

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**



**“EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORESTAL MADERABLE
DE LA ZONA ALTA DE TARIJA (ISCAYACHI)”**

Por:

MARIA ANDREA CALLA GARCIA

Tesis, presentada a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para poder optar el grado académico de licenciatura en Ingeniería Forestal

Marzo de 2014

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

Orlando Erazo Campos
Profesor Guía

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

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

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Ismael Acosta Galarza

Ing. Deimer Jesús Molina

Ing. Henry Valdez Huanca

El tribunal calificador de la presente tesis no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones, siendo únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres,
Alfredo y María por todo el apoyo que
siempre me brindaron y a mis hermanos
con mucho cariño José Luis y Alejandra.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada le debo el mayor agradecimiento a Dios por permitirme realizar una de mis metas que es salir profesional, por permitirme la vida y darme salud, hoy más que nunca sé que todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al ingeniero Orlando Erazo Campos, por todo el apoyo y conocimiento incondicional brindado en mi proyecto de tesis, por la confianza y la "paciencia", más que mi docente guía lo considero un gran **amigo**.

A mis padres y hermanos que velaron por mi bienestar y siempre me apoyaron en los momentos más difíciles, los quiero mucho y sé que mi felicidad es la suya, ¡gracias!

A mis docentes, que durante este proceso de formación me ayudaron mucho al compartir su conocimiento y me colaboraron en todo momento.

Por último y no por eso de menor importancia, a mis amigos y compañeros que hicieron de estos años momentos inolvidables, me enseñaron que ellos son la familia que uno puede escoger.

INDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.1.1. PROBLEMATICA Y JUSTIFICACIÓN.....	3
1.1.2. HIPOTESIS	3
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. OBJETIVOS GENERALES.....	4
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS ALTAS	5
2.1.1. CLIMA.....	5
2.1.2. CARACTERISTICAS DEL ALTIPLANO BOLIVIANO.....	6
2.2. NECESIDADES ENERGÉTICAS (BIOCOMBUSTIBLE).....	7
2.2.1. LEÑA COMO COMBUSTIBLE.....	7
2.2.2. DEMANDA POR COMBUSTIBLE	9
2.2.3. DETERMINANTES MACROECONÓMICOS	10
2.2.4. DETERMINANTES MICROECONÓMICOS.....	10
2.3. PLANTACIONES FORESTALES EN ZONAS ALTAS	10
2.4. CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES	13
2.4.1. CRECIMIENTO EN ALTURA.....	13
2.4.2. CRECIMIENTO EN DIAMETRO	14
2.4.3. CRECIMIENTO EN VOLUMEN	15
2.5. MENSURA	15
2.5.1. CONSIDERACIONES TÉCNICAS EN LA MEDICION DE CAMPO	16
2.5.2. MEDICIÓN DE ALTURA.....	16
2.5.3. MEDICIÓN DE DIÁMETRO	17
2.5.4. PRECAUCIONES EN LA MEDICIÓN DE ALTURAS.....	19
2.6. POTENCIAL FORESTAL	21

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.	MATERIALES.....	23
3.1.1.	MATERIAL DE CAMPO	23
3.1.2.	MATERIAL DE GABINETE	23
3.2.	MÉTODOS	24
3.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	24
3.2.1.1.	UBICACIÓN	25
3.2.1.2.	SUELOS Y CLIMA	26
3.2.1.3.	VEGETACIÓN	27
3.2.2.	METODOLOGÍA PARA IDENTIFICACION DE ESPECIES	28
3.2.3.	METODOLOGÍA PARA MENSURA DE DATOS DASOMETRICOS	28
3.2.3.1.	ELABORACIÓN DE PLANILLAS	28
3.2.3.2.	DETERMINACION DE DIAMETRO Y ALTURA	28
3.2.3.5.	SELECCIÓN DEL ÁRBOL TIPO.....	31
3.2.3.6.	OBTENCIÓN DE CILINDROS DE MADERA MEDIANTE BARRENO DE PRESSLER.....	32
3.2.4.	DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO RELATIVO DE CRECIMIENTO	34
3.2.5.	METODOLOGIA PARA ESTABLECER RELACIÓN ENTRE CLIMA Y CRECIMIENTO	36
3.2.5.1.	MÉTODOS PARA DETERMINAR EL ÍNDICE CPV DE PATERSON .	
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1.	RESULTADOS	39
4.1.1.	ESPECIES ARBOREAS LEÑOSAS QUE SE DESARROLLAN EN LA ZONA ALTA.....	39
4.1.1.1.	SITIOS DE ESTUDIO	40
4.1.1.2.	SITIOS OBSERVADOS	40
4.1.1.3.	CARACTERISTICAS.....	42
4.1.1.4.	FORMA DEL TRONCO	43
4.1.1.4.	AHUSAMIENTO.....	44
4.1.2.	DESARROLLO VOLUMÉTRICO	46
4.1.3.	ANÁLISIS POR SITIOS.....	47
4.1.3.1.	ANÁLISIS DE EL MOLINO	47

4.1.3.2.	ANÁLISIS DE EL CAMPANARIO	50
4.1.3.3.	ANÁLISIS DE SAN ANTONIO	53
4.1.4.	TASAS DE CRECIMIENTO RELATIVO	55
4.1.4.1.	TASA DE CRECIMIENTO EL MOLINO.....	55
4.1.4.2.	TASA DE CRECIMIENTO EL CAMPANARIO	55
4.1.4.3.	TASA DE CRECIMIENTO SAN ANTONIO.....	56
4.1.4.4.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS TRES SITIOS	56
4.1.5.	RELACION ENTRE CRECIMIENTO Y FACTORES CLIMÁTICOS	59
4.1.5.1.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PATERSON CPV PARA EL CAMPANARIO	63
4.1.5.2.	POTENCIAL FORESTAL
4.2.	DISCUSIÓN.....	68
5.	5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
5.1.	CONCLUSIONES	70
5.2.	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	73
	ANEXO N°1	74
	ANEXO N°2	91
	ANEXO N°3	95

INDICE DE TABLAS

<u>Tabla 2.1: Clasificación general de la biomasa</u>	8
<u>Tabla 3.1: Bosque xerofítico pluvioestacional</u>	27
<u>Tabla 3.2: Tipos dendrométricos</u>	32
<u>Tabla 3.3: Clases litológicas</u>	37
<u>Tabla 3.4: Factor litológico de productividad forestal</u>	38
<u>Tabla 4.1: Especies arbóreas presente en la zona alta de Tarija</u>	39
<u>Tabla 4.2: Tipos dendrológicos en El Molino</u>	43
<u>Tabla 4.3: Tipos dendrológicos en el Campanario</u>	43
<u>Tabla 4.4: Tipos dendrológicos en San Antonio</u>	44
<u>Tabla 4.5: Funciones de ahusamiento El Molino</u>	45
<u>Tabla 4.6: Funciones de ahusamiento El Campanario</u>	45
<u>Tabla 4.7: Funciones de ahusamiento San Antonio</u>	45
<u>Tabla 4.8: N° de árboles evaluados por especie en los tres sitios de estudio</u>	46
<u>Tabla 4.9: Características principales de <i>Pinus radiata D. Don.</i> en El Molino</u>	47
<u>Tabla 4.10: Características principales de <i>Ulmus pumila L.</i> en El Molino</u>	47
<u>Tabla 4.11: Características del <i>Pinus radiata D. Don</i> en El Campanario</u>	50
<u>Tabla 4.12: Características principales de <i>Populus alba L.</i> en El Campanario</u>	51
<u>Tabla 4.13: Características principales de <i>Pinus radiata D. Don</i> en San Antonio</u>	53
<u>Tabla 4.14: Tasas de crecimiento relativo en el sitio de estudio El Molino</u>	55
<u>Tabla 4.9: Características principales de <i>Pinus radiata D. Don.</i> en El Molino</u>	47
<u>Tabla 4.10: Características principales de <i>Ulmus pumila L.</i> en El Molino</u>	47
<u>Tabla 4.11: Características del <i>Pinus radiata D. Don</i> en El Campanario</u>	50
<u>Tabla 4.12: Características principales de <i>Populus alba L.</i> en El Campanario</u>	51
<u>Tabla 4.13: Características principales de <i>Pinus radiata D. Don</i> en San Antonio</u>	53
<u>Tabla 4.14: Tasas de crecimiento relativo en el sitio de estudio El Molino</u>	55
<u>Tabla 4.15: Tasas de crecimiento relativo en El Campanario</u>	56
<u>Tabla 4.16: Tasas de crecimiento relativo en el sitio de estudio San Antonio</u>	56
<u>Tabla 4.17: Tabla comparativa de crecimientos relativos para <i>Pinus radiata D. Don.</i></u>	57
<u>Tabla 4.18: Tabla comparativa de crecimientos relativos para <i>Populus alba L.</i></u>	57

<u>Tabla 4.19: Tabla comparativa de crecimientos relativos para <i>Cupressus macrocarpa</i>.</u>	58
<u>Tabla 4.20: Parámetros climáticos de los tres sitios</u>	59
<u>Tabla 4.21: Índice de Lang</u>	60
<u>Tabla 4.22: Índice de Martonne</u>	61
<u>Tabla 4.23: Datos meteorológicos de la estación El Campanario</u>	64
<u>Tabla 4.2.4: Determinación del periodo vegetativo.</u>	64
Tabla 4.2.5: Categorización de productividad según índice CPV.	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Formas de medición	17
Figura 2.2: Principios geométrico (triángulos semejantes) para la medición de alturas.....	21
Figura 2.3: Medición de la altura de un árbol con instrumental óptico.....	21
Figura 3.1: Determinación de diámetro	29
Figura 3.2: Determinación de altura con clinómetro Suunto.....	30
Figura 3.3: Muestra cilíndrica de madera.....	34
Figura 4.1: frecuencia de altura <i>Pinus radiata</i> D. Don 18 años de edad en El Molino	48
Figura 4.2: Frecuencia DAP <i>Pinus radiata</i> D. Don 18 años de edad en El Molino	49
Figura 4.3: Frecuencia de altura <i>Ulmus pumila</i> L. en El Molino.....	49
Figura 4.4: Frecuencia DAP <i>Ulmus pumila</i> L. en El Molino	50
Figura 4.5: Frecuencia de altura <i>Pinus radiata</i> D. Don 25 años de edad en El Campanario	51
Figura 4.6: Frecuencia DAP <i>Pinus radiata</i> D. Don 25 años de edad en El Campanario	52
Figura 4.7: Frecuencia de altura <i>Populus alba</i> L. en El Campanario.....	52
Figura 4.8: Frecuencia DAP <i>Populus alba</i> L. en El Campanario	53
Figura 4.9: Frecuencia de altura <i>Pinus radiata</i> D. Don. 31 años de edad en San Antonio	54
Figura 4.10: Frecuencia DAP <i>Pinus radiata</i> D. Don 31 años de edad en San Antonio	54
Figura 4.11: Muestras cilíndricas de madera para determinación de crecimiento relativo.....	58
Figura 4.12: Climatograma de San Antonio.....	62
Figura 4.13: Climatograma El Molino	62
Figura 4.14: Climatograma El Campanario.....	62

INDICE DE MAPAS

Mapa 3.1 Ubicación de Iscayachi	25
Mapa 3.2: Ubicación de los tres sitios de estudio.	26