

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL Y MADERERA



TESIS DE GRADO

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MADERA ASERRADA DE LAS
ESPECIES ALMENDRILLO (*Dipteryx odorata (Aublet) Willd.*), MANI
(*Sterculia striata St. Hil. & Naud.*) EN EL MUNICIPIO DE IXIAMAS DEL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ

BEIMAR ORLANDO GONZALES

La Paz – Bolivia

2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL Y MADERERA

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MADERA ASERRADA DE LAS
ESPECIES ALMENDRILLO (*Dipteryx odorata (Aublet) Willd.*), MANI
(*Sterculia striata St. Hil. & Naud.*) EN EL MUNICIPIO DE IXIAMAS DEL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Tesis de grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniero Forestal y Maderera:*

BEIMAR ORLANDO GONZALES

Asesores:

Ing. Edgar Salazar Arnez

Ing. M. Sc. Marcelo Tarqui Delgado

Tribunal Examinador:

Ing. Carlos Eduardo Choque Tarqui

Ing. Lorenzo Quelali Mamani

Ing. Félix Fernando Manzaneda Delgado

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2019

A Dios por guiarme e iluminarme,
en especial a mis padres, abuelos
y a todas las personas que
confiaron en mí, apoyaron mi
trabajo, y me dieron los ánimos de
continuar en mi formación
académica.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas e institución que me brindaron su apoyo en la elaboración y culminación del presente trabajo.

A mis docentes por la guía y enseñanza y consejos que me brindaron.

A la empresa INAFOR SAN ANTONIO SRL. Por permitir realizar el estudio en sus instalaciones, por el material y el desprendimiento de las personas que trabajan en la mencionada empresa.

Al ing. Edgar Salazar Arnez, por su asesoramiento y colaboración incondicional en el proceso de obtención de datos y elaboración del documento de tesis.

A la ing. Rossemary Salas por su constante apoyo y consejos.

Al Ing. Jorge Luis Medina Gutiérrez, por su colaboración en el análisis de los resultados del estudio de rendimiento de madera aserrada.

A mis revisores los ingenieros Fernando Manzaneda, Lorenzo Quelali y el Ingeniero carlos Choque por los aportes y correcciones correspondientes.

INDICE

1.- INTRODUCCION	1
1.1.- <i>Justificación.</i>	2
1.2.- <i>Antecedentes.</i>	3
1.3.- <i>Identificación Del Problema.</i>	4
2.- OBJETIVOS.....	5
2.1.- <i>Objetivo General</i>	5
2.2.- <i>Objetivos Específicos</i>	5
3. HIPOTESIS	5
4.- MARCO TEORICO	6
4.1. <i>Las regiones forestales productoras del país.</i>	7
4.2. <i>La cadena de custodia del producto forestal.</i>	9
4.2.1. Censo	9
4.2.2. Tumbado o tala	9
4.2.3. Arrastre	9
4.2.4. Saneamiento	9
4.2.5. Transporte.	9
4.3.- <i>Los aserraderos.</i>	9
4.4.- <i>¿Qué es un estudio de rendimiento en el aserrío de trozas?</i>	10
4.5.- <i>El rendimiento en la transformación de la madera</i>	10
4.6.- <i>Transformación de la madera.</i>	10
4.7.- <i>Factores Que Inciden Sobre El Rendimiento Volumétrico de Madera Aserrada.</i>	11
4.7.1.- Diámetro de las trozas	11
4.7.2.- Longitud, conicidad y diagrama de troceado	11
4.7.3.- Calidad de las trozas	11
4.8.- <i>DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS ESPECIES BAJO ESTUDIO.</i>	12
4.8.1.- Almendrillo	12
4.8.2.- Características dendrológicas	12
4.8.3.- Plántulas	12
4.8.4.- Distribución	12
4.8.5.- Ecología	13
4.8.6. Trabajabilidad	13
4.8.7.- Preservación y Durabilidad Natural	13
4.8.8.- Usos y Aplicaciones:	13

4.9.- <i>Maní</i>	14
4.9.1.- Características dendrológicas	14
4.9.2.- Plántulas	14
4.9.3.- Distribución	14
4.9.4.- Ecología	14
4.10.- <i>Clima</i>	15
4.11.- <i>Suelos</i>	15
5.- MATERIALES Y METODOS	16
5.1 <i>Descripción y ubicación geográfica del área de estudio</i>	16
5.2.- <i>Maquinaria y herramientas</i>	17
5.3.- <i>Características del aserradero</i>	17
5.3.1.- <i>Cierra de cinta vertical</i>	17
5.3.2.- <i>Carro porta troncas</i>	18
5.3.3.- <i>Volcador de troncas</i>	19
5.3.4.- <i>Guinche para jalar troncas</i>	19
5.3.5.- <i>Sierra despuntadora.</i>	20
5.3.6.- <i>Sala de afilación.</i>	21
5.3.7.- <i>Personal del aserradero.</i>	22
5.4.- <i>Materiales</i>	23
5.5.- <i>Materiales de campo</i>	23
5.6.- <i>Materiales de gabinete</i>	23
5.7.- <i>Metodología</i>	23
5.7.1.- <i>Selección del aserradero.</i>	24
5.7.2.- <i>Recopilación de información.</i>	24
5.7.3.- <i>Selección de trozas.</i>	24
5.7.4.- <i>Marcado de trozas.</i>	24
5.7.5.- <i>Separación de las trozas seleccionadas.</i>	24
5.7.6.- <i>Medición de las trozas.</i>	24
5.7.7.- <i>Calidad de las trozas.</i>	25
5.7.8.- <i>Clasificación</i>	25
6.- FLUJO DE PRODUCCIÓN	25
1.1. 6.1.- <i>Diagrama de corte de madera.</i>	25
6.2.- <i>Aserraje</i>	27
6.3.- <i>Desorillado</i>	27
6.4.- <i>Despuntado</i>	27

6.5.- <i>Levantamiento de datos</i>	27
6.5.1.- <i>Clasificación y marcado de paquetes</i>	27
7.- CALCULO DE LOS PARÁMETROS	29
7.1.- <i>Cubicación de trozas.</i>	29
7.2.- <i>Cubicación de la madera serrada (tablas).</i>	29
7.3.- <i>Determinación del rendimiento.</i>	29
7.4.- <i>Volumen de los desperdicios.</i>	30
8.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	30
8.1.- <i>Regresión Lineal</i>	30
8.2.- <i>Coefficiente de Determinación R^2.</i>	30
8.3.- <i>Coefficiente de Correlación.- R</i>	31
8.4.- <i>Prueba de existencia de correlación.-</i>	31
9.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
9.1. <i>Diámetro.</i>	32
9.2. <i>Conicidad</i>	32
9.3. <i>Presencia de grietas y rajaduras</i>	32
9.4. <i>Curvaturas.</i>	32
10.- Rendimientos de aserríos y coeficientes de conversión.....	32
11.- Rendimientos y coeficientes de transformación.....	34
12.- INTERVALO DE PRODUCCIÓN.....	35
13. Análisis de la calidad de corte para exportación.....	36
14.- costos de producción.....	37
15.- ANALISIS ESTADISTICO	38
15.1.- <i>Resultados del Análisis de Regresión lineal ($Y=a+b x$)</i>	38
15.2.- <i>Prueba de existencia o no correlación</i>	40
16.- CONCLUSIONES	42
17.- RECOMENDACIONES.....	44
18.- BIBLIOGRAFÍA.....	46

NDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características técnicas de la sierra de cinta	17
Tabla 2 Características técnicas del carro porta troncas	18
Tabla 3 Características técnicas del volcador de troncas	19
Tabla 4 Características técnicas del guinche de troncas	20
Tabla 5 Características técnicas de la sierra despuntadora.....	20
Tabla 6 Lista del personal del aserradero	22
Tabla 7 Medición de las trozas de la especie Maní.....	33
Tabla 8 Medición de las trozas de la especie almendrillo.....	33
Tabla 9 Resultados del rendimiento de aserrío expresado en % para la especie maní	33
Tabla 10 Calculo del % de producción de la especie Almendrillo	34
Tabla 11 Coeficiente de transformación de la especie Maní	35
Tabla 12 Coeficiente de transformación de la especie Almendrillo.....	35
Tabla 13 Intervalos de Producción de la especie Maní	36
Tabla 14 Intervalos de Producción de la especie Almendrillo	36
Tabla 15 Costos de aserrío del Almendrillo	37
Tabla 16 Regresión lineal para la especie Maní	38
Tabla 17 Regresión lineal para la especie Almendrillo	39
Tabla 18 Prueba de “t” para determinar los grados de correlación de las diferentes pruebas de aserrío de la especie Maní.....	40
Tabla 19 Prueba de “t” para determinar los grados de correlación de las diferentes pruebas de aserrío de la especie Almendrillo	41

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1	39
Ecuación Lineal para la especie Maní	39
Gráfico N° 2	40
Ecuación Lineal para la especie Almendrillo	40

INDICE DE MAPAS

Mapa 1: Mapa de las regiones productoras forestales de Bolivia	8
Mapa 2	16
Ubicación Geográfica del área de estudio	16

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Cortes Iniciales.....	26
Ilustración 2	26
Primer Volteo y Desdoblado	26

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Medición de ingreso de consumo de troncas de la especie Mani con corteza As. INAFOR San Antonio S.R.L.	48
ANEXO 2	Medición de ingreso de consumo de troncas de la especie Almendrillo con corteza As. INAFOR San Antonio S.R.L.	49
ANEXO 3	Producción de madera en tabla especie Maní	50
ANEXO 4	Producción de madera en tabla especie Almendrillo	51
ANEXO 5	Calculo de los coeficientes de determinación y correlación para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla para la	52
	Especie: (Mani)	52
ANEXO 6	Calculo de los coeficientes de determinación y correlación para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla para la	53
	Especie: (Almendrillo)	53
ANEXO 7	Determinación de la ecuación lineal para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida	54
	Especie: (Mani)	54
ANEXO 8	Determinación de la ecuación lineal para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida	56
	Especie: (Almendrillo)	56
ANEXO 9	Prueba “t” para la especie Mani	58
ANEXO 10	Prueba “t” para la especie Almendrillo	59
ANEXO 11	Tabla “t” de student	60
ANEXO 12	Determinación de los intervalos de predicción para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida. Especie: (mani)	61
ANEXO 13	Determinación de los intervalos de predicción para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida. Especie: (Almendrillo)	62
ANEXO 14	Cadena de custodia	63
ANEXO 15	FLUJO DE PRODUCCION	65
ANEXO 16	Maquinarias y Herramientas	70

RESUMEN

El municipio de Ixiamas tiene una cobertura en su mayoría de bosques primarios que abarcan casi el 76% de su superficie. Las sabanas naturales ocupan una quinta parte del mismo. También es importante destacar que el uso actual de la tierra para actividades agrícolas y pecuarias no alcanza al 1% del territorio del municipio

Actualmente la industria forestal se encuentra atravesando diversas etapas de crisis por el movimiento económico que estas generan y la caída en los precios de la madera en el mercado nacional. Cabe mencionar que la materia prima proviene en su mayoría de concesiones forestales otorgadas por el estado, de comunidades, ASL's (Asociaciones sociales del lugar) y en menor cantidad de propiedades privadas.

El tipo de industria forestal es primario, es decir que solo sufre un proceso de transformación en lo que respecta a la materia prima que son las trozas, fustes o troncos de los árboles, principalmente en tablas, tablones y vigas, para su posterior procesamiento en otros departamentos o el exterior del país.

La situación problemática actual, es que por disposición de la ABT (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras), el % rendimiento estipulado de 1m³ de madera en rola es equivalente a 169.6 pies tablares, según la directriz esto si en el futuro no se realiza un estudio que demuestre lo contrario, el Aserradero INAFOR SRL. Saldrá afectado a la hora de realizar sus ventas locales, nacionales e internacionales de madera aserrada, ya que el saldo se agotaría considerablemente y así mismo se tendría problemas con el mismo ABT a la hora de las fiscalizaciones anuales.

El presente estudio, se desarrolló en el aserradero INAFOR SAN ANTONIO SRL, legalmente inscrita en la ABT, con número de registro RUEF-1047, ubicado en el municipio de Ixiamas, Provincia Abel Iturralde del Departamento de La Paz, a 9 km carretera San Pedro.

Geográficamente se encuentra en los paralelos 16°16'30" latitud sur y 15°14'50" longitud oeste, con una altitud media de 250 m.s.n.m. y con una precipitación media anual de 69.9 – 89.5 mm. El presente estudio se basó en las normativas técnicas

emitidas por la (ABT) bajo la directriz ABT N 004/2012 metodología para la elaboración de estudios de rendimientos para la transformación primaria de productos maderables.

Se ha podido determinar que para la conversión de tronca a tabla simplemente aserrada está influenciada por varios factores, el tipo de medición en la tronca, los espesores a producir, el control de calidad de saneo de la tabla (despunte, desorillado y recuperado), el tipo de corte (dependiendo del número de volteos se busca calidad de tabla o rendimiento), el objetivo del producto (para exportación de madera simplemente aserrada o consumo interno de la industria propia para exportar productos terminados), la calidad de la materia prima o tronca (diámetros, estado sanitario, trabajabilidad).

En la especie Mani (*Sterculia striata* St. Hil. & Naud.), el factor de rendimiento industrial de conversión de madera simplemente aserrada es de 43,43 % (92,5% larga, 4,7% corta, y 2,8% recorta) equivalente a 183,75 pt.

En la especie Almendrillo (*Dipteryx odorata* (Aublet) Willd.), el factor de rendimiento Industrial de conversión de madera simplemente aserrada es de 52,78% (83,3% larga, 11,1% corta y 5,6% recorta), equivalente a 223,79 pt.

SUMMARY

The municipality of Ixiamas has a coverage mostly of primary forests that cover almost 76% of its surface. Natural sheets occupy a fifth of it. It is also important to note that the current use of land for agricultural and livestock activities does not reach 1% of the territory of the municipality

Currently the forestry industry is going through various stages of crisis due to the economic movement they generate and the fall in wood prices in the national market. It is worth mentioning that the raw material comes mostly from forest concessions granted by the state, from communities, ASLs (local social associations) and in a smaller amount of private properties.

The type of forest industry is primary, that is, it only undergoes a process of transformation with respect to the raw material that is the logs, shafts or trunks of the trees, mainly on boards, planks and beams, for further processing in other departments or abroad.

The current problematic situation is that by provision of the ABT (Supervision and Social Control Authority of Forests and Lands), the stipulated% yield of 1m³ of wood in rola is equivalent to 169.6 board feet, according to the directive this if in the future There is no study to prove otherwise, the Sawmill INAFOR SRL. It will be affected at the time of making its local, national and international sales of sawn wood, since the balance would be considerably depleted and likewise there would be problems with the same ABT at the time of annual inspections.

The present study was carried out at the INAFOR SAN ANTONIO SRL sawmill, legally registered in the ABT, with registration number RUEF-1047, located in the municipality of Ixiamas, Abel Iturralde Province of the Department of La Paz, 9 km from San Pedro road .

Geographically it is located in parallel 16 ° 16'30 "south latitude and 15 ° 14'50" west longitude, with an average altitude of 250 m.a.s.l. and with an average annual rainfall of 69.9 - 89.5 mm. The present study was based on the technical regulations issued by

the (ABT) under the directive ABT N 004/2012 methodology for the elaboration of yield studies for the primary transformation of timber products.

It has been determined that for the conversion of simply sawn trunk to table it is influenced by several factors, the type of measurement on the trunk, the thicknesses to be produced, the quality control of the table's sanitization (blunt, shredded and recovered), the type of cut (depending on the number of turns we look for table quality or performance), the objective of the product (for export of simply sawn wood or internal consumption of the own industry to export finished products), the quality of the raw material or trunk (diameters, sanitary state, workability).

In the Mani species (*Sterculia striata* St. Hil. & Naud.), The industrial sawing factor of simply sawn timber is 43.43% (92.5% long, 4.7% short, and 2.8 % trim) equivalent to 183.75 pt.

In the species Almendrillo (*Dipteryx odorata* (Aublet) Willd.), The Industrial yield factor of simply sawn wood conversion is 52.78% (83.3% long, 11.1% short and 5.6% trim) , equivalent to 223.79 pt.

1.- INTRODUCCION.

La Amazonía es una vasta región de la parte central y septentrional de América del Sur que comprende la selva tropical de la Cuenca del Amazonas. Esta selva amazónica es el bosque tropical más extenso del mundo, se considera que su extensión llega a los 6 millones de kilómetros cuadrados repartidos entre 9 países. (wikipedia, Amazonia, Selva Tropical de la Cuenca del Amazonas, 2018)

El 20% de las especies mundiales de plantas se hallan en el bosque amazónico, del cual el territorio boliviano representa el 0.2% de la superficie mundial. Sus bosques alcanzan alrededor del 3.5% de los bosques del mundo y sin embargo, en el país se encuentra entre el 45 y 55% de toda la biodiversidad biológica mundial. (wikipedia, Biodiversidad de Bolivia, 2018)

Bolivia tiene una superficie de 109,58 millones de hectáreas. El 48% de ésta superficie es cubierto de bosque, es decir 53,1 millones de ha., distribuido principalmente en las tierras bajas de Bolivia. De los 53.1 millones de ha de bosque natural solamente el 78%, es decir 41,2 millones de ha están destinadas a aprovechamiento forestal sostenible. Los restantes 22% ha están destinados al aprovechamiento forestal y permanecen en su forma natural. De los 41,2 millones de ha. Solo 28,2 millones son áreas de producción forestal sin restricciones, 2,4 millones de ha. Son áreas de producción forestal con restricción y 10,6 millones de ha son áreas forestales bajo protección provisional (chavez, 2005)

El municipio de Ixiamas tiene una cobertura pre-dominantemente de bosques primarios que abarcan casi el 76% de su superficie. Las sabanas naturales ocupan una quinta parte del mismo. También es importante destacar que el uso actual de la tierra para actividades agrícolas y pecuarias no alcanza al 1% del territorio del municipio (GAMIX, 2009)

El bosque del municipio de Ixiamas actualmente se encuentra intervenido por la extracción de materia prima como la madera, que es la principal fuente de ingreso económico de la mayoría de los habitantes, quienes se benefician del rubro directa e indirectamente, con el establecimiento y funcionamiento de las empresas madereras quienes se encargan de la transformación de la madera en rola (troza de troca) a madera aserrada.

1.1.- Justificación.

Actualmente la industria forestal se encuentra atravesando diversas etapas de crisis por el movimiento económico que estas generan y la caída en los precios de la madera en el mercado nacional. Cabe mencionar que la materia prima proviene en su mayoría de concesiones forestales otorgadas por el estado, de comunidades, ASL's (Asociaciones sociales del lugar) y en menor cantidad de propiedades privadas.

El tipo de industria forestal es primario, es decir que solo sufre un proceso de transformación en lo que respecta a la materia prima que son las trozas, fustes o troncos de los árboles, principalmente en tablas, tablones y vigas, para su posterior procesamiento en otros departamentos o el exterior del país.

El Municipio de Ixiamas es la población que históricamente ha venido practicando y dedicando a las actividades agrícolas, ganadera y la mayor parte es el aprovechamiento maderable, para esta actividad han utilizado áreas boscosas como las ASLs, TCOs y las propiedades privadas.

Actualmente en el Municipio de Ixiamas existe un problema la falta de conocimiento en el aprovechamiento por los propietarios de propiedades privadas y comunidades campesinas de la región.

Es conveniente realizar una comparación de los volúmenes de las especies aprovechables en base a los datos del censo forestal, tumbado y las trozas saneadas. Y así también se podrá realizar una buena comercialización de la madera en rola, es necesario primeramente determinar cuál es el volumen real de las diferentes especies comerciales tanto en el pie del árbol, apeado y así también puesto en rodeo.

A través de este estudio comparativo de los volúmenes en el bosque natural, se podrá determinar la veracidad de la información del instrumento en cuanto al volumen aprobado y aprovechado, el cual el dueño de la propiedad, podrá determinar los beneficios económicos de su venta de madera de acuerdo a la ficha técnica del censo realizado.

En la actualidad con el tema del cuidado del medio ambiente y la madre tierra, instituciones nacionales e internacionales hacen notar su preocupación por los crecientes problemas derivados de la mala utilización de los recursos naturales y la poca información

que existe de la zona o del municipio. Los recursos que principalmente son afectados son la flora por el aprovechamiento forestal y el agua esto en relación a las diferentes intensidades de uso y de acuerdo a los manejos forestales existentes.

Una de las modalidades de control fue la reducción del rendimiento de aserrío del 55% que es el porcentaje con la que se inició todas las actividades forestales, cumpliendo lo establecido tanto en las normas técnicas, directrices, etc., promulgadas por la ex Superintendencia Forestal en su momento y la actual ABT, (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra) quienes establecieron un 40% de rendimiento para todas las especies en general, hasta no contar con un “**estudio de rendimiento por especie**”, la misma debe ser elaborada independientemente por cada aserradero y en base a esos resultados obtenidos, la ABT procede a autorizar el transporte o la comercialización directa del producto maderable, obtenido a partir de la materia prima en tronca debidamente autorizado para su transformación.

Sin este estudio la diferencia del volumen obtenido, está sujeto a convertirse en ilegal, por solo el hecho de no contar con respaldo que justifique su origen siendo este obtenido a partir de la misma materia prima (tronca), debidamente autorizado por la ABT para su aprovechamiento.

A consecuencia de ello, el aserradero INAFOR SRL. ha decidido realizar ese estudio para poder dar cumplimiento a una exigencia que tiene todo el respaldo legal y de esta manera frenar un poco la informalidad.

“Siendo estadísticamente sustentado el tomar muestras para poder relacionar y ajustar a una curva a través de los valores utilizados a partir de una ecuación matemática que refleje el comportamiento de una especie determinada, durante todo el proceso de transformación, ingreso de la materia prima a la rampla de aserrío (en nuestro caso troza m³r) hasta la obtención de la cantidad de (n) tablas en diferentes medidas cuya unidad es el pie tablar.

1.2.- Antecedentes.

Para que la industria del aserrío sea competitiva se requiere del análisis continuo de sus procesos, las diferencias en los espesores de la madera aserrada son las que influyen significativamente tanto en el rendimiento como en la calidad dimensional. Grandes

diferencias en el grosor de las tablas provocan una menor rentabilidad volumétrica por que las variaciones elevadas requieren mayores refuerzos en las piezas aserradas.

Esta situación es más crítica en el espesor de la madera y constituye una de las razones que dificultan la comercialización y, en consecuencia, la competitividad de la industria. Lo ideal para un aserradero es generar productos con lados paralelos en espesor y ancho, sin embargo, durante el proceso de aserrío ocurren anomalías que causan desviaciones conocidas como defectos de forma, que a menudo son exhibidos en el espesor de la madera y con frecuencia no son tomados en cuenta en la clasificación.

1.3.- Identificación Del Problema.

La situación problemática actual, es que por disposición de la ABT, el % rendimiento estipulado de 1m³ de madera en rola es equivalente a 169.6 pies tablares, esto si en el futuro no se realiza un estudio que demuestre lo contrario, el Aserradero INAFOR SAN ANTONIO SRL saldrá afectado a la hora de realizar sus ventas locales, nacionales e internacionales de madera aserrada, ya que el saldo se agotaría considerablemente y así mismo se tendría problemas con la misma ABT a la hora de las fiscalizaciones anuales.

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo General

- ✓ Evaluar el rendimiento de madera durante el proceso de aserrío de las especies Almendrillo (*Dipteryx odorata (Aublet) Willd.*) y Maní (*Sterculia striata St. Hil. & Naud.*) en el Municipio de Ixiamas del Departamento de La Paz.

2.2.- Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la influencia y efecto del diámetro, largo y deformaciones de las trozas sobre el rendimiento de la madera aserrada en las dos especies.
- ✓ Determinar los intervalos de producción y rendimiento industrial a través de coeficientes estadísticos.
- ✓ Realizar el análisis de calidad de corta enmarcado en los estándares de exportación del mercado interno.
- ✓ Determinar los costos de aserrío.

3. HIPOTESIS

- El porcentaje de rendimiento de las especies Maní y Almendrillo superan lo estipulado en la normativa forestal.
- El porcentaje de rendimiento de las especies Maní y Almendrillo no superan lo estipulado en la normativa forestal.

4.- MARCO TEORICO

Con la Ley Forestal 1700, aprobada el 12 de julio de 1996, Bolivia dio un salto hacia el manejo forestal luego de su promulgación y su posterior implementación a partir de 1997 con el funcionamiento de la entonces Superintendencia Forestal. Antes de la promulgación de esta ley, el aprovechamiento forestal era de exclusividad de las empresas madereras, llegando este sector a detentar 22 millones de hectáreas bajo contratos de aprovechamiento forestal. Luego de promulgada la Ley 1700, se dieron cambios importantes y definitivos en el sector, entre ellos la democratización del acceso a los bosques por los distintos usuarios, dando como resultado los siguientes derechos forestales:

- Concesiones forestales a empresas madereras
- Concesiones forestales a Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL)
- Concesiones forestales para investigación
- Autorizaciones de aprovechamiento de bosques en Tierras Comunitarias de Origen (TCO) o colectivas
- Autorizaciones de aprovechamiento de bosques en tierras de propiedad privada
- Contratos de aprovechamiento forestal en tierras fiscales

Este nuevo régimen forestal tuvo a su favor la promulgación inmediata de su Reglamentación el siguiente año y un conjunto de Normas Técnicas para el manejo forestal que facilitaron la adopción de planes de manejo forestal, incluyendo las siguientes:

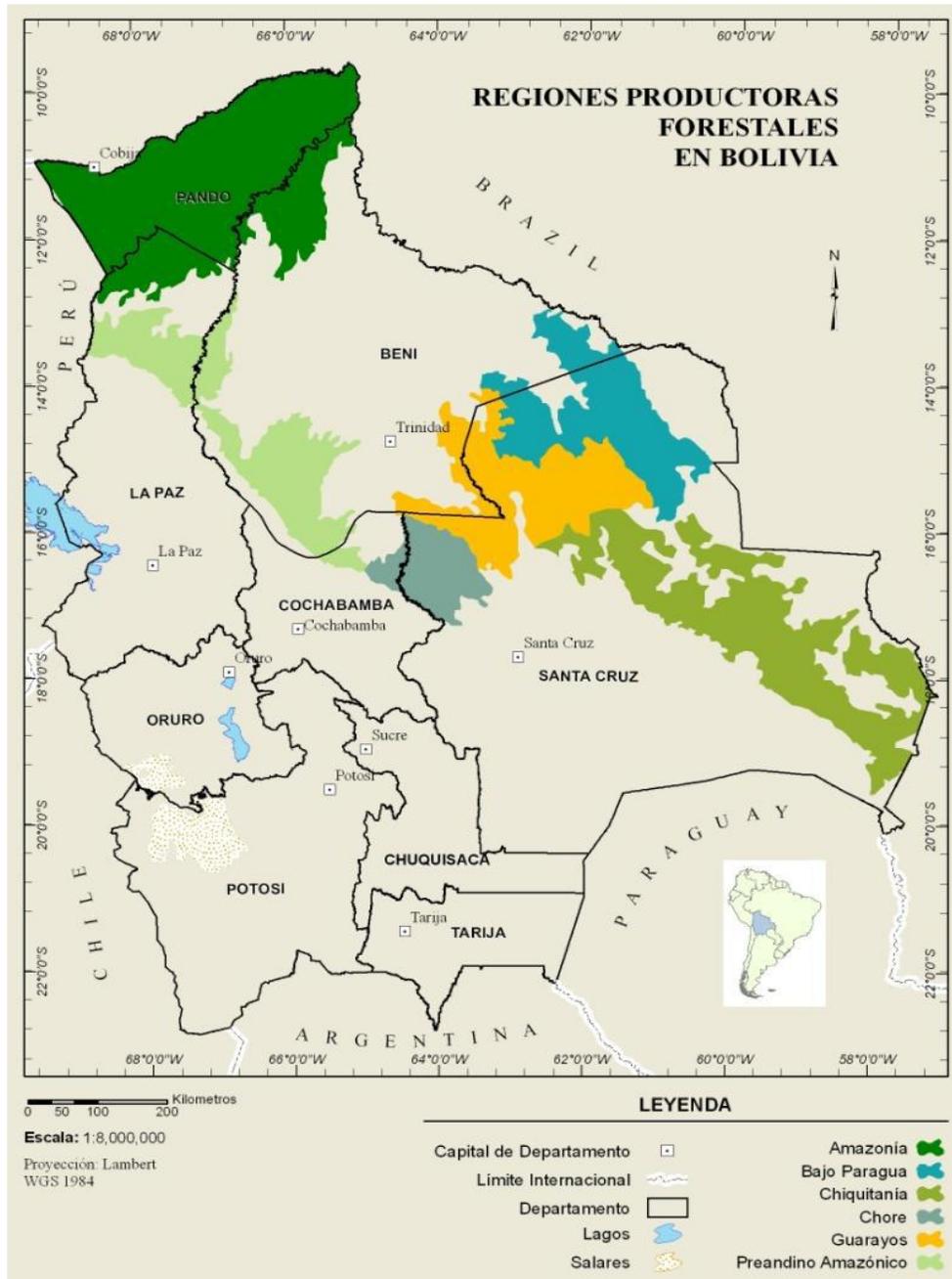
- Norma Técnica sobre Planes de Ordenamiento Predial (RM 130/97)
- Reglamentación Especial sobre Desmontes y Quemas Controladas (RM 131/97)
- Normas Técnicas para la Elaboración de Instrumentos de Manejo Forestal (censos comerciales, planes de manejo, planes operativos y mapas) en Propiedades Privadas con Superficies Iguales o Menores a 200 ha en Zonas Tropicales y Subtropicales (RM 132/97)
- Directrices sobre Concesiones a Agrupaciones Sociales del Lugar (RM 133/97)
- Normas Técnicas sobre Programa de Abastecimiento y Procesamiento de Materia Prima (RM 134/97)

- Normas Técnicas para la Elaboración de Instrumentos de Manejo Forestal (inventarios, planes de manejo, planes operativos y mapas) en Bosques Andinos y Chaqueños (RM 135/97)
- Normas Técnicas para la Elaboración de Instrumentos de Manejo Forestal Comercial (inventarios, planes de manejo, planes operativos, mapas) en Tierras Comunitarias de Origen (RM 136/97)
- Normas Técnicas para la Elaboración de Instrumentos de Manejo Forestal (inventarios, planes de manejo, planes operativos, mapas) en propiedades privadas o concesiones con superficies mayores a 200 ha (RM 167/97 y RM 248/98)
- Norma Técnica para la elaboración de plan de manejo de castaña (RM 077/2005)
- Norma Técnica para el aprovechamiento comercial sostenible de recursos forestales no maderables en bosques y tierras forestales naturales (RM 22/2006) (BOLFOR P. , 1996)

4.1. Las regiones forestales productoras del país.

El aprovechamiento forestal en el país se efectúa en las zonas productoras, identificadas en el mapa de Tierras Forestales de Producción Forestal Permanente, que proveen diversas especies maderables, incluyendo productos no maderables, como el caso de la Castaña en Pando, con igual o mayor relevancia económica o social que la madera. Estas zonas son la Amazonía, el Choré, el Preandino-amazónico, el Bajo Paraguá, Guarayos, la Chiquitanía y el Chaco tucumano-boliviano (este último con algunas restricciones). (Lincoln & Urioste, 2010)

Mapa 1:
Mapa de las regiones productoras forestales de Bolivia



4.2. La cadena de custodia del producto forestal.

Se define como el seguimiento de los productos forestales durante las distintas fases del proceso productivo y su posterior comercialización, para poder asegurar la trazabilidad de los productos forestales desde el bosque hasta el consumo final.

4.2.1. Censo.

Es la toma de datos de la cantidad de árboles y especies aprovechables de un área determinada y su respectiva numeración o codificación.

4.2.2. Tumbado o tala.

Se realiza del tumbado de los árboles de acuerdo a su numeración y especie aprovechable, posteriormente se procede al despuntado y desculatado de la troza.

4.2.3. Arrastre.

El arrastre se lo realiza con los tractores Skidder, los cuales llevan la troza desde el punto de tumba hasta el rodeo (lugar donde se acopian las trozas en el área de aprovechamiento).

4.2.4. Saneo.

Con la ayuda de la pala cargadora, motosierrista y ayudante el saneador da las dimensiones de las trozas, respetando el numero asignado en el censo para un mejor control de la cadena de custodia.

4.2.5. Transporte.

Finalmente es transportado en camiones desde el rodeo hasta el patio de acopio de la empresa donde será transformada (aserrada).

4.3.- Los aserraderos.

Zabala (1991), expresa que las instalaciones industriales donde se efectúa la elaboración de la madera en rola para obtener madera serrada, reciben el nombre de serrerías o aserraderos.

En los aserraderos, aunque es recomendable que las operaciones de elaboración se complementen con el secado en cámaras de los productos obtenidos, no tiene por qué

incluir necesariamente esta última, generalmente los productos finales de aserradero, tablones, tablas, vigas y viguetas se venden con una humedad relativa al ambiente.

Reciben el nombre de aserraderos porque los elementos o maquinas principales que intervienen en este proceso industrial está constituido exclusivamente por sierras. (Morales, 2007)

4.4.- ¿Qué es un estudio de rendimiento en el aserrío de trozas?

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. (BOLFOR, 1997)

4.5- El rendimiento en la transformación de la madera

El incremento de los costos de la madera agudiza la necesidad de aprovechar la troza con mayor eficacia. La industria del aserrío se caracteriza por su escasa eficacia de conversión. La proporción del insumo de trozas que se transforma en madera aserrada rara vez alcanza el 60-70 por ciento. El resto queda en forma de costeros, recortes y testas, virutas y aserrín. (BOLFOR, 1997)

4.6.- Transformación de la madera.

La forma más simple de industrializar la madera a partir de la troza, es su aserrado mediante gran variedad de máquinas y herramientas que pueden ser desde manual hasta los aserríos sumamente automatizados, capaces de producir 250 m³ de madera aserrada en sección de trabajo. (BOLFOR, 1997)

La posible evaluación de las industrias del aserrío está sujeta a la interacción de un sin número de variables, a las que se agregan constantemente nuevos factores que pueden modificar considerablemente las operaciones iniciales.

El desarrollo de este sector está influenciado directamente por la materia prima, por la evaluación de la demanda de los productos y de la disposición de absorber cambios técnicos, además influirán de manera determinante los efectos del hombre sobre el medio ambiente. (BOLFOR, 1997)

(Egas, 1998) expresa que estas tendencias tienen consecuencias importantes sobre la industria del aserrado actual, por lo que a nivel mundial se han implementado diferentes

tecnologías que permiten mejorar los indicadores de la eficiencia en los aserraderos, desde las basadas en la aplicación de prácticas de aserrado, apoyándose fundamentalmente en la pericia y habilidad del personal técnico del aserradero y en las características de la materia prima, hasta las que parten de programas de optimización que son capaces de analizar diferentes variables y tomar decisiones de aserrado en un corto intervalo de tiempo.

Por lo tanto, el objetivo es brindar algunas consideraciones para elevar la eficiencia del proceso de transformación mecánica en los aserraderos a partir de la utilización de la herramienta matemática. (Morales, 2007)

4.7.- Factores Que Inciden Sobre El Rendimiento Volumétrico de Madera Aserrada.

4.7.1.- Diámetro de las trozas. La opinión de los especialistas coincide con diversas investigaciones realizadas por (*Fahey y Ayer-Sachet 1993*), indican que el diámetro de la troza es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío; demostrándose que en la medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento de las trozas en el aserío; por lo tanto, el procedimiento de trozas de pequeñas dimensiones implica bajos niveles de rendimiento y menor ganancia en los aserraderos. (Morales, 2007)

4.7.2.- Longitud, conicidad y diagrama de troceado. Se puede afirmar que el rendimiento de las trozas en el proceso de aserrío es afectado por la longitud y la conicidad de las trozas. En la medida que aumenten parámetros se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza.

Por lo tanto, una de las formas de incrementar el rendimiento volumétrico es mediante la optimización del troceado, produciendo lógicamente madera aserrada de dimensiones requeridas. Esta observación es de peculiar importancia para la industria del aserrío.

4.7.3.- Calidad de las trozas. Otro de los factores a tener en cuenta, particularmente en la sierra principal, para maximizar el volumen es la calidad de la troza. Las dimensiones y el volumen de la madera aserrada bajo las prácticas corrientes del procesamiento tienen una relación directa con las diferentes clases de calidad de trozas.

4.8.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LAS ESPECIES BAJO ESTUDIO.

4.8.1.- Almendrillo

Clasificación taxonómica.

- **Nombre científico:** *Dipteryx odorata* (Aublet) Willd.
- **Familia:** FABACEAE (LEGUMINOSAE)
- **Sinónimo:** Coumarouna odorata Aublet
- **Nombres comunes:** Almendrillo de bajura, almendrillo, almendrillo negro, cumarú.

4.8.2.- Características dendrológicas

Árbol de 45 m de alto y 150 cm de d.a.p. Fuste cilíndrico, aletones tablares más altos que anchos. Copa irregular con ramas ascendentes y follaje denso verde intenso. Corteza externa marrón claro hasta grisácea; con placas dendriformes que se desprenden dejando cicatrices oscuras.

Corteza interna amarillenta con fibras o vetas rojizas, que se oxidan castaño oscuro; olor a maní crudo. Hojas alternas, compuestas, e imparipinnadas, 3 a 5 pares de folíolos; raquis alado. Flores rosadas, dispuestas en panículas terminales. Fruto una legumbre drupácea, ovoide, carnosa; semilla leñosa, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.8.3.- Plántulas

Hojas imparipinnadas, con el raquis alado, que se prolonga más allá de último folíolo. Parecidas a las hojas de pacay (*Inga* sp.), pero éstas no poseen glándulas y tienen folíolos alternos, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.8.4.- Distribución

Desde Pando, La Paz, Beni, Santa Cruz y Cochabamba. En bosque húmedo aluvial y bosque higrófilo o ribereño de la Amazonía, entre 160 y 300 m s.n.m, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.8.5.- Ecología

Especie siempre verde, parcialmente tolerante a la sombra, común en bosques húmedos estacionales del centro y norte de la Amazonía. Sobre suelos mal drenados y pesados. Florece de octubre a diciembre y fructifica entre junio y agosto. Produce frutos disponibles para la fauna silvestre, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.8.6. Trabajabilidad

Moderadamente fácil de procesar mecánicamente.

4.8.7.- Preservación y Durabilidad Natural:

La madera es impermeable y durable.

4.8.8.- Usos y Aplicaciones:

Parquet y pisos, laminas y enchapes.

(Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.9.- Maní

Clasificación taxonómica.

- **Nombre científico:** (*Sterculia striata* St. Hil. & Naud.)
- **Familia:** FABACEAE-PAPILIONACEAE
- **Sinónimo:** No posee

Nombres comunes: Amargo, jihuipishi, maní.

4.9.1.- Características dendrológicas

Arboles de gran tamaño que alcanzan hasta 40 m de altura y 80 cm de diámetro. Fuste, recto cilíndrico con aletones grandes y altos, de forma triangular, pero de poco espesor. La corteza externa es lisa, de color cenizo, algo lenticelada. La interna marrón clara, poco fibrosa y con fuerte olor a frejol. Hojas compuestas, alternas e impari-pinnadas, los folíolos oblongos, bien lustrosos en el haz, mientras que el envés es blanquecino. Flores pequeñas de color rosado violáceo, dispuestas en panículas terminales. El fruto es una sámara grande de 5 a 10 cm de largo, con la semilla basal y el ala terminal, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.9.2.- Plántulas

Hojas compuestas, alternas imparipinnadas, con pulvínulos notorios; los folíolos oblongos, con el ápice y la base redondeados, el haz bien lustroso y el envés blancuzco. Presenta fuerte olor a frejol al estrujarse, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.9.3.- Distribución

Se conoce poco sobre su distribución geográfica en Bolivia, sin embargo, las colectas indican que se presenta al norte y noreste de Santa Cruz, Beni y norte de La Paz y posiblemente Pando. El rango de altitud oscila entre los 200 y 600 m.s.n.m, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.9.4.- Ecología

Especie decidua, generalista, de baja densidad, presente en las áreas de transición del bosque húmedo del precámbrico y amazónico de tierra firme. Crece en una variedad de suelos, tanto livianos como pesados. Florece entre junio y agosto. La fructificación ocurre

en la estación seca de septiembre a octubre. Los frutos son dispersados por el viento, (Mostacedo, Justiniano , Toledo , & Todd, 2003)

4.10.- Clima

Desde el punto de vista general el municipio de Ixiamas se ubica en la región tropical de Bolivia, presenta un clima cálido que se comporta con relativa homogeneidad en el espacio y cierta estacionalidad en el tiempo. La temperatura media anual es de 25.7 C, con las máximas en el mes de octubre y las mínimas en el mes de julio. Con referencia a la precipitación pluvial se distingue también una estacionalidad temporal, que definen la época de lluvias desde el mes de noviembre a marzo donde se tienen las lluvias más intensas con la máxima en enero (307 mm), y la época seca desde abril a octubre donde las precipitaciones se reducen hasta 80 mm en agosto.

La humedad relativa se mantiene alta durante los meses de diciembre a junio (85%) mientras que de julio a noviembre se reduce hasta 73%. (GAMIX, 2009, págs. 15-16)

La escasa cantidad de estaciones meteorológicas en la región es una limitante para poder realizar un análisis más detallado.

4.11.- Suelos

Según el Plan de Uso del Suelo (PLUS) de la Región Amazónica del Departamento de La Paz esta descrita como llanura aluvial de inundación ocasional, moderadamente a bien drenada, con inundaciones que pueden ser muy eventuales y/o con anegamientos en pequeñas áreas de depresión. Está distribuida por lo común a continuación de pie de monte con altitudes de 180 a 250 msnm y con pendientes que varían entre 1 a 4%. (MEDINA, 2018, págs. 4-5)

Los suelos son pocos profundos a muy profundos; drenaje bueno a moderado; en algunos sectores imperfectos a escasos; erosión hídrica en algunos sectores de tipo laminar leve; reacción ácido a alcalino; de textura franco arcilloso limoso, franco arcilloso y arcilloso en los horizontes superiores; con arcilloso, arcillo limoso y franco arcillo limoso y en algunos sectores arenoso franco y arenoso en los horizontes inferiores, son de color café parduzco, plasticidad baja y el grado de compactación extremadamente alta. (MEDINA, 2018, págs. 4-5)

5.- MATERIALES Y METODOS

5.1 Descripción y ubicación geográfica del área de estudio

El presente estudio, se desarrolló en el aserradero INAFOR SAN ANTONIO SRL, legalmente inscrita en la ABT (Autoridad Fiscalizadora de Bosques y Tierras), con número de registro RUEF-1047, ubicado en el municipio de Ixiamas Capital de la Provincia Abel Iturralde del Departamento de La Paz, a 9 km camino a San Pedro.

Geográficamente se encuentra en los paralelos:

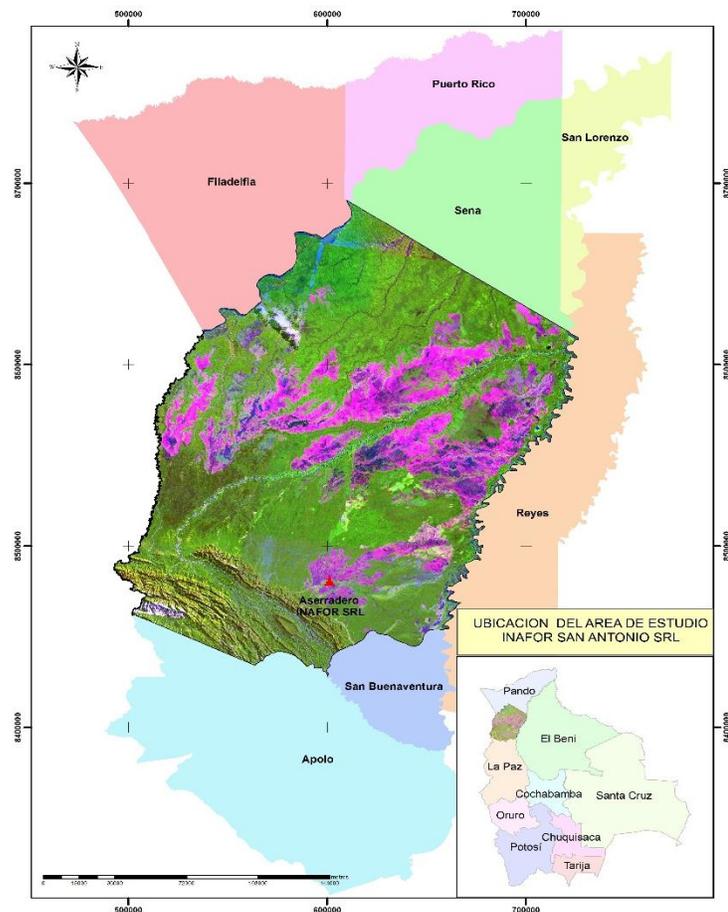
16°16'30" latitud sur

15°14'50" longitud oeste

Altitud media de 250 m.s.n.m. Precipitación media anual de 69.9 – 89.5 mm.

Mapa 2

Ubicación Geográfica del área de estudio



Fuente: Jorge L. Medina 2019

5.2.- Maquinaria y herramientas

La empresa cuenta con una cantidad de maquinarias y herramientas, distribuidas en el galpón (sierra) y en la playa de acuerdo al uso y actividad q realiza.

5.3.- Características del aserradero

La planta de transformación y procesamiento primario de madera, de la empresa INAFOR SAN ANTONNIO SRL está montada bajo un galpón de 1000 m² con techo de calamina, el piso es un 70 % de madera, 15 % de tierra y 15 % de cemento en la que están ancladas las maquinarias encargadas de realizar las tareas de transformación.

5.3.1.- Cierra de cinta vertical

Es un equipo de la marca SCHIFFER de industria brasilera, modelo F1500D tiene una estructura de hierro con un par de volantes de 1.35 m. de diámetro, accionado por un motor eléctrico de 100 CV, la energía que utiliza es de un motor generador propio de la empresa. (BOLFOR2, 2009)

Tabla 1
Características técnicas de la sierra de cinta

N°	Detalle Del Equipo	Medidas
1	Diámetro del volante	1.5 metros
2	Ancho del volante	8 pulgadas
3	Espesor del volante superior	13,7 milímetros
4	Espesor del volante inferior	10,2 milímetros
5	Espesor de sierra de cinta	1,5 milímetros
6	Ancho de sierra de cinta	6 milímetros
7	Altura de diente	11,7 milímetros
8	Potencia del motor	100 CV
9	Revoluciones del motor	2800 rpm
10	Amperaje del motor	145 A
11	Voltaje	380 V
12	Ciclaje	60 Hz

13	Correas del motor	8 unidades
14	Polea del motor	38 cm
15	Polea del volante	70 cm

Nota. Fuente: elaboración propia

5.3.2.- Carro porta troncas

El carro porta troncas es de marca SCHIFFER industria brasilera, tiene una consistencia fuerte de hierro fundido de 4 escuadras y 4 ejes con 8 ruedas, cuenta con un medidor de espesores en la parte superior del carro en forma de palanca accionada de forma manual. (BOLFOR2, 2009)

Tabla 2
Características técnicas del carro porta troncas

N°	Detalle del equipo	Medidas
1	Carro porta troncas – pesado convencional	1 unidad
2	Escuadras móviles	4 unidades
3	Distancia entre escuadras	1,5 m
4	4 ruedas planas y 4 ruedas trapezoides	8 unidades
5	Abertura del carro	1,4 m
6	Eje de polea del aserradero	48 cm
7	Eje de corona de avance	31 cm
8	Largo de las rieles	12 m
9	Ganchos de fijación de troncas	4 unidades
10	Guinche de accionamiento del carro	1 unidad

Nota: Elaboración propia 2019

5.3.3.- Volcador de troncas

Es la herramienta que apoya en el rápido volteo de las troncas sobre el carro, es bastante fuerte ya que está construido con hierro macizo, el cual esta accionado por un motor pequeño y por bandas de lona. (BOLFOR2, 2009)

Tabla 3
Características técnicas del volcador de troncas

N°	Detalle del equipo	Medidas
1	Motor eléctrico	7,5 Hp
2	Amperaje	12 Amp
3	Voltaje	380 V
4	Revoluciones por minuto	1750 rpm
5	Ancho de correa	6,5 cm
6	Polea del motor	12,5 cm
7	Polea eje 1	4,5 cm
8	Polea eje 2	12,5 cm
9	Polea eje 3	55 cm

Nota: Elaboración propia, 2019

5.3.4.- Guinche para jalar troncas

Está provisto por un motor eléctrico de 10 Hp acoplado a una caja reductora de velocidad de vehículo, conectado al guinche especializado para jalar troncas, montado en una estructura metálica resistente para hacer rodar las troncas al carro porta troncas. Cabe mencionar que este sistema es bastante lento y provoca demoras en la producción diaria. (BOLFOR2, 2009)

Tabla 4
Características técnicas del guinche de troncas

N°	Detalle del equipo	Medidas
1	Potencia del motor eléctrico	10 Hp
2	Revoluciones	1.450 rpm
3	Voltaje	380 v
4	Amperaje	16 A
5	Polea motor	13 cm
6	Polea caja 1	19 cm
7	Polea caja 2	19 cm
8	Polea caja 3	19 cm

Nota: Elaboración propia, 2019

5.3.5.- Sierra despuntadora.

Es una máquina de tipo pendular que efectúa cortes transversales, eliminando los defectos de la tabla y dimensionando los largos en función a las necesidades de la empresa, tiene un motor eléctrico de 7,5 Hp, esta funciona con un contra peso para un balanceo y dominio al momento al momento de efectuar los cortes. La maquinaria está sujeta a una estructura de madera y provista de rodillos de metal para la mejor manipulación y desplazamiento de las tablas. (BOLFORD, 2009)

Tabla 5
Características técnicas de la sierra despuntadora

N°	Detalle del equipo	Medidas
1	Potencia del motor	7,5 Hp
2	Revoluciones	2810 rpm
3	Voltaje	380 v
4	Amperaje	8 A

5	Diámetro sierra circular	14"
6	Espesor sierra circular	3 mm
7	Polea motor	10 cm
8	Polea eje	11 cm

Nota: Elaboración propia, 2019

5.3.6.- Sala de afilación.

La sala de afilación en una empresa maderera es una de las áreas más importantes de la producción diaria, es un sitio donde se debe poner más atención, porque es en este lugar en el cual se preparan técnicamente las herramientas de corte, de tal forma que impliquen un aumento en la cantidad, calidad y rendimiento de la madera aserrada.

La sala de afilación debe estar muy bien ubicada y muy cerca del galpón de aserrío, para evitar la pérdida de tiempo en el traslado de las sierras y la asistencia del afilador en cualquier momento o cuando haya desperfectos.

El tamaño de la sala de afilación de las sierras está en función al número de máquinas existentes y la planificación de las proyecciones de producción de la planta.

La sala de afilación de la empresa INAFOR SAN ANTONIO SRL cuenta con las maquinarias necesarias para el mantenimiento de las sierras de cinta y circulares.

Herramientas de la sala de afilación.

En la sala de afilación existen las siguientes herramientas para el mantenimiento de las sierras.

A continuación, se presentan las herramientas necesarias para un adecuado mantenimiento de las sierras:

- La empresa debe contar con los repuestos y herramientas necesarios en la sala de afilado.
- El operador debe tener en almacén los repuestos más utilizados como los excéntricos del recalador e igualador.
- Martillo de caras cruzadas a 700 a 1000 gramos.
- Calibrador de tabla.

- Martillo cabeza de perro.
- Regla de 1,20 m de largo, con cavidad de 1/16“para controlar el dorso de la hoja.
- Regla plantilla para controlar la tención de la hoja.
- Transportador metálico para medir los ángulos de los dientes.
- Calibrador de espesores (pie de rey).
- Lupa para observar el perfil de los dientes y comienzos de fisuras.
- Lima fina y más áspera para limar la soldadura.
- Escuadra para trazar los empalmes de las sierras.
- Si es posible comprar una amoladora pequeña par metal

5.3.7.- Personal del aserradero.

El aserradero en la fase de producción cuenta con un personal de 16 personas con un turno de 8,30 horas/día.

Tabla 6
Lista del personal del aserradero

Personal del aserradero		
Sección	Número	Trabajo que realizan
Sierra principal	1	Palanquero
	1	Pulguero
Recepción de tablas	2	Recibidores
Desorilladora	1	Desorillador
	1	Ayudante Desorillador
Despuntadora	1	Despuntador
	1	Ayudante despuntador
Acomodadores	3	Playeros
Sala de afilación	1	Afilador
Jefe de producción	1	Encargado de producción
Pala	1	Operador de pala

Aserrín	1	Aserrinero
Jefe de personal	1	Encargado de personal
Total personal	16	

Nota: Elaboración propia 2019

5.4.- Materiales

Para el levantamiento de la información del presenta trabajo de estudio de rendimiento, se utilizaron los materiales, herramientas y maquinarias tanto en los trabajos de campo y de gabinete.

A continuación, se detallan los materiales, herramientas y maquinarias utilizados:

5.5.- Materiales de campo

Los materiales utilizados al trabajo de campo para el presente estudio son:

- Flexómetro de 10 y 5 metros
- Regla milimétrica
- tablero
- Planillas de registro
- Lápices
- Cámara fotográfica
- Pintura
- Crayones

5.6.- Materiales de gabinete

- Computadora (ordenador de escritorio).
- Materiales de escritorio.
- Flash memory.

5.7.- Metodología

La metodología de la presente investigación se apoya en los trabajos y estudios realizados por el proyecto BOLFOR

5.7.1.- Selección del aserradero.

La selección del aserradero está en función de su ubicación y vinculación caminera de transporte de materia prima de las concesiones y áreas bajo aprovechamiento.

5.7.2.- Recopilación de información.

La información recogida se realizará a través de visitas decampo al aserradero, en cada una de las cuales se recabará información a través de registros con las variables necesarias para determinar la eficiencia del proceso de transformación de la madera en rola a madera aserrada.

5.7.3.- Selección de trozas.

Se realizará la selección de 30 trozas por especie con la finalidad de determinar las clases diamétricas más representativas, es decir se realizará un muestreo para desechar todas aquellas trozas que están fuera de los diámetros de mayor aprovechamiento.

El número máximo sugerido por especie es de 120 trozas y el mínimo sugerido son 10 trozas por especie, por efectos estadísticos la recomendación practica es de 30 trozas por especie.

5.7.4.- Marcado de trozas.

Una vez seleccionadas las trozas se procederá al pintado de sus extremos, utilizando para ello pintura de color diferente al de despacho y recepción de la misma, con la finalidad de evitar confusiones con el ingreso de las trozas en estudio.

5.7.5.- Separación de las trozas seleccionadas.

Posterior al marcado de las trozas se procede a separar dichas muestras para evitar confusión y desorden al momento de realizar el estudio.

5.7.6.- Medición de las trozas.

Al momento de realizar la separación de las muestras, se procederá a la medición de su longitud en metros, así como sus diámetros con corteza en los extremos mayor y menor. Se utilizará para ello el metro (flexo metro) con precisión en centímetros.

5.7.7.- Calidad de las trozas.

Los datos que se deben registrar en cuanto a la forma que presenta la troza son los siguientes (Según LABONAC):

- a) **Cilíndrica:** Cuando la forma general se aproxima a la de un cilindro.
- b) **Semicilíndrica:** Cuando la forma general no se aproxima a la de un cilindro.
- c) **Irregular:** Si el prisma formado tiene irregularidades.

También se tomará en cuenta la rectitud de las trozas:

- a) **Derecha:** Si la troza es recta en toda su longitud.
- b) **Sinuosa:** Cuando en algún sector de la troza existe un alejamiento excesivo del eje longitudinal de la misma.
- c) **Semi-sinuosa:** si este alejamiento del eje longitudinal de la troza no es demasiado.
- d) **Torcida:** Cuando presenta gran desviación longitudinal formando ángulos.

Se estimará el porcentaje del estado sanitario de las trozas según la magnitud del ataque de hongos e insectos.

La calidad de las trozas estará en función de los factores antes mencionados y se las clasificará en trozas de primera, segunda y tercera calidad. (BOLFOR., 1997)

5.7.8.-Clasificación

- **Primera calidad:** serán aquellas cilíndricas, derechas y sin ataques de ninguna clase y si lo hubiese estos deben ser mínimos.
- **Segunda calidad:** serán semicilíndricas, semisinuosas y ataques mínimos o hasta un 30% de su tamaño.
- **Tercera calidad:** será de forma irregular, sinuosa o torcida con pudriciones.

6.- FLUJO DE PRODUCCIÓN

1.1. 6.1.- Diagrama de corte de madera.

Los esquemas o diagramas de corte son muy importantes en la búsqueda de la calidad de la tabla a producir, a más volteos en el carro tomando en cuenta los defectos naturales de la tronca o buscando desorillar menos hay mayor pérdida de tabla, y

también las medidas en especial los espesores del producto de la tabla tienen gran influencia en el rendimiento P^2/m^3 , y la producción del aserradero $p^2/hora$.

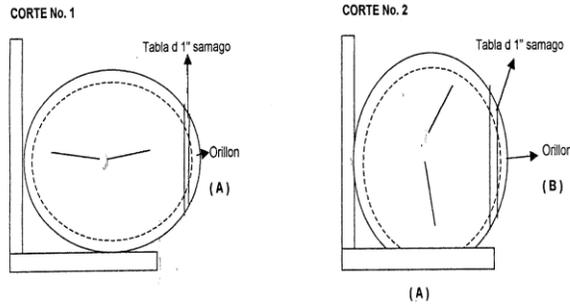


Ilustración 1 Cortes Iniciales

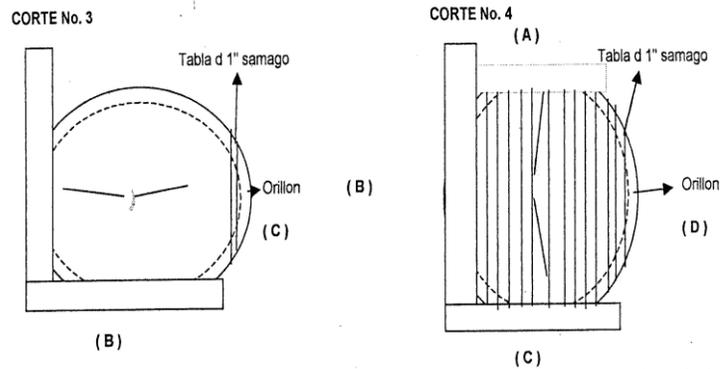
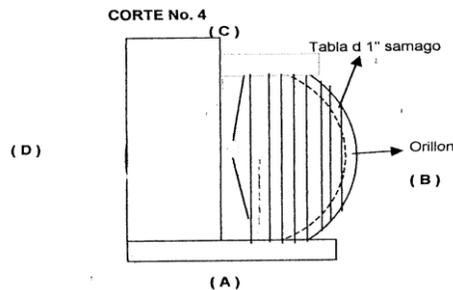


Ilustración 2 Primer Volteo y Desdoblado

Si los defectos centrales lo permiten se continua con el corte hasta terminar la tronca pero generalmente se realiza un último volteo.



Las medidas en espesor del corte son diferentes por especies, varían de acuerdo a su uso, durabilidad, trazabilidad y su calidad:

6.2.- Aserraje

La tronca es registrada antes que ingrese a la rampla del aserradero, por el diámetro del volante, por tratarse de un aserradero de volante de 1.50 mts, no se realizan fraccionamiento en sentido longitudinal en 2 subdivisiones. Solo si esta sobrepasado el diámetro del volante, el primer corte del lado, resulta una cantonera sin valor por el espesor irregular ocasionado por el corte tangencial, es necesario el primer corte de tabla sea de una pulgada de espesor a esta se le denomina destape, luego de dos cortes en 2 pulgadas es necesario volcar la troza, una vez escuadrado con dos nuevos cortes se da el segundo volteo y finalmente el ultimo volteo define el corte de la troza.

6.3.-Desorillado

El desorillado es la etapa del procesado más para reducir los desperdicios, cuanto la tronca es sinuosa se debe obtener varios cortes de tal forma en la próxima etapa estos sean aprovechados en diferentes largos, en el caso de que la tronca sea cilíndrica a semicilíndrica se debe con seguir tablas en todo el ancho con ello se evitan los desperdicios.

La mala apreciación y decisión de realizar lo expuesto acápite, ocasiona bastantes desperdicios, esto influye directamente en la reducción en la transformación de metros cúbicos a pies tablares. Se debe dar prioridad en el control de esta etapa.

6.4.- Despuntado

En esta etapa cada una de las tablas se debe volcar, para poder apreciar las rajaduras y todos los defectos para darle el corte del largo definitivo a cada tabla obtenida, para luego previo marcado de cada uno de los largos, estas son empaquetados en rumas por su largo.

6.5.- Levantamiento de datos

6.5.1.- Clasificación y marcado de paquetes.

Las producciones de los aserraderos están controladas mediante el armado de los paquetes los mismos que para su manipuleo están determinados que debe tener

La empresa maneja tres tipos de calidades.

- **Calidad primera.-** Son las maderas libres de defectos.
- **Calidad segunda.-** Son las maderas que se encuentran con dos caras limpias En la generalidad la madera se manifiesta con la presencia de grietas, rajaduras, picadas de insectos, sámago incluido poco notorias.
- **Calidad tercera.-** Que en realidad es la tabla que resulta del centro de la tronca que por lo general sale des calibrada y con los defectos de la medula muy pronunciados.

Para nuestro estudio, todos los paquetes son marcados (pintados) con pintura sprait y etiquetados con los datos correspondientes a la identificación del paquete, origen de la madera, especie, calidad, número de piezas y volumen y son parte de la cadena de custodia para la certificación forestal. (Avalos, 2013)

7.- CALCULO DE LOS PARÁMETROS

7.1.- Cubicación de trozas.

Para determinar el volumen de las trozas en estudio, se aplicará la fórmula abajo indicada, ya que considera el promedio de los diámetros mayor y menor registrados y la longitud de la troza.

La metodología para la cubicación es la fórmula Smallian

$$V=0.7854 \times \frac{(D+d)^2}{2} \times L$$

Donde:

V= Volumen en m³

D= Diámetro mayor en metros.

d= Diámetro menor en metros.

L= Longitud en metros.

7.2.- Cubicación de la madera serrada (tablas).

Para determinar el volumen en pie tablares se aplicará la siguiente fórmula.

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

Donde:

V= Volumen en pies tablares

L= Longitud en pies

A= Ancho de la tabla en pulgadas

E= Espesor de la tabla en pulgadas

7.3.- Determinación del rendimiento.

Para obtener el rendimiento en porcentaje se aplicará la siguiente relación.

$$R= \frac{\text{Volumen de tablas en m}^3}{\text{Volumen de troza en m}^3} \times 100$$

El volumen de las tablas se obtiene en pies tablares: por ello se realizará la transformación del volumen de madera serrada, de pies tablares a metros cúbicos. Para esto se considera la siguiente equivalencia.

$$1\text{m}^3 = 424 \text{ (pt) (aproximadamente 423.84)}$$

7.4.- Volumen de los desperdicios.

El volumen de los desperdicios será el resultado de la diferencia del volumen en troza y el volumen de madera aserrada.

8.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los resultados que se obtuvieron se sometieron a un análisis de datos, para la muestra se tomó un nivel de confianza del 97,5% y se sometió al análisis siguiente.

8.1.- Regresión Lineal

Que nos permite expresar una relación entre las variables por medio de una relación.

$$Y = a + bx$$

El término constante **a** se obtuvo:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y - b \sum_{i=1}^n x}{n}$$

Coeficiente de regresión **b**:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n xy - \sum_{i=1}^n x \sum_{i=1}^n y}{n \sum_{i=1}^n x^2 - \left(\sum_{i=1}^n x \right)^2}$$

8.2.- Coeficiente de Determinación R².

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

R².- Indica la cantidad de mejoramiento en términos de reducción del error total gracias al uso de la recta de regresión y mide la bondad de ajuste

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$$R^2 = \frac{\text{Suma de cuadrados de error explicado}}{\text{Suma de cuadrados error total}}$$

8.3.- Coeficiente de Correlación.- R

$$-1 \leq r \leq 1$$

r = mide la mutua asociación entre las variables

$$r = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad R = \pm \sqrt{\frac{\text{Suma de cuadrados de error explicado}}{\text{Suma de cuadrados error total}}}$$

8.4.- Prueba de existencia de correlación.-

H_0 f = 0 (ausencia de correlación)

H_A f \neq 0 (existe algún grado de correlación o dependencia)

t tabulado = x

Cálculo t_c

$$t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

(Avalos, 2013) $t_c > t_t$

9.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1. Diámetro.

Las muestras presentaron diámetros en su mayoría por encima del rango mínimo de corta, y un porcentaje menor inferiores al diámetro mínimo de corta, esto en la parte superior de la troza (diámetro menor).

Esta característica influye en el aserrío por la cantidad elevada de sámago que presentan las muestras sujetas al estudio, disminuyendo en la longitud de las piezas obtenidas.

9.2. Conicidad.

Algunas muestras presentaron un fuste cónico, disminuyendo drásticamente las medidas de diámetro mayor a menor.

Esto influye en la obtención de madera larga, dando mayor resultado en la obtención de madera corta aserrada.

9.3. Presencia de grietas y rajaduras.

En cuanto a la presencia de grietas y rajaduras por el estacionamiento de la madera en el patio de acopio y por influencia de factor climático, principalmente por precipitación y presencia de temperatura elevada, algunas muestras tendieron a rajarse y agrietarse.

Este factor influyó en la obtención de madera aserrada de mayor anchura.

9.4. Curvaturas.

Se pudo evidenciar en algunas de las muestras la presencia de fustes con curvatura o torceduras leves.

Esto influye en la obtención de gran manera en la obtención de menor cantidad en madera larga aserrada.

10.- Rendimientos de aserríos y coeficientes de conversión

Una vez procesada la madera se ha procedido a calcular los rendimientos de aserrío y los coeficientes de conversión tanto para la especie maní como para el almendrillo obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 7
Medición de las trozas de la especie Maní

Especie	Tipo de Medición	N Troncas	Diámetro M.	Diámetro m.	Largo Promedio (m)	Volumen Total m ³
Maní	Con corteza	30	0,581	0,51	7,44	54,91

Nota: Elaboración propia, 2019

Como se puede observar en la tabla 7 el diámetro promedio mayor para las 30 trozas es de 0.581 mts, para el diámetro promedio menor es de 0.510 mts y el largo promedio obtenido es de 7.44 mts. En consecuencia, el volumen total es de 54.91 m³r.

Tabla 8
Medición de las trozas de la especie almendrillo

Especie	Tipo de Medición	N Troncas	Diámetro Mayor	Diámetro menor	Largo Promedio (m)	Volumen Total m ³
Almendrillo	Con corteza	30	0,754	0,704	5,57	72,98

Nota: Elaboración propia, 2019

Mientras que para las 30 trozas de la especie almendrillo el diámetro mayor promedio es de 0.754 mts, para el diámetro menor promedio es de 0.704 mts y el largo promedio obtenido es de 5.57 mts. En tanto que el volumen total obtenido es de 72.98 m³r.

Tabla 9
Resultados del rendimiento de aserrío expresado en % para la especie maní

ESPESOR	Vol Mad. Larga (pt)	% de rendimiento	Vol. Mad. Corta (pt)	% de rendimiento	Vol. Mad. Recorta (pt)	% de rendimiento	Total Vol. Mad. (pt)	Total % rendimiento
1	521,33	2,24	8,33	0,04	1	0	530,66	2,28
2	8814,67	37,86	465	2	278,5	1,2	9558,17	41,06
3	0	0	0	0	1,5	0,01	1,5	0,01

TOTAL	9336	40,1	473,33	2,04	281	1,21	10090,33	43,35
-------	------	------	--------	------	-----	------	----------	-------

Nota: Elaboración propia, 2019

Para madera larga el rendimiento de aserrío es del 40.1 %, para madera corta es del 2.04 % y para madera recorta es del 1.21% haciendo un total del 43.35%. Para la empresa lo que le interesa dada las condiciones actuales del mercado es el rendimiento obtenido para madera larga, en estas condiciones el 40.1% de la madera obtenida en cada troza tendría mayor probabilidad de ser comercializado en el mercado actual. Mientras que para la madera corta y recorta este mercado está limitado y en caso de lograr comercializar este producto los precios son bajos comparados con los de la madera larga.

Tabla 10

Calculo del % de producción de la especie Almendrillo

ESPEJOR	Vol Mad. Larga (pt)	% de rendimiento	Vol. Mad. Corta (pt)	% de rendimient o	Vol. Mad. Recorta (pt)	% de rendimi ento	Total Vol. Mad. (pt)	Total % rendimient o
1	482,25	1,56	217,75	0,7	106,33	0,34	806,33	2,6
2	13112,8	42,38	1595,17	5,16	813,67	2,63	15521,64	50,17
3	0	0	0	0	1,5	0	1,5	0
TOTAL	13595,05	43,94	1812,92	5,86	921,5	2,97	16329,47	52,77

Nota: Elaboración propia 2019

En el caso de la especie almendrillo los resultados indican que el 43.94% corresponde a madera larga, el 5.86 % es madera corta y para madera recorta es del 2.97% haciendo un total del 52.77% de rendimiento. De manera similar al de la especie maní, existe mayor probabilidad de situar a la especie almendrillo en el mercado a través de la comercialización de madera larga, mientras que ara maderas corta y recorta esta posibilidad no son alentadoras.

11.- Rendimientos y coeficientes de transformación.

Los coeficientes de transformación están calculados para cada especie y según el tipo de medición con corteza se presenta un resumen en el siguiente cuadro.

Tabla 11
Coeficiente de transformación de la especie Maní

Especie	Tipo de Medición	Larga	Corta	Recorta	Total
Maní	Con Corteza	170,01	8.62	5.12	183.75

Nota: Elaboración propia, 2019

El coeficiente de transformación se utiliza como una forma de estimar o convertir el volumen en madera en troza a madera aserrada expresada en pt. En el caso del maní de acuerdo al rendimiento de aserrío el coeficiente de transformación para madera larga es de 170.01 pt, para madera corta es del 8.62 pt y para madera recorta es del 5.12 pt haciendo un total del 183.75 pt.

Tabla 12
Coeficiente de transformación de la especie Almendrillo

Especie	Tipo de Medición	Larga	Corta	Recorta	Total
Almendrillo	Con Corteza	186,32	24.84	12,63	223,79

Nota: Elaboración propia, 2019

En el caso de la especie almendrillo el coeficiente de transformación para madera larga es 186.32 pt, para madera corta es 24.84 pt y para madera recorta es 12.63 pt

12.- INTERVALO DE PRODUCCIÓN.

El intervalo de confianza al 95 % para la producción de tabla aserrada con los diferentes criterios de medición para las dos especies está delimitado por los siguientes valores expresados en el siguiente cuadro:

Tabla 13
Intervalos de Producción de la especie Maní

Especie	Tipo de Medición	Promedio p ² /m ³	Coefficiente De confianza	Intervalo Mínimo	Intervalo Máximo
Maní	Con Corteza	183.75	4.25	179.49	188.00

Nota: Elaboración propia 2019

Los intervalos de producción que están influenciados por calidad de la materia prima (diámetros, estado sanitario), sistema de corte (tipo de corte, espesores), y objetivo de la producción (tabla simplemente aserrada para consumo interno industrial).

Las proyecciones de volumen deben efectuarse con el menor intervalo de producción para evitar sobreestimaciones de producción, que influiría en la producción del costo de la tabla y los volúmenes en tabla esperada.

Para la especie maní el intervalo de producción está comprendido entre 179.49 y 188 pt.

Tabla 14
Intervalos de Producción de la especie Almendrillo

Especie	Tipo de Medición	Promedio p ² /m ³	Coefficiente De confianza	Intervalo Mínimo	Intervalo Máximo
Almendrillo	Con Corteza	223,79	4.77	219,01	228,56

Nota: Elaboración propia 2019

Mientras que para la especie almendrillo este intervalo de producción está comprendido entre 219.01 y 228.56 pt.

13. Análisis de la calidad de corte para exportación.

No se ha logrado obtener la calidad de corte para exportación debido a que las piezas de tabla presentaban sáмого, rajaduras, y otro factor que ha influido es que las trozas estaban almacenadas durante cierto tiempo antes de ser aserradas, otro factor importante que se ha podido evidenciar durante el proceso de aserrío es que el personal

no es estable, ya que algunos puestos de trabajo son suplidos por otro trabajador el cual si bien es capaz de desempeñar la labor, carece de eficiencia y práctica.

14.- costos de producción

Aquí presentamos los costos que realizó la empresa para realizar el aserrío de las dos especies.

Tabla 15
Costos de aserrío del Almendrillo

Especie Almendrillo	
Variables	Costo estimado (Bs)
Volumen tronca	72,92
Cantidad mano de obra	16
Costo mano de obra	3569,23
Costo tronca	5104,4
Costo combustible	1700
Costo material varios	510
Depreciación Maquinas	1100
Total	12072,55

Nota: Elaboración propia 2019

Especie Mani	
Variables	Costo estimado (Bs)
Volumen tronca	72,92
Cantidad mano de obra	16
Costo mano de obra	3569,23
Costo tronca	3703,7
Costo combustible	1700
Costo materiales varios	510
Depreciacion Maquinas	1100
Total	10651,84

Nota: Elaboración propia 2019

15.- ANALISIS ESTADISTICO

15.1.- Resultados del Análisis de Regresión lineal ($Y=a+b x$)

Para ello se a construido una grafica resultando la observacion de una nube de puntos a la cual se ha trazado una linea y se ha obtenido la ecuacion de la misma:

$$y = 197,69x - 25,514$$

Tabla 16
Regresión lineal para la especie Maní

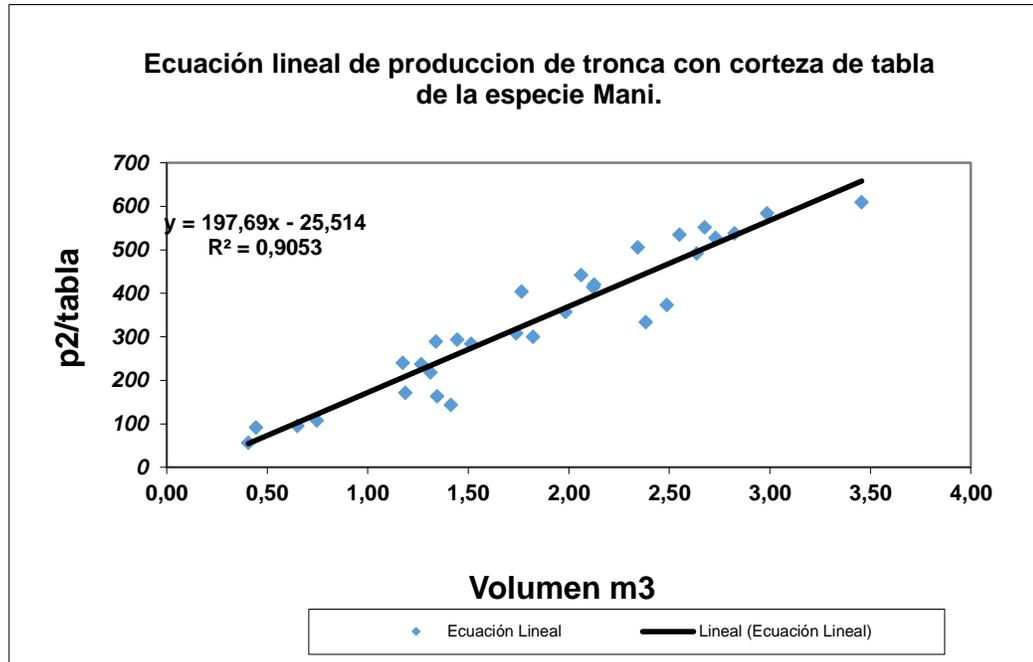
Regresiones Entre Variables	Tipo De Medición	A	B	R	R ²	Ecuaciones Estimadas
Maní	Con corteza	-25,51	197,69	0,9515	0,9053	Y=197,69 X -25,51

Nota: Elaboración propia 2019

Según el cuadro de los resultados logrados del análisis el coeficiente de determinación (R^2) presenta un ajuste aceptable entre el volumen de tronca con corteza de la especie Maní y la producción de madera en tabla con un ajuste de $R^2=0,9053$ nos indica que hubo una reducción del 90,53 % de la suma de cuadrados del error total, es decir que esa proporción es la cantidad de puntos que están sobre la recta de regresión lineal. La correlación lineal presenta un $R=0,9515$ por lo que se asume una correlación positiva estrecha entre la variable troncas de almendrillo con sáмого más la corteza y el producto de tabla obtenido.

Gráfico N° 1

Ecuación Lineal para la especie Maní



Para la especie almendrillo la ecuación es:

$$y=245.33x-52.40$$

Tabla 17
Regresión lineal para la especie Almendrillo

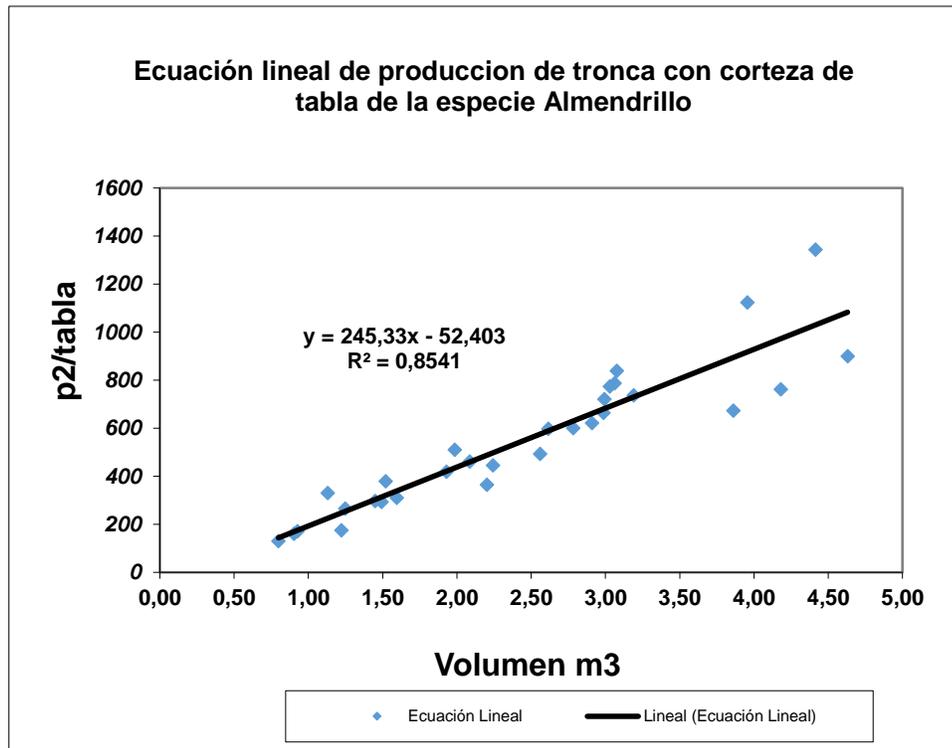
Regresiones Entre Variables	Tipo De Medición	A	B	R	R ²	Ecuaciones Estimadas
Almendrillo	Con Corteza	-52,40	245,33	0,9242	0,8541	Y=245,33 X -52,40

Para la especie Almendrillo y la producción de madera en tabla presenta un ajuste de $R^2=0,8541$ lo que nos indica que hubo una reducción del 85,41 % de la suma de cuadrados del error total, es decir que esa proporción es la cantidad de puntos que están sobre la recta de regresión lineal. Mientras tanto respecto a la correlación lineal (R) en la regresión lineal presenta un $R=0,9242$ lo que se asume que es una correlación positiva

estrecha entre la variable troncas de almendrillo con sámago más la corteza y el producto de tabla obtenido.

Gráfico N° 2

Ecuación Lineal para la especie Almendrillo



15.2.- Prueba de existencia o no correlación

La hipótesis que se planteó en el presente estudio es la no existencia de una relación entre el volumen en tronca el volumen de madera en tabla.

Tabla 18

Prueba de "t" para determinar los grados de correlación de las diferentes pruebas de aserrío de la especie Maní

Especie	Tipo de medición	Coefficiente R	Nro. de muestras	t calculado (tc)	t tabulado (tt)	Comparación tc>tt
MANI (<i>Sterculia striata</i> St. Hil. & Naud.)	Con Corteza	0,9515	30	16,36	1,7011	Existe correlación

Nota: Elaboración propia, 2019

Para la especie maní la t calculada obtenida fue de 16.36 y la t tabulada es de 1.7011 por lo tanto si existe relación entre el volumen en tronca el volumen en tabla de esta especie por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

Tabla 19

Prueba de “t” para determinar los grados de correlación de las diferentes pruebas de aserrío de la especie Almendrillo

Especie	Tipo de medición	Coefficiente R	Nro. de muestras	t calculado (tc)	t tabulado (tt)	Comparación tc>tt
ALMENDRILLO (Dipteryx Odorata)	Con Corteza	0,9242	30	12,8	1,7011	Existe correlación

Nota: Elaboración propia, 2019

De manera similar para la especie almendrillo la t calculada fue de 12.8 la t tabulado de 1.7011 por lo que se observa que si existe relación entre el volumen en tronca el volumen en tabla y por lo tanto también se rechaza la hipótesis planteada en este documento.

16.- CONCLUSIONES

Una vez obtenido todos los resultados del presente trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones.

- Las muestras presentaron diámetros en su mayoría por encima del rango mínimo de corta y un porcentaje menor inferiores al diámetro mínimo de corta, esto en la parte superior de la troza (diámetro menor).

Esta característica influye en el aserrío por la cantidad elevada de sámago que presentan las muestras sujetas al estudio, disminuyendo en la longitud de las piezas obtenidas.

- Otros factores que influyen en el proceso de aserrío es que durante este trabajo se ha podido observar la presencia de fustes cónicos, disminuyendo considerablemente las medidas de diámetro mayor a menor. En consecuencia, este factor influye en la obtención de madera larga dando lugar a la producción de mayor cantidad en madera corta.
- La presencia de grietas y rajaduras en las trozas de las muestras también ha sido un factor que ha influido en los resultados, estas grietas y rajaduras aparecen debidos a factores climáticos como ser, precipitación y temperatura, sobre todo la dificultad de obtener madera aserrada de anchos mayores.
- Por ultimo una de las dificultades que se ha podido evidenciar para obtener madera larga aserrada es la presencia de fustes con curvatura o torceduras leves.
- Para la especie Maní los intervalos de producción están comprendidos entre 179.49 pt y 188 pt. Cabe mencionar que estos intervalos de producción están influenciados por la calidad de la materia prima, el sistema de corte y el objetivo de la producción.
- Para el caso de la especie Almendrillo los intervalos de producción están comprendidos entre 219.01 pt y 228.56 pt. De manera idéntica estos valores también han sido influenciados por los mismos factores que de la especie Maní

- Dada las características de madera aserrada obtenida en la especie Maní y de la especie Almendrillo y por tratarse de troncas almacenadas durante bastante tiempo no se han obtenido calidades como para exportación por lo tanto no se enmarca en los estándares de exportación para ambas especies.
- En la especie Maní (*Sterculia striata* St. Hil. & Naud.) el factor de rendimiento industrial de conversión de madera simplemente aserrada es de **43,43 % (92,5% larga, 4,7% corta, y 2,8% recorta) equivalente a 183,75 pt.**
- En la especie Almendrillo (*Dipteryx odorata* (Aublet) Willd.) el factor de rendimiento Industrial de conversión de madera simplemente aserrada es de **52,78% (83,3% larga, 11,1% corta y 5,6% recorta), equivalente a 223,79 pt.**
- El coeficiente de determinación R^2 es de 0.9053 y la correlación lineal es de 0.9515 para la especie maní, mientras que para la especie almendrillo el coeficiente de determinación R^2 es 0,8541 y la correlación lineal es de 0.9242. Por lo tanto para ambas especies su correlación es positiva.
- De acuerdo a la prueba de t de student la hipótesis planteada es rechazada porque la t calculada es mayor a la t tabulada para ambas especies.

17.- RECOMENDACIONES

La importancia de las recomendaciones en el presente estudio radica que lo sugerido sea tomado en cuenta para mejorar la calidad de la producción en este caso en la empresa INAFOR SAN ANTONIO. Sin embargo es muy importante mencionar que este estudio debería servir como referencia para llevar a cabo otros que tengan que ver con la producción de madera aserrada. Por lo tanto se recomienda lo siguiente:

- Realizar anualmente estudios de rendimientos para ajustar los coeficientes de conversión de tronca a madera aserrada, en diferentes especies para eliminar los sesgos del origen o zona de donde proviene la materia prima, teniendo en cuenta que hay zonas con alto índice de incendios que afectan el desarrollo fitosanitario de los árboles, zonas de madera con mucho sámago, zonas de diámetros delgados, así como también existen zonas que producen madera de buena calidad.
- Organizar las playas de almacenamiento de troncas en la empresa aplicando criterios de ordenamiento basado en largos y diámetros de las mismas para poder seleccionar materias primas de mejor calidad para su procesamiento.
- En caso de almacenamientos de periodos prolongados es importante prever aplicar algún proceso de preservación de la materia prima (tronca) como por ejemplo fumigaciones que permitan reducir los danos ocasionados por pudriciones u hongos.
- Lo mismo que en el caso anterior aplicar procesos de preservación de productos resultante del aserrío (madera aserrada) especialmente para aquellos que no tenga mercado a corto plazo por ejemplo cuando se tratase de madera corta.
- Intensificar la búsqueda de nuevos mercados principalmente para comercializar a corto plazo madera aserrada corta tanto para la especie maní como para el almendrillo.
- Utilizar equipos y herramientas de mejor tecnología que permitan maximizar el aprovechamiento de orillones, despuntes, aserrín, etc.
- Es necesario que esta experiencia de estudio de rendimientos permita al órgano fiscalizador, cuente con coeficientes de conversión confiables, que puedan ser utilizados

como referencia para las empresas que realizan trámites administrativos en la autoridad de fiscalización y control social de bosques y tierra. (ABT)

- También es necesario mencionar que la empresa como tal, debería de implementar cursos de capacitación a los empleados, ya que se pudo evidenciar la falta de estabilidad de personal en los puestos laborales de la sala de transformación a madera simplemente aserrada, ya que del desempeño de los mencionados depende la calidad y rendimiento de la madera, también se recomienda implementar una maquina recuperadora y una máquina de carpintería para hacer una mayor recuperación y de ese modo elevar su rendimiento y minimizar la cantidad de desperdicios.

18.- BIBLIOGRAFÍA

- Avalos, R. S. (2013). *Estudio de Rendimiento*. Ixiamas.
- BOLFOR. (1997). *Estudio de rendimiento, Tiempos y movimientos en el aserrio, Manual Práctico*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- BOLFOR, P. (1996). *Nueva Ley forestal 1700*. Santa Cruz-Bolivia: EL PAIS.
- BOLFOR., P. (1997). *Estudio de Rendimiento, Tiempos y Movimientos en el Aserrio, Manual Practico*. Bolivia.
- BOLFOR2, C. (2009). *Estudio de rendimiento de aserrio de las especies: Ochoo, Soto y Sirari*. Santa Cruz: Fabioa Clavijo (TNC).
- chavez. (2005).
- Egas. (1998).
- GAMIX. (2009). *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial IXIAMAS*. Ixiamas.
- Gordon. (2009).
- Lincoln, Q., & Urioste, J. L. (2010). *El estado del manejo forestal en los bosques naturales tropicales de Bolivia*. Santa Cru de la Sierra, Bolivia.
- MEDINA. (2018). *PGMF actualizado COMINMA*. Ixiamas, Bolivia.
- Morales, J. G. (2007). *Rendimiento en la Transformacion de Madera en Rollo a Madera Aserrada de la Especie de Caoba (swietenia macrophylla), en dos Aserraderos del Municipi0 de Flores, Peten*. Guatemala.
- Mostacedo, B., Justiniano , J., Toledo , M., & Todd, F. (2003). *Guia Dendrológica de las Especies Forestales de Bolivia 2da Edicion*. Santa Cruz.
- wikipedia. (febrero de 2018). Obtenido de <http://es.m.wikipedia.org/wiki/Amazonia>
- wikipedia. (2018). *Biodiversidad de Bolivia*. Recuperado el marzo de 2018, de https://es.m.wikipedia.org/wiki/Biodiversidad_de_Bolivia
- Y, F., & Sachet. (1993).

ANEXOS

ANEXO 1 Medición de ingreso de consumo de troncas de la especie Mani con corteza As. INAFOR San Antonio S.R.L.

MUESTRA	NUMERO	SECCION	D1	D2	LARGO	M ³
1	2083	C	0,6	0,47	8,1	1,82
2	389	B	0,43	0,45	8,8	1,34
3	2019	A	0,67	0,64	8,1	2,73
4	160	B	0,5	0,45	7,4	1,31
5	68	C	0,7	0,6	7,94	2,63
6	950	A	0,77	0,6	8,1	2,99
7	1866	A	0,66	0,55	8,15	2,34
8	193	B	0,54	0,49	8,34	1,74
9	2054	B	0,66	0,65	8,38	2,82
10	2019	B	0,65	0,57	8,15	2,38
11	163	B	0,59	0,53	8,61	2,12
12	721	B	0,47	0,42	8,14	1,27
13	1280	B	0,59	0,54	8,48	2,13
14	2337	A	0,55	0,42	7,28	1,34
15	2284	B	0,48	0,4	7,8	1,19
16	2069	A	0,78	0,66	8,49	3,46
17	2236	B	0,5	0,42	8,5	1,41
18	2286	B	0,47	0,4	7,9	1,17
19	160	A	0,62	0,5	8,05	1,98
20	108	A	0,51	0,44	8,15	1,44
21	2530	B	0,66	0,67	7,7	2,67
22	2328	C	0,35	0,38	3,88	0,41
23	2356	C	0,6	0,5	3,14	0,75
24	1413	B	0,5	0,52	3,18	0,65
25	2025	C	0,42	0,42	3,2	0,44
26	615	A	0,56	0,5	8	1,76
27	835	B	0,63	0,5	8,22	2,06
28	2210	A	0,7	0,57	7,85	2,49
29	932	A	0,57	0,47	7,13	1,51
30	2335	A	0,7	0,57	8,05	2,55
Volumen en m³ tronca consumo						54,91
PROMEDIOS			0,581	0,51	7,440333	1,83047

ANEXO 2 Medición de ingreso de consumo de troncas de la especie Almendrillo con corteza As. INAFOR San Antonio S.R.L.

MUESTRA	NUMERO	SECCION	D1	D2	LARGO	M ³
1	9	C	0,56	0,56	3,24	0,80
2	176	A	0,85	0,83	5,55	3,08
3	130	A	0,91	0,9	6,15	3,96
4	267	A	0,77	0,75	6,75	3,06
5	159	A	0,71	0,66	7,1	2,62
6	180	A	0,76	0,68	7,35	2,99
7	122	B	0,76	0,75	6,5	2,91
8	330	A	0,8	0,69	6,85	2,99
9	187	A	0,9	0,86	6,35	3,86
10	258	C	0,78	0,62	6,65	2,56
11	115	A	0,74	0,63	7,55	2,78
12	180	B	0,73	0,65	8,1	3,03
13	241	A	0,92	0,9	7,12	4,63
14	244	B	0,93	0,9	4,85	3,19
15	256	B	0,66	0,62	3,8	1,22
16	115	B	0,63	0,63	4	1,25
17	302	B	0,78	0,76	4,73	2,20
18	210	B	0,63	0,56	4,06	1,13
19	229	B	0,73	0,65	6	2,24
20	196	B	0,7	0,69	5,5	2,09
21	181	A	1,08	0,97	5,35	4,41
22	131	B	1	0,95	5,6	4,18
23	9	B	0,55	0,55	3,9	0,93
24	215	A	0,68	0,67	5,55	1,99
25	166	B	0,63	0,66	4,65	1,52
26	156	B	0,6	0,57	5,55	1,49
27	154	B	0,63	0,63	4,65	1,45
28	152	B	0,56	0,54	3,8	0,90
29	163	B	0,74	0,73	4,55	1,93
30	192	A	0,63	0,58	5,55	1,60
Volumen en m³ tronca consumo						72,98
PROMEDIOS			0,745	0,704667	5,578333	2,43261

ANEXO 3 Producción de madera en tabla especie Maní

MEDICION CON CORTEZA						MADERA LARGA				MADERA CORTA				MADERA DE RECUPERACION				TOTAL		
NUMERO	SECC	D1	D2	LARGO	M ³	1"	2"	3"	TOTAL P2	1"	2"	3"	TOTAL P2	1"	2"	3"	TOTAL P2	P ² /TABLA		
2083	C	0,6	0,47	8,1	1,821	15,92	268,00	0,00	283,92	0,67	0,00	3,83	0,00	3,83	0,01	0,00	12,67	0,00	12,67	300,42
389	B	0,43	0,45	8,8	1,338	45,25	226,17	0,00	271,42	0,64	0,00	13,33	0,00	13,33	0,03	0,00	4,33	0,00	4,33	289,08
2019	A	0,67	0,64	8,1	2,729	16,75	436,17	0,00	452,92	1,07	0,00	62,50	0,00	62,50	0,15	0,00	12,17	0,00	12,17	527,58
160	B	0,5	0,45	7,4	1,311	12,58	167,50	0,00	180,08	0,42	3,33	17,00	0,00	20,33	0,05	0,00	17,67	0,00	17,67	218,08
68	C	0,7	0,6	7,94	2,635	7,33	454,00	0,00	461,33	1,09	0,00	25,50	0,00	25,50	0,06	0,00	5,00	0,00	5,00	491,83
950	A	0,77	0,6	8,1	2,985	32,67	497,17	0,00	529,83	1,25	0,00	45,17	0,00	45,17	0,11	0,00	9,17	0,00	9,17	584,17
1866	A	0,66	0,55	8,15	2,343	15,00	468,50	0,00	483,50	1,14	0,00	19,83	0,00	19,83	0,05	0,00	2,50	0,00	2,50	505,83
193	B	0,54	0,49	8,34	1,737	54,33	252,00	0,00	306,33	0,72	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	308,33
2054	B	0,66	0,65	8,38	2,824	27,42	487,33	0,00	514,75	1,21	0,00	8,83	0,00	8,83	0,02	0,00	14,00	0,00	14,00	537,58
2019	B	0,65	0,57	8,15	2,382	9,17	269,83	0,00	279,00	0,66	0,00	20,67	0,00	20,67	0,05	0,00	34,17	0,00	34,17	333,83
163	B	0,59	0,53	8,61	2,121	37,75	363,17	0,00	400,92	0,95	0,00	8,67	0,00	8,67	0,02	0,00	4,67	0,00	4,67	414,25
721	B	0,47	0,42	8,14	1,266	17,50	207,50	0,00	225,00	0,53	0,00	9,00	0,00	9,00	0,02	0,00	3,50	0,00	3,50	237,50
1280	B	0,59	0,54	8,48	2,126	17,25	395,67	0,00	412,92	0,97	0,00	5,83	0,00	5,83	0,01	0,00	1,67	0,00	1,67	420,42
2337	A	0,55	0,42	7,28	1,345	0,00	143,83	0,00	143,83	0,34	0,00	14,33	0,00	14,33	0,03	0,00	5,33	0,00	5,33	163,50
2284	B	0,48	0,4	7,8	1,186	17,00	134,83	0,00	151,83	0,36	0,00	7,33	0,00	7,33	0,02	1,00	11,00	0,00	12,00	171,17
2069	A	0,78	0,66	8,49	3,457	14,00	580,67	0,00	594,67	1,40	0,00	13,00	0,00	13,00	0,03	0,00	2,00	0,00	2,00	609,67
2236	B	0,5	0,42	8,5	1,413	7,50	110,67	0,00	118,17	0,28	0,00	13,67	0,00	13,67	0,03	0,00	10,67	1,50	12,17	144,00
2286	B	0,47	0,4	7,9	1,174	8,83	205,67	0,00	214,50	0,51	0,00	11,83	0,00	11,83	0,03	0,00	14,00	0,00	14,00	240,33
160	A	0,62	0,5	8,05	1,983	9,83	333,50	0,00	343,33	0,81	0,00	10,00	0,00	10,00	0,02	0,00	3,50	0,00	3,50	356,83
108	A	0,51	0,44	8,15	1,444	30,08	240,83	0,00	270,92	0,64	0,00	10,67	0,00	10,67	0,03	0,00	12,00	0,00	12,00	293,58
2530	B	0,66	0,67	7,7	2,674	43,25	478,00	0,00	521,25	1,23	0,00	9,17	0,00	9,17	0,02	0,00	21,50	0,00	21,50	551,92
2328	C	0,35	0,38	3,88	0,406	10,50	39,00	0,00	49,50	0,12	0,00	7,00	0,00	7,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	56,50
2356	C	0,6	0,5	3,14	0,746	0,00	93,00	0,00	93,00	0,22	0,00	11,50	0,00	11,50	0,03	0,00	3,50	0,00	3,50	108,00
1413	B	0,5	0,52	3,18	0,650	0,00	69,83	0,00	69,83	0,16	0,00	11,33	0,00	11,33	0,03	0,00	14,33	0,00	14,33	95,50
2025	C	0,42	0,42	3,2	0,443	9,00	79,00	0,00	88,00	0,21	0,00	2,67	0,00	2,67	0,01	0,00	1,33	0,00	1,33	92,00
615	A	0,56	0,5	8	1,765	17,67	370,33	0,00	388,00	0,92	0,00	15,00	0,00	15,00	0,04	0,00	1,33	0,00	1,33	404,33
835	B	0,63	0,5	8,22	2,061	19,00	396,83	0,00	415,83	0,98	0,00	22,00	0,00	22,00	0,05	0,00	4,00	0,00	4,00	441,83
2210	A	0,7	0,57	7,85	2,486	9,50	312,83	0,00	322,33	0,76	0,00	31,67	0,00	31,67	0,07	0,00	19,00	0,00	19,00	373,00
932	A	0,57	0,47	7,13	1,514	5,00	242,33	0,00	247,33	0,58	0,00	21,83	0,00	21,83	0,05	0,00	15,00	0,00	15,00	284,17
2335	A	0,7	0,57	8,05	2,549	11,25	490,50	0,00	501,75	1,18	5,00	9,83	0,00	14,83	0,03	0,00	18,50	0,00	18,50	535,08
to total por medidas y tt.					54,91	521,33	8.814,67	0,00	9.336,00	22,02	8,33	465,00	0,00	473,33	1,12	1,00	278,50	1,50	281,00	10.090
to porcentual por medidas						5,2%	87,4%	0,0%	92,5%		0,1%	4,6%	0,0%	4,7%		0,0%	2,8%	0,0%	2,8%	100,0%
o por medidas y totales									170,01	40,10			8,62					5,12	183,75	
o de conversion en Porcentaje									40,10				2,03					1,21	43,34	
Madera larga			Madera corta			Madera recuperación			Total											
Espesor	P ²	%	Espesor	P ²	%	Espesor	P ²	%	Espesor	P ²	%	Parametros		Larga	Corta	Recuperad	Total			
1"	521,33	5,17%	1"	8,33	0,08%	1"	1,00	0,01%	1"	531	5,26%	Rendimiento p ² /m ³		170,01	8,62	5,12	183,75			
2"	8.814,67	87,36%	2"	465,00	4,61%	2"	278,50	2,76%	2"	9.558	94,73%	Coeficiente de transformacion %		40,10	2,03	1,21	43,34			
3"	0,0	0,00%	3"	0	0,00%	3"	1,50	0,01%	3"	1,50	0,01%									
Total P ²	9.336	92,52%	Total P ²	473,33	4,69%	Total P ²	281	2,78%	Total P ²	10.090	100%									

ANEXO 4 Producción de madera en tabla especie Almendrillo

MUESTRA	MEDICION CON CORTEZA						MADERA LARGA				MADERA CORTA				MADERA DE RECUPERACION				TOTAL		
	NUMERO	SECC	D1	D2	LARGO	M³	1"	2"	3"	TOTAL P2	1"	2"	3"	TOTAL P2	1"	2"	3"	TOTAL P2	P²/TABLA		
1	9	C	0,56	0,56	3,24	0,80	0,00	72,50	0,00	72,50	0,17	5,42	27,50	0,00	32,92	0,08	2,83	20,67	0,00	23,50	128,92
2	176	A	0,85	0,83	5,55	3,08	0,00	710,33	0,00	710,33	1,68	0,00	79,83	0,00	79,83	0,19	0,00	48,67	0,00	48,67	838,83
3	130	A	0,91	0,9	6,15	3,96	44,33	1021,33	0,00	1065,67	2,51	7,08	35,67	0,00	42,75	0,10	0,00	15,00	0,00	15,00	1123,42
4	267	A	0,77	0,75	6,75	3,06	5,83	668,50	0,00	674,33	1,59	2,00	65,67	0,00	67,67	0,16	8,25	36,00	0,00	44,25	786,25
5	159	A	0,71	0,66	7,1	2,62	54,25	497,83	0,00	552,08	1,30	6,25	30,67	0,00	36,92	0,09	0,83	7,17	0,00	8,00	597,00
6	180	A	0,76	0,68	7,35	2,99	31,50	645,17	0,00	676,67	1,60	2,33	21,33	0,00	23,67	0,06	9,67	10,50	0,00	20,17	720,50
7	122	B	0,76	0,75	6,5	2,91	15,25	481,50	0,00	496,75	1,17	11,17	59,00	0,00	70,17	0,17	10,92	43,33	0,00	54,25	621,17
8	330	A	0,8	0,69	6,85	2,99	31,00	564,67	0,00	595,67	1,40	19,42	48,50	0,00	67,92	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	663,58
9	187	A	0,9	0,86	6,35	3,86	0,00	596,33	0,00	596,33	1,41	0,00	50,83	0,00	50,83	0,12	0,00	25,50	0,00	25,50	672,67
10	258	C	0,78	0,62	6,65	2,56	12,83	250,83	0,00	263,67	0,62	1,67	125,00	0,00	126,67	0,30	0,67	101,17	0,00	101,83	492,17
11	115	A	0,74	0,63	7,55	2,78	47,58	467,50	0,00	515,08	1,21	6,83	35,00	0,00	41,83	0,10	8,08	34,33	0,00	42,42	599,33
12	180	B	0,73	0,65	8,1	3,03	29,00	671,33	0,00	700,33	1,65	14,83	41,33	0,00	56,17	0,13	1,17	15,50	0,00	16,67	773,17
13	241	A	0,92	0,9	7,12	4,63	15,75	717,50	0,00	733,25	1,73	2,33	122,83	0,00	125,17	0,30	1,17	40,50	0,00	41,67	900,08
14	244	B	0,93	0,9	4,85	3,19	14,83	637,67	0,00	652,50	1,54	11,83	34,83	0,00	46,67	0,11	11,92	25,50	0,00	37,42	736,58
15	256	B	0,66	0,62	3,8	1,22	4,08	128,00	0,00	132,08	0,31	6,50	14,17	0,00	20,67	0,05	0,00	21,33	0,00	21,33	174,08
16	115	B	0,63	0,63	4	1,25	11,50	173,50	0,00	185,00	0,44	8,50	52,67	0,00	61,17	0,14	7,67	10,67	0,00	18,33	264,50
17	302	B	0,78	0,76	4,73	2,20	5,33	253,00	0,00	258,33	0,61	1,67	67,33	0,00	69,00	0,16	2,08	33,17	1,50	36,75	364,08
18	210	B	0,63	0,56	4,06	1,13	7,00	212,50	0,00	219,50	0,52	8,00	54,50	0,00	62,50	0,15	2,50	44,83	0,00	47,33	329,33
19	229	B	0,73	0,65	6	2,24	11,58	357,17	0,00	368,75	0,87	2,50	38,67	0,00	41,17	0,10	1,00	33,33	0,00	34,33	444,25
20	196	B	0,7	0,69	5,5	2,09	3,00	309,50	0,00	312,50	0,74	17,00	85,17	0,00	102,17	0,24	8,17	38,00	0,00	46,17	460,83
21	181	A	1,08	0,97	5,35	4,41	35,33	1267,00	0,00	1302,33	3,07	9,50	21,00	0,00	30,50	0,07	1,25	9,67	0,00	10,92	1343,75
22	131	B	1	0,95	5,6	4,18	28,17	629,00	0,00	657,17	1,55	17,17	79,50	0,00	96,67	0,23	7,83	0,00	0,00	7,83	761,67
23	9	B	0,55	0,55	3,9	0,93	0,00	148,67	0,00	148,67	0,35	7,00	9,33	0,00	16,33	0,04	0,00	6,00	0,00	6,00	171,00
24	215	A	0,68	0,67	5,55	1,99	32,83	404,17	0,00	437,00	1,03	13,00	33,83	0,00	46,83	0,11	1,75	24,50	0,00	26,25	510,08
25	166	B	0,63	0,66	4,65	1,52	2,92	217,83	0,00	220,75	0,52	17,00	111,17	0,00	128,17	0,30	4,17	25,17	0,00	29,33	378,25
26	156	B	0,6	0,57	5,55	1,49	19,67	247,00	0,00	266,67	0,63	0,00	20,83	0,00	20,83	0,05	0,00	5,33	0,00	5,33	292,83
27	154	B	0,63	0,63	4,65	1,45	6,83	215,67	0,00	222,50	0,52	6,67	43,67	0,00	50,33	0,12	5,33	17,83	0,00	23,17	296,00
28	152	B	0,56	0,54	3,8	0,90	0,00	95,33	0,00	95,33	0,22	3,33	37,67	0,00	41,00	0,10	0,00	23,17	0,00	23,17	159,50
29	163	B	0,74	0,73	4,55	1,93	5,33	239,67	0,00	245,00	0,58	8,75	101,67	0,00	110,42	0,26	8,08	54,33	0,00	62,42	417,83
30	192	A	0,63	0,58	5,55	1,60	8,50	211,83	0,00	220,33	0,52	0,00	46,00	0,00	46,00	0,11	1,00	42,50	0,00	43,50	309,83
Rendimiento total por medidas y tt.						72,98	484,25	13.112,83	0,00	13.597,08	32,07	217,75	1.595,17	0,00	1.812,92	4,28	106,33	813,67	1,50	921,50	16,332
Rendimiento porcentual por medidas									3,0%	80,3%	0,0%	83,3%	1,3%	9,8%	0,0%	11,1%	0,7%	5,0%	0,0%	5,6%	100,0%
Rendimiento por medidas y totales									186,32		43,94			24,84					12,63	223,79	
Coeficiente de conversión en Porcentaje										43,94				5,86					2,98	52,78	
Madera larga		Madera corta		Madera recuperación		Total															
Espesor	P²	%	Espesor	P²	%	Espesor	P²	%	Espesor	P²	%	Espesor	P²	%	Parametros		Larga	Corta	Recuperación	Total	
1"	484,25	2,97%	1"	217,75	1,33%	1"	106,33	0,65%	1"			808	4,95%	Rendimiento p²/m³		186,32	24,84	12,63	223,79		
2"	13.112,83	80,29%	2"	1.595,17	9,77%	2"	813,67	4,98%	2"			15.522	95,04%	Coeficiente de transformación %		43,94	5,86	2,98	52,78		
3"	0,0	0,00%	3"	0	0,00%	3"	1,50	0,01%	3"			1,50	0,01%								
Total P²	13.597	83,26%	Total P²	1.812,92	11,10%	Total P²	922	5,64%	Total P2			16.332	100%								

ANEXO 5 Cálculo de los coeficientes de determinación y correlación para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla para la

Especie: (Mani)

$\hat{y} = 197,69x - 25,51$							
Y=	336,34					a=	-25,51
						b=	197,69
Coeficiente de determinación							
R ² =	Suma de cuadrados de error explicado						
	Suma de cuadrados de error total						
R ² =	$\frac{(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{(Y_1 - \bar{Y})^2}$	⇒	R ² =	0,9053			
Coeficiente de correlación							
r =	$\sqrt{R^2}$						
r=	0,9515						

MUESTRA	CODIGO	SECCION	Vol./m ³ Tronca X	p2 Tabla Y	Vol./p2 Tabla \hat{y}	(Y ₁ -Y) ²	(Y - Y) ²
1	2083	C	1,821	300	334,450	1290,81	3,588
2	389	B	1,338	289	239,004	2233,61	9475,186
3	2019	A	2,729	528	514,039	36572,31	31575,456
4	160	B	1,311	218	233,716	13985,69	10532,513
5	68	C	2,635	492	495,338	24176,79	25278,802
6	950	A	2,985	584	564,596	61415,85	52098,701
7	1866	A	2,343	506	437,650	28726,48	10262,886
8	193	B	1,737	308	317,923	784,62	339,341
9	2054	B	2,824	538	532,690	40497,09	38551,772
10	2019	B	2,382	334	445,338	6,31	11879,505
11	163	B	2,121	414	393,710	6069,28	3290,792
12	721	B	1,266	238	224,758	9770,22	12451,638
13	1280	B	2,126	420	394,786	7068,14	3415,433
14	2337	A	1,345	164	240,364	29875,20	9212,310
15	2284	B	1,186	171	208,945	27283,70	16230,602
16	2069	A	3,457	610	657,830	74705,04	103352,923
17	2236	B	1,413	144	253,741	36996,39	6823,265
18	2286	B	1,174	240	206,585	9218,13	16837,594
19	160	A	1,983	357	366,443	419,79	905,941
20	108	A	1,444	294	259,990	1828,51	5830,042
21	2530	B	2,674	552	503,176	46471,38	27832,624
22	2328	C	0,406	57	54,744	78312,91	79299,081
23	2356	C	0,746	108	121,962	52141,19	45959,669
24	1413	B	0,650	96	102,907	58006,05	54493,176
25	2025	C	0,443	92	62,129	59704,21	75194,171
26	615	A	1,765	404	323,392	4622,49	167,763
27	835	B	2,061	442	381,900	11127,91	2075,272
28	2210	A	2,486	373	465,941	1343,63	16795,296
29	932	A	1,514	284	273,825	2722,52	3908,694
30	2335	A	2,549	535	478,462	39497,15	20197,471
TOTALES			54,914	10.090,333	10.090,333	766873,40	694271,505

ANEXO 6 Cálculo de los coeficientes de determinación y correlación para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla para la

Especie: (Almendrillo)

$\hat{y} = 245,33x - 52,40$			
		a= -52,40	
Y=	544,38	b= 245,33	
Coeficiente de determinación			
R ² =	Suma de cuadrados de error explicado		
	Suma de cuadrados de error total		
$R^2 = \frac{(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{(Y_1 - \bar{Y})^2}$	⇒	R ² =	0,8541
Coeficiente de correlación			
$r = \sqrt{R^2}$			
r=	0,9242		

MUESTRA	CODIGO	SECCION	Vol./m ³	p2	Vol./p2	(Y ₁ -Y) ²	(Y - Y) ²
			Tronca X	Tabla Y	Tabla \hat{y}		
1	9	C	0,798	129	143,372	172612,55	160809,750
2	176	A	3,076	839	702,148	86700,80	24889,710
3	130	A	3,956	1.123	918,128	335279,60	139684,977
4	267	A	3,062	786	698,819	58499,48	23850,236
5	159	A	2,617	597	589,511	2768,51	2036,470
6	180	A	2,993	721	681,755	31017,08	18870,918
7	122	B	2,910	621	661,508	5895,68	13718,290
8	330	A	2,986	664	680,152	14208,64	18433,113
9	187	A	3,862	673	895,090	16456,61	122995,377
10	258	C	2,559	492	575,445	2726,58	964,853
11	115	A	2,782	599	630,195	3019,50	7363,687
12	180	B	3,029	773	690,651	52341,81	21394,183
13	241	A	4,631	900	1.083,653	126522,49	290812,100
14	244	B	3,189	737	729,983	36940,84	34447,194
15	256	B	1,222	174	247,500	137122,09	88139,784
16	115	B	1,247	265	253,496	78334,68	84615,389
17	302	B	2,203	364	487,953	32508,09	3184,425
18	210	B	1,129	329	224,544	46246,50	102297,038
19	229	B	2,244	444	498,007	10026,68	2150,741
20	196	B	2,087	461	459,478	6980,60	7208,841
21	181	A	4,415	1.344	1.030,622	638987,07	236428,304
22	131	B	4,181	762	973,330	47212,05	183995,260
23	9	B	0,927	171	174,911	139415,11	136509,456
24	215	A	1,986	510	434,831	1176,49	12001,707
25	166	B	1,519	378	320,340	27600,28	50195,425
26	156	B	1,492	293	313,564	63277,40	53277,612
27	154	B	1,450	296	303,205	61694,28	58167,139
28	152	B	0,903	160	169,083	148135,18	140850,417
29	163	B	1,931	418	421,210	16014,90	15171,792
30	192	A	1,595	310	339,015	55013,70	42176,142
TOTALES			72,978	16.331,500	16.331,500	2454735,31	2096640,328

ANEXO 7 Determinación de la ecuación lineal para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida

Especie: (Mani)

MUESTRA	NUMERO	SECCION	VOL./m ³ TRONCA X	VOL./p ² TABLA Y	SUMA CUADRADO X ²	SUMA CUADRADO Y ²	PRODUCTO INTERIOR X*Y
1	2083	C	1,821	300	3,316	90250	547,025
2	389	B	1,338	289	1,790	83569	386,814
3	2019	A	2,729	528	7,449	278344	1439,957
4	160	B	1,311	218	1,720	47560	285,978
5	68	C	2,635	492	6,942	241900	1295,854
6	950	A	2,985	584	8,911	341251	1743,789
7	1866	A	2,343	506	5,489	255867	1185,132
8	193	B	1,737	308	3,018	95069	535,663
9	2054	B	2,824	538	7,973	288996	1517,970
10	2019	B	2,382	334	5,673	111445	795,130
11	163	B	2,121	414	4,497	171603	878,481
12	721	B	1,266	238	1,603	56406	300,676
13	1280	B	2,126	420	4,520	176750	893,848
14	2337	A	1,345	164	1,809	26732	219,899
15	2284	B	1,186	171	1,407	29298	203,007
16	2069	A	3,457	610	11,949	371693	2107,444
17	2236	B	1,413	144	1,995	20736	203,417
18	2286	B	1,174	240	1,378	57760	282,170
19	160	A	1,983	357	3,931	127330	707,503
20	108	A	1,444	294	2,086	86191	424,001
21	2530	B	2,674	552	7,152	304612	1476,041
22	2328	C	0,406	57	0,165	3192	22,938
23	2356	C	0,746	108	0,557	11664	80,569
24	1413	B	0,650	96	0,422	9120	62,039
25	2025	C	0,443	92	0,197	8464	40,788
26	615	A	1,765	404	3,115	163485	713,628
27	835	B	2,061	442	4,247	195217	910,580
28	2210	A	2,486	373	6,180	139129	927,293
29	932	A	1,514	284	2,293	80751	430,289
30	2335	A	2,549	535	6,499	286314	1364,130
TOTALES			54,914	10090,333	118,284	4160700,958	21982,053

DATOS PARAMETRICOS		Datos Estadísticos	troncas m3	tabla p2
n=	30	Media	1,6292	288,18
Xmedia=	1,830	Mediana	1,7929	321,08
ymedia=	336,34	Moda	#N/A	#N/A
		Desviacion estandar	0,7827	162,62
Sum.x=	54,914	Varianza de la muestra	0,6126	26443,91
Sum.y=	10.090,333	Curtosis	-0,6459	-1,1005
Sum.x^2	118,284	Coeficiente de asimetria	-0,0046	-0,027276206
Sum.y^2=	4.160.701	Mínimo	0,4060	57
Sum.x*y=	21.982,053	Máximo	3,4567	609,67
S^2x=	0,613	Suma	54,9141	10090
S^2y=	26.443,910	Cuenta	30	30
S^2xy=	121,103	Nivel de confianza(95,0%)	0,2265	47,0551
b=	197,69			
a=	-25,51			

ANEXO 8 Determinación de la ecuación lineal para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida

Especie: (Almendrillo)

MUESTRA	NUMERO	SECCION	VOL./m ³	VOL./p ²	SUMA	SUMA	PRODUCTO
			TRONCA	TABLA	CUADRADO	CUADRADO	INTERIOR
			X	Y	X ²	Y ²	X*Y
1	9	C	0,798	129	0,637	16620	102,878
2	176	A	3,076	839	9,460	703641	2579,991
3	130	A	3,956	1123	15,650	1262065	4444,307
4	267	A	3,062	786	9,377	618189	2407,590
5	159	A	2,617	597	6,846	356409	1562,085
6	180	A	2,993	721	8,955	519120	2156,141
7	122	B	2,910	621	8,468	385848	1807,617
8	330	A	2,986	664	8,916	440343	1981,479
9	187	A	3,862	673	14,916	452480	2597,945
10	258	C	2,559	492	6,550	242228	1259,566
11	115	A	2,782	599	7,742	359200	1667,583
12	180	B	3,029	773	9,174	597787	2341,786
13	241	A	4,631	900	21,444	810150	4168,083
14	244	B	3,189	737	10,171	542555	2349,074
15	256	B	1,222	174	1,494	30305	212,810
16	115	B	1,247	265	1,555	69960	329,805
17	302	B	2,203	364	4,851	132557	801,926
18	210	B	1,129	329	1,274	108460	371,780
19	229	B	2,244	444	5,034	197358	996,708
20	196	B	2,087	461	4,354	212367	961,539
21	181	A	4,415	1344	19,489	1805664	5932,133
22	131	B	4,181	762	17,481	580136	3184,587
23	9	B	0,927	171	0,859	29241	158,444
24	215	A	1,986	510	3,944	260185	1013,054
25	166	B	1,519	378	2,308	143073	574,701
26	156	B	1,492	293	2,225	85751	436,834
27	154	B	1,450	296	2,101	87616	429,059
28	152	B	0,903	160	0,815	25440	143,999
29	163	B	1,931	418	3,727	174585	806,641
30	192	A	1,595	310	2,546	95997	494,337
TOTALES			72,978	16331,500	212,364	11345331,722	48274,481

DATOS PARAMETRICOS		Datos Estadísticos	troncas m3	tabla p2
n=	30	Media	2,1772	466,68
Xmedia=	2,433	Mediana	2,4014	501,13
ymedia=	544,38	Moda	#N/A	#N/A
		Desviacion estandar	1,0960	290,94
Sum.x=	72,978	Varianza de la muestra	1,2013	84646,05
Sum.y=	16.331,500	Curtosis	-0,7937	0,6104
Sum.x^2	212,364	Coefficiente de asimetria	0,3213	0,76083905
Sum.y^2=	11.345.332	Mínimo	0,7980	129
Sum.x*y=	48.274,481	Máximo	4,6308	1343,75
S^2x=	1,201	Suma	72,9783	16332
S^2y=	84.646,045	Cuenta	30	30
S^xy=	294,700	Nivel de confianza(95,0%)	0,3171	84,1875
b=	245,33			
a=	-52,40			

ANEXO 9 Prueba “t” para la especie Mani

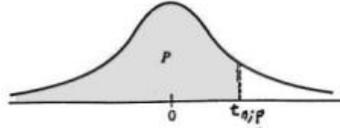
Especie	Tipo de	Coeficiente	Numero	t	t	Comparacion
	Medición	R	Muestras	Calculado	tabulado	$t_c > t_f$
Mani	Con corteza	0,9515	30	16,36	1,7011	Existe correlacion

ANEXO 10 Prueba “t” para la especie Almendrillo

Especie	Tipo de Medición	Coeficiente R	Numero Muestras	t Calculado	t tabulado	Comparacion $t_c > t_t$
Almendrillo	Con corteza	0,9242	30	12,80	1,7011	Existe correlacion

ANEXO 11 Tabla “t” de student

Distribución t de Student



La tabla A.4 da distintos valores de la función de distribución en relación con el número de grados de libertad; concretamente, relaciona los valores p y $t_{n,p}$ que satisfacen

$$P(t_n \leq t_{n,p}) = p.$$

n	$t_{0,55}$	$t_{0,60}$	$t_{0,70}$	$t_{0,80}$	$t_{0,90}$	$t_{0,95}$	$t_{0,975}$	$t_{0,99}$	$t_{0,995}$
1	0,1584	0,3249	0,7265	1,3764	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567
2	0,1421	0,2887	0,6172	1,0607	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248
3	0,1366	0,2767	0,5844	0,9785	1,6377	2,3534	3,1824	4,5407	5,8409
4	0,1338	0,2707	0,5686	0,9410	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041
5	0,1322	0,2672	0,5594	0,9195	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	0,1311	0,2648	0,5534	0,9057	1,4398	1,9432	2,4469	3,1427	3,7074
7	0,1303	0,2632	0,5491	0,8960	1,4149	1,8946	2,3646	2,9980	3,4995
8	0,1297	0,2619	0,5459	0,8889	1,3968	1,8595	2,3060	2,8965	3,3554
9	0,1293	0,2610	0,5435	0,8834	1,3830	1,8331	2,2622	2,8214	3,2498
10	0,1289	0,2602	0,5415	0,8791	1,3722	1,8125	2,2281	2,7638	3,1693
11	0,1286	0,2596	0,5399	0,8755	1,3634	1,7959	2,2010	2,7181	3,1058
12	0,1283	0,2590	0,5386	0,8726	1,3562	1,7823	2,1788	2,6810	3,0545
13	0,1281	0,2586	0,5375	0,8702	1,3502	1,7709	2,1604	2,6503	3,0123
14	0,1280	0,2582	0,5366	0,8681	1,3450	1,7613	2,1448	2,6245	2,9768
15	0,1278	0,2579	0,5357	0,8662	1,3406	1,7531	2,1314	2,6025	2,9467
16	0,1277	0,2576	0,5350	0,8647	1,3368	1,7459	2,1199	2,5835	2,9208
17	0,1276	0,2573	0,5344	0,8633	1,3334	1,7396	2,1098	2,5669	2,8982
18	0,1274	0,2571	0,5338	0,8620	1,3304	1,7341	2,1009	2,5524	2,8784
19	0,1274	0,2569	0,5333	0,8610	1,3277	1,7291	2,0930	2,5395	2,8609
20	0,1273	0,2567	0,5329	0,8600	1,3253	1,7247	2,0860	2,5280	2,8453
21	0,1272	0,2566	0,5325	0,8591	1,3232	1,7207	2,0796	2,5176	2,8314
22	0,1271	0,2564	0,5321	0,8583	1,3212	1,7171	2,0739	2,5083	2,8188
23	0,1271	0,2563	0,5317	0,8575	1,3195	1,7139	2,0687	2,4999	2,8073
24	0,1270	0,2562	0,5314	0,8569	1,3178	1,7109	2,0639	2,4922	2,7969
25	0,1269	0,2561	0,5312	0,8562	1,3163	1,7081	2,0595	2,4851	2,7874
26	0,1269	0,2560	0,5309	0,8557	1,3150	1,7056	2,0555	2,4786	2,7787
27	0,1268	0,2559	0,5306	0,8551	1,3137	1,7033	2,0518	2,4727	2,7707
28	0,1268	0,2558	0,5304	0,8546	1,3125	1,7011	2,0484	2,4671	2,7633
29	0,1268	0,2557	0,5302	0,8542	1,3114	1,6991	2,0452	2,4620	2,7564
30	0,1267	0,2556	0,5300	0,8538	1,3104	1,6973	2,0423	2,4573	2,7500
40	0,1265	0,2550	0,5286	0,8507	1,3031	1,6839	2,0211	2,4233	2,7045
50	0,1263	0,2547	0,5278	0,8489	1,2987	1,6759	2,0086	2,4033	2,6778
60	0,1262	0,2545	0,5272	0,8477	1,2958	1,6706	2,0003	2,3901	2,6603
80	0,1261	0,2542	0,5265	0,8461	1,2922	1,6641	1,9901	2,3739	2,6387
100	0,1260	0,2540	0,5261	0,8452	1,2901	1,6602	1,9840	2,3642	2,6259
120	0,1259	0,2539	0,5258	0,8446	1,2886	1,6577	1,9799	2,3578	2,6174
∞	0,126	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,327	2,576

Tabla A.4: Tabla de la distribución t de Student.

ANEXO 12 Determinación de los intervalos de predicción para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida. Especie: (mani)

Muestra	Número	Sección	Vol/m ³ Tronca X	P2 Tabla Y	\hat{y}	$(y - \hat{y})^2$	s_x^2	n	X	to*Se	Eci	Intervalo de Confianza	
												Y ₁ -Eci	Y ₁ +Eci
												1	2083
2	389	B	1,338070272	289	239,00	2.507,95	1,79	30	1,83047058	60,635	7,82188	231	247
3	2019	A	2,729345504	528	514,04	183,44	7,45	30	1,83047058	60,635	7,59720	506	522
4	160	B	1,311323475	218	233,72	244,39	1,72	30	1,83047058	60,635	7,86260	226	242
5	68	C	2,63474211	492	495,34	12,28	6,94	30	1,83047058	60,635	7,63978	488	503
6	950	A	2,985087452	584	564,60	383,02	8,91	30	1,83047058	60,635	7,52311	557	572
7	1866	A	2,342929685	506	437,65	4.648,92	5,49	30	1,83047058	60,635	7,62349	430	445
8	193	B	1,737286343	308	317,92	91,97	3,02	30	1,83047058	60,635	7,80882	310	326
9	2054	B	2,823693249	538	532,69	23,94	7,97	30	1,83047058	60,635	7,58470	525	540
10	2019	B	2,381815821	334	445,34	12.433,20	5,67	30	1,83047058	60,635	7,79017	438	453
11	163	B	2,120655398	414	393,71	421,90	4,50	30	1,83047058	60,635	7,72121	386	401
12	721	B	1,266004717	238	224,76	162,37	1,60	30	1,83047058	60,635	7,85263	217	233
Promedios			1,830470584	336	336,34	0,00	3,35	30	1,83047058	60,635	7,78825	328,56	344,13
13	1280	B	2,126099791	420	394,79	656,92	4,52	30	1,83047058	60,635	7,71528	387	403
14	2337	A	1,344948805	164	240,36	5.908,02	1,81	30	1,83047058	60,635	7,88601	232	248
15	2284	B	1,186016832	171	208,95	1.427,21	1,41	30	1,83047058	60,635	7,88313	201	217
16	2069	A	3,456715046	610	657,83	2.319,70	11,95	30	1,83047058	60,635	7,48698	650	665
17	2236	B	1,41262044	144	253,74	12.043,17	2,00	30	1,83047058	60,635	7,89272	246	262
18	2286	B	1,174076789	240	206,58	1.138,97	1,38	30	1,83047058	60,635	7,85110	199	214
19	160	A	1,982726592	357	366,44	92,35	3,93	30	1,83047058	60,635	7,77203	359	374
20	108	A	1,444227881	294	259,99	1.128,53	2,09	30	1,83047058	60,635	7,81890	252	268
21	2530	B	2,674391066	552	503,18	2.375,69	7,15	30	1,83047058	60,635	7,56635	496	511
22	2328	C	0,40598347	57	54,74	3,09	0,16	30	1,83047058	60,635	7,91219	47	63
23	2356	C	0,74601219	108	121,96	194,95	0,56	30	1,83047058	60,635	7,90283	114	130
24	1413	B	0,649618477	96	102,91	54,86	0,42	30	1,83047058	60,635	7,90565	95	111
25	2025	C	0,443342592	92	62,13	892,28	0,20	30	1,83047058	60,635	7,90638	54	70
26	615	A	1,76495088	404	323,39	6.551,48	3,12	30	1,83047058	60,635	7,73056	316	331
27	835	B	2,060912769	442	381,90	3.592,05	4,25	30	1,83047058	60,635	7,69396	374	390
28	2210	A	2,486039383	373	465,94	8.638,05	6,18	30	1,83047058	60,635	7,75852	458	474
29	932	A	1,514213501	284	273,82	106,95	2,29	30	1,83047058	60,635	7,82508	266	282
30	2335	A	2,549377966	535	478,46	3.205,95	6,50	30	1,83047058	60,635	7,58785	471	486
TOTALES			54,914	10090,333	10090,333	72601,894	118,284				232,735	9857,598	10323,069

ANEXO 13 Determinación de los intervalos de predicción para volumen tronca con corteza vs. Volumen tabla producida. Especie: (Almendrillo)

Muestra	Número	Sección	Vol/m ³	P2	\hat{y}	$(y - \hat{y})^2$	s_x^2	n	X	to*Se	Eci	Intervalo de	
			Tronca	Tabla								Confianza	
			X	Y								Y ₁ -Eci	Y ₁ +Eci
1	9	C	0,798016666	129	143,37	208,97	0,64	30	2,43261109	134,663	11,78598	132	155
2	176	A	3,075689232	839	702,15	18.682,86	9,46	30	2,43261109	134,663	11,33822	691	713
3	130	A	3,956062745	1.123	918,13	42.143,49	15,65	30	2,43261109	134,663	10,95983	907	929
4	267	A	3,06211752	786	698,82	7.644,26	9,38	30	2,43261109	134,663	11,39499	687	710
5	159	A	2,616558137	597	589,51	56,09	6,85	30	2,43261109	134,663	11,56707	578	601
6	180	A	2,992562496	721	681,75	1.501,19	8,96	30	2,43261109	134,663	11,46043	670	693
7	122	B	2,910034628	621	661,51	1.627,46	8,47	30	2,43261109	134,663	11,54785	650	673
8	330	A	2,98602895	664	680,15	274,52	8,92	30	2,43261109	134,663	11,51219	669	692
9	187	A	3,862157376	673	895,09	49.472,27	14,92	30	2,43261109	134,663	11,50423	884	907
10	258	C	2,5592259	492	575,45	6.935,35	6,55	30	2,43261109	134,663	11,64125	564	587
11	115	A	2,782396328	599	630,20	952,46	7,74	30	2,43261109	134,663	11,56525	619	642
12	180	B	3,028824414	773	690,65	6.808,86	9,17	30	2,43261109	134,663	11,40850	679	702
Promedios			2,432611095	544	544,38	0,00	5,92	30	2,43261109	134,663	11,60615	532,78	555,99
13	241	A	4,630774949	900	1.083,65	33.697,93	21,44	30	2,43261109	134,663	11,26706	1072	1095
14	244	B	3,189149098	737	729,98	43,57	10,17	30	2,43261109	134,663	11,44499	719	741
15	256	B	1,222459392	174	247,50	5.389,99	1,49	30	2,43261109	134,663	11,77732	236	259
16	115	B	1,24690104	265	253,50	121,09	1,55	30	2,43261109	134,663	11,75208	242	265
17	302	B	2,202589112	364	487,95	15.343,60	4,85	30	2,43261109	134,663	11,71198	476	500
18	210	B	1,128888014	329	224,54	10.980,75	1,27	30	2,43261109	134,663	11,72745	213	236
19	229	B	2,24357364	444	498,01	2.889,84	5,03	30	2,43261109	134,663	11,67026	486	510
20	196	B	2,086523093	461	459,48	1,84	4,35	30	2,43261109	134,663	11,66057	448	471
21	181	A	4,414610681	1.344	1.030,62	98.048,97	19,49	30	2,43261109	134,663	10,57829	1020	1041
22	131	B	4,1810769	762	973,33	44.801,38	17,48	30	2,43261109	134,663	11,42017	962	985
23	9	B	0,92657565	171	174,91	15,30	0,86	30	2,43261109	134,663	11,77800	163	187
24	215	A	1,986055706	510	434,83	5.662,91	3,94	30	2,43261109	134,663	11,62962	423	446
25	166	B	1,519369063	378	320,34	3.353,57	2,31	30	2,43261109	134,663	11,70523	309	332
26	156	B	1,491748508	293	313,56	429,76	2,23	30	2,43261109	134,663	11,74199	302	325
27	154	B	1,449522459	296	303,20	51,91	2,10	30	2,43261109	134,663	11,74080	291	315
28	152	B	0,9028173	160	169,08	91,83	0,82	30	2,43261109	134,663	11,78041	157	181
29	163	B	1,930531853	418	421,21	11,40	3,73	30	2,43261109	134,663	11,68494	410	433
30	192	A	1,595491994	310	339,02	851,57	2,55	30	2,43261109	134,663	11,73543	327	351
TOTALES			72,978	16331,500	16331,500	358094,986	212,364				346,492	15985,008	16677,992

ANEXO 14 Cadena de custodia



Tumbado o tala



Arrastre



Saneo



Transporte

ANEXO 15 FLUJO DE PRODUCCION



Medición de la troza por longitud



Medición del diámetro de la troza



Troza siendo atada por el guinche



Troza en el carro porta troza



Recibidores esperando la tabla



Desorillado de la tabla



Pasando a la estación de la despuntadora



Despuntado de la tabla



Acomodado de tablas por medidas



Paquetes por medidas



Transportado de paquetes



Paquetes en playa o patio de acopio de madera aserrada



Maestro afilador



Proceso de afilado de la cinta



Revisión de Afilado de cinta



Laminado de la cinta



Verificando laminación



Laminadora

ANEXO 16 Maquinarias y Herramientas

c. Detalle de la maquinaria				
de maquina o ec	Cantidad	Modelo	Especificación Técnica	Año de compra
Skider Catarpilla	3	518	Motor Diesel Hidraulico	1995
Pala cargadora c	1	950	Motor Diesel Hidraulico	1995
Pala cargadora c	1	938	Motor Diesel Hidraulico	1995
Motoniveladora M	1	170	Motor Diesel Hidraulico	2002
Oruga catarpillar	1	D6C	Motor Diesel Hidraulico	1995
Generador de luz	2	3406B	Generador capacidad d	1995
Skider Catarpilla	1	525	Motor Diesel Hidraulico	1998
Camiones	1	86	Volvo F-12	1999
Pala cargadora c	1	930	Motor Diesel Hidraulico	1989
Pala cargadora c	1	966	Motor Diesel Hidraulico	2001
Skider Catarpilla	1	525 B	Motor Diesel Hidraulico	2007
Skider Catarpilla	1	515	Motor Diesel Hidraulico	2007