

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL



TESIS DE GRADO

**ANÁLISIS DENDROCRONOLÓGICO E INFLUENCIA DE
LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN LA ESPECIE ALISO
(*Alnus acuminata* H.B.K.) PROVENIENTE DE LA
COMUNIDAD DE CAMACHO, PROVINCIA ARCE DEL
DEPARTAMENTO DE TARIJA**

POR: Luis Alberto Arroyo Rengifo

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

V°B°

.....
Ing. Juana María Padilla Ochoa
PROFESOR GUÍA

.....
MSc. Ing. Juan Oscar. Hiza Zuñiga
DECANO a.i.
FACULTAD CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

.....
MSc. Ing. Sebastián Ramos Mejía
VICEDECANO a.i.
FACULTAD CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES

APROBADA POR:

.....
MSc. Ing. Milton Javier Caba Olguín
TRIBUNAL

.....
MSc. Ing. Edwin Fernando Hiza Sanchez
TRIBUNAL

.....
MSc. Ing. José Adel Molina Ramos
TRIBUNAL

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

DEDICATORIA

El presente trabajo, lo dedico especialmente a mis padres, Lino Arroyo Cardozo y Felicidad Rengifo Corzo; por el apoyo que me brindaron durante toda mi vida, y ser parte fundamental en todo mi proceso de formación educativa.

AGRADECIMIENTO

A Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mi madre porque ella siempre estuvo a mi lado brindándome su apoyo, sus consejos por hacer de mí una mejor persona, a mi padre aunque no esté físicamente conmigo sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía para que todo salga bien, a mis hermanos, sobrinos por sus palabras y compañía, a mis amigos, compañeros que de una u otra forma contribuyeron para el logro de mis objetivos.

A mis docentes maestros de la universidad autónoma Juan Misael Saracho por su apoyo, paciencia y colaboración para poder realizar este trabajo.

A la Facultad de Ciencias Agrícolas y la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno por abrirme sus puertas, Al MSc. Ing. Roberto Quevedo por concederme los ambientes del laboratorio de Dendrocronología.

A la Dra. Kathelyn Paredes Villanueva al Ing. Richard Chaca por la guía y enseñanza en el laboratorio de Dendrocronología facilitando la conclusión de mi tesis de grado, a mi docente guía Ing. Juana María Padilla Ochoa por su enseñanza y apoyo durante todo este tiempo, mis docentes miembros del jurado, MSc. Ing. Milton Javier Caba Olguín, MSc. Ing. Edwin Fernando Hiza Sánchez, MSc. Ing. José Adel Molina Ramos por sus aportes brindados en el desarrollo de la presente investigación.

PENSAMIENTO

“Sé firme en tus actitudes y perseverante en tu ideal. Pero sé paciente, no pretendiendo que todo te llegue de inmediato. Haz tiempo para todo, y todo lo que es tuyo, vendrá a tus manos en el momento oportuno”

Mahatma Gandhi

ÍNDICE

Advertencia.	
Dedicatoria.	
Agradecimiento.	
Pensamiento.	
Resumen.	
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
HIPÓTESIS.....	2
OBJETIVOS. -	2
OBJETIVO GENERAL. -.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS. -	3

CAPÍTULO I MARCO TEORICO

1. MARCO TEÓRICO	4
1.1 DENDROCRONOLOGÍA.....	4
1.2 PLANOS DE CORTE	5
1.3 DENDROCRONOLOGÍA Y EL CLIMA.....	5
1.4 ANILLOS DE CRECIMIENTO Y DENDROCRONOLOGÍA EN ESPECIES COMO EL (<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.)	6
1.5 RELACIÓN DE LA PLANTA CON FACTORES CLIMÁTICOS Y FISIOLÓGICOS.....	7
1.6 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FORMACIÓN DE ANILLOS DE CRECIMIENTO	7
1.7 APLICACIONES DE LA DENDROCRONOLOGÍA	8
1.8 EL COFECHADO	9
1.9 SPSS (Statistical Package for Social Sciences)	9
1.10 PROGRAMA ARSTAN	10
1.11 CARACTERÍSTICAS DE ESPECIES LEÑOSAS PARA SER ESTUDIADAS EN DENDROCRONOLOGÍA	10
1.11.1 ANILLOS DE CRECIMIENTO.....	10
1.11.2 CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS SEGÚN SU CRECIMIENTO	12

1.12 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO	12
1.12.1 COMPETENCIA.....	12
1.12.2 LUZ.....	13
1.12.3 FORMA DE COPA.....	13
1.12.4 EDAD DEL ÁRBOL.....	13
1.13 CRECIMIENTO EN DIÁMETRO.....	14
1.14 ANILLO DE CRECIMIENTO	14
1.15 ANILLO FALSO DE CRECIMIENTO	15
1.16 CRECIMIENTO DIAMETRAL	15
1.17 INCREMENTO	15
1.18 INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA)	15
1.19 INCREMENTO MEDIA ANUAL (IMA).	15
1.20 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁRBOL.	16
1.20.1 Altura Total.....	16
1.20.2 Altura Comercial.	16
1.20.3 Diámetro a la Altura del Pecho.	16
1.21 EL CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES.....	16
1.22 EL PRINCIPIO BÁSICO DE LA DENDROCRONOLOGÍA Y SU	
PRÁCTICA: LA DATACIÓN CRUZADA.....	17
1.23 ASPECTOS GENERALES DE (<i>Alnus acuminata H.B.K</i>)	17
1.23.1 Descripción Dendrológica	17

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2. MATERIALES Y MÉTODOS	19
2.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	19
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	21
2.2.1 Clima.....	21
2.2.2 Temperatura Máxima y Mínima.....	21
2.2.3 Suelos.....	22
2.2.4 Vegetación.....	23
2.2.5 Agricultura.....	24
2.3 MATERIALES	24
2.3.1 Fase de campo.....	24
2.3.2 Fase de laboratorio.....	25
2.3.3 Fase de gabinete.....	25

2.4	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	25
2.4.1	Tipo de investigación.	25
2.4.2	Nivel de la investigación.	25
2.4.3	Diseño estadístico:	26
2.4.4	Obtención de la Muestra	26
2.4.5	Observación de la Sección Transversal.....	29
2.4.6	Marcado de los Anillos	29
2.4.7	Medición de los anillos	30
2.4.8	Datación cruzada	31
2.4.9	Validación estadística de la datación	31
2.4.10	Crecimiento en diámetro.	32
2.4.11	Dendroclimatología.	33

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
3.1	ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS	36
3.2	CRONOLOGÍA DEL A. ACUMINATA H.B.K.	38
3.2.1	Edad de los arboles.....	38
3.3	DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DE LA ESPECIE	39
3.3.1	Diámetro en base al ancho de los anillos	39
3.3.2	Crecimiento en diámetro	41
3.4	ANÁLISIS DENDROCLIMÁTICO	42
3.4.1	Análisis de precipitación y temperatura con el ancho de anillos.	43
3.5	DISCUSIÓN	46

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
4.1	CONCLUSIONES	48
4.2	RECOMENDACIONES.....	49
5.	BIBLIOGRAFÍA	50

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO N° 1 Clasificación De La Madera Según Velocidad De Crecimiento.	12
CUADRO N° 2 Planilla Climatológica. Estación de Padcaya	22
CUADRO N° 3 Flora Existente.....	23
CUADRO N° 4 Codificación de las Muestras.....	28
Cuadro 5 Validación Estadística.....	38
CUADRO N° 6: Crecimiento Promedio de Ancho de los Anillos.....	40
CUADRO N° 7: Valores de Precipitación Anual y Precipitación de Año de Crecimiento.....	43
CUADRO N° 8: Clasificación De La Madera Según Velocidad De Crecimiento	46

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA N° 1 Leño Tardío Y Leño Temprano	11
FIGURA N° 2: Mapa de Ubicación	20
FIGURA 3: Materiales e Instrumentos	24
FIGURA 4: Apeo de los Arboles.....	27
FIGURA 5: Extracción de Rodajas.....	28
FIGURA 6: Preparación de las Rodajas.....	29
FIGURA 8: Marcado de los Anillos	30
FIGURA 9: Medición de los Anillos mediante el uso del Lintab.....	31
FIGURA 10 Estructura macroscópica y microscópica.....	35
FIGURA N° 11: Identificación y conteo de los anillos de crecimiento en una torta de fuste de A. acuminata H.B.K.	38

ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO N° 1 Prueba de correlación de datos de temperatura entre las estaciones de Cañas y El valle	36
GRÁFICO N° 2 Serie de datos de Precipitación y Temperatura de las Estaciones Meteorológicas: El Valle y Cañas	37
GRÁFICO N° 3 Tasas de Incremento Diametral	39
GRÁFICO N° 4 Tasa de crecimiento en tres radios, obtenido de mediciones de anillos de crecimiento.	40
GRÁFICO N° 5: Curva de Tasa de crecimiento expresado por el Incremento Basal	41
GRÁFICO N° 6 Curva de Tasa de crecimiento expresado por el Incremento Corriente Anual (ICA)	41
GRÁFICO N° 7: Climodiagrama de la estación Aeropuerto de Tarija	42
GRÁFICO N° 8: Relación de la Precipitación con el ancho de anillo	44
GRÁFICO N° 9 Relación del crecimiento con la temperatura	45