada con un serrucho mecánico de acuerdo a las condiciones de calidad, cada troza seccionada se coloca en un torno de alta velocidad, que corta la superficie con una cuchilla, desenrollándola en forma de tela de madera continua, en calibres o espesores que varían de acuerdo a las necesidades de producción. Dicha tela es enrollada en carretes para ser llevados a las guillotinas, donde son cortadas en dimensiones estándares, obteniendo las diferentes chapas de madera que conformarán la lámina de triplay.

JENSSEN (1982), menciona que para obtener chapas en un torno o en un rebanado, es cortada en su espesor entre una cuchilla y una barra de presión, donde la cuchilla hace el corte y acuña a la chapa desde el bloque, la barra de presión ejerce la fuerza sobre el bloque, justo delante del filo de la cuchilla.

ASENSIO (1996), sostiene que el sistema de corte giratorio o desenrollado sólo se usa en la obtención de chapa para tablero contrachapado. Se coloca el tronco, una vez que se le ha dado vapor para ablandarlo, en una máquina parecida a un torno donde se hace girar; la cuchilla se va introduciendo y desplazándose a una determinada velocidad, según sea el grosor que precisemos.

Una vez desenrollado se corta inmediatamente el tamaño requerido y se pasa por un horno de secado que lo deja con la humedad necesaria, para su empleo en el contrachapado.

DON BOSCO (1971), menciona que en chapas desenrolladas las hojas de grandes dimensiones se obtienen en una máquina portadora de una cuchilla que va desenrollando el tronco mientras este gira en un torno sujeto por los chucks; así mismo indica que antes de la elaboración, el tronco permanece sumergido en agua muy caliente para prevenir la ruptura de la chapa; este sistema se emplea especialmente en la preparación de tableros contrachapados y en chapas de maderas blandas.

FRENCH (1977) mencionado por SANCHEZ (1984), manifiesta que la barra de presión y la cuchilla son piezas fundamentales del torno; la barra de presión permitirá presionar la cuchilla para el control del espesor de la chapa en el momento del debobinado que efectúa el torno, y evitar grietas en las chapas, un mal ajuste de la barra de presión hacia la cuchilla puede producir defectos como: rajaduras, descalibrado, etc. Al efectuar el laminado de especie de baja densidad y vidriosas en espesores gruesos, se recomienda

utilizar el filo de la barra de presión redondeado y con un radio que no excede o sobrepase los 0.38 mm.

2.1.7. Maquinarias

En cuanto a la disposición de maquinarias, **OWENS (1959)** mencionado por **VALDERRAMA (1997)**, considera que en una fábrica organizada por procesos, todas las maquinarias que ejecutan la misma operación u operaciones similares, constituyen un departamento o línea de producción, la mayoría de las compañías fabrican más de un producto. La interrupción del flujo de producción, causado por acumulación de materia prima en una fase y déficit en la fase subsiguiente, se denomina punto crítico, o aquellas actividades que retrasan cualquier proceso productivo.

Según **(<http://www.vetas.com/guia/rubro.cgi?/DEBOBINADORAS&b>) (2004)**, sostiene que es un instrumento sofisticado de la industria, la máquina más modesta equivale en producción al trabajo de varios hombres y de varios días. En otras palabras, puede realizar ella sola el trabajo que antes hacían varios hombres; y pueden hacer en una hora lo que ese mismo grupo producía en una semana de trabajo.

Si el hombre ha creado la tecnología, mediante la máquina, la tecnología se pone al servicio del hombre para aliviarle la faena y producir en serie (una máquina para una determinada línea de productos y en grandes cantidades).

2.1.8. Rendimiento

HANCOCK (1975) mencionado por **SANCHEZ (1984)**, indica que para incrementar los rendimientos, es necesario el tratamiento fitosanitario de las trozas para evitar el ataque de insectos y hongos xilófagos, además menciona que es importante la selección individual en el costo de las láminas.

Según (<http://www.eumed.net/cursecon/5/productividad.htm>) (2004), dice que existen muchos síntomas, causas y soluciones para el bajo rendimiento y la baja productividad en el empleado. Además de indicadores obvios como altos costos de unidad de trabajo y el fracaso de lograr horarios de producción y embarques, la baja productividad también puede tomar formas menos obvias.

OIMT (1992), manifiesta que el rendimiento, productividad y costos son aspectos fundamentales para determinar la viabilidad económica de la producción industrial de las nuevas especies dirigidas a mercados específicos. Se está determinando el rendimiento de la madera por especies y producto, productividad y los costos de procedimiento por línea de producción y los porcentajes de calidad de productos con el propósito de conocer su aceptación en los mercados.

CHAVEZ (1997), menciona que un estudio de rendimiento, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como la determinación del volumen de productos obtenidos versus el volumen de troza empleada.

Sostiene además que la madera laminada es uno de los productos más importantes dentro de la industria forestal. El estudio del procesamiento de la madera en troza resultante en madera laminada y su calidad obtenida, son importantes para determinar la rentabilidad de la operación.

ZAVALA y CORRAL (2001), indica que normalmente, el coeficiente de aprovechamiento de madera en la producción de triplay es de alrededor de un 40%, el cual se considera adecuado de esta cifra hacia arriba, pero también existen plantas que tienen un aprovechamiento menor, con las implicaciones económicas que se reflejan en un incremento en los precios

de sus productos, por los desperdicios excesivos de madera de sus procesos de producción.

Según (<http://www.san-vicente.net/laminadora01.html>) (2004), algunos de los factores que influyen en los porcentajes de aprovechamiento de madera para la producción de triplay se relacionan directamente con los periodos y sistemas de almacenamiento de las trozas que pueden afectar su calidad.

ENGALICHEV (1980), señala que para aumentar los rendimientos evitando los daños físicos y mecánicos, es necesaria la manipulación y transporte adecuado de las trozas.

2.1.9. Productividad

BIBLIOTECA DE CONSULTA MICROSOFT ® ENCARTA (2005), sostiene que la Productividad, en economía, es la relación entre producción final y factores productivos (tierra, capital y trabajo) utilizados en la producción de bienes y servicios. De un modo general, la productividad se refiere a la que genera el trabajo: la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada, o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo. Lo habitual es que la producción se calcule utilizando números, índices (relacionados, por ejemplo, con la producción y las horas trabajadas), y ello permite averiguar la tasa en que varía la productividad.

Según (<http://www.marxmadera.com>) (2004), define a la productividad como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. La productividad en las máquinas y equipos esta dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores.

La productividad se define como la relación entre insumos y productos, en tanto que la eficiencia representa el costo por unidad de producto.

2.1.10. Especies utilizadas en la fabricación de láminas

PANDURO (1988), menciona que la obtención de madera laminada de Lupuna, se esta usando en nuestro medio principalmente para la fabricación de "triplay". Los polines que quedan después del debobinado son en la actualidad utilizados por pequeños empresarios dedicados al aserrío y comercialización de los mismos, siendo asequible a la población dado a su bajo costo; sin embargo son susceptibles al ataque de hongos e insectos que pueden significar un alto costo al usuario a corto tiempo.

MEDER; PANDURO (1991), sostiene que en el proceso de fabricación del contrachapado los "polines" son el residuo de la fabricación del triplay. Actualmente son aprovechados como madera aserrada para mueblería, enlistonados y otros.

La baja densidad de la madera de las especies utilizadas, generalmente capínuri y lupuna, constituyen un principal factor limitante de la calidad del producto, puesto que son fácilmente atacables por agentes de biodeterioro.

LUTZ (1978) mencionado por SANCHEZ (1984), menciona que para evitar cuantiosas pérdidas (desperdicios) y aumentar la producción y por ende hacer más económico la producción, es necesario hacer el corte de las trozas rotativo para facilitar el debobinado.

PINEDO (1986), sostiene que la lupuna ha constituido alrededor del 95% de la materia prima para esta industria desde sus inicios, debido principalmente

a su gran diámetro, tronco recto y sano, y buenas características al laminado, secado y encolado. Su baja densidad permitió que el desenrollado se efectuara sin la utilización de procesos y programas de ablandamiento.

BOSQUEZ AMAZONICOS (2001), menciona que los suelos de los bosques ribereños y de tahuampas son entisoles, están ubicados en las restingas y tahuampas influenciados por la acción de la dinámica de los ríos. Estos bosques presentan especies importantes usadas actualmente en la industria forestal como la *Ceiba pentandra* (lupuna) y la *Clarisia biflora* (capínuri), usadas en fabricación de chapas y tableros contrachapados.

2.1.11. Antecedentes sobre las especies en estudio

AROSTEGUI (1982), sostiene que de las 60 especies estudiadas, el 55 % presenta maderas de color claro, siendo generalmente las más receptibles al ataque de hongos e insectos, estas son: Cumala, Lupuna, Marupa, Ubos, Machimango, Panguana, Zapote, y Catahua. Se recomienda que estas maderas sean tratadas químicamente, sobre todo en el período crítico o sea en el bosque y en los depósitos (aserrado y/o laminado) de las industrias.

Las láminas de densidad básica muy baja (menor de 0.30 gr/cm^3) y que por sus propiedades tecnológicas adecuadas pueden usarse como aislantes, materiales acústico y laminado, son las siguientes: Lupuna, Maquisapa ñaccha y otras.

Además manifiesta que la lupuna se encuentra en los departamentos de Loreto y Ucayali. El árbol es de fuste recto y cilíndrico, alcanza una altura total de 40 m. con un abultamiento en el tercio inferior del tronco, posee 4 a 6 aletas basales.

La madera tiene una densidad muy baja, es una madera muy susceptible a la pudrición. De secado natural rápido, presentando defectos de manchas.

Buen comportamiento en condiciones moderadas de secado al horno. Es fácil de preservar por los sistemas de baño caliente - frío y vacío-presión.

Resistencia mecánica de muy baja a baja. Madera de fácil aserrío. Se comporta excelentemente al cepillado y de buen comportamiento a la trabajabilidad. Usos: carpintería en general, laminado, cajonería y mueblería.

PINEDO (1986), menciona que la lupuna es susceptible al ataque de bacterias anaeróbicas, aun cuando la madera es mantenida húmeda. Esto causa olor desagradable en la madera.

2.2. Consideraciones sobre características físico-mecánicas de la especie.

2.2.1. *Ceiba pentandra*, Gart

ACEVEDO (1994), refiriéndose a las características dendrológicas y físico mecánicas de la especie *Lupuna* indica lo siguiente:

| | | |
|-------------------|---|------------------------------|
| Familia | : | Bombacáceae |
| Nombre Científico | : | <i>Ceiba pentandra</i> Gart. |
| Nombre Común | : | Lupuna |

Descripción General del Árbol

Son árboles de grandes dimensiones y que forman el dosel superior de los bosques, se lo encuentra en las riberas de los ríos Amazónicos.

El tronco es recto, de forma casi cilíndrica, alcanza una altura útil de 15 m., aproximadamente con un diámetro de 1.50 a 2.10 m. sobre las aletas, aunque mas comúnmente de 0.90 a 1.20m.

Descripción de la madera

En condición seca al aire, no hay diferencias entre albura y duramen, son de color blanco amarillento o a veces varia de crema a pardo rojizo muy pálido. Anillos de crecimiento diferenciados por bandas oscuras de forma regular. Grano recto ha ligeramente entrecruzado, textura media a gruesa y homogénea, brillo medio, veteado medianamente con pronunciamiento en las superficies tangenciales y radiales en forma de arcos superpuestos y jaspeado respectivamente y peso específico básico de 0.26 gr/cm^3 y susceptible al ataque de hongos e insectos.

Características Anatómicas

Madera patrón

Madera de porosidad difusa a ligeramente semicircular. Poros visibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales de forma redonda a oval; con 1 a 5 poros/ mm^2 . Presencia de tilides, Parénquima visible con lupa 10x, apotraqueal difuso y paratraqueal vascicéntrico uniseriado, Radios visibles a simple vista, con 2 a 8 mm., no estratificados.

Vasos

El diámetro tangencial varia de 235 a 248 μm y la longitud entre 426 y 436 μm . Platina de perforación horizontal a poco inclinada con perforación simple. Punteado íter vascular alterno con puntuaciones de forma poligonal y abertura incluida lenticular. Punteado radio vascular similar al íter vascular. Presencia de tilides y gomas.

Parénquima

Apotraqueal difuso en agregados, paratraqueal vasicéntrico uniseriado y estratificadas. Presencia de cristales de forma romboide y gomas.

Radios

Heterogéneos tipo III, no estratificados. Altura entre 807 y 967 μm . Presencia de células envolventes, cristales de forma romboide y gomas.

Fibras

Libriformes, estratificadas. El diámetro total 36 μm el grosor de pared celular 4 μm y la longitud varia entre 2034 y 2123 μm .

2.2.2.- *Clarisia biflora*, Ruiz y Pavón

AROSTEGUI (1975), refiriéndose a las características dendrológicas y físico mecánicas de la especie capínuri indica lo siguiente:

| | | |
|-------------------|---|---|
| Familia | : | Moraceae |
| Nombre Científico | : | <i>Clarisia biflora</i> , Ruiz y Pavón. |
| Nombre Común | : | Capínuri |

Descripción General del Árbol

Son árboles grandes, que se asocian con la Lupuna, alcanzando una altura aproximada de 30 m. El tronco es cilíndrico, casi perfecto, con un diámetro que alcanza las 40 pulgadas y es una especie que crece en suelos inundables.

Descripción de la madera

Al hacer el descortezado, la madera presenta un color blanco amarillento, con un brillo constante y con una textura de fibras entrecruzadas y largas, lustro encendido, sin vetas.

Propiedades Físico Mecánicas

Todavía no existen estudios sobre las propiedades, solo se tiene algunas referencias por la experiencia de trabajo con dicha especie. El contenido de humedad es bajo, con valores que oscilan entre 14 y 30 % respectivamente, debido a que la madera es muy compacta, su densidad es media, posee fibras entrecruzadas, largas y con bastante sílice.

Durabilidad

La madera es resistente a la pudrición, y ataque de hongos, y contiene bastante lignina y que si se seca drásticamente sus fibras se compactan y resecan. Se le encuentra en grandes cantidades, en los márgenes de los ríos, en los departamentos de Loreto y Ucayali.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características de la zona de estudio

3.1.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo, se ha desarrollado en la Región Loreto, en el Distrito de Punchana; la planta de transformación, ubicada a orillas del río Amazonas tiene una superficie de 1 200 m², se encuentra entre las coordenadas 03° 40' de Longitud Sur, y 73° 25' de Longitud Oeste, a una altura de 122 m.s.n.m. donde se registra una temperatura promedio anual de 26°C, y una precipitación promedio anual de 3 064 mm.

Para el presente trabajo se eligió la Empresa INDUSTRIAL TRIPLAY MARTÍN S.A.C. "TRIMASA", la misma que se encuentra ubicado en la Avenida la Marina Km. 3, en el Distrito de Punchana – Loreto.

3.1.2. Acceso al área

Para llegar a la empresa Triplay Martín S.A.C. (TRIMASA), puede hacerse por dos medios:

- ✓ Por medio terrestre (ómnibus) con un recorrido de 20 minutos partiendo desde el local central – UNAP (Pevas # 584, distrito de Iquitos).
- ✓ Por vía fluvial con un recorrido de 5 minutos en bote motor fuera de borda 25 HP partiendo del Puerto de Productores (distrito de Iquitos).

3.2. Materiales

3.2.1. Especie utilizadas

- ✓ Trozas de "Capínuri" *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.
- ✓ Trozas de "Lupuna" *Ceiba pentandra* Gart.

3.2.2. Materiales de trabajo

- ✓ Tizas para madera
- ✓ Formatos para la toma de datos
- ✓ Calibrador
- ✓ Piedra para afilar cuchilla
- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Wincha metálico de 3 mts
- ✓ Cámara digital
- ✓ Reloj
- ✓ Saca cáncamo
- ✓ Bobinas,...etc.

3.2.3. Materiales de escritorio

- ✓ Computadora
- ✓ Libros
- ✓ Lápiz
- ✓ Papel bond tamaño A-4,....etc.

3.2.4. Maquinaria

- ✓ Tractor
- ✓ Teclé eléctrico
- ✓ Cizalla
- ✓ Montacargas
- ✓ Torno
- ✓ Motosierra

3.3. Metodología

3.3.1. Criterio de selección de las especies

Las especies seleccionadas para el presente trabajo de tesis son:

- ✓ *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.
- ✓ *Ceiba pentandra* Gart.

Las mismas que fueron identificadas en la Facultad de Ingeniería Forestal, en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la Madera, mediante muestras de rodaja. **(Ver Anexos)**

Las razones para la selección de las mismas han sido:

- ✓ La totalidad de la producción de esta empresa es en base a estas dos especies forestales mencionadas.
- ✓ Ambas especies presentan características óptimas de secado y trabajabilidad.
- ✓ Por ser especies de alto valor comercial en la industria del laminado.

3.3.2.- Tamaño de muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra, se realizó un muestreo al azar en el patio de trozas el mismo que se detalla a continuación:



3.3.2.1. Muestreo piloto para determinar el tamaño de muestra de trozas de las especie *Ceiba pentandra* Gart., y *Clarisia bífloa* Ruiz y Pavón

A fin de determinar el tamaño de la muestra, se realizó un muestreo piloto; para el cual se tomaron 20 trozas al azar de las 200 existentes en el patio, en forma independiente con la finalidad de determinar la variación de los diámetros y el tamaño de la muestra de ambas especies. (Ver Anexo **cuadro 01 y 02**).

La formula utilizada para determinar el tamaño de la muestra fue la siguiente:

$$n = \frac{Nt^2.CV^2}{Ne^2 + t^2CV^2}$$

Donde:

- n = Numero de trozas que es necesario para el calculo del rendimiento.
- N = Numero total que existen en el patio de trozas
- t = Valor tabular (95%) de probabilidad
- CV = Coeficiente de Variación
- e = Error permisible (5%)

Considerándose para cálculo del coeficiente de variabilidad (CV), la siguiente expresión matemática:

$$CV = \frac{S}{X} \times 100$$

3.3.3. Tiempo utilizado para la obtención de datos

El tiempo utilizado para obtención de los datos fue de 04 meses de trabajo (Noviembre - Febrero 2004), alternándose en turnos diferentes en la fábrica industrial TRIMASA.

Los datos referentes a los diámetros de las trozas, se obtuvieron en el patio de almacenamiento después de ser despuntados troza por troza.

Los volúmenes de las trozas se tomaron en el torno, los volúmenes de láminas se obtuvieron en la cizalla respectivamente, los defectos de las trozas y láminas fueron observados antes y durante la operación del torno.

3.3.4. Cálculo del volumen de trozas

Para el cálculo del volumen de trozas de ambas especies se obtuvieron utilizando la formula de Cubicación Geométrica, expresada de la siguiente manera:

$$V_1 = \frac{\pi d^2}{4} x L$$

Donde:

V_1 = Volumen de Trozas (m^3)

d = Diámetro de la troza (m)

L = Largo de la troza (m)

3.3.5. Cálculo del volumen de madera laminada húmeda

Los datos referentes a las láminas de caras y centros húmedos, se tomaron en la cizalla respectivamente. La expresión matemática utilizada para el cálculo del volumen de láminas húmedas de cada troza fue la siguiente:

$$V_2 = LxAxH$$

Donde:

| | | |
|-------|---|--|
| V_2 | = | Volumen en metros cúbicos (m ³) del paquete. |
| L | = | Longitud del paquete en metros (m) |
| A | = | Ancho del paquete en metros (m) |
| H | = | Espesor del paquete en metros (m) |

Las dimensiones consideradas en la Industria TRIMASA para las láminas húmedas en las pilas son los siguientes:

| | |
|-----------------------------------|-----------------|
| ✓ Para caras: | 2.55 m longitud |
| | 1.40 m ancho |
| | 1.5 mm espesor |
| ✓ Para centro y/o espalda: | 2.55 m longitud |
| | 1.40 m ancho |
| | 1.5 mm espesor |

El traslado de los paquetes o jabas se efectuó con facilidad, utilizando el montacargas.

3.3.6. Cálculo del Rendimiento

Los rendimientos porcentuales se calcularon para cada troza de ambas especies utilizando la siguiente formula:

$$R = \frac{V_2}{V_1} \times 100$$

Donde:

| | | |
|----------------|---|------------------------------------|
| R | = | Rendimiento (%) |
| V ₂ | = | Volumen Laminado (m ³) |
| V ₁ | = | Volumen Troza (m ³) |

Para determinar el rendimiento por hora de trabajo laminado en la sección torno se aplico la siguiente relación:

$$R = \frac{V_2}{t} \times 100$$

Donde:

| | | |
|----------------|---|------------------------------------|
| R | = | Rendimiento (%) |
| V ₂ | = | Volumen Laminado (m ³) |
| t | = | Tiempo en minutos (60") |

3.3.7. Tiempos

Se tomaron los tiempos de laminados para cada troza, en minutos, el volumen de madera rolliza laminada por turno de 08 horas en m^3 , el tiempo total por turno en minutos, el tiempo muerto por turno en minutos, el tiempo efectivo por turno en minutos.

3.3.8. Identificación y clasificación de los defectos que influyen en el rendimiento

Las variables que se consideran en la determinación de rendimiento, son los defectos de naturaleza anatómica, como las “deformaciones”, “nudos”, “rajaduras”, etc., frecuentes en las trozas de ambas especies.

Para la evaluación de los mismos, según observaciones realizados previamente, se ha tenido en cuenta la siguiente tabla de evaluaciones de defectos por categorías (A, B y C), tomado de **SÁNCHEZ (1984)**. (Ver Anexo)

3.3.9. Análisis Estadístico de Regresión y Correlación

Se realizó el análisis de regresión y correlación de las siguientes relaciones:

| <u>Variables Dependientes</u> | VS | <u>Variables Independientes</u> |
|---------------------------------|----|---------------------------------|
| Volumen de lámina (m^3) (V) | | Diámetro (m) (D) |
| Tiempo (min.) (T) | | Volumen de troza (m^3) (V) |

El mejor ajuste entre las variables dependientes y las variables independientes, se determinó en base al coeficiente de correlación (r), el coeficiente de determinación (r^2) y el error estándar estimativo (SXY%).

Además se analizaron los modelos matemáticos para cada relación estudiada para obtener un mejor ajuste a través de las variables en estudio.

Para la determinación de los coeficientes de regresión, correlación de los modelos matemáticos utilizado, se empleo el programa de procesador estadístico SPSS, con el fin de visualizar la proyección de las curvas y poder así determinar la ecuación que mejor se ajuste para las dos relaciones estudiadas.

3.3.10.- Procesamiento de datos

Para los datos obtenidos se utilizó la Computadora TOSHIBA Satellite A75-S211, Mobile Intel. Pentium IV, Processor 538 supporting Hyper-Threading Technology (3.20 GHz)/15.4" WXGA display / 512MB/ 80GB/ DVD SuperMulti drive / 802.11bg / Microsoft Windows XP Home.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación del Rendimiento y Tiempo de debobinado en el torno

En los cuadros 03 y 04 se muestran los resultados obtenidos, referente a los volúmenes por troza, volumen de laminado, tiempos y rendimientos, donde podemos observar que los menores rendimientos se deben a que la ***Ceiba pentandra* Gart**, es susceptible al ataque de agentes de biodeterioro, y al sumagamiento lo cual trae como consecuencia la pudrición de duramen, además, y en otros casos, por tener un diámetro menor.

Y en el caso de la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, los menores rendimientos obtenidos es como consecuencia de que esta especie presenta una facilidad de resecamiento y tensión en sus fibras, puesto que crece en bosques temporalmente inundables; razón por la cual durante su aprovechamiento sufre una acelerada evaporación de la humedad a través de sus células, produciendo un fenómeno de desequilibrio anatómico, esto asociado a la exposición de la madera a la intemperie por tiempos prolongados provoca las rajaduras y al estar expuesta al sol por mucho tiempo provoca la compactación y el desecamiento en sus fibras dificultando el debobinado de las láminas.

Por otro lado, se observa que la ***Ceiba pentandra* Gart**, ha obtenido un rendimiento promedio de **58 %**, en un tiempo de debobinado promedio de 25 minutos; y en la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, se obtuvo un rendimiento promedio de **57 %**; en un tiempo de debobinado promedio de 13 minutos. Los rendimientos son similares para ambas especies, más no así, los tiempos, justificándose el menor tiempo en la especie capínuri, dado a que estas presentan en promedio menores diámetros.

CUADRO N° 03: RENDIMIENTO Y TIEMPOS DE DEBOBINADO EN EL TORNO, DE LA ESPECIE Ceiba pentandra Gart.

| Troza N° | Código Troza | Especie | Diámetro (Pulg) | Diámetro (m) | Volumen de Trozas (m ³) | Volumen de Laminas (m ³) | Tiempo (minutos) | Rendimiento (%) |
|----------|--------------|---------|-----------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 12623 | Lupuna | 56 | 1.4224 | 4.3540 | 2.7739 | 33 | 63.7095 |
| 2 | 12582 | Lupuna | 62 | 1.5748 | 5.3369 | 3.8824 | 36 | 72.7453 |
| 3 | 12708 | Lupuna | 36 | 0.9144 | 1.7993 | 0.8140 | 14 | 45.2365 |
| 4 | 20075 | Lupuna | 52 | 1.3208 | 3.7542 | 2.2652 | 26 | 60.3371 |
| 5 | 12679 | Lupuna | 51 | 1.2954 | 3.6112 | 2.1634 | 30 | 59.9089 |
| 6 | 12618 | Lupuna | 50 | 1.2700 | 3.4710 | 2.4579 | 29 | 70.8147 |
| 7 | 20106 | Lupuna | 53 | 1.3462 | 3.9000 | 2.3562 | 29 | 60.4159 |
| 8 | 20093 | Lupuna | 61 | 1.5494 | 5.1662 | 3.0149 | 40 | 58.3579 |
| 9 | 20105 | Lupuna | 57 | 1.4478 | 4.5109 | 2.1313 | 30 | 47.2481 |
| 10 | 20363 | Lupuna | 54 | 1.3716 | 4.0485 | 2.2973 | 26 | 56.7441 |
| 11 | 12101 | Lupuna | 34 | 0.8636 | 1.6050 | 0.7872 | 15 | 49.0467 |
| 12 | 12632 | Lupuna | 49 | 1.2446 | 3.3335 | 2.1366 | 20 | 64.0961 |
| 13 | 11863 | Lupuna | 37 | 0.9398 | 1.9007 | 0.8354 | 19 | 43.9513 |
| 14 | 20141 | Lupuna | 56 | 1.4224 | 4.3540 | 2.7418 | 30 | 62.9716 |
| 15 | 21902 | Lupuna | 65 | 1.6510 | 5.8659 | 3.9788 | 35 | 67.8286 |
| 16 | 11046 | Lupuna | 48 | 1.2192 | 3.1988 | 1.4726 | 24 | 46.0363 |
| 17 | 11052 | Lupuna | 52 | 1.3208 | 3.7542 | 1.7886 | 28 | 47.6420 |
| 18 | 10250 | Lupuna | 54 | 1.3716 | 4.0485 | 2.6668 | 26 | 65.8707 |
| 19 | 20323 | Lupuna | 42 | 1.0668 | 2.4491 | 1.7243 | 22 | 70.4057 |
| 20 | 20245 | Lupuna | 61 | 1.5494 | 5.1662 | 3.9413 | 47 | 76.2902 |

////...

| Troza N° | Código Troza | Especie | Diámetro (Pulg) | Diámetro (m) | Volumen de Trozas (m³) | Volumen de Laminas (m³) | Tiempo minutos) | Rendimiento (%) |
|------------|--------------|---------|-----------------|----------------|------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| 21 | 20412 | Lupuna | 50 | 1.2700 | 3.4710 | 2.3241 | 21 | 66.9577 |
| 22 | 20285 | Lupuna | 41 | 1.0414 | 2.3339 | 1.3548 | 20 | 58.0502 |
| 23 | 20257 | Lupuna | 48 | 1.2192 | 3.1988 | 1.9653 | 21 | 61.4376 |
| 24 | 20182 | Lupuna | 53 | 1.3462 | 3.9000 | 2.3669 | 25 | 60.6906 |
| 25 | 21837 | Lupuna | 60 | 1.5240 | 4.9982 | 2.3616 | 33 | 47.2484 |
| 26 | 20457 | Lupuna | 55 | 1.3970 | 4.1999 | 2.5865 | 23 | 61.5846 |
| 27 | 20375 | Lupuna | 38 | 0.9652 | 2.0048 | 1.0389 | 17 | 51.8185 |
| 28 | 20250 | Lupuna | 39 | 0.9906 | 2.1117 | 1.1781 | 18 | 55.7884 |
| 29 | 21836 | Lupuna | 45 | 1.1430 | 2.8115 | 1.1995 | 21 | 42.6652 |
| 30 | 21839 | Lupuna | 46 | 1.1684 | 2.9378 | 1.5744 | 19 | 53.5898 |
| 31 | 23382 | Lupuna | 44 | 1.1176 | 2.6879 | 1.4673 | 22 | 54.5878 |
| 32 | 22549 | Lupuna | 54 | 1.3716 | 4.0485 | 2.7043 | 25 | 66.7966 |
| 33 | 20328 | Lupuna | 46 | 1.1684 | 2.9378 | 1.6065 | 20 | 54.6835 |
| 34 | 23372 | Lupuna | 55 | 1.3970 | 4.1999 | 2.1848 | 27 | 52.0218 |
| 35 | 23384 | Lupuna | 47 | 1.1938 | 3.0669 | 1.7457 | 23 | 56.9210 |
| 36 | 23404 | Lupuna | 36 | 0.9144 | 1.7993 | 1.0442 | 12 | 58.0337 |
| 37 | 23403 | Lupuna | 59 | 1.4986 | 4.8330 | 2.8060 | 29 | 58.0601 |
| 38 | 9226 | Lupuna | 35 | 0.8890 | 1.7008 | 0.9585 | 15 | 56.3596 |
| Σxi | | | | 47.7774 | 132.8695 | 78.6971 | 950 | 2206.9522 |
| x | | | | 1.2573 | 3.4966 | 2.0710 | 25 | 58.0777 |

CUADRO N° 04: RENDIMIENTO Y TIEMPOS DE DEBOBINADO EN EL TORNO, DE LA ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón

| Troza N° | Código Troza | Especie | Diámetro (Pulg) | Diámetro (m) | Volumen de Trozas (m ³) | Volumen de Laminas (m ³) | Tiempo (minutos) | Rendimiento (%) |
|----------|--------------|----------|-----------------|--------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 20071 | Capínuri | 36 | 0.9144 | 1.7993 | 1.1838 | 14 | 65.7914 |
| 2 | 20073 | Capínuri | 31 | 0.7874 | 1.3342 | 0.8829 | 12 | 66.1698 |
| 3 | 22460 | Capínuri | 44 | 1.1176 | 2.6879 | 1.4369 | 20 | 53.4589 |
| 4 | 12108 | Capínuri | 30 | 0.7620 | 1.2495 | 0.9282 | 12 | 74.2831 |
| 5 | 1719 | Capínuri | 28 | 0.7112 | 1.0885 | 0.8425 | 10 | 77.4025 |
| 6 | 12109 | Capínuri | 33 | 0.8382 | 1.5119 | 0.6854 | 14 | 45.3349 |
| 7 | 1349 | Capínuri | 29 | 0.7366 | 1.1676 | 0.7497 | 10 | 64.2070 |
| 8 | 1350 | Capínuri | 28 | 0.7112 | 1.0885 | 0.7676 | 13 | 70.5150 |
| 9 | 22524 | Capínuri | 36 | 0.9144 | 1.7993 | 0.7997 | 14 | 44.4429 |
| 10 | 21013 | Capínuri | 34 | 0.8636 | 1.6050 | 0.7768 | 12 | 48.4017 |
| 11 | 1348 | Capínuri | 31 | 0.7874 | 1.3342 | 0.9728 | 13 | 72.9126 |
| 12 | 22414 | Capínuri | 37 | 0.9398 | 1.9007 | 1.0167 | 14 | 53.4929 |
| 13 | 1721 | Capínuri | 26 | 0.6604 | 0.9385 | 0.5484 | 8 | 58.4257 |
| 14 | 1347 | Capínuri | 24 | 0.6096 | 0.7997 | 0.4227 | 10 | 52.8553 |
| 15 | 21016 | Capínuri | 30 | 0.7620 | 1.2495 | 0.7768 | 10 | 62.1693 |
| 16 | 2876 | Capínuri | 29 | 0.7366 | 1.1676 | 0.7883 | 11 | 67.5091 |
| 17 | 22513 | Capínuri | 34 | 0.8636 | 1.6050 | 1.0085 | 14 | 62.8377 |
| 18 | 21017 | Capínuri | 29 | 0.7366 | 1.1676 | 0.6740 | 10 | 57.7252 |
| 19 | 21015 | Capínuri | 32 | 0.8128 | 1.4217 | 0.8911 | 12 | 62.6764 |
| 20 | 22117 | Capínuri | 30 | 0.7620 | 1.2495 | 0.6212 | 12 | 49.7126 |
| 21 | 22119 | Capínuri | 30 | 0.7620 | 1.2495 | 0.5498 | 12 | 43.9985 |
| 22 | 22123 | Capínuri | 36 | 0.9144 | 1.7993 | 0.8996 | 15 | 49.9983 |

////.....

| Troza N° | Código Troza | Especie | Diámetro (Pulg) | Diámetro (m) | Volumen de Trozas (m ³) | Volumen de Laminas (m ³) | Tiempo (minutos) | Rendimiento (%) |
|--------------|--------------|----------|-----------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|
| 23 | 22411 | Capínuri | 32 | 0.8128 | 1.4217 | 0.7051 | 13 | 49.5937 |
| 24 | 22274 | Capínuri | 35 | 0.8890 | 1.7008 | 0.6908 | 14 | 40.6167 |
| 25 | 22256 | Capínuri | 29 | 0.7366 | 1.1676 | 0.3770 | 10 | 32.2870 |
| 26 | 22250 | Capínuri | 27 | 0.6858 | 1.0121 | 0.5712 | 10 | 56.4354 |
| 27 | 22507 | Capínuri | 30 | 0.7620 | 1.2495 | 0.8747 | 12 | 69.9976 |
| 28 | 22503 | Capínuri | 37 | 0.9398 | 1.9007 | 0.7676 | 13 | 40.3826 |
| 29 | 22500 | Capínuri | 39 | 0.9906 | 2.1117 | 1.2852 | 16 | 60.8601 |
| 30 | 22422 | Capínuri | 36 | 0.9144 | 1.7993 | 1.0167 | 13 | 56.5060 |
| 31 | 22417 | Capínuri | 33 | 0.8382 | 1.5119 | 1.0053 | 12 | 66.4912 |
| 32 | 22464 | Capínuri | 28 | 0.7112 | 1.0885 | 0.5801 | 10 | 53.2962 |
| 33 | 22415 | Capínuri | 37 | 0.9398 | 1.9007 | 0.9939 | 17 | 52.2908 |
| 34 | 22429 | Capínuri | 30 | 0.7620 | 1.2495 | 0.7140 | 12 | 57.1409 |
| 35 | 22416 | Capínuri | 37 | 0.9398 | 1.9007 | 0.8479 | 14 | 44.6087 |
| 36 | 22436 | Capínuri | 34 | 0.8636 | 1.6050 | 1.1067 | 12 | 68.9546 |
| 37 | 22434 | Capínuri | 35 | 0.8890 | 1.7008 | 1.0621 | 15 | 62.4468 |
| Σx_i | | | | 30.3784 | 54.5356 | 30.8216 | 465 | 2116.2287 |
| X | | | | 0.8210 | 1.4739 | 0.8330 | 12.5676 | 57.1954 |

4.2. Volúmenes procesados y tiempos empleados

Con el propósito de tener definido el tiempo efectivo de trabajo por turno de 8 horas, y el volumen procesado, se ha cronometrado el tiempo de laminado por cada troza durante 12 turnos diferentes; obtuyéndose los resultados que se muestran en los **cuadros 05 y 06**:

Para un promedio de 32 m^3 por turno, con un rendimiento promedio de 57.5%; se tiene que la producción promedio de láminas es de $1.8 \text{ m}^3 / \text{h}$, por otro lado se puede afirmar que el tiempo efectivo de trabajo promedio para ambas especies es de 83 %, con un tiempo improductivo del 17%, pudiéndose de alguna forma maximizar el tiempo efectivo al tener cuchillas de repuestos y al mantenimiento continuo del torno, puesto que al asentar y cambiar las cuchillas y al paralizar el torno por falla, hace que se sumen los tiempos improductivos (**Ver anexos , cuadro 20 y 21**).

CUADRO N° 05: VOLUMEN Y TIEMPOS POR TURNO DE LA ESPECIE, *Ceiba pentandra* Gart.

| Turno | V₁ (m³) | V₂ (m³) | N° Total de Trozas | Tiempo Total del Debobinado (h) | Número de Trozas Evaluadas | Tiempo Total (8 h/t) minutos | Tiempo Muerto (minutos) | Tiempo Efectivo (minutos) |
|--------------|--|--|-------------------------------|--|---|---|--|--|
| 1 | 36.8921 | 16.1774 | 18 | 8 | 3 | 480 | 90 | 390 |
| 2 | 46.8995 | 22.0045 | 17 | 8 | 3 | 480 | 60 | 420 |
| 3 | 37.8126 | 15.3874 | 20 | 8 | 5 | 480 | 79 | 401 |
| 4 | 29.1699 | 12.7092 | 19 | 8 | 3 | 480 | 104 | 376 |
| 5 | 47.0314 | 21.0145 | 16 | 8 | 3 | 480 | 54 | 426 |
| 6 | 44.1991 | 20.8771 | 17 | 8 | 3 | 480 | 75 | 405 |
| 7 | 42.8510 | 17.8463 | 18 | 8 | 3 | 480 | 67 | 413 |
| 8 | 44.4588 | 21.1103 | 18 | 8 | 3 | 480 | 61 | 419 |
| 9 | 45.5139 | 16.2718 | 19 | 8 | 3 | 480 | 60 | 420 |
| 10 | 31.2414 | 14.7335 | 9 | 8 | 3 | 480 | 80 | 400 |
| 11 | 15.1792 | 5.7521 | 12 | 8 | 3 | 480 | 240 | 240 |
| 12 | 39.4536 | 18.4308 | 17 | 8 | 3 | 480 | 69 | 411 |
| Σ | 460.7025 | 202.3150 | 200 | 96 | 38 | 5760 | 1039 | 4721 |
| X | 38.3919 | 16.8596 | 16.6667 | 8 | 3.1667 | 480 | 86.5833 | 393.4167 |

* V₁ : Volumen de la troza (m³)

* V₂ : Volumen de laminado (m³)

CUADRO N° 06: VOLUMEN Y TIEMPOS POR TURNO DE LA ESPECIE, *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| Turno | V₁ (m³) | V₂ (m³) | N° Total de Trozas | Tiempo Total del Debobinado (h) | Número de Trozas Evaluadas | Tiempo Total (8 h/t) minutos | Tiempo Muerto (minutos) | Tiempo Efectivo (minutos) |
|--------------|--|--|-------------------------------|--|---|---|--|--|
| 1 | 16.9486 | 6.6684 | 14 | 8 | 3 | 480 | 82 | 398 |
| 2 | 18.6973 | 6.6809 | 17 | 8 | 3 | 480 | 76 | 404 |
| 3 | 27.5871 | 11.7665 | 17 | 8 | 3 | 480 | 60 | 420 |
| 4 | 28.2355 | 11.3597 | 23 | 8 | 4 | 480 | 80 | 400 |
| 5 | 14.8043 | 5.3966 | 14 | 8 | 3 | 480 | 104 | 376 |
| 6 | 7.7277 | 2.6851 | 6 | 8 | 3 | 480 | 135 | 345 |
| 7 | 16.0816 | 6.2519 | 10 | 8 | 3 | 480 | 88 | 392 |
| 8 | 20.9132 | 9.4174 | 13 | 8 | 3 | 480 | 74 | 406 |
| 9 | 47.7201 | 22.7625 | 21 | 8 | 3 | 480 | 55 | 425 |
| 10 | 40.5824 | 18.0573 | 22 | 8 | 3 | 480 | 59 | 421 |
| 11 | 34.6471 | 13.4284 | 20 | 8 | 3 | 480 | 70 | 410 |
| 12 | 34.7443 | 11.7360 | 23 | 8 | 3 | 480 | 65 | 415 |
| Σ | 308.6892 | 126.2108 | 200 | 96 | 37 | 5760 | 948 | 4812 |
| X | 25.7241 | 10.5176 | 16.6667 | 8 | 3.0833 | 480 | 79 | 401 |

* V₁ : Volumen de la troza (m³)

* V₂ : Volumen de laminado (m³)

4.3. Defectos que influyen en los rendimientos de las trozas

En el **cuadro 07**, se presenta los diferentes defectos evaluados como nudos, rajaduras, trozas deformes, pudrición de duramen, orificios de cáncamos, ataques de hongos e insectos, pudriciones superficiales, resecamiento y contrafibras; que inciden en los rendimientos de ambas especies. Entre los defectos que mayor influencia tuvieron en los rendimientos para la ***Ceiba pentandra* Gart**, se han distinguido los orificios de cáncamo (68,42%), rajaduras (42,10%), ataque de hongos e insectos (31,58%) y nudos (26,31%); los defectos de mayor ocurrencia como son los orificios causados por cáncamo se deben a que estos son necesarios para que puedan realizar el transporte desde las zonas de extracción hasta las boyas de la industria, no pudiendo minimizar dicho defecto puesto que es una necesidad dentro del proceso de transporte.

Por otro lado en lo referente a los daños causados por insectos y hongos, esto suelen ocurrir en su mayor parte, cuando las trozas se encuentran en boyas, expuestas en su parte superficial, haciendo que estos agentes de biodeterioro encuentren las condiciones necesarias para realizar su ataque. De igual forma las rajaduras son defectos originados en el aprovechamiento de las especies específicamente en el apeado de los árboles el cual tiene mucha influencia en su rendimiento.

En el **cuadro 08**, en lo que respecta a la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, los defectos que mayor influencia tuvieron en los rendimientos son los orificios causados por cáncamos (59,46%), rajaduras (48,65%), contra fibra (37,84%), nudos (29,73%) y deformaciones (21,62%); esta última es de suma importancia debido que las trozas son igualadas en su diámetro, produciendo desperdicios en mayores porcentajes y por ende ocasionan bajos rendimiento en las trozas. Además podemos mencionar que en esta especie el ataque de hongos e insectos es menor, observando porcentajes bajos referentes a pudriciones y picaduras.

CUADRO N° 07: DEFECTOS QUE INFLUYEN EN LOS RENDIMIENTO DE LA ESPECIE *Ceiba pentandra* Gart.

| N° Troza | Nudos | Rajaduras | Troza Deforme | Pudrición Duramen | Orificio Cáncamo | Ataque hongos e Insectos | Pudrición | Rendimiento % |
|----------|-------|-----------|---------------|-------------------|------------------|--------------------------|-----------|---------------|
| 1 | - | - | - | - | X | X | - | 63.7095 |
| 2 | - | - | - | - | X | - | - | 72.7453 |
| 3 | X | X | - | - | - | - | - | 45.2365 |
| 4 | - | - | X | - | X | - | - | 60.3371 |
| 5 | X | - | - | - | - | X | - | 59.9089 |
| 6 | - | - | - | - | X | - | - | 70.8147 |
| 7 | - | X | - | - | - | X | - | 60.4159 |
| 8 | X | X | - | - | X | - | - | 58.3579 |
| 9 | - | - | X | - | - | X | - | 47.2481 |
| 10 | - | - | - | - | X | - | - | 56.7441 |
| 11 | - | X | - | - | - | X | - | 49.0467 |
| 12 | X | - | - | - | - | - | - | 64.0961 |
| 13 | - | - | - | X | X | - | - | 43.9513 |
| 14 | - | - | - | - | X | X | - | 62.9716 |
| 15 | - | X | - | X | X | - | - | 67.8286 |
| 16 | X | - | X | - | - | - | - | 46.0363 |
| 17 | - | X | - | - | X | - | - | 47.6420 |
| 18 | - | X | - | - | X | - | - | 65.8707 |
| 19 | X | - | - | - | X | - | - | 70.4057 |

////.....

| Nº Troza | Nudos | Rajaduras | Troza Deforme | Pudricción Duramen | Orificio Cáncamo | Ataque hongos e Insectos | Pudricción | Rendimiento % |
|----------|--------------|--------------|---------------|--------------------|------------------|--------------------------|-------------|---------------|
| 20 | - | - | - | - | X | - | - | 76.2902 |
| 21 | - | - | - | X | X | - | - | 66.9577 |
| 22 | - | X | - | - | - | X | - | 58.0502 |
| 23 | X | - | - | - | - | X | - | 61.4376 |
| 24 | - | X | - | - | X | - | - | 60.6906 |
| 25 | - | - | - | X | X | X | - | 47.2484 |
| 26 | X | - | - | - | X | - | - | 61.5846 |
| 27 | - | X | - | - | X | - | - | 51.8185 |
| 28 | - | - | - | X | - | X | - | 55.7884 |
| 29 | - | X | - | - | X | - | X | 42.6652 |
| 30 | - | X | - | - | X | - | - | 53.5898 |
| 31 | - | - | - | X | - | X | - | 54.5878 |
| 32 | - | - | X | - | X | - | - | 66.7966 |
| 33 | - | X | - | - | X | - | - | 54.6835 |
| 34 | X | - | - | X | - | X | - | 52.0218 |
| 35 | - | X | - | - | X | - | - | 56.9210 |
| 36 | X | - | - | - | X | - | - | 58.0337 |
| 37 | - | X | - | - | X | - | - | 58.0601 |
| 38 | - | X | - | - | X | - | - | 56.3596 |
| % | 26.31 | 42.10 | 10.52 | 18.42 | 68.42 | 31.58 | 2.63 | |

CUADRO N° 08: DEFECTOS QUE INFLUYEN EN LOS RENDIMIENTOS DE LA ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| N° Troza | Nudos | Rajadura | Troza Deforme | Pudricción Duramen | Orificio cáncamo | Resecamiento | Contra Fibra | Ataque Hongo e Insectos | Pudricción | Rendimiento % |
|----------|-------|----------|---------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|-------------------------|------------|---------------|
| 1 | - | X | - | - | X | - | - | - | - | 65.7914 |
| 2 | - | X | - | X | - | - | - | - | - | 66.1698 |
| 3 | X | X | X | - | X | - | X | - | - | 53.4589 |
| 4 | - | - | - | - | X | - | - | - | - | 74.2831 |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 77.4025 |
| 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 45.3349 |
| 7 | - | X | X | - | X | - | X | - | - | 64.2070 |
| 8 | - | X | X | - | - | - | X | - | - | 70.5150 |
| 9 | X | - | X | - | - | X | - | - | - | 44.4429 |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 48.4017 |
| 11 | - | X | - | - | X | - | - | - | - | 72.9126 |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 53.4929 |
| 13 | - | - | - | - | X | - | - | - | - | 58.4257 |
| 14 | X | X | - | - | X | - | - | - | - | 52.8553 |
| 15 | - | X | - | - | X | X | - | - | - | 62.1693 |
| 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 67.5091 |
| 17 | - | X | - | - | X | - | X | - | - | 62.8377 |
| 18 | X | X | - | - | - | - | X | X | - | 57.7252 |
| 19 | - | X | - | - | X | - | - | - | - | 62.6764 |

//////.....

| Nº Troza | Nudos | Rajadura | Troza Deforme | Pudricción Duramen | Orificio cáncamo | Resecamiento | Contra Fibra | Ataque Hongo e Insectos | Pudricción | Rendimiento % |
|----------|--------------|--------------|---------------|--------------------|------------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------|---------------|
| 20 | - | - | X | - | - | X | X | - | X | 49.7126 |
| 21 | - | X | - | - | X | - | - | - | X | 43.9985 |
| 22 | - | - | - | - | X | - | X | X | - | 49.9983 |
| 23 | - | X | - | - | X | - | - | X | - | 49.5937 |
| 24 | X | - | - | - | X | - | X | - | - | 40.6167 |
| 25 | X | - | - | - | - | X | X | - | - | 32.2870 |
| 26 | - | - | - | - | X | - | - | X | - | 56.4354 |
| 27 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 69.9976 |
| 28 | - | - | X | X | X | - | - | - | - | 40.3826 |
| 29 | - | X | - | X | - | - | X | - | - | 60.8601 |
| 30 | X | X | - | - | X | - | - | - | - | 56.5060 |
| 31 | - | - | - | - | X | X | X | - | - | 66.4912 |
| 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 53.2962 |
| 33 | X | X | - | - | X | - | X | - | X | 52.2908 |
| 34 | X | - | - | - | X | X | X | - | - | 57.1409 |
| 35 | X | X | X | - | - | - | - | - | X | 44.6087 |
| 36 | - | X | X | - | X | - | - | - | - | 68.9546 |
| 37 | X | - | - | - | X | - | X | - | - | 62.4468 |
| % | 29.73 | 48.65 | 21.62 | 8.11 | 59.46 | 16.22 | 37.84 | 10.81 | 10.81 | |

4.4. Evaluación de los defectos que influyen en los rendimientos del laminado de las trozas

En lo que respecta a los **cuadros 09 y 10**, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación de los defectos más comunes por especie, considerándose para este caso tres (03) categorías definidas A, B y C. Mediante esta evaluación se llegó a determinar que cuando pertenece a la categoría "A" los rendimientos fluctúan entre 45 y 50%, y cuando pertenecen a la categoría "B" los rendimientos están entre 50 y 56%, y para la categoría "C" los rendimientos están entre 57 y 58% para ambas especies.

Así mismo podemos indicar que a través de la evaluación de defectos por categoría nos permitió determinar que para la categoría "A" el rendimiento es menor por que hay mayor incidencia del defecto o ataques de hongos e insectos, y para la categoría "C" el rendimiento es mayor debido a la menor incidencia de los defectos o ataques de hongos e insectos.

Con respecto a las graficas de barras de la **figura 01 y 02**, se puede observar los defectos por categorías, mas frecuentes en la ***Ceiba pentandra* Gart**, y la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, observándose en términos generales que la categoría "C" se presenta en mayor porcentaje, seguido de la categoría "B" y "A" respectivamente.

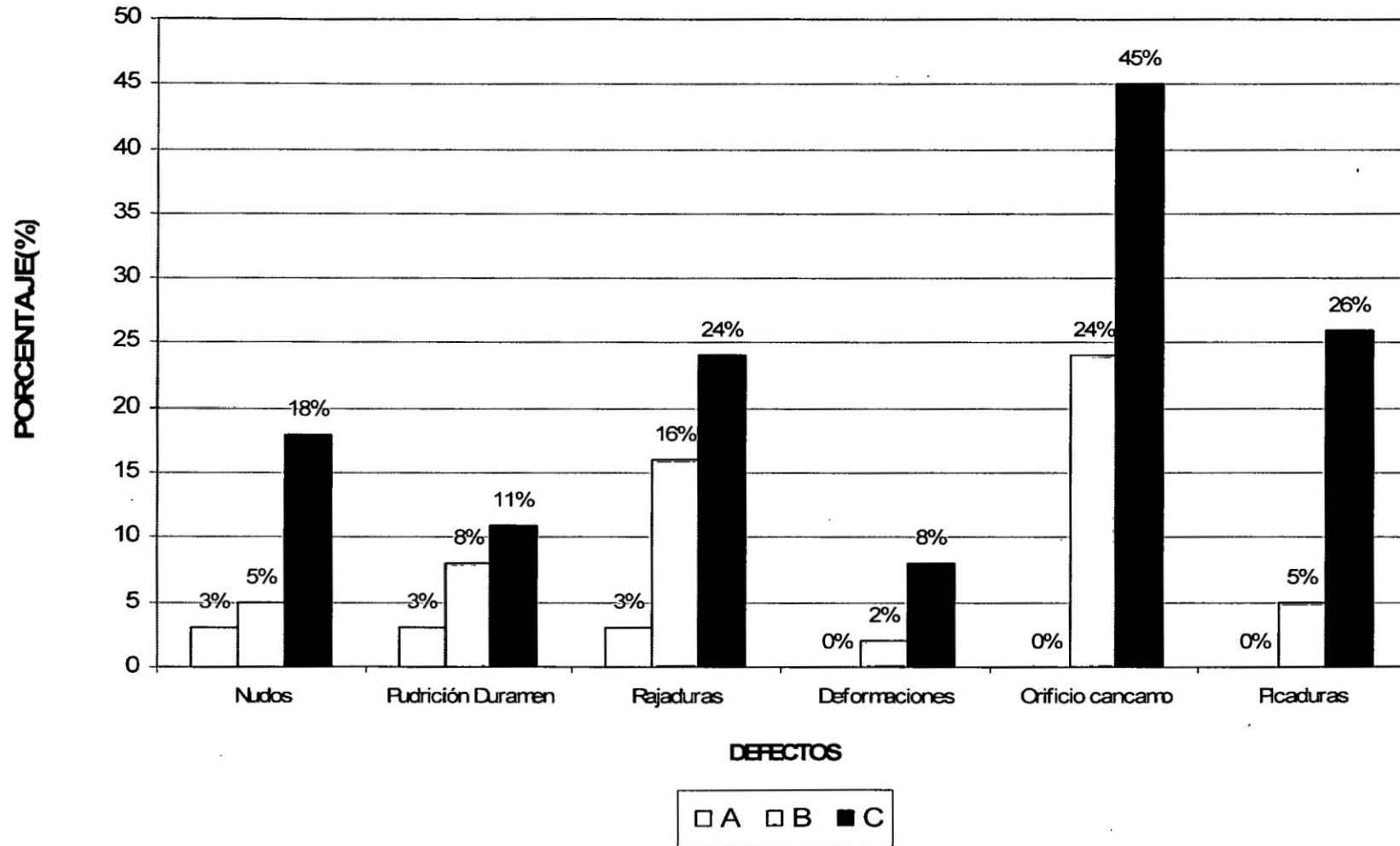
CUADRO N° 09: EVALUACIÓN DE DEFECTOS DE TROZAS, ESPECIE *Ceiba pentandra* Gart.

| N° Troza | Nudos | Rajadura | Deformación | Pudrición del duramen | Orificio | Picadura | Rendimiento % |
|----------|-------|----------|-------------|-----------------------|----------|----------|---------------|
| 1 | - | - | - | - | C | C | 63.7095 |
| 2 | - | - | - | - | C | - | 72.7453 |
| 3 | C | B | - | - | - | - | 45.2365 |
| 4 | - | - | C | - | C | - | 60.3371 |
| 5 | C | - | - | - | - | C | 59.9089 |
| 6 | - | - | - | - | C | - | 70.8147 |
| 7 | - | C | - | - | - | C | 60.4159 |
| 8 | C | C | C | - | C | - | 58.3579 |
| 9 | - | - | - | - | - | B | 47.2481 |
| 10 | - | - | - | - | C | - | 56.7441 |
| 11 | - | C | - | - | - | C | 49.0467 |
| 12 | C | - | - | - | - | - | 64.0961 |
| 13 | - | - | - | B | C | - | 43.9513 |
| 14 | - | - | - | - | C | C | 62.9716 |
| 15 | - | C | - | C | C | - | 67.8286 |
| 16 | B | - | B | - | - | - | 46.0363 |
| 17 | - | C | - | - | B | - | 47.6420 |
| 18 | - | C | - | - | B | - | 65.8707 |
| 19 | C | - | - | - | C | - | 70.4057 |
| 20 | - | - | - | - | B | - | 76.2902 |
| 21 | - | - | - | C | B | - | 66.9577 |
| 22 | - | B | - | - | - | B | 58.0502 |
| 23 | C | - | - | - | - | C | 61.4376 |
| 24 | - | C | - | - | C | - | 60.6906 |
| 25 | - | - | - | A | C | C | 47.2484 |

////.....

| Nº Troza | Nudos | Rajaduras | Deformación | Pudrición del duramen | Orificio | Picadura | Rendimiento % |
|-----------------|--------------|------------------|--------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 26 | B | - | - | - | C | - | 61.5846 |
| 27 | - | A | - | - | C | - | 51.8185 |
| 28 | - | - | - | B | - | C | 55.7884 |
| 29 | - | B | - | C | B | - | 42.6652 |
| 30 | - | C | - | - | B | - | 53.5898 |
| 31 | - | - | - | B | - | C | 54.5878 |
| 32 | - | - | C | - | B | - | 66.7966 |
| 33 | - | B | - | - | C | - | 54.6835 |
| 34 | A | - | - | C | - | C | 52.0218 |
| 35 | - | B | - | - | C | - | 56.9210 |
| 36 | C | - | - | - | B | - | 58.0337 |
| 37 | - | B | - | - | C | - | 58.0601 |
| 38 | - | C | - | - | B | - | 56.3596 |
| Σxi | 10 | 16 | 4 | 8 | 26 | 12 | 2206.9522 |
| X | 0.27 | 0.42 | 0.10 | 0.21 | 0.68 | 0.32 | 58.0777 |

FIGURA N° 01: PORCENTAJES DE DEFECTOS POR CATEGORIA QUE INFLUYEN EN LOS RENDIMIENTOS DE LA ESPECIE *Ceiba pentandra* Gart.



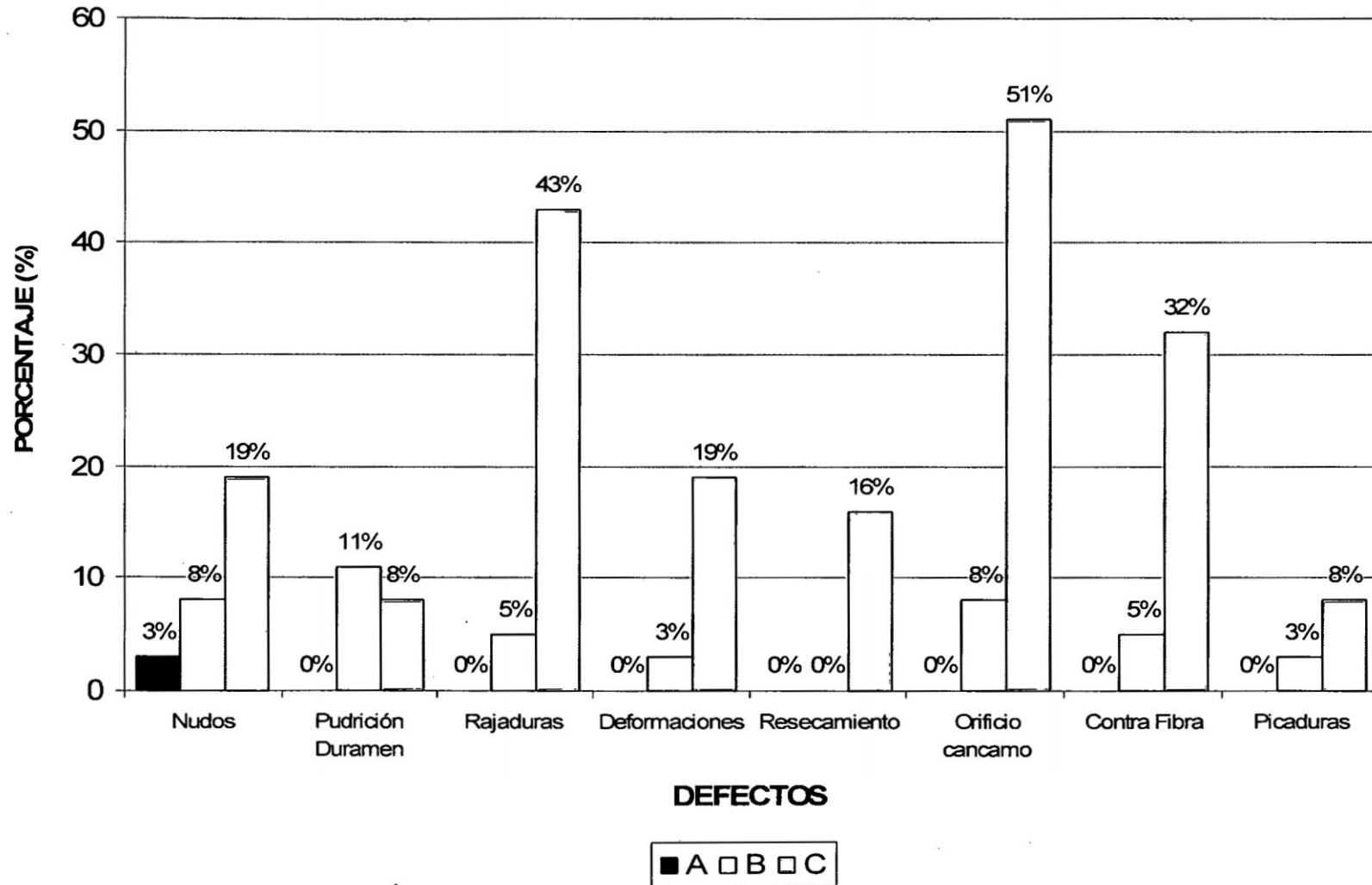
CUADRO N° 10: EVALUACIÓN DE DEFECTOS DE TROZAS, ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| N° Troza | Nudos | Rajaduras | Deformación | Pudrición | Resecamiento | Orificio | Contra Fibra | Picadura | Rendimiento % |
|----------|-------|-----------|-------------|-----------|--------------|----------|--------------|----------|---------------|
| 1 | - | C | - | - | - | C | - | - | 65.7914 |
| 2 | - | C | - | B | - | - | - | - | 66.1698 |
| 3 | B | C | C | - | - | C | C | - | 53.4589 |
| 4 | - | - | - | - | - | C | - | - | 74.2831 |
| 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | 77.4025 |
| 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 45.3349 |
| 7 | - | C | C | - | - | C | C | - | 64.2070 |
| 8 | - | C | C | - | - | - | C | - | 70.5150 |
| 9 | B | - | C | - | C | - | - | - | 44.4429 |
| 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | 48.4017 |
| 11 | - | C | - | - | - | C | - | - | 72.9126 |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | 53.4929 |
| 13 | - | - | - | - | - | B | - | - | 58.4257 |
| 14 | C | C | - | - | - | C | - | - | 52.8553 |
| 15 | - | C | - | - | C | C | - | - | 62.1693 |
| 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | 67.5091 |
| 17 | - | C | - | - | - | B | C | - | 62.8377 |
| 18 | C | C | - | - | - | - | B | B | 57.7252 |
| 19 | - | C | - | - | - | C | - | - | 62.6764 |
| 20 | - | - | C | C | C | - | C | - | 49.7126 |
| 21 | - | C | - | B | - | C | - | - | 43.9985 |
| 22 | - | - | - | - | - | C | C | C | 49.9983 |

////.....

| Nº Troza | Nudos | Rajadura | Deformación | Pudricción | Resecamamiento | Orificio | Contra Fibra | Picadura | Rendimiento % |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|-------------|--------------|-------------|------------------|
| 23 | - | B | - | - | - | C | - | C | 49.5937 |
| 24 | B | - | - | - | - | B | C | - | 40.6167 |
| 25 | C | - | - | - | C | - | B | - | 32.2870 |
| 26 | - | - | - | - | - | C | - | C | 56.4354 |
| 27 | - | - | - | - | - | - | - | - | 69.9976 |
| 28 | - | - | C | B | - | C | - | - | 40.3826 |
| 29 | - | C | - | C | - | - | C | - | 60.8601 |
| 30 | C | B | - | - | - | C | - | - | 56.5060 |
| 31 | - | - | - | - | C | C | C | - | 66.4912 |
| 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | 53.2962 |
| 33 | C | C | - | C | - | C | C | - | 52.2908 |
| 34 | C | - | - | - | C | C | C | - | 57.1409 |
| 35 | A | C | B | B | - | - | - | - | 44.6087 |
| 36 | - | C | C | - | - | C | - | - | 68.9546 |
| 37 | C | - | - | - | - | C | C | - | 62.4468 |
| Σxi | 11 | 18 | 8 | 7 | 6 | 22 | 14 | 4 | 2116.2287 |
| X | 0.30 | 0.49 | 0.22 | 0.19 | 0.16 | 0.59 | 0.38 | 0.11 | 57.1954 |

FIGURA N° 02: PORCENTAJES DE DEFECTOS POR CATEGORIA QUE INFLUYEN EN LOSENDIMIENTOS DE LA ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.



4.5. Análisis Estadísticos

Con respecto al coeficiente de variación presentada para los **cuadros 11 y 12**, para la especie ***Ceiba pentandra* Gart**, se tiene una variabilidad del 121% con respecto al promedio.

Con respecto al coeficiente de variación para la especie ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, esta presenta una mayor variabilidad del 198% con respecto al promedio; debiéndose a que en la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, existe mayor variabilidad de rangos de diámetros con respecto al ***Ceiba pentandra* Gart**.

CUADRO N° 11: PROMEDIOS. VARIANZA Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS, ESPECIE *Ceiba pentandra* Gart.

| VARIABLE | N | PROMEDIOS | VARIANZA | COEFICIENTE DE VARIACIÓN |
|-----------------------|----|-------------|-------------|--------------------------|
| Diámetro Troza (D) | 38 | 1.2573 | 0.045187355 | 3.593999443 |
| Volumen Troza (V1) | 38 | 3.496566337 | 1.279210712 | 36.58476885 |
| Volumen Laminado (V2) | 38 | 2.070975789 | 0.704989509 | 34.04141723 |
| Rendimiento (R) | 38 | 58.0776883 | 70.56887716 | 121.5077239 |

CUADRO N° 12: PROMEDIOS. VARIANZA Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS, ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| VARIABLE | N | PROMEDIOS | VARIANZA | COEFICIENTE DE VARIACIÓN |
|-----------------------|----|-------------|--------------|--------------------------|
| Diámetro Troza (D) | 37 | 0.821037837 | 0.0111113026 | 1.353533966 |
| Volumen Troza (V1) | 37 | 1.473936073 | 0.147554149 | 10.01089204 |
| Volumen Laminado (V2) | 37 | 0.833016081 | 0.051448494 | 6.176170565 |
| Rendimiento (R) | 37 | 57.19537065 | 113.786008 | 198.9426884 |

4.6. Análisis de regresión y correlación

En el **cuadro 13**, se observa los modelos matemáticos que más se ajustaron entre las variables dependientes e independientes, obteniendo para la especie ***Ceiba pentandra* Gart**, en la relación **Volumen de laminado (m³) vs. Diámetro de troza (m)** el modelo matemático que mejor se ajusta es la Lineal $Y = a + bx$, con un coeficiente de correlación aceptable de $r = 0.927$ y un error estimativo de $SXY \% = 0.320$, el cual se muestra en la figura 03 y en la relación **Tiempo de debobinado (min) vs. Volumen de troza (m³)**, con la finalidad de estimar el tiempo que demanda en debobinar una troza se opto por usar el modelo que más se ajusta que es la Logarítmica $\text{Log } Y = \text{Log } a + \text{Log } bx$, dando un coeficiente de correlación aceptable, por que es el que más se aproxima a la unidad siendo $r = 0.911$ y un error estimativo de $SXY \% = 0.064$ el cual se observa en la figura 04.

Siendo para la especie ***Clarisia bífloa* Ruiz y Pavón**, en relación al **Volumen de laminado (m³) vs. Diámetro de troza (m)**, el modelo matemático que más se ajusta es la Lineal $Y = a + bx$ con un coeficiente de correlación aceptable de $r = 0.763$ y un error estimativo de $SXY \% = 0.149$ el cual se muestra en la figura 05, y en la relación **Tiempo de debobinado (min) vs. Volumen de troza (m³)**, el modelo que más se ajusta que es la Lineal $Y = a + bx$, Dando un coeficiente de correlación es aceptable, por que es el que más se aproxima a la unidad siendo $r = 0.892$ y un error estimativo de $SXY \% = 1.06$ el cual se muestra en la figura 06.

En los **cuadros 14 al 17** muestran los resúmenes de los parámetros estadísticos de los modelos matemáticos estudiados correspondientes a las relaciones, **volumen de laminado - diámetro de la troza y volumen de troza - tiempo de debobinado**. El estudio de los 05 modelos matemáticos planteados para cada relación y en forma independiente para cada especie, se realizó con la finalidad de determinar una ecuación que nos permita

predecir con cierto grado de aproximación y precisión, valores estimados en función de las variables estudiadas. De igual forma se presentan los valores de los coeficientes de correlación (r), determinación (r^2), y el error estándar estimativo (SXY %). **(Ver anexo).**

El cálculo de estos valores se realizó con el propósito de verificar el grado de asociación entre las variables en estudio, el porcentaje de variabilidad total de las variables dependiente atribuible a la variable independiente, así como la proximidad del valor estimado al real dentro de cierto grado de significancia.

Para la ***Ceiba pentandra* Gart**, las ecuaciones que se ajustan para predecir las relaciones de volumen laminado - diámetro de la troza y volumen de troza – tiempo de debobinado, se detallan en los cuadros y figuras siguientes:

En el **cuadro 14** y **figura 03**, en la relación volumen laminado - diámetro de troza la ecuación que más se ajusta es la lineal $Y = a + bx$, donde:

$Y = -2.5315 + 3.6606x$, esto nos sirve para indicar que solo sabiendo el diámetro de troza, estimamos el volumen de laminado.

En el **cuadro 15** y **figura 04**, en la relación volumen de troza – tiempo de debobinado, tenemos la ecuación logarítmica que más se ajusta es $\text{Log } Y = \text{Log } a + \text{Log } bx$, donde: $\text{Log } Y = 3.3687 + 18.104\text{Ln}(x)$, esto nos sirve para indicar que solo sabiendo el tiempo de debobinado, estimamos el volumen de troza.

Para la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, las ecuaciones que se ajustan para predecir las relaciones de volumen laminado - diámetro de la troza y volumen de troza – tiempo de debobinado, se detallan en los cuadros y figuras siguientes:

En el **cuadro 16** y **figura 05**, en la relación volumen laminado - diámetro de la troza, tenemos la ecuación lineal que más se ajusta $Y = a + bx$, donde: $Y = -0.5153 + 1.6422x$, esto nos sirve para indicar que solo sabiendo el diámetro de troza, estimamos el volumen de laminado.

En el **cuadro 17** y **figura 06**, en la relación volumen troza – tiempo de debobinado tenemos la ecuación lineal $Y = a + bx$, que más se ajusta donde: $Y = 4.6382 + 5.3798x$, esto nos sirve para indicar que solo sabiendo el tiempo de debobinado, estimamos el volumen de troza.

CUADRO 13: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES EN ESTUDIO.

| ESPECIE | VARIABLE DEPENDIENTE | VARIABLE INDEPENDIENTE | MODELO MATEMÁTICO | r | SXY% |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------|-------------|
| LUPUNA | Volumen de lamina (m ³) | Diámetro de trozas (m) | $Y = a + bX$ | 0.927 | 0.320 |
| CAPINURI | Volumen de lamina (m ³) | Diámetro de trozas (m) | $Y = a + bX$ | 0.763 | 0.149 |
| LUPUNA | Tiempo de debobinado (min.) | Volumen de trozas (m ³) | $LogY = Loga + LogbX$ | 0.911 | 0.064 |
| CAPINURI | Tiempo de debobinado (min.) | Volumen de trozas (m ³) | $Y = a + bX$ | 0.892 | 1.06 |

FIGURA N° 03: RELACION DIAMETRO DE TROZAS & VOLUMEN DE LAMINADO, ESPECIE *Ceiba pentandra* Gart.

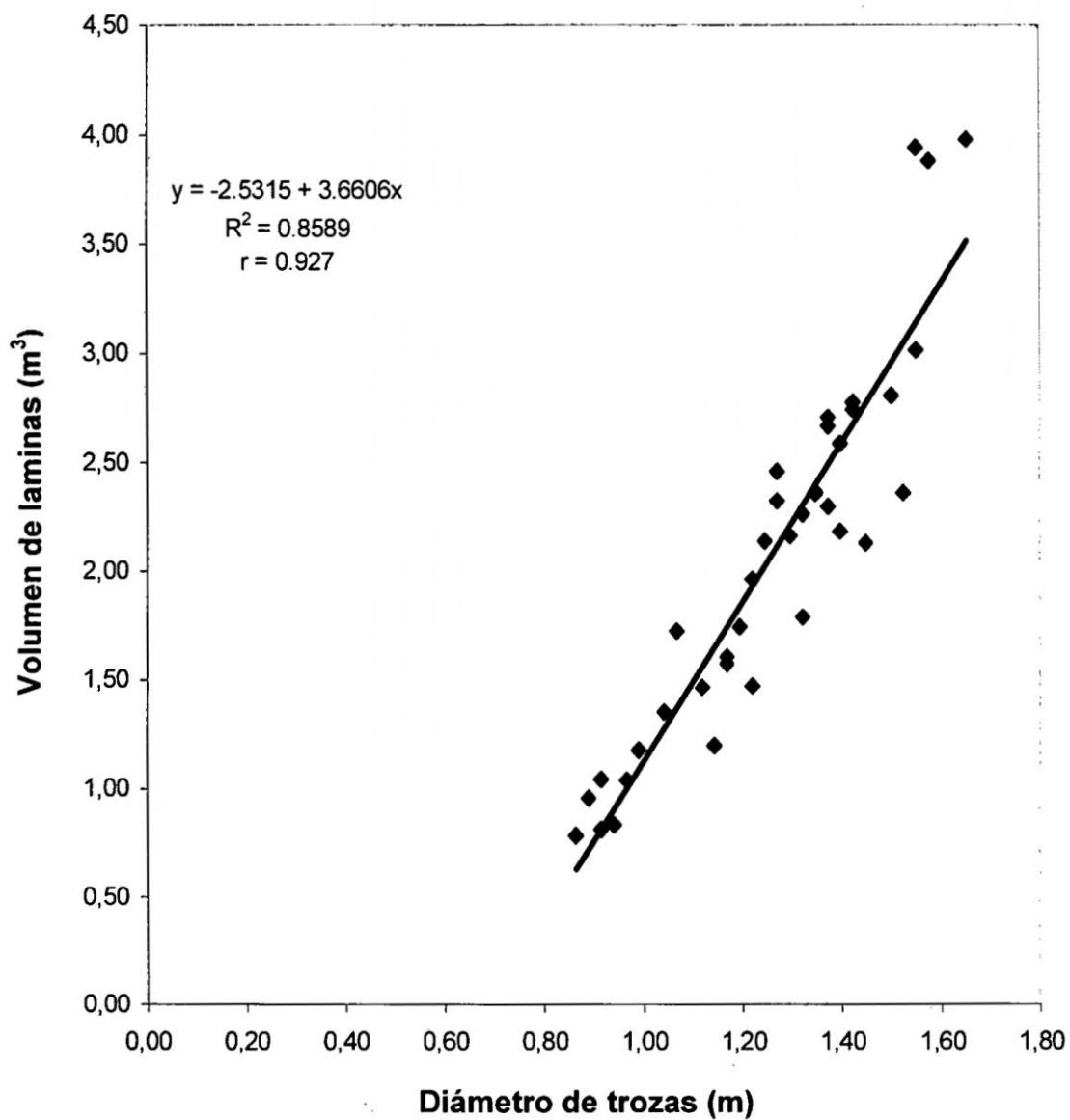


FIGURA Nº 04: RELACION VOLUMEN DE TROZA & TIEMPO DE DEBOBINADO, ESPECIE *Ceiba pentandra* Gart.

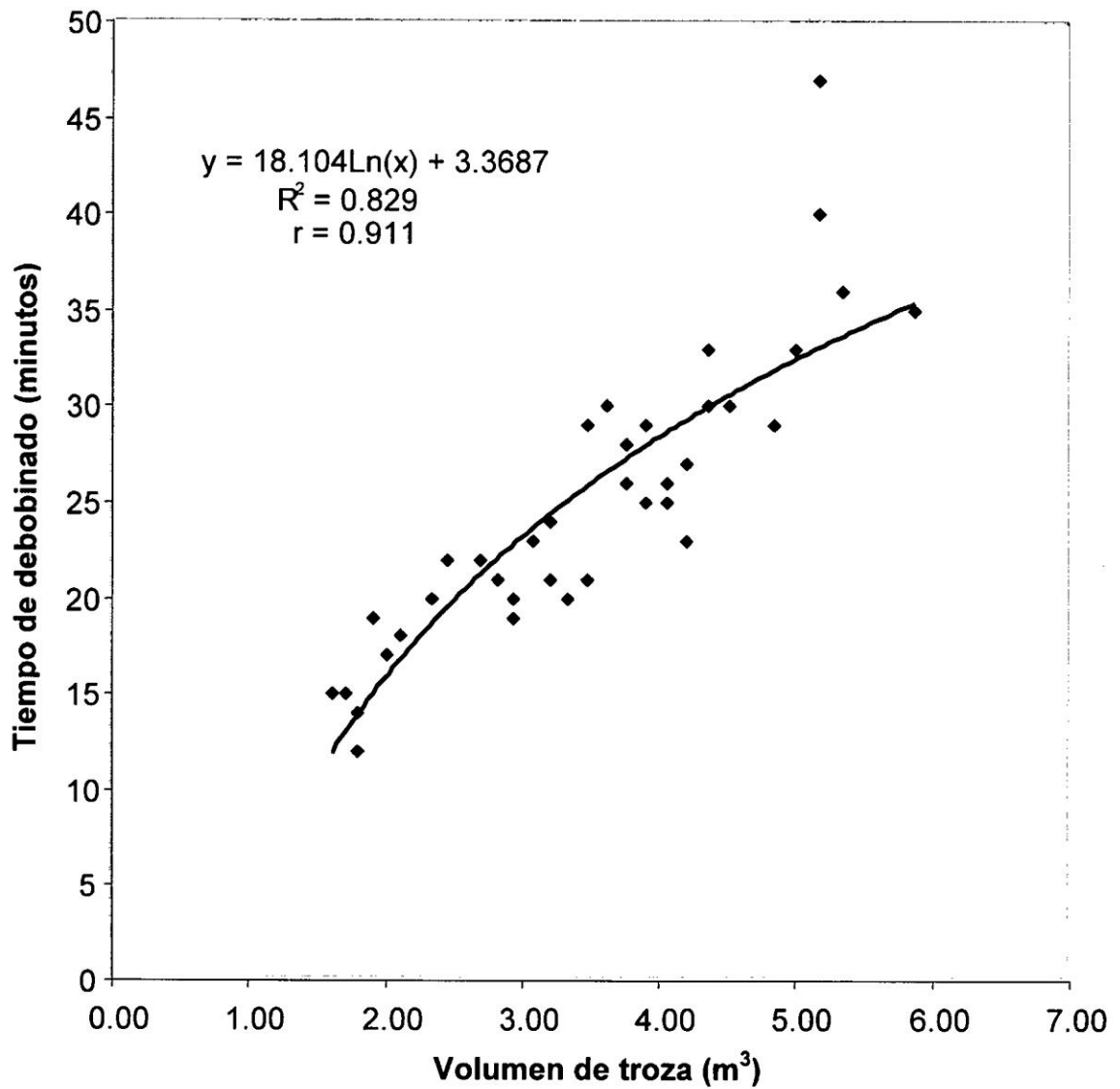


FIGURA N° 05: RELACION DIAMETRO DE TROZA & VOLUMEN LAMINADO, ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

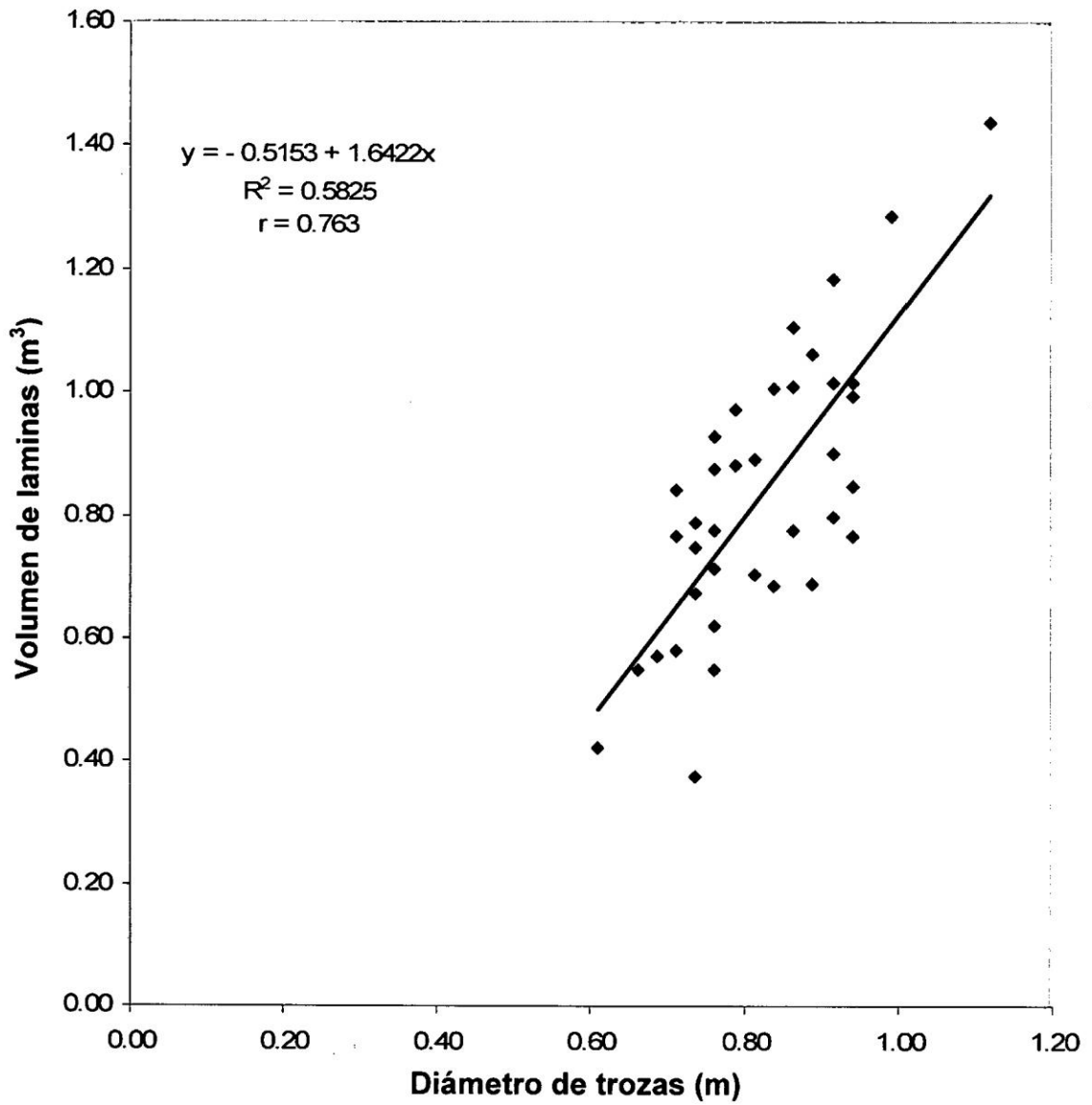
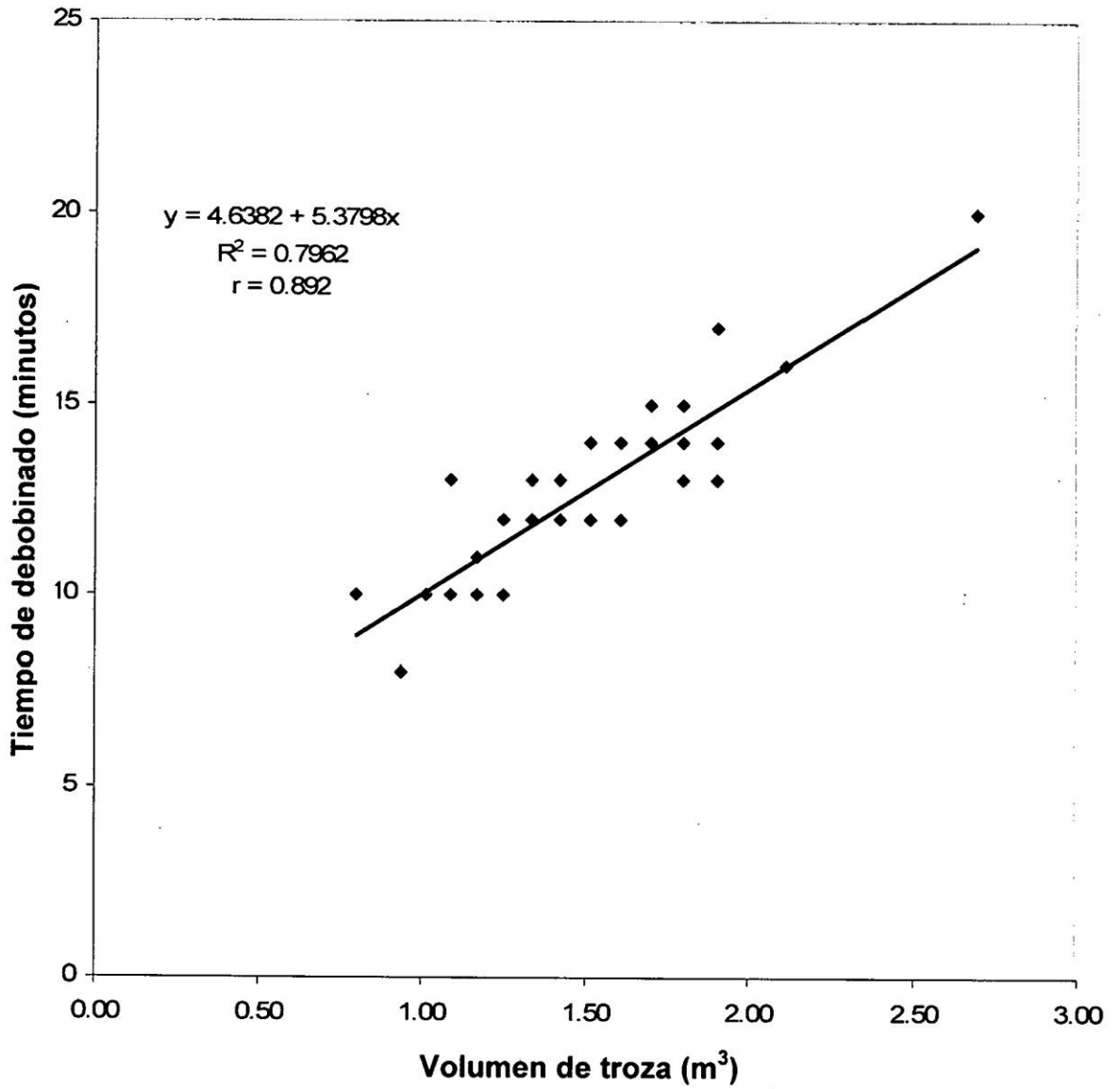


FIGURA N° 06: RELACION VOLUMEN DE LA TROZA & TIEMPO DE DEBOBINADO ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.



De igual forma en los **cuadros 18 y 19**, se pueden observar los modelos de regresión elegidos para cada una de las relaciones estudiadas; en la especie ***Ceiba pentandra* Gart, y *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**. El criterio para la elección de los modelos estudiados se basó fundamentalmente en el grado de precisión obtenido en los valores estimados y en el menor error estándar estimativo calculado. En lo que se refiere a los valores de los coeficientes de correlación calculados, nos demuestra un alto grado de asociación e interrelación entre las variables volumen de laminado – diámetro de troza y en la relación al volumen de troza- tiempo de debobinado el grado de asociación es regular, hecho que nos muestra que el volumen de laminado y el rendimiento esta influenciado por la calidad de troza y el aspecto fitosanitario que presenta estas antes de ser laminado.

CUADRO N° 18: MODELOS DE REGRESION ELEGIDOS PARA LAS RELACIONES ESTUDIADAS ESPECIE: *Ceiba pentandra* Gart.

| N° | VARIABLES ESTUDIADAS | | MODELOS | COEFICIENTE DE CORRELACION (r) | COEFICIENTE DE DETERMINACION (r ²) | ERROR ESTANDAR ESTIMATIVO (SYX %) |
|----|----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| | VARIABLE DEPENDIENTE | VRIABLE INDEPENDIENTE | | | | |
| 01 | Volumen laminado | Diámetro de troza | $Y = -2.5315 + 3.6606x$ | 0.927 | 0.859 | 0.320 |
| 02 | Tiempo de debobinado | Volumen de troza | $\text{Log } Y = 3.3687 + 18.104\text{Ln}(x)$ | 0.911 | 0.829 | 0.064 |

CUADRO Nº 19: MODELOS DE REGRESION ELEGIDOS PARA LAS RELACIONES ESTUDIADAS ESPECIE: *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| Nº | VARIABLES ESTUDIADAS | | MODELOS | COEFICIENTE DE CORRELACION (r) | COEFICIENTE DE DETERMINACION (r ²) | ERROR ESTANDAR ESTIMATIVO (SYX %) |
|----|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|
| | VARIABLE DEPENDIENTE | VRIABLE INDEPENDIENTE | | | | |
| 01 | Volumen laminado | Diámetro de troza | $Y = -0.5153 + 1.6422x$ | 0.763 | 0.583 | 0.149 |
| 02 | Tiempo de debobinado | Volumen de troza | $Y = 4.6382 + 5.3798x$ | 0.892 | 0.796 | 1.06 |

V. CONCLUSIONES

- 5.1. El rendimiento promedio de la ***Ceiba pentandra* Gart**, es de 58 % y de la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, de 57 %.
- 5.2. El tiempo promedio de debobinado por troza de la ***Ceiba pentandra* Gart**, es de 25 minutos y de la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, de 13 minutos.
- 5.3. Ambas especies, hacen un promedio de 32 m³ de madera laminada por turno, con un rendimiento promedio de 57.5%; con una producción promedio de láminas de 1.8 m³ / h, en un tiempo efectivo de trabajo promedio de 83 %, y un tiempo improductivo de 17%.
- 5.4. Entre los defectos que mayor influencia tuvieron en los rendimientos para la ***Ceiba pentandra* Gart**, son los orificios de cáncamo (68,42%), rajaduras (42,10%), ataque de hongos e insectos (31.58%) y nudos (26.31%) y en la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, fueron los orificios causados por cáncamos (59.46%), rajaduras (48.65%), contrafibra (37.84%), nudos (29.73%) y deformaciones (21.62%).
- 5.5. Los defectos cuando pertenece a la categoría "A" los rendimientos fluctúan entre 45 a 50 %, y cuando pertenecen a la categoría "B" los rendimientos están entre 50 a 56%, y para la categoría "C" los rendimientos están entre 57 a 58 % para ambas especies.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Utilizar trozas de ***Ceiba pentandra* Gart**, que tengan diámetros promedios de 1.25 m, y un buen estado fitosanitario.
- 6.2. Realizar una adecuada selección de las trozas en el momento del aprovechamiento, en boya; minimizando de esta manera los defectos existentes y el estado fitosanitario de las mismas.
- 6.3. Después del troceado de los árboles, se debe efectuar un tratamiento profiláctico en las zonas libres, especialmente en las aristas.
- 6.4. Con respecto a la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, se recomienda utilizar trozas con diámetros promedios de 0.82 m.
- 6.5. Para maximizar el tiempo efectivo, se deben tener cuchillas de repuestos y el mantenimiento continuo del torno.
- 6.6. Realizar estudios de rendimiento, con otras especies que sean alternativas para el mercado del laminado y contrachapados a nivel nacional e internacional.

- 5.6. La especie ***Ceiba pentandra* Gart**, presenta una variabilidad del rendimiento del 121% con respecto al promedio y la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, presenta una mayor variabilidad del 198%.
- 5.7. De la evaluación de los cinco modelos de regresión planteados, se tiene que las ecuaciones que mejor se ajustan para la ***Ceiba pentandra* Gart**, es:

La relación volumen laminado - diámetro de troza, tenemos la ecuación Lineal $Y = -2.5315 + 3.6606X$; y para la relación volumen de troza – tiempo de debobinado tenemos la ecuación Logarítmica es $Y = 3.3687 + 18.104Ln(x)$

Para la ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón**, los modelos de regresión para las relaciones estudiadas se detallan a continuación:

La relación volumen laminado - diámetro de la troza tenemos la ecuación Lineal $y = -0.5153 + 1.6422x$; y para la relación volumen troza – tiempo de debobinado tenemos la ecuación Lineal $y = 4.6382 + 5.3798x$

VII. BIBLIOGRAFÍA

- 7.1. **ACEVEDO M. M. (1994).**- Atlas de Maderas del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina – Perú. Universidad De Nagoya – Japón. Diciembre 1994. 14 Pág.
- 7.2. **AROSTEGUI V. A. (1982).**- Recopilación y Análisis de Estudio Tecnológico de la Madera del Peruanas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Ministerio de Agricultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Vol. II. 2-3.17 Pág.
- 7.3. **AROSTEGUI V. A. (1975).**- Estudio Tecnológico de la Madera del Perú. Centro de Investigación Agraria. Dirección General de Agricultura. Ministerio de Agricultura. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. Vol. III. 171 Pág.
- 7.4. **ASENSIO C. F. (1996).**- Biblioteca ATRIUM de la Madera “LA EBANISTERÍA”. Tomo # 03. Grupo Editorial Océano/Centrum. Colección Técnica de Bibliotecas Profesionales. Bogota – Colombia. 50 - 51Pág.
- 7.5. **ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE TABLEROS (ANAFATA) (1981).**- Producción de tableros contrachapados. Memoria del XI Seminario ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE TABLEROS DE MADERA A.C. Mexico. 120 Pág.

- 7.6. **BACKHOUSE P. E. (2002).**- Maderas: Ciencia y tecnología. Universidad del Bío – Bío. Vol. 04. Nº 2. Talcahuamo – Chile. 111 Pág.
- 7.7. **BOSQUES AMAZONICOS (1998).**- Revista Peruana para el Desarrollo de la Amazonia. Nº 9 – Abril, Iquitos – Perú. 13 Pág.
- 7.8. **BOSQUES AMAZONICOS (2001).**- Revista Peruana para el Desarrollo de la Amazonia. Nº 27- Junio, Iquitos – Perú. 15 Pág.
- 7.9. **BOSQUES AMAZONICOS (2004).**- Revista Peruana para el Desarrollo de la Amazonia. Nº 34 - Mayo – Junio, Iquitos – Perú. 3 Pág.
- 7.10. **CHAVEZ A. (1997).**- Estudio de Rendimiento. Tiempos y Movimientos en el Aserrió. Manual Practico. Proyecto BOLFOR. Documento Técnico 62/ Diciembre 97. 26 Pág.
- 7.11. **DON BOSCO (1971).**- Tecnología de la Madera. 2º edición. Biblioteca Forestal E.P.S. Barcelona – España. 530 Pág.
- 7.12. **ENCICLOPEDIA ENCARTA WEST VIRGINIA DEVELOPMENT**
© 1993-2003 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2004.
- 7.13. **ENCICLOPEDIA ENCARTA INC/SPENCER GRANT © 1994-2004** Microsoft Corporación. Reservados todos los derechos. Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2005.

- 7.14. **ENGALICHEV (1983).**- Libro de Soluciones. Tecnoforestal 79. Editorial. Feria Internacional del Pacífico. Lima – Perú. 49 Pág.
- 7.15. **JENSSEN E. (1982).**- Industria Forestal. Programa de Desarrollo Forestal Peruano – Canadiense – Perú Forestal. Lima – Perú. 156 Pág.
- 7.16. **JUNTA DE ACUERDO DE CARTAGENA (JUNAC, 1989).**- Manual de Diseño para Maderas de la Sub Región Andina. Proyecto de Desarrollo Tecnológico en Recursos Forestales. PADT/REFORT. Colombia. 352 Pág.
- 7.17. **MEDER L. (1986).**- Tabla Calculada de Pesos y cantidad de agua acumulada a diferentes contenidos de humedad para jabas de triplay de 4'x 8'x 4mm. Universidad Nacional De la Amazonía Peruana. Facultad de Ingeniería Forestal. Departamento de Industrias. Iquitos – Perú. 4 Pág.
- 7.18. **MEDER L.; PANDURO T. (1991).**- Preservación con Multisal CCB en la Madera Aserrada de Polines de Clarisia sp. (Capinurí). Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional De la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 2-6 Pág.
- 7.19. **ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES "OIMT" (1992).**- Utilización Industrial de Nuevas Especies Forestales en el Perú. Fase I; Proyecto ITTO PD 37/88 revisión 3. Ficha Técnica. Lima – Perú. 2-3 Pág.

- 7.20. **ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (1975).**- Orientaciones; antes de instalar una fabrica de paneles a base de maderas.- Tableros de Partículas. Madera Terciada. Tableros de Fibras.- Comité de la FAO sobre Paneles a Base de Madera. Cuarto periodo de sesiones. Nueva Delhi -India. 2, 9-10 Pág.
- 7.21. **PANDURO T. (1988).**- Preservación de la Madera Aserrada de Polines de *Chorisia* sp. (Lupuna) a diferentes concentraciones, mediante dos tratamientos sin presión, utilizando Multisal CCB. Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional De la Amazonía Peruana. Iquitos – Perú. 2-4 Pág.
- 7.22. **PINEDO R. M. (1986).**- “Estudio Tecnológico Comparativo de Especies para la Industria de Madera Laminada en el Perú”. Tesis para optar el titulo de Ingeniero Forestal de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú.
- 7.23. **SÁNCHEZ C. (1984).**- Estudio Comparativo de Rendimiento entre *Chorisia integrifolia* Ulbr (Lupuna) y *Clarisia bíflora* Ruiz y Pavón (Capínuri) en la Industria de Laminados – Iquitos. Tesis para optar el titulo de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ingeniería Forestal.
- 7.24. **SCREW H. (1981).**- Aspectos Fundamentales del Proceso de Aserrío para lograr mayor productividad, calidad y beneficio económico. Boletín proyecto PNUD/FAO/FER/003. Lima – Perú. 60 Pág.

- 7.25. **SOBREVILLA A. (1977).**- Apuntes de clase de Industrias Forestales. Programa de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.. Iquitos – Perú. 156 Pág.
- 7.26. **SORIA L B. (2002).**- Manual Práctico de Industrias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana de la Facultad de Ingeniería Forestal. Iquitos – Perú. 43 Pág.
- 7.27. **VALDERRAMA F. H. (1997).**- Rendimiento en madera de polines de “Lupuna” (*Ceiba* sp.), en la fabricación de tableros enlistonados- Conocimiento - Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Volumen 3. N° 1. Iquitos – Perú. 69 Pág.
- 7.28. **VÉLEZ F. J. (2003).**- Seminario: Resumen Madera Laminada
<http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/Tesis/Madera%20Laminada.pdf>
- 7.29. <http://www.pizano/tableroscontrachapados.com.co>.(2004)
- 7.30. <http://www.marxmadera.com.co>)(2004)
- 7.31. <http://www.revista-mm.com/rev27/madera.htm>) (2004)
- 7.32. <http://www.ingelam.cl/website/index.php?id=6>) (2004)
- 7.33. <http://www.san-vicente.net/laminadora01.html>)(2004)
- 7.34. <http://www.eumed.net/coursecon/5/productividad.htm>)(2004)

- 7.35. **(<http://www.vetas.com/quia/rubro.cgi?DEBOBINADORAS&b>)**
(2004)
- 7.36. **ZAVALA Z. D.; CORRAL M. A. (2001).**- Coeficiente de Aprovechamiento y Rentabilidad del Proceso de Producción de Triplay. Ciencia Forestal en México. 25 (87): 25-44 Pág.

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL

Pevas 584- Teléfono 224418 Telefax 235900

E-Mail: fifunap@hotmail.com

Iquitos - Perú



CERTIFICA

Que la Bach. **GREICY KELLY SINACAY MONTALVO**, ha presentado la muestra de madera (rodaja) denominado como nombre común "Lupuna" para su respectiva identificación, dando como resultado:

Nombre Científico : *Ceiba pentandra* Gart.

Familia : Bombacaceae

Se expide la presente a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Iquitos, 01 de Septiembre del 2004.

Ing. Heiter Valderrama Freyre MSc.
Laboratorio de Anatomía y Tecnología
de la Madera FIF- UNAP

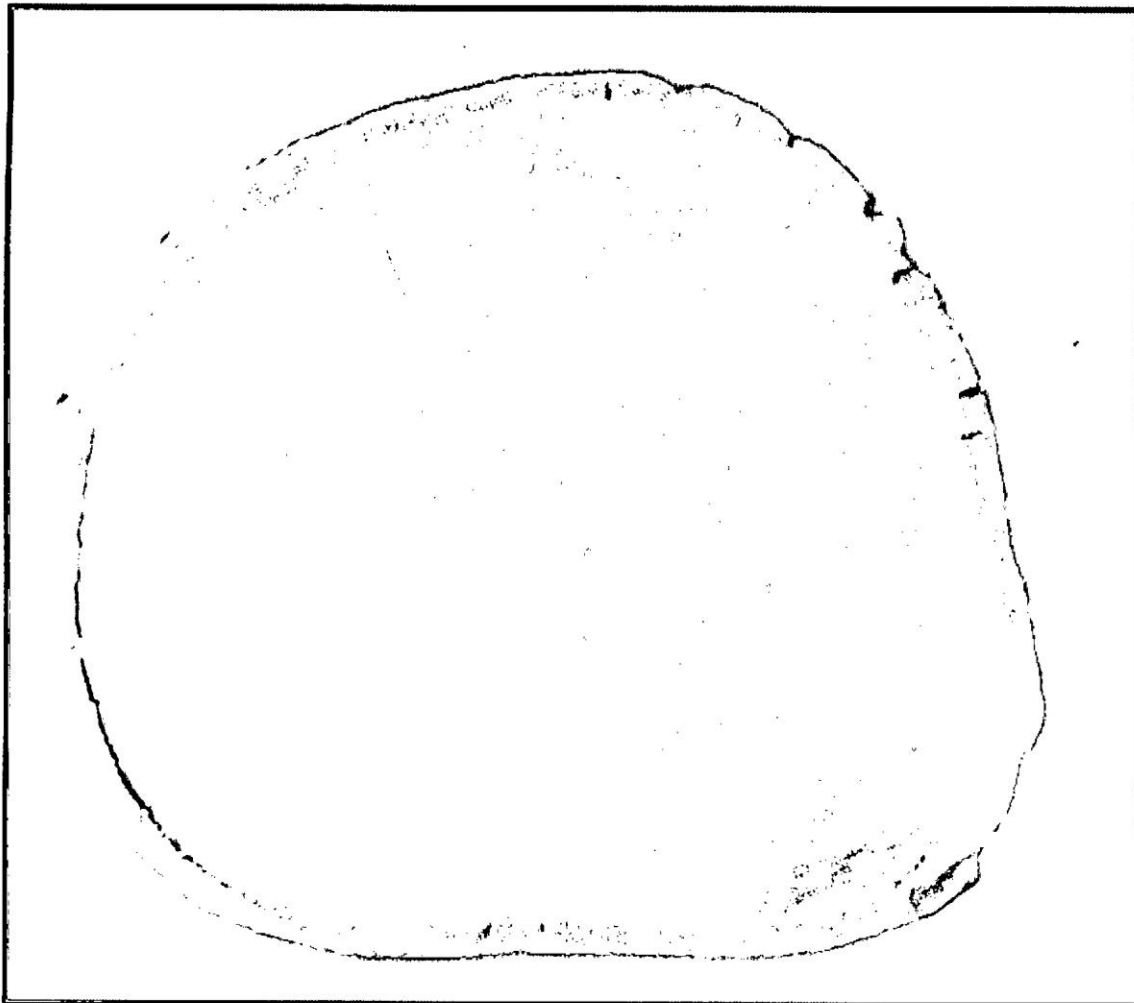


Foto N° 01: Rodaja de *Ceiba pentandra* Gart.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA



FACULTAD DE INGENIERIA FORESTAL

Pevas 584- Teléfono 224418 Telefax 235900

E-Mail: fifunap@meganet.com.pe

Iquitos - Perú



CERTIFICA

Que la Bach. **GREICY KELLY SINACAY MONTALVO**, ha presentado la muestra de madera (rodaja) denominado como nombre común "Capínuri" para su respectiva identificación, dando como resultado:

Nombre Científico : *Clarisia biflora* Ruiz & Pavón.

Familia : Moraceae

Se expide la presente a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Iquitos, 01 de Septiembre del 2004.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Heiter Valderrama Freyre", written over a horizontal dotted line.

Ing. Heiter Valderrama Freyre MSc.
Laboratorio de Anatomía y Tecnología
de la Madera FIF- UNAP

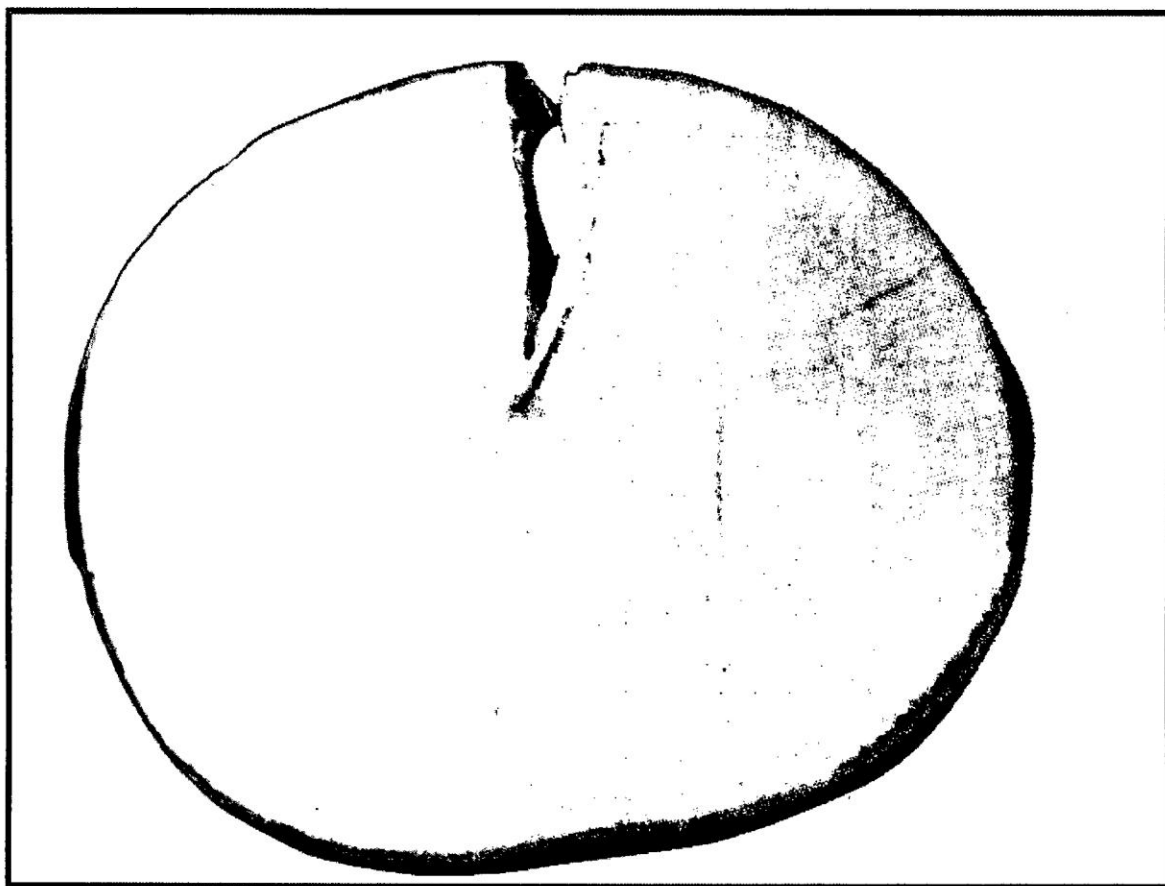


Foto N° 02: Rodaja de *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

CARACTERÍSTICAS DE LAS MAQUINARIAS EMPLEADAS

Torno

Marca Valette & Garreau (Francés), presenta 5 motores, 1 motor del carro de 4.8 Kw, con una velocidad de 1.460 r.p.m. que cumple la función del avance y retroceso del carro. Un motor de 18 Kw, con una velocidad de 1200 r.p.m. que cumple la función de presionar la troza de madera, 1 motor de 1.5 Kw, con una velocidad de 1100 r.p.m que cumple la función de levantar y bajar la barra de presión, 1 motor de 6 Kw, con una velocidad de 1420 r.p.m. que cumple la función del avance y retroceso del chuck, y finalmente un motor de 75 Kw, con una velocidad de 1465 r.p.m. es el motor principal del torno, del tipo de inducción porque trabaja con escobilla (carbones).

Además el torno presenta dos chucks, son movibles, usillos roscado y con sistema mecánico.

El largo máximo utilizado en el torno es de 2.80 m. y el diámetro es de 70 pulg. (1.78 m), la capacidad teórica es de 15,000 pies tablares.

Guillotina, cuchilla de láminas

En este caso la guillotina es un sistema neumático que funciona con un pistón de aire, presenta las siguientes características y medidas: la longitud promedio de 2.55 m, con un ancho de 0.10 m, con un alto de 0.10 m, y con un espesor de 1 cm. El ángulo de afilado de la cuchilla es de 22°. La longitud de un bisel es de 0.043 m. El ángulo de inclinación o ángulo de corte varía de 20° a 22°.

La barra de presión

Tiene una longitud igual a la de la cuchilla de caras ósea 2.80 m, su ancho es de 0.50 m, y los ángulos de los biseles son de 50° y 90°. La distancia horizontal

entre la barra de presión y el filo de cuchilla esta entre 1.5 a 4.1 mm. La distancia vertical de la barra de presión y el filo de la cuchilla esta entre 0.40 y 0.76 mm.

La cizalla

La marca de la cizalla es FEZER S.A. (Brasil), presenta una cuchilla de 2.80 m y su ancho de 0.10 m, con 1 graduador mecánico, para determinar el ancho de las láminas (cara, espalda, intermedio y centros). Presenta 2 motores, un motor reductor con una potencia de 5 Kw con una velocidad de 1740 r.p.m. que sirve para alimentar de lámina a la cizalla, y un motor simple con una potencia de 3 Kw. Con una velocidad de 1140 r.p.m., que permite el funcionamiento de las fajas y la velocidad de las mismas.

El embobinador

Mediana máquina, que trabaja al pie del torno, permitiendo el embobinado de las sábanas de láminas que va sacando el torno. Es de marca FEZER, modelo ELT-27, con una medida útil de 2700 mm, y con un motor de 5 HP que permite el rotamiento de la bobina y a la vez gradua la velocidad.

Almacén de bobinas

Máquina de marca FEZER S.A., permite el almacenamiento de bobinas llenas y vacías, que salen de la cizalla de láminas y la del torno (llenos).

La fabrica "TRIMASA", cuenta con 10 bobinas, las cuales trabajan en forma rotativa.

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LÁMINAS

Se ha considerado cada una de las fases de recorrido, que realiza la materia prima, desde la boya hasta el apilado de caras, espaldas, intermedios y centros húmedos a la salida de la cizalla:

Boya

Donde se almacenan las trozas, el cual esta ubicada en la parte posterior de la planta, con una poza de agua, con salida al río Nanay. Se considera a la especie de Lupuna fácil de ser atacados por hongos e insectos si permanece por mucho tiempo fuera del agua, razón por lo cual se agiliza su laminado. Dos personas trabajan en la boya como enganchadores de trozas en el agua, dos personas trabajan en el patio de descortezado en coordinación con el personal de boya. En este caso de las especies Lupuna y Capinuri las medidas requeridas son: de 11 a 14 pies de largo, de tal manera que se pueda realizar el despuntado, eliminando algunos defectos y la pérdida del agua almacenada en las puntas.

Tractor

Que permite, el traslado de las trozas desde la boya hasta el patio de despuntado, donde se efectúa el descortezado manual utilizando combas y barretas, previamente se realiza el despuntado.

Motosierra eléctrica

Máquina manual que se utiliza para efectuar el despuntado dejándolo a la troza en una longitud de 2.55 m, medida para entrar al torno. El personal que labora es un operador para la motosierra y un ayudante.

Tecle eléctrico

Que permite levantar o bajar las trozas hacia el torno, para efectuar el respectivo laminado, enganchándolos en los chucks. Es de marca "FEZER", modelo MTE-141-5TN, para cinco toneladas, altura de elevación 5 m, motorizada completa, donde labora un operario.

Torno

Máquina de industria Francés, marca VALETTE & GARREAU, es la fase donde se efectúan el laminado, el torno presenta 05 motores eléctricos, con 02 chucks ambos son movibles sistema mecánico, usillo roscado, permitiendo presionar las trozas para efectuar el respectivo laminado.

Para el trabajo se cuenta con dos tipos de chucks, que se diferencian por el diámetro, así tenemos de 10 y 14 pulgadas, utilizándoles según el diámetro de la troza, especie, dureza y condición de la troza. Tanto para las especies Lupuna y Capinuri, los chucks que con más frecuencia se utilizó fue el de 10 y 14 pulgadas.

El torno presenta tres puntillas de acero, dos en los costados para láminas de 2.55 m de longitud, y uno en el centro en caso que se trabaje para sacar centro de 1.27 m de longitud.

Todas las puntillas son movibles. Las puntillas de los costados sirven para igualar las puntas, logrando simetría en las láminas. El despunte que realizan las puntillas varían de 1.5 pulg a menos.

El torno presenta tres velocidades:

Velocidad de retracción

Donde permite al torno obtener su grado de trabajo o preparación de motores (calentamiento). Para el trabajo de 24 horas, 08 por cada turno, con 5 minutos de intermedio.

Velocidad de avance

Velocidad media, que permite desalojar todo desperdicio, o eliminar algún defecto, como nudos suaves, ramas. etc. También se conoce como velocidad de redondeo, obteniendo la limpieza de la troza y eliminación de asperezas, se trabaja bajando la puntilla del centro, para lograr la recuperación de almas, este trabajo se efectúa para lograr la uniformidad de la troza momento en el cual se levanta la puntilla del centro para obtener caras en forma de sábanas largas, realizando el embobinado. El torno trabaja apoyado por carritos transportadores, que traslada los desperdicios y centros del torno hacia las cizallas chicas para su respectiva recuperación; también es apoyado con la máquina de bobinas, en la cual se efectúa el embobinado de las láminas

(sábanas), para luego pasar hacia el almacén de bobinas y luego a la guillotina (caras).

Velocidad de recuperación

Se utiliza esto cuando la troza no permite el embobinado, las láminas se rompen, esto sucede frecuentemente cuando el laminado se acerca al duramen de la troza, donde las células en su mayoría son muertas.

Es el momento cuando se trabaja con la puntilla del centro bajado, para lograr la recuperación de almas.

El torno presenta dos elementos importantes: La cuchilla y la barra de presión, ambos tienen 2.80 m. de longitud, al igual a las trozas a laminar.

El uso promedio de las cuchillas en el laminado de trozas es de 08 horas / turno, el cual es cambiado faltando 10 minutos para finalizar el turno

Embobinador eléctrico

Máquina que trabaja apoyado con un motor de 5 HP. Permite y facilita el aprovechamiento de las láminas, es donde se enrollan en forma de sábanas largas, el personal que trabaja en esta máquina son tres; el operador y dos ayudantes. En esta etapa el tornero y los que trabajan en la bobina lo hacen a base de tareas de 15,000 pies tablares.

Almacén de bobinas

Lugar donde se almacenan las bobinas vacías y llenas, son en número de 10. Trabaja apoyado con un motor 5 HP. Es de marca FEZER SA.

Cizallas de láminas

Máquina colocado al finalizar el almacén de bobinas, de industria BRASILEIRA, trabaja apoyado con 2 motores, un motor reductor con una potencia de 5 Kw, que sirve para alimentar de lámina a la cizalla, y un motor simple con una potencia de 3 Kw, que permite el funcionamiento de las fajas y la velocidad de las mismas, y un pistón neumático el cual permite bajar y subir a la cuchilla de corte. Las dimensiones de las láminas cuyas medidas obtenidas a la salida de la guillotina (cizalla de láminas) son de 2.55 m de largo x 1.40 m de ancho y 1.5 mm de espesor. La velocidad de las fajas oscila de 0 a 120 m / min.

En la cizalla de láminas trabajan 5 hombres, un operador y cuatro ayudantes, los cuales se encargan de apilar las láminas húmedas a una altura de 0.80 m a 1.00 m (500 unidades).

Cizallas de centros o almas

Pequeñas máquinas de marca PRENTICE S.A., con un motor reductor de 7.5 HP, con una velocidad de 1730 r.p.m. y cumple la función de avance y retroceso de láminas, ubicados al costado de la cizalla FEZER, sirve para la recuperación de centros de 1.27 m x 3.2 mm x 1.70 m.

CUADRO N° 01: DATOS DEL MUESTREO PILOTO UTILIZADO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA DE LA ESPECIE, *Ceiba pentandra* Gart.

| TROZA N° | DIAMETRO (pulgadas) | DIAMETRO (metros) |
|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1 | 59 | 1.50 |
| 2 | 39 | 0.99 |
| 3 | 47 | 1.19 |
| 4 | 51 | 1.30 |
| 5 | 44 | 1.12 |
| 6 | 29 | 0.74 |
| 7 | 45 | 1.14 |
| 8 | 61 | 1.55 |
| 9 | 48 | 1.22 |
| 10 | 56 | 1.42 |
| 11 | 37 | 0.94 |
| 12 | 55 | 1.40 |
| 13 | 52 | 1.32 |
| 14 | 61 | 1.55 |
| 15 | 46 | 1.17 |
| 16 | 49 | 1.24 |
| 17 | 60 | 1.52 |
| 18 | 57 | 1.45 |
| 19 | 54 | 1.37 |
| 20 | 43 | 1.09 |
| N | 200 | 200 |
| $\sum xi$ | 993 | 25.2222 |
| $\sum xi^2$ | 50725 | 32.718 |
| x | 49.65 | 1.26111 |
| S | 8.652806 | 0.219781273 |
| CV | 17.42760524 | 17.42760528 |
| t α | 1.96 | 1.96 |
| E | 5% | 5% |
| n | 38 | 38 |

CUADRO N° 02: DATOS DEL MUESTREO PILOTO UTILIZADO PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE LA MUESTRA DE LA ESPECIE, *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| TROZA N° | DIAMETRO (pulgadas) | DIAMETRO (metros) |
|------------------------------|------------------------|----------------------|
| 1 | 36 | 0.9144 |
| 2 | 30 | 0.762 |
| 3 | 35 | 0.889 |
| 4 | 29 | 0.7366 |
| 5 | 34 | 0.8636 |
| 6 | 31 | 0.7874 |
| 7 | 28 | 0.7112 |
| 8 | 44 | 1.1176 |
| 9 | 37 | 0.9398 |
| 10 | 25 | 0.635 |
| 11 | 23 | 0.5842 |
| 12 | 33 | 0.8382 |
| 13 | 39 | 0.9906 |
| 14 | 24 | 0.6096 |
| 15 | 27 | 0.6858 |
| 16 | 32 | 0.8128 |
| 17 | 26 | 0.6604 |
| 18 | 30 | 0.762 |
| 19 | 28 | 0.7112 |
| 20 | 35 | 0.889 |
| N | 200 | 200 |
| Σxi | 626 | 15.9004 |
| Σxi^2 | 20.146 | 12.99739336 |
| x | 31.3 | 0.79502 |
| S | 5.391025681 | 0.136932052 |
| CV | 17.22372422 | 17.22372418 |
| t α | 1.96 | 1.96 |
| E | 5% | 5% |
| n | 37 | 37 |

Tamaño de la Muestra

Los resultados se muestran en los **cuadros 01 y 02**, del anexo. Posteriormente mediante el calculo de la variabilidad de los diámetros, con una probabilidad de aceptación de 95 % y un error de muestreo de 5%, se determinó, que para la especie ***Ceiba pentandra* Gart** (lupuna), era conveniente considerar una muestra de 38 trozas y para la especie ***Clarisia biflora* Ruiz y Pavón** (capínuri), de 37 trozas.

CUADRO N° 14: RESUMEN DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS DE LOS MODELOS ESTUDIADOS, CORRESPONDIENTE A LA RELACION:

VOLUMEN LAMINADO & DIAMETRO DE TROZA

ESPECIE: *Ceiba pentandra* Gart.

| Valor Encontrados | $Y = a + bX$ | $LogY = Loga + LogbX$ | $\frac{1}{Y} = a + bX$ | $Y = a + b\frac{1}{X}$ | $\frac{1}{Y} = a + b\frac{1}{X}$ |
|----------------------|--------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|
| N | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| a | -2.531 | 0.05934 | 2.086 | 6.114 | -0.844 |
| b | 3.661 | 2.355 | -1.197 | -4.931 | 1.738 |
| r | 0.927 | 0.953 | 0.918 | 0.890 | 0.951 |
| r² | 0.859 | 0.908 | 0.843 | 0.793 | 0.904 |
| SXY% | 0.320 | 0.059 | 0.111 | 0.387 | 0.087 |

CUADRO Nº 15: RESUMEN DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS DE LOS MODELOS ESTUDIADOS, CORRESPONDIENTE A LA RELACION:

VOLUMEN DE LA TROZA & TIEMPO DE DEBOBINADO

ESPECIE: *Ceiba pentandra* Gart.

| Valor Encontrados | $Y = a + bX$ | $LogY = Loga + LogbX$ | $\frac{1}{Y} = a + bX$ | $Y = a + b\frac{1}{X}$ | $\frac{1}{Y} = a + b\frac{1}{X}$ |
|----------------------|--------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|
| N | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| a | 4.621 | -0.985 | 0.08526 | 0.08593 | -0.04578 |
| b | 5.828 | 1.090 | -0.001668 | 0.136 | 8.463 |
| r | 0.892 | 0.911 | 0.924 | 0.892 | 0.910 |
| r² | 0.795 | 0.829 | 0.854 | 0.795 | 0.828 |
| SXY% | 3.390 | 0.064 | 0.005 | ----- | 0.052 |

CUADRO N° 16: RESUMEN DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS DE LOS MODELOS ESTUDIADOS, CORRESPONDIENTE A LA RELACION:

VOLUMEN LAMINADO & DIAMETRO DE TROZA

ESPECIE: *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| Valor Encontrados | $Y = a + bX$ | $LogY = Loga + LogbX$ | $\frac{1}{Y} = a + bX$ | $Y = a + b\frac{1}{X}$ | $\frac{1}{Y} = a + b\frac{1}{X}$ |
|----------------------|--------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|
| N | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| a | -0.515 | 0.05205 | 3.448 | 2.174 | -0.963 |
| b | 1.642 | 1.660 | -2.617 | -1.083 | 1.829 |
| r | 0.763 | 0.740 | 0.677 | 0.750 | 0.705 |
| r² | 0.583 | 0.548 | 0.459 | 0.562 | 0.497 |
| SXY% | 0.149 | 0.084 | 0.304 | 0.152 | 0.293 |

CUADRO N° 17: RESUMEN DE LOS PARAMETROS ESTADISTICOS DE LOS MODELOS ESTUDIADOS, CORRESPONDIENTE A LA RELACION:

VOLUMEN DE LA TROZA & TIEMPO DE DEBOBINADO

ESPECIE: *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| Valor Encontrados | $Y = a + bX$ | $LogY = Loga + LogbX$ | $\frac{1}{Y} = a + bX$ | $Y = a + b\frac{1}{X}$ | $\frac{1}{Y} = a + b\frac{1}{X}$ |
|----------------------|--------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|
| N | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| a | 4.638 | -1.196 | 1.551 | 3.277 | -0.144 |
| b | 5.380 | 1.236 | -0.06590 | -21.961 | 10.552 |
| r | 0.892 | 0.874 | -0.830 | -0.845 | 0.848 |
| r² | 0.796 | 0.765 | 0.690 | 0.714 | 0.720 |
| SXY% | 1.060 | 0.054 | 0.104 | ----- | 0.099 |

Tabla de Evaluación de Defectos.

Nudos:

| | | | |
|---------|---|-------------------------------|---|
| Grande | : | Diámetro de 30 cm. a más..... | A |
| Mediano | : | Diámetro de 5 a 29 cm..... | B |
| Pequeño | : | Diámetro menor de 5 cm..... | C |

Rajaduras:

| | | | |
|---------|---|------------------------------------|---|
| Grande | : | Todo el largo de la troza..... | A |
| Mediano | : | Menos de la mitad del corazón..... | B |
| Pequeño | : | En los extremos..... | C |

Pudricción:

| | |
|-------------------|---|
| Profunda..... | A |
| Parcialmente..... | B |
| Leve..... | C |

Orificio causado por cáncamo:

| | |
|------------------|---|
| Profunda..... | A |
| Mediano..... | B |
| Superficial..... | C |

Sumagadas:

Total..... A
 Parcialmente..... B
 Leve..... C

Picadura (hongos):

Total..... A
 Parcial..... B
 Leve..... C

Contra fibra:

Total..... A
 Parcial..... B
 Duramen..... C

Resecamiento:

Total..... A
 Parcial..... B
 Resecamiento duramen..... C

Deformes:

Muy deforme..... A
 Semí deforme..... B
 Normal..... C

**CATEGORIA Y PORCENTAJE DE EVALUACION DE DEFECTOS DE LA
ESPECIE *Ceiba pentandra* Gart.**

Nudos

Grande..... (A) = 3%
Mediano..... (B) = 5 %
Pequeño..... (C) = 18%

Pudricción Duramen

Grande..... (A) = 3%
Mediano..... (B) = 8%
Pequeño..... (C)=11%

Deformaciones

Muy Deforme..... (A) = 0%
Semí Deforme..... (B) = 2%
Normal..... (C) = 8%

Rajaduras

Grande..... (A) = 3%
Mediano..... B) = 16%
Pequeño..... (C) = 24%

Orificio Cáncamo

Profunda..... (A) = 0%
Mediano..... (B) = 24%
Superficial..... (C) = 45%

**Picaduras
(Hongos e Insectos)**

Total..... (A) = 0%
Parcial..... (B) = 5%
Leve.....(C) =26%

**CATEGORIA Y PORCENTAJE DE EVALUACION DE DEFECTOS DE LA
ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.**

Nudos

Grande..... (A) = 3%
Mediano..... (B) = 8%
Pequeño..... (C) = 19%

Pudriciones

Profunda.....(A) = 0%
Parcial..... (B)= 11%
Leve.....(C)= 8%

Deformaciones

Muy Deforme..... (A) = 0%
Semí Deforme..... (B) = 3%
Normal..... (C) = 19%

Rajaduras

Grande.....(A) = 0%
Mediano.....(B) = 5%
Pequeño.....(C) = 43%

Orificio Cáncamo

Profunda..... (A) = 0%
Mediano..... (B) = 8%
Superficial..... (C) = 51%

**Picaduras
(hongos e insectos)**

Total..... (A) = 0%
Parcial..... (B) = 3%
Leve.....(C) = 8%

Resecamiento

Total..... (A) = 0%
Parcial..... (B) = 0%
Resc. Duramen..... (C) = 16%

Contrafibra

Total.....(A) = 0%
Parcial.....(B)= 5%
Duramen.....(C) = 32%

CUADRO N° 20: TIEMPO IMPRODUCTIVO DEL TORNO VALLETTE & GARREAU ESPECIE, *Ceiba pentandra* Gart.

| TURNO | MOTIVO | | | | | | | TOTAL MINUTOS |
|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | CAMBIO DE CUCHILLA | CAMBIO DELCHUCK | FALLA ELECTRICA | ASENTAR CUCHILLA | FALLA MECANICA | MANTENIMIENTO | VARIOS | |
| 1 | 18' | 7' | ... | 60' | ... | ... | 5' | 90' |
| 2 | 15' | 5' | ... | 40' | ... | ... | ... | 60' |
| 3 | 20' | 4' | ... | 50' | ... | ... | 5' | 79' |
| 4 | 25' | 19' | ... | 55' | 5' | ... | ... | 104' |
| 5 | ... | 15' | ... | 40' | ... | ... | ... | 55' |
| 6 | 20' | ... | ... | 45' | 10' | ... | ... | 75' |
| 7 | ... | 12' | 13' | 45' | ... | ... | ... | 70' |
| 8 | ... | 6' | ... | 45' | ... | ... | 10' | 61' |
| 9 | ... | 5' | ... | 40' | 10' | ... | 5' | 60' |
| 10 | 20' | 5' | ... | 25' | ... | 30' | ... | 80' |
| 11 | ... | 7' | ... | 30' | ... | 200' | 3' | 240' |
| 12 | 20' | 19' | ... | 30' | ... | ... | ... | 69' |
| Σ | 138' | 104' | 13' | 505' | 25' | 230' | 28' | 1043' |
| X / DIA | 11' 30" | 8' 40" | 1' 5" | 42' 5" | 2' 5" | 19' 10" | 2' 20" | |

En el cuadro 20, la paralización total en un tiempo de debobinado de 08 horas por turno, evaluado para la especie Lupuna, es de 1043 minutos; que equivale a 17 horas con 23 minutos de tiempo improductivo, dando un promedio por turno de 01 hora con 26 minutos; siendo el mayor tiempo improductivo 505 minutos que se debe al asentado de cuchilla.

CUADRO N° 21: TIEMPO IMPRODUCTIVO DEL TORNO VALLETTE & GARREAU; ESPECIE *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| TURNO | MOTIVO | | | | | | | TOTAL MINUTOS |
|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | CAMBIO DE CUCHILLA | CAMBIO DELCHUCK | FALLA ELECTRICA | ASENTAR CUCHILLA | FALLA MECANICA | MANTENIMIENTO | VARIOS | |
| 1 | 15' | 7' | ... | 45' | 15' | ... | ... | 82' |
| 2 | 20' | 5' | ... | 45' | ... | ... | 6' | 76' |
| 3 | 25' | 5' | ... | 30' | ... | ... | ... | 60' |
| 4 | 15' | 5' | ... | 60' | ... | ... | ... | 80' |
| 5 | 25' | 19' | ... | 40' | 20' | ... | ... | 104' |
| 6 | 20' | 10' | ... | 15' | 90' | ... | ... | 135' |
| 7 | 20' | 8' | ... | 30' | 30' | ... | ... | 88' |
| 8 | 20' | ... | ... | 35' | 9' | ... | 10' | 74' |
| 9 | 15' | 5' | ... | 30' | ... | ... | 5' | 55' |
| 10 | 19' | 10' | ... | 30' | ... | ... | ... | 59' |
| 11 | 20' | 15' | ... | 30' | ... | ... | ... | 65' |
| 12 | 22' | 10' | ... | 30' | ... | ... | ... | 62' |
| Σ | 236' | 99' | - | 420' | 164' | - | 21' | 940' |
| X / DIA | 19' 40" | 8' 15" | - | 35' 0" | 13' 40" | - | 1' 45" | |

En el cuadro 21, la paralización total en un tiempo de debobinado de 08 horas por turno, evaluado para la especie Capinuri, es de 940 minutos; que equivale a 15 horas con 40 minutos de tiempo improductivo, dando un promedio por turno de 01 hora con 18 minutos; siendo el mayor tiempo improductivo 420 minutos que se debe al asentado de cuchilla.

CUADRO N° 22: Tipos y Volúmenes de Láminas de 1.5 mm de espesor de la especie *Ceiba pentandra* Gart.

| N° Trozas | Tipo de Láminas (1.5 mm) | | | Total de Láminas (unidad) | Total de Láminas (m ³) | | | Volumen Laminado Final (m ³) |
|-----------|--------------------------|---------|--------|---------------------------|------------------------------------|---------|--------|--|
| | Cara | Espalda | Centro | | Cara | Espalda | Centro | |
| 1 | 318 | 200 | 0 | 518 | 1.70 | 1.07 | 0 | 2.77 |
| 2 | 725 | 0 | 0 | 725 | 3.88 | 0 | 0 | 3.88 |
| 3 | 56 | 96 | 0 | 152 | 0.30 | 0.51 | 0 | 0.81 |
| 4 | 200 | 223 | 0 | 423 | 1.10 | 1.19 | 0 | 2.27 |
| 5 | 0 | 184 | 220 | 404 | 0 | 0.99 | 1.18 | 2.16 |
| 6 | 0 | 459 | 0 | 459 | 0 | 2.46 | 0 | 2.46 |
| 7 | 0 | 440 | 0 | 440 | 0 | 2.36 | 0 | 2.36 |
| 8 | 357 | 206 | 0 | 563 | 1.91 | 1.10 | 0 | 3.01 |
| 9 | 325 | 40 | 33 | 398 | 1.74 | 0.21 | 0.18 | 2.13 |
| 10 | 429 | 0 | 0 | 429 | 2.30 | 0 | 0 | 2.30 |
| 11 | 98 | 0 | 49 | 147 | 0.52 | 0 | 0.26 | 0.79 |
| 12 | 25 | 171 | 203 | 399 | 0.13 | 0.92 | 1.09 | 2.14 |
| 13 | 108 | 48 | 0 | 156 | 0.58 | 0.26 | 0 | 0.84 |
| 14 | 512 | 0 | 0 | 512 | 2.74 | 0 | 0 | 2.74 |
| 15 | 505 | 238 | 0 | 743 | 2.70 | 1.27 | 0 | 3.98 |
| 16 | 0 | 275 | 0 | 275 | 0 | 1.47 | 0 | 1.47 |
| 17 | 334 | 0 | 0 | 334 | 1.79 | 0 | 0 | 1.79 |
| 18 | 0 | 498 | 0 | 498 | 0 | 2.67 | 0 | 2.67 |
| 19 | 130 | 192 | 0 | 322 | 0.70 | 1.03 | 0 | 1.72 |
| 20 | 398 | 338 | 0 | 736 | 2.13 | 1.81 | 0 | 3.94 |
| 21 | 230 | 204 | 0 | 434 | 1.23 | 1.09 | 0 | 2.32 |
| 22 | 253 | 0 | 0 | 253 | 1.35 | 0 | 0 | 1.35 |
| 23 | 272 | 95 | 0 | 367 | 1.46 | 0.51 | 0 | 1.97 |
| 24 | 77 | 365 | 0 | 442 | 0.41 | 1.95 | 0 | 2.37 |
| 25 | 0 | 310 | 131 | 441 | 0 | 1.66 | 0.70 | 2.36 |
| 26 | 430 | 0 | 53 | 483 | 2.30 | 0 | 0.28 | 2.59 |
| 27 | 0 | 194 | 0 | 194 | 0 | 1.04 | 0 | 1.04 |
| 28 | 0 | 220 | 0 | 220 | 0 | 1.18 | 0 | 1.18 |
| 29 | 130 | 94 | 0 | 224 | 0.70 | 0.50 | 0 | 1.20 |
| 30 | 294 | 0 | 0 | 294 | 1.57 | 0 | 0 | 1.57 |
| 31 | 0 | 152 | 122 | 274 | 0 | 0.81 | 0.65 | 1.47 |
| 32 | 285 | 220 | 0 | 505 | 1.53 | 1.18 | 0 | 2.70 |
| 33 | 152 | 100 | 48 | 300 | 0.81 | 0.54 | 0.26 | 1.61 |
| 34 | 223 | 185 | 0 | 408 | 1.19 | 0.99 | 0 | 2.18 |
| 35 | 0 | 206 | 120 | 326 | 0 | 1.10 | 0.64 | 1.75 |
| 36 | 105 | 90 | 0 | 195 | 0.56 | 0.48 | 0 | 1.04 |
| 37 | 129 | 50 | 0 | 179 | 0.69 | 0.27 | 0 | 0.96 |
| 38 | 524 | 0 | 0 | 524 | 2.81 | 0 | 0 | 2.81 |

CUADRO N° 23: Tipos y Volúmenes de Láminas de 1.5; 2.0; 2.5 y 3.2 mm de espesor de la especie *Clarisia biflora* Ruiz y Pavón.

| N° Troza | Espesor de Láminas (mm) | | | | Tipo de Láminas | | Total de Láminas (unidad) | Total de Láminas (m ³) | | Volumen Laminado Final (m ³) |
|----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----------------|--------|---------------------------|------------------------------------|--------|--|
| | 1.5 | 2 | 2.5 | 3.2 | Intermedio | Centro | | Intermedio | Centro | |
| 1 | 0 | 0 | 20 | 88 | 108 | 0 | 108 | 1.18 | 0 | 1.18 |
| 2 | 0 | 0 | 49 | 39 | 88 | 0 | 88 | 0.88 | 0 | 0.88 |
| 3 | 0 | 0 | 161 | 0 | 161 | 0 | 161 | 1.44 | 0 | 1.44 |
| 4 | 0 | 130 | 0 | 0 | 130 | 0 | 130 | 0.93 | 0 | 0.93 |
| 5 | 0 | 118 | 0 | 0 | 118 | 0 | 118 | 0.84 | 0 | 0.84 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 60 | 60 | 0 | 60 | 0.69 | 0 | 0.69 |
| 7 | 0 | 0 | 84 | 0 | 84 | 0 | 84 | 0.75 | 0 | 0.75 |
| 8 | 0 | 0 | 86 | 0 | 86 | 0 | 86 | 0.77 | 0 | 0.77 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 70 | 70 | 0 | 70 | 0.80 | 0 | 0.80 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 68 | 68 | 0 | 68 | 0.78 | 0 | 0.78 |
| 11 | 0 | 0 | 109 | 0 | 109 | 0 | 109 | 0.97 | 0 | 0.97 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 89 | 89 | 0 | 89 | 1.02 | 0 | 1.02 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 48 | 48 | 0 | 48 | 0.55 | 0 | 0.55 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 37 | 37 | 0 | 37 | 0.42 | 0 | 0.42 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 68 | 68 | 0 | 68 | 0.78 | 0 | 0.78 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 69 | 69 | 0 | 69 | 0.79 | 0 | 0.79 |
| 17 | 0 | 0 | 113 | 0 | 113 | 0 | 113 | 1.01 | 0 | 1.01 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 59 | 59 | 0 | 59 | 0.67 | 0 | 0.67 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 78 | 78 | 0 | 78 | 0.89 | 0 | 0.89 |
| 20 | 0 | 87 | 0 | 0 | 87 | 0 | 87 | 0.62 | 0 | 0.62 |
| 21 | 0 | 77 | 0 | 0 | 77 | 0 | 77 | 0.55 | 0 | 0.55 |
| 22 | 168 | 0 | 0 | 0 | 0 | 168 | 168 | 0 | 0.90 | 0.90 |
| 23 | 0 | 0 | 79 | 0 | 79 | 0 | 79 | 0.71 | 0 | 0.71 |
| 24 | 129 | 0 | 0 | 0 | 0 | 129 | 129 | 0 | 0.69 | 0.69 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 33 | 33 | 0 | 33 | 0.38 | 0 | 0.38 |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 50 | 50 | 0 | 50 | 0.57 | 0 | 0.57 |
| 27 | 0 | 0 | 98 | 0 | 98 | 0 | 98 | 0.87 | 0 | 0.87 |
| 28 | 0 | 0 | 86 | 0 | 86 | 0 | 86 | 0.77 | 0 | 0.77 |
| 29 | 0 | 0 | 144 | 0 | 144 | 0 | 144 | 1.29 | 0 | 1.29 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 89 | 89 | 0 | 89 | 1.02 | 0 | 1.02 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 88 | 88 | 0 | 88 | 1.01 | 0 | 1.01 |
| 32 | 0 | 0 | 65 | 0 | 65 | 0 | 65 | 0.58 | 0 | 0.58 |
| 33 | 0 | 0 | 0 | 87 | 87 | 0 | 87 | 1.00 | 0 | 0.99 |
| 34 | 0 | 0 | 80 | 0 | 80 | 0 | 80 | 0.71 | 0 | 0.71 |
| 35 | 0 | 0 | 95 | 0 | 95 | 0 | 95 | 0.85 | 0 | 0.85 |
| 36 | 0 | 0 | 124 | 0 | 124 | 0 | 124 | 1.11 | 0 | 1.11 |
| 37 | 0 | 0 | 119 | 0 | 119 | 0 | 119 | 1.06 | 0 | 1.06 |

FOTOS



Foto N° 03: Recepción de las trozas en varádero de Iquitos. A orillas del río Amazonas.



Foto N° 04: Madera rolliza ingresando a la fábrica.



Foto N° 05: Operario aplicando el despuntado de la troza de *Ceiba pentandra* Gart.



Foto N° 06: Descortezado de la troza en el torno.



Foto N° 07: Boleado total de la troza en el torno.



Foto N° 08: Debobinado de la troza en el torno.



Foto N° 09: Debobinado de la troza en el torno y Rebobinado de láminas.



Foto N° 10: Rebobinado de láminas.



Foto N° 11: Apilado de polines después del debobinado de láminas.



Foto N° 12: Carretes conteniendo sabanas de láminas para ser cortadas en la cizalla.

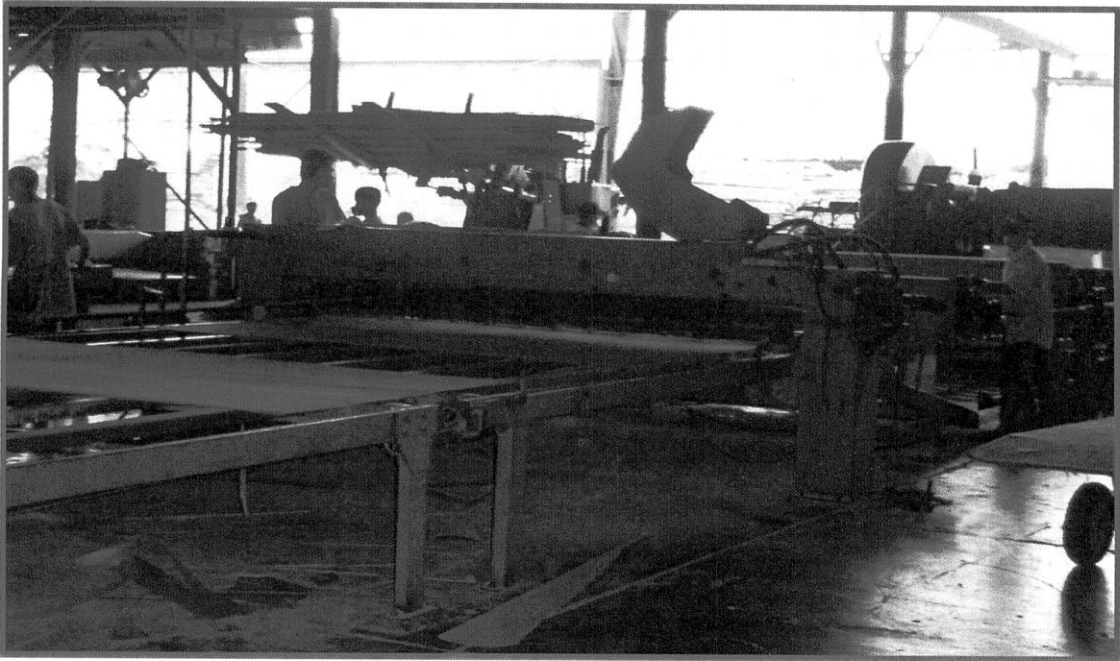


Foto N° 13: Fajas transportadoras de láminas humedas para ser cortadas en la cizalla.



Foto N° 14: Obtención de láminas húmedas en la cizalla.



Foto N° 15: Apilado de láminas en parihuelas.

| | Nº Placa | Especie | Diametro (plg) | Volumen (P:t) | Espesor Laminado(mm) | Diametro polin (plg) | Volumen polin (P:t) | Hr. INICIO - Hr. FIN | OBSERVACIONES |
|----|----------|---------|----------------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | |

TOTAL (Pts.):

PARALIZACIONES:

- 1.- CAMBIO DE CUCHILLA: HORAS MINUTOS
- 2.- ASENTADO DE CUCHILLA: HORAS MINUTOS
- 3.- FALLAS MECANICAS: HORAS MINUTOS
- 4.- FALLAS ELECTRICAS: HORAS MINUTOS
- 5.- MENTENIMIENTO : HORAS MINUTOS
- 6.- OTROS MOTIVOS: HORAS MINUTOS

TOTAL PARALIZACIONES: HORAS MINUTOS