

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



**ESTIMACIÓN DE BIOMASA AÉREA DEL ESTRATO**  
**ARBÓREO EN EL BOSQUE SUBHÚMEDO DE LA COMUNIDAD**  
**DE SAN TELMO – PROVINCIA ARCE, TARIJA**

**POR:**

**GLORIA ESTÉFANY BALDIVIEZO RAMÍREZ**

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

**Diciembre de 2024**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

-----  
M. Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez  
**DOCENTE GUÍA**

-----  
M. Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

-----  
M. Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Linder Espinoza Márquez  
**TRIBUNAL**

.....  
M. Sc. Ing. Edwin F. Hiza Sánchez  
**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 (la) autor (a).

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo; a todas las personas que me brindaron su apoyo incondicionalmente y confiaron en mí siempre.

A mi querido esposo, mi amigo, mi confidente, mi compañero de vida *Marco A. Torrez T.* que me brindó todo su apoyo moral, y también a mi querida hija *Thais Alcira Torrez Baldiviezo* por ser mi motivación para seguir adelante, que llena mi corazón de amor y felicidad.

A mis queridos abuelitos *Mario Baldiviezo (+)* y *Eduarda Gutiérrez* por todo su cariño brindado.

## AGRADECIMIENTO

A Dios; por haberme dado la fortaleza y el espíritu para poder seguir adelante sin desfallecer a pesar de todos los tropiezos y dificultades que se presentaron.

A mis queridos padres; *Eligio Baldiviezo* y *Nancy Ramírez*, a mis queridos suegros *Epifanio Torrez* y *Maribel Tarqui* gracias por todo su apoyo, por sus consejos y su cariño.

A los ingenieros; *Sebastián Ramos* y *Fidel Ibarra* por su apoyo incondicional brindado durante la elaboración del presente trabajo.

A mis distinguidos docentes; por brindarme todos sus conocimientos, amistad y comprensión.

# ÍNDICE

TRIBUNAL CALIFICADOR	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
Justificación.....	2
Planteamiento del problema .....	2
Objetivos .....	3
Objetivo General:.....	3
Objetivos Específicos: .....	3
Hipótesis .....	3

## CAPITULO I

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Biomasa .....	4
1.1.1 Biomasa forestal .....	4
1.1.1.1 Plántula .....	5
1.1.2.2 Brinzal.....	5
1.1.2.3 Latizal .....	5
1.1.2.4 Fustal.....	5
1.2 Cuantificación de biomasa y carbono en bosques naturales .....	5
1.3 Parcelas permanentes .....	6
1.4 Características estructurales del bosque .....	7
1.4.1 Estructura Vertical .....	7

1.4.2 Estructura Horizontal.....	8
1.4.2.1 Abundancia relativa .....	8
1.4.2.2 Dominancia relativa .....	8
1.4.2.3 Frecuencia relativa .....	9
1.5 Índice de Valor de importancia (IVI).....	9
1.6 Área basal .....	10
1.7 Altura del punto de medición del DAP .....	10
1.7.1 Calidad de fuste .....	11
1.7.2 Alturas.....	12
1.7.3 Posición de copa .....	12
1.7.4 Forma de copa.....	14
1.7.5 Infestación de bejucos.....	16
1.7.6 Estado sanitario del árbol y del fuste .....	17
-Relacionado a todo el árbol .....	17
-Relacionado al fuste .....	17
1.8 Contenido de carbono en la biomasa aérea de los bosques nativos .....	17
1.9 Los árboles y los bosques como fuentes y sumideros de Carbono.....	18
1.10 Selva Tucumano – boliviana .....	18
1.10.1 Bosque húmedo de la selva Tucumano-boliviana .....	19
1.10.2 Bosques Montanos.....	20
1.11 Estimación de biomasa y carbono mediante modelos alométricos .....	20
1.12 Métodos para calcular la biomasa .....	21
1.12.1 Modelos matemáticos alométricos.....	22
1.12.2 Ecuación de la biomasa.....	23

**CAPITULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

2.1 Ubicación de la Zona de estudio .....	24
2.1.1 Acceso a la zona de estudio .....	24
2.2 Características generales de la zona .....	26
2.2.1 Clima.....	26
2.2.2 Geología.....	26
2.2.3 Hidrografía.....	26
2.2.4 Fisiografía .....	27
2.2.5 Geomorfología .....	27
2.2.6 Suelo .....	27
2.2.7 Vegetación .....	28
2.2.8 Fauna.....	28
2.2.9 Uso actual .....	29
2.3 Características socioeconómicas .....	29
2.3.1 Población .....	29
2.3.2 Economía .....	30
2.4 Materiales .....	30
a) Materiales de campo .....	30
b) Materiales de gabinete.....	30
2.5 Metodología.....	31
2.5.1 Tipo de investigación.....	31
2.5.2 Fases metodológicas .....	31
2.5.2.1 Fase de gabinete .....	31



2.5.2.2 Fase de campo .....	31
2.5.2.2.1 Tipo y nivel de investigación .....	32
2.5.2.2.2 Medición de los límites de la parcela .....	34
2.5.2.2.3 Medición de los individuos .....	34
2.5.2.3 Fase de post campo .....	35
2.5.2.3.1 Parámetros estadísticos.....	35
2.5.2.3.1.1 Media Aritmética .....	35
2.5.2.3.1.2 Desviación estándar .....	36
2.5.2.3.1.3 Valor máximo.....	36
2.5.2.3.1.4 Valor mínimo .....	36
2.5.2.3.1.5 Coeficiente de varianza.....	36
2.5.2.3.2 Estructura de la vegetación.....	37
a) Características cuantitativas.....	37
b) Características cualitativas .....	38
2.5.2.3.3 Determinación del peso ecológico.....	38
2.5.2.3.4 Análisis estadístico .....	41
2.5.2.3.4.1 Estimación de la biomasa .....	41

### **CAPITULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1.- Composición florística del bosque de San Telmo.....	43
3.2.- Parámetros estadísticos .....	45
3.3.- Estructura de la vegetación .....	49
3.3.1.- Características cuantitativas .....	50
3.3.1.1.- Área Basal.....	50

3.3.1.2.- Volumen .....	53
3.3.1.3 Cociente de Mezcla.....	57
3.3.2.- Características cualitativas .....	58
3.3.2.1.- Calidad del fuste .....	58
3.3.2.2.- Posición de copa .....	60
3.3.2.3.- Forma de copa.....	62
3.4.- Determinación del peso ecológico.....	64
3.4.1 Abundancia relativa en PPM 1.....	65
3.4.2 Dominancia relativa en PPM 1 .....	65
3.4.3 Frecuencia relativa en PPM 1 .....	65
3.4.4 Índice de valor de importancia en PPM 1 .....	65
3.4.5 Abundancia relativa en PPM 2.....	66
3.4.6 Dominancia relativa en PPM 2 .....	67
3.4.7 Frecuencia relativa en PPM 2 .....	67
3.4.8 Índice de Valor de Importancia en PPM 2 .....	67
3.4.9 Abundancia relativa en PPM 3.....	69
3.4.10 Dominancia relativa en PPM 3 .....	69
3.4.11 Frecuencia relativa en PPM 3 .....	69
3.4.12 Índice de Valor de Importancia en PPM 3 .....	69
3.5.- Análisis Estadístico .....	70
3.5.1.- Estimación de la Biomasa Aérea .....	71
3.6 DISCUSIÓN .....	79

## **CAPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1.- CONCLUSIONES .....	84
4.2.- RECOMENDACIONES .....	86

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Medición del diámetro en casos normales y casos especiales .....	11
Figura 2 Procedimiento para medir alturas .....	12
Figura 3 Posición de la copa .....	14
Figura 4 Forma de copa.....	15
Figura 5 Grados de infestación de lianas y bejucos .....	16
Figura 6: Diseño de la distribución de las parcelas.....	33
Figura 7 Curva de Distribución de individuos por clase diamétrica.....	57

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1 Ecuaciones alométricas genéricas más empleadas para la estimación de volumen, biomasa o carbono (VBC) de árboles, arbustos y palmas.....	22
CUADRO 2 Estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo de bosque semihúmedo montañoso .....	28
CUADRO 3 Familias botánicas y porcentaje de abundancia (árboles con DAP $\geq 10$ cm) .....	44
CUADRO 4 Parámetros estadísticos en PPM 1.....	45
CUADRO 5 Parámetros estadísticos en PPM 2.....	48
CUADRO 6 Parámetros estadísticos en PPM 3.....	49
CUADRO 7 Distribución diamétrica del Área Basal en PPM 1.....	50
CUADRO 8 Distribución diamétrica del Área Basal en PPM 2.....	51
CUADRO 9 Distribución diamétrica del Área Basal en PPM 3.....	52
CUADRO 10 Distribución diamétrica del volumen en PPM 1 .....	54
CUADRO 11 Distribución diamétrica del volumen en PPM 2 .....	55
CUADRO 12 Distribución diamétrica del volumen en PPM 3 .....	56
CUADRO 13 Calidad de árboles en PPM 1 .....	59
CUADRO 14 Calidad de árboles en PPM 2 .....	59
CUADRO 15 Calidad de árboles en PPM 3 .....	60
CUADRO 16 Posición de copa en PPM 1 .....	60
CUADRO 17 Posición de copa en PPM 2 .....	61
CUADRO 18 Posición de copa en PPM 3 .....	61
CUADRO 19 Forma de copa en PPM 1 .....	62
CUADRO 20 Forma de copa en PPM 2 .....	63
CUADRO 21 Forma de copa en PPM 3 .....	63
CUADRO 22 Índice de Valor de Importancia en PPM 1 .....	66
CUADRO 23 Índice de Valor de Importancia en PPM 2 .....	68
CUADRO 24 Índice de Valor de Importancia en PPM 3 .....	70
CUADRO 25 Estimación de Biomasa en PPM 1 .....	74
CUADRO 26 Estimación de Biomasa en PPM 2 .....	75

CUADRO 27 Estimación de Biomasa en PPM 3 .....	76
CUADRO 28 Estimación de Biomasa en las tres Parcelas de Muestreo Permanente en conjunto.....	78
CUADRO 29 Familias botánicas y especies registradas en el bosque de la comunidad de San Telmo.....	80
CUADRO 30 Familias botánicas y especies registradas en los bosques de la comunidad de Pampa Grande Tariquia.....	81

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 Distribución diamétrica del Área Basal en PPM 1 .....	51
Gráfico 2 Distribución diamétrica del Área Basal en PPM 2 .....	52
Gráfico 3 Distribución diamétrica del Área Basal en PPM 3 .....	53
Gráfico 4 Distribución diamétrica del volumen en PPM 1 .....	54
Gráfico 5 Distribución diamétrica del volumen en PPM 2 .....	55
Gráfico 6 Distribución diamétrica del volumen en PPM 3 .....	56

### **ÍNDICE DE MAPAS**

Mapa N° 1 Ubicación del área de estudio.....	25
----------------------------------------------	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO N° 1 Bosque natural subhúmedo de San Telmo
- ANEXO N° 2 Ubicación de punto de origen vértice SW
- ANEXO N° 3 Medición y marcado de parcelas y subparcelas
- ANEXO N° 4 Medición de diámetro y colocado de placas
- ANEXO N° 5 Planilla de campo
- ANEXO N° 6 Mapa de Distribución PPM 1
- ANEXO N° 7 Mapa de Distribución PPM 2
- ANEXO N° 8 Mapa de Distribución PPM 3
- ANEXO N° 9 Mapa de Biomasa de las 3 parcelas de muestreo
- ANEXO N° 10 Mapa de Clase diamétrica y Biomasa de PPM 1
- ANEXO N° 11 Planilla de campo PPM 1
- ANEXO N° 12 Datos complementarios en PPM 1
- ANEXO N° 13 Planilla de campo PPM 2
- ANEXO N° 14 Datos complementarios en PPM 2
- ANEXO N° 15 Planilla de campo PPM 3
- ANEXO N° 16 Datos complementarios en PPM 3
- ANEXO N° 17 Cálculo de Área Basal y Volumen en PPM 1
- ANEXO N° 18 Cálculo de Área Basal y Volumen en PPM 2
- ANEXO N° 19 Cálculo de Área Basal y Volumen en PPM 3