

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**“DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE ASERRÍO DE  
LAS ESPECIES CUTA AMARILLA (*Apuleia leiocarpa* – *J. Vogel* –  
*J. F. Macbr*) Y CHIRIGUANA (*Simarouba amara Aublet*) EN EL  
ASERRADERO SAN LUIS S.R.L. EN BAJO PARAGUA  
PROVINCIA VELASCO SANTA CRUZ”**

**Por:**

**JOSE LUIS ACOSTA**

Tesis de Grado presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA**  
**“JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Forestal.

**Marzo de 2017**

**TARIJA - BOLIVIA**

VºBº

.....  
M. Sc. Ing. Sebastián Ramos Mejía  
**PROFESOR GUÍA**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
**DECANO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

.....  
M. Sc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca  
**VICEDECANO DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS AGRICOLAS Y  
FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M. Sc. Ing. Deimer Jesus Moreno Molina.

.....  
M. Sc. Ing. Carlos Alberto Cossío Narváez.

.....  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca.

El tribunal calificador de la presente Tesis, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo únicamente responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis, la dedico a mí querida madre **María Lurdes Acosta Ugarte, Antonio Churquina Silos** y a mis tíos por ser los responsables de mi formación, por su fe inquebrantable, amor y ejemplo de vida, razones de mí existir que los tendré siempre presente conmigo.

A mi hermana **Lucia Alejandra Churquina Acosta** que es complemento de mi felicidad, que me brindó su cariño y comprensión en cada momento de mi vida y a toda mi hermosa familia que comparten conmigo mi logro y alegría.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida y situarme en una vida con posibilidades únicas.

Al ingeniero **Alvín Alemán**, a los propietarios del aserradero SAN LUIS, por su incondicional apoyo en la culminación de este trabajo, a quien respeto, admiro y tengo un cariño especial.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, en especial a mi **carrera de Ingeniería Forestal**, a mis estimados docentes, por las enseñanzas vertidas en estos primeros pasos de mi formación académica y a todas las personas que directa e indirectamente me ayudaron a realizar este trabajo.

## **CONTENIDO**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**RESUMEN**

### **ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Justificación.....	6
1.3. Planteamiento del problema.....	7
1.4. Hipótesis .....	7
1.5. Objetivos .....	8
1.5.1 Objetivo general.....	8
1.5.2 Objetivos específicos .....	8

### **CAPÍTULO I**

#### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

2.1 Aserradero .....	10
2.2 Características de los aserraderos .....	10
2.3 Sierra de cinta sin fin.....	11
2.4. Aserrio de la madera.....	11
2.4.1 Definición .....	11
2.5. Fases del aserrado.....	12
2.6. Transformación primaria de la madera.....	12

2.7. Transformación secundaria de la madera .....	12
2.8. Tipos de corte de la troza.....	12
2.9. Planos de corte.....	13
2.10. Control de calidad .....	13
2.11. Definición de rendimiento en aserrío. ....	14
2.12. Medidas de rendimiento .....	15
2.13. Análisis estadísticos .....	16
2.14. Madera larga.....	18
2.15. Madera corta.....	18
2.16. Madera residual del proceso de aserrío .....	18
2.17. Madera de recuperación industrial .....	18
2.18. Muestra.....	19
2.19. Especies en estudio.....	19
2.20. Descripción botánica y taxonomica de las especies .....	19
2.20.1 Descripción botánica y taxonomica de la especie Chiriguana.....	19
2.20.2. Características generales del árbol.....	20
2.20.3. Distribución geográfica.....	20
2.20.4. Características organolépticas de la madera .....	20
2.20.5. Descripción anatómica.....	21
2.20.6. Propiedades físicas.....	21
2.20.7. Propiedades mecánicas .....	22
2.20.8. Trabajabilidad .....	22
2.20.9. Preservación.....	22

2.20.10. Durabilidad .....	22
2.20.11. Secado.....	22
2.20.12. Usos y aplicaciones.....	22
2.21. Descripción botánica de la especie Cuta amarilla .....	23
2.21.1. Características generales del árbol.....	23
2.21.2. Distribución geográfica.....	23
2.21.3. Características organolépticas de la madera .....	24
2.21.4. Descripción anatómica.....	24
2.21.5. Propiedades físicas.....	25
2.21.6. Trabajabilidad .....	25
2.21.7. Preservación.....	25
2.21.8. Durabilidad .....	25
2.21.9. Secado.....	25
2.21.10. Usos finales.....	25

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Descripción de la zona de estudio .....	28
3.2. Aspectos biofísicos.....	29
3.2.1. Geología, y suelos.....	29
3.2.2. Fisiografía.....	29
3.2.3. Precipitación. ..	29
3.2.4. Temperatura.....	29
3.2.5. Humedad relativa promedio.....	30



3.2.6 Vegetación..	31
3.2.6.1 Estrato dominante..	32
3.2.6.2 Estrato codominante..	32
3.2.6.3 Estrato suprimido..	33
3.2.6.4 Estrato arbustivo..	33
3.2.6.5 Sotobosque..	33
3.3. Tipos de actividad industrial	35
3.4. Materiales	36
3.5. Características de equipo y maquinaria	37
3.6. Sierra principal sin fin o de cinta	37
3.7. Guinche hidráulico	37
3.8. Carro porta trozas	37
3.9. Desorilladora	38
3.10. Despuntadora (cabeceadora)	38
3.11. Pulguero hidráulico	38
3.12. Sala de afilado	38
3.13. Equipos auxiliares en el aserrio	39
3.14. Descripción de la maquinaria utilizada	40
3.15. Personal	42
3.16. METODOLOGÍA	45
Paso N° 1: Selección de la muestra y cantidad de trozas	45
Paso N° 2: separación de las trozas seleccionadas	47
Paso N° 3: Medición de las trozas	48

Paso N° 4: Proceso de aserrío.....	49
Paso N° 5: Cubicación de la madera aserrada .....	52
Paso N° 6: Determinación del volumen de desperdicios.....	53
Paso N° 7: Determinación del rendimiento de aserrío.....	53

### **CAPÍTULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Cubicación de las trozas de la especie Chiriguana.....	55
4.2. Volumen madera en troza vs madera aserrada .....	57
4.3. Producción del aserradero por largo.....	59
4.4. Estadísticas del rendimiento volumen troza vs. tabla.....	59
4.5. Modelo matemático .....	61
4.6. Análisis Estadístico .....	62
4.7. Madera residual .....	62
4.8. Cubicación de trozas de la especie Cuta amarilla .....	63
4.9. Volumen madera en troza vs madera aserrada .....	65
4.10. Producción del aserradero por largo.....	67
4.11. Estadísticas del rendimiento volumen troza vs. tabla.....	67
4.12. Modelo matemático .....	69
4.13. Análisis Estadístico .....	70
4.14. Madera residual .....	70
4.15. Análisis de los resultados .....	72

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	75
5.1.1. Conclusiones de la especie Chiriguana.....	75
5.1.2. Conclusiones para la especie Cuta amarilla.....	76
5.2. Recomendaciones.....	78
7. Bibliografía .....	81
8. Anexos .....	84



## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro N° 1:</b> Áreas boscosas del país por departamento .....	2
<b>Cuadro N° 2:</b> Región y su superficie en millones de (ha) .....	3
<b>Cuadro N° 3:</b> Límites del aserradero .....	29
<b>Cuadro N° 4:</b> Volumen de las especies más conocidas y su destino de elaboración .....	35
<b>Cuadro N° 5:</b> Equipo y maquinaria para procesamiento Transformación Industrial y mantenimiento. ....	41
<b>Cuadro N° 6:</b> Número de personas por sección y función que desempeñan en el aserradero .....	42
<b>Cuadro N° 7:</b> Valor obtenido en la medición .....	51
<b>Cuadro N° 8:</b> Cubicación de las trozas muestreadas (Chiriguana) .....	56
<b>Cuadro N° 9:</b> Rendimiento en Porcentaje.....	57
<b>Cuadro N° 10:</b> Ejemplo del cálculo de volumen de madera aserrada .....	58
<b>Cuadro N° 11:</b> Producción y Rendimiento de madera larga y madera corta .....	59
<b>Cuadro N° 12:</b> Análisis de regresión .....	60
<b>Cuadro N° 13:</b> Resultados estadísticos expresados en porcentajes (%) .....	62
<b>Cuadro N° 14:</b> Cubicación de trozas muestreadas (Cuta amarilla) .....	64
<b>Cuadro N° 15:</b> Rendimiento en porcentaje .....	65
<b>Cuadro N° 16:</b> Ejemplo del cálculo de volumen de madera aserrada .....	66
<b>Cuadro N° 17:</b> Producción y Rendimiento de madera larga y madera corta .....	67
<b>Cuadro N° 18:</b> Análisis de regresión .....	68
<b>Cuadro N° 19:</b> Resultados estadísticos expresados en porcentajes (%) .....	70

**Cuadro N° 20:** Resultados de la especie Chiriguana ..... 71

**Cuadro N° 21:** resultados de la especie Cuta amarilla..... 72

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 1:</b> Ubicación del aserradero.....	28
<b>Figura N° 2:</b> Climadiagrama del lugar de Bajo Paragua .....	30
<b>Figura N° 3:</b> Croquis de ubicación del aserradero San Luis S.R.L .....	34
<b>Figura N° 4:</b> Distribución de la maquinaria .....	44
<b>Figura N° 5:</b> Clasificación de las trozas .....	46
<b>Figura N° 6:</b> Medición del diámetro .....	48
<b>Figura N° 7:</b> Proceso de aserrado de las trozas con sus respectivos volteos .....	50
<b>Figura N° 8:</b> Aserrado de trozas con cortes tangenciales, radiales y longitudinales .....	50
<b>Figura N° 9:</b> Medición de madera aserrada .....	52
<b>Figura N° 10:</b> Correlación de Volumen en tabla y volumen en troza (Chiriguana).....	61
<b>Figura N° 11:</b> Correlación de Volumen en tabla y volumen en troza (Cuta amarilla).....	69