

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**“ESTIMACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO EN
DIÁMETRO DEL CIPRÉS (*Cupressus macrocarpa* Hartw. Ex
Gordon), PROVENIENTE DEL VALLE CENTRAL DE TARIJA”**

Por: HILDA COCA GUERRERO

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

**Gestión 2021
TARIJA - BOLIVIA**

Vº Bº

MSc. Ing. Sebastián Ramos Mejía
PROFESOR GUÍA

MSc. Ing. Henry E. Valdez Huanca
**DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

MSc. Ing. Juan O. Hiza ZÚñiga
**VICEDECANO FACULTAD
CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
FORESTALES**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Javier Ariel Castillo Gareca

MSc. Ing. Henry Esnor Valdez Huanca

MSc. Ing. Fidel Ibarra Martínez

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo la misma responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA:

Dedicado con mucho amor a mis padres por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, este logro se los debo a ustedes. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

AGRADECIMIENTOS:

- El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.
- A mi madre Nilda Guerrero Escobar y mi padre José Coca Padilla por haberme apoyado siempre de manera incondicional en todos los momentos.
- A mi docente guía Ing. Sebastián Ramos Mejía por su apoyo en el desarrollo del presente trabajo.
- En general a toda la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, autoridades y docentes por toda la enseñanza que me brindaron y las experiencias compartidas.
- Y a todas las personas que de una y otra forma me apoyaron en la realización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE	PÁGINA
Introducción	i
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO I.....	4
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. DENDROCROLOGÍA.....	4
1.1.1. Estudio de la Dendrocronología en el Mundo.....	4
1.1.1.1. Dendrocronología en América Latina.....	5
1.1.1.2. Dendrocronología en Bolivia.....	7
1.2. ESPECIES FORESTALES POTENCIALES PARA LA DENDROCROLOGÍA.....	7
1.2.1. Anillos de Crecimiento.....	8
1.2.2. Formación y Ocurrencia de los Anillos de Crecimiento.....	8
1.3. APLICACIONES DE LA DENDROCROLOGÍA.....	9
1.3.1. Dendroclimatología.....	10
1.3.2. Dendroecología.....	11
1.3.3. Producción Forestal.....	11
1.4. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DENDROCROLOGÍA.....	11
1.4.1. Principio de Uniformidad.....	11
1.4.2. Principio de los Factores Limitantes.....	12
1.4.3. Principio de Respuesta a la Amplitud Ecológica.....	12
1.4.4. Principio de Cofechado.....	12
1.5. CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES LEÑOSAS PARA SER ESTUDIADAS EN LA DENDROCROLOGÍA.....	12
1.5.1. Anillos de crecimiento.....	13
1.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO.....	14

1.6.1.	Competencia.....	15
1.6.2.	Luz.....	15
1.6.3.	Forma de Copa.....	16
1.6.4.	Densidad de la Masa.....	17
1.7.	OTROS FACTORES QUE AFECTAN AL CRECIMIENTO.....	18
1.8.	LÍMITES DE CRECIMIENTO.....	19
1.9.	EDAD DEL ÁRBOL.....	19
1.10.	CRECIMIENTO EN DIÁMETRO.....	20
1.11.	ANÁLISIS TRONCAL DEL ÁRBOL.....	21
1.11.1.	Anillo Anual.....	21
1.11.2.	Anillo de Crecimiento.....	21
1.11.3.	Anillo de Falso Crecimiento.....	22
1.12.	CRECIMIENTO DIAMETRAL.....	22
1.12.1.	Incremento.....	22
1.12.2.	Incremento Corriente Anual (ICA).....	22
1.12.3.	Incremento Medio Anual (IMA).....	22
1.12.4.	Incremento Total.....	23
1.13.	TIEMPOS DE PASO.....	23
1.14.	LOS ÁRBOLES REGISTRAN EL PASO DEL TIEMPO.....	23
1.14.1.	Características Peculiares de los Árboles.....	23
1.14.2.	El Crecimiento de los Árboles.....	23
1.14.3.	La Formación de los Anillos: El Registro Anual del Tiempo.....	25
1.14.4.	Tipos de Anillos: Anatomía de la Madera.....	25
1.15.	MEDICIÓN DE LOS ANILLOS Y VALIDACIÓN ESTADÍSTICA DE LA DATACIÓN.....	26
1.16.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁRBOL.....	27
1.16.1.	Altura Total.....	28
1.16.2.	Altura Comercial.....	28
1.16.3.	Diámetro a la Altura del Pecho.....	28
1.16.4.	Planos de Corte.....	28
1.17.	DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE EN ESTUDIO.....	29

1.17.1. Cultivo y Usos.....	30
CAPÍTULO II.....	31
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	31
2.1.1. Ubicación.....	31
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	33
2.1.2.1. Clima.....	33
2.1.2.2. Temperatura.....	33
2.1.2.3. Precipitación.....	34
2.1.2.4. suelos.....	34
2.1.2.5. Vegetación.....	35
2.1.2.6. Agricultura.....	36
2.2. MATERIALES.....	36
2.2.1. Fase de Gabinete.....	36
2.2.2. Fase de Campo.....	37
2.2.3. Fases de Laboratorio.....	37
2.3. MÉTODOS.....	38
2.3.1. Selección del Área del Estudio.....	38
2.3.1.1 Muestreo al azar.....	38
2.3.2. Selección de los Árboles para ser apeados.....	38
2.3.2.1. Apeo de Árboles.....	38
2.3.2.2. Obtención de Muestras (Rodajas).....	39
2.3.2.3. Cepillado y Lijado.....	39
2.3.2.4. Observación de la Sección Transversal.....	39
2.3.2.5. Marcado y Medición de los Anillos.....	40
2.3.2.6. Determinación del Incremento Corriente Anual (ICA).....	41
2.3.2.7. Determinación del Incremento Medio Anual (IMA).....	42
2.3.2.8. Determinación del Incremento Corriente Anual ajustado (ICAa).....	42
2.2.3. TIEMPOS DE PASO.....	43
2.3.3.1. Cálculo de Tiempos de Paso.....	43
CAPÍTULO III.....	45

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
3.1. RESULTADOS.....	45
3.1.1. DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LA ESPECIE.....	45
3.2. ANÁLISIS DENDROCRONOLÓGICO.....	46
3.3. ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE CRECIMIENTO EN DIÁMETRO.....	49
3.4. INCREMENTO CORRIENTE ANUAL.....	52
3.5. TIEMPO DE PASO.....	54
3.6. TASA DE CRECIMIENTO DIAMÉTRICO E INCREMENTO MEDIO ANUAL	57
3.2. DISCUSIÓN.....	59
CAPÍTULO IV.....	61
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
4.1. CONCLUSIONES.....	61
4.2. RECOMENDACIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

PÁGINA

Gráfico N° 1: “ <i>Forma de la Copa</i> ”	17
Gráfico N° 2: Cortes anatómicos de la madera.....	24
Gráfico N° 3: Testigo de conífera. La línea amarilla marca el fin de la corteza y las líneas verdes marcan los diferentes anillos.....	26
Gráfico N° 4: Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	32
Gráfico N° 5: Medición de los Radios.....	40
Gráfico N° 6: Número de árboles por clase diamétrica y modelo matemático De ajuste.....	46
Gráfico N° 7: Dispersión de los datos de espesor de los anillos usando datos sin normalizar.....	47
Gráfico N° 8: Ancho de anillos de crecimiento diamétrico del Ciprés Por muestra.....	48
Gráfico N° 9: Incremento en diámetro de acuerdo al tiempo.....	50
Gráfico N° 10: Determinación del Incremento Corriente Anual Ajustado (ICAA).....	53
Gráfico N° 11: Modelo de crecimiento en diámetro en función al tiempo de Paso del ciprés.....	56
Gráfico N° 12: Proyección del desarrollo de la plantación para optimizar la tasa de crecimiento.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro N° 1: Temperatura media.....	34
Cuadro N° 2: Las principales especies nativas de arbustos en la zona de San Blas.....	36
Cuadro N° 3: Cultivos frutícolas más comunes en San Blas.....	36
Cuadro N° 4: Codificación de las muestras.....	39
Cuadro N° 5: Formas de las rodajas.....	40
Cuadro N° 6: Datos extraídos del análisis multitemporal de crecimiento en diámetro de <i>Cupressus Macrocarpa</i>	41
Cuadro N° 7: Distribución diamétrica para una plantación de cipres, por medio del Modelo exponencial.....	45
Cuadro N° 8: Correlación y prueba de significancia de Pearson para el espesor de los anillos de crecimiento de la especie <i>Cupressus macrocarpa</i>	49
Cuadro N° 9: Análisis multitemporal de crecimiento en diámetro en cm de <i>Cupressus Macrocarpa</i>	51
Cuadro N° 10: Valores de Incremento Corriente Anual (ICA) en diámetro de la especie <i>Cupressus macrocarpa</i>	52
Cuadro N° 11: Análisis de Varianza de Incremento Corriente Anual Ajustado (ICAa).....	53
Cuadro N° 12: Determinación de los tiempos de paso por clase diamétrica de la especie <i>Cupressus macrocarpa</i> en el Valle Central de Tarija.....	55
Cuadro N° 12: Datos utilizados para generar el grafico de tasa de crecimiento de la especie <i>Cupressus macrocarpa</i> en el Valle Central de Tarija.....	57

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1 MAPA DE LOS ÁRBOLES EN ESTUDIO.
- ANEXO 2 PLANILLAS DE CAMPO.
- ANEXO 3 PLANILLAS DE REGISTRO DE DATOS DE ANILLOS DE CRECIMIENTO.
- ANEXO 4 CÁLCULO DEL ICA Y OTROS.
- ANEXO 5 FOTOGRAFÍAS.