UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD ARBÓREA EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL DEL BOSQUE MONTANO DE LA SERRANÍA SAN ANTONIO – PADCAYA, TARIJA

Por:

DINA SUSANA VELASQUEZ ALEMAN

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

Gestión 2024

TARIJA – BOLIVIA

Vº Bº

……..
Ing. Simar Lorenzo Ramirez Duran
PROFESOR GUÍA

……..…	……..…….….
M.Sc. Ing. Milton Javier Caba Olguín	M.Sc. Ing. Víctor Enrique Zenteno López
DECANO	**VICEDECANO**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES	**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

……..…….….
M.Sc. Ing. Fidel Ibarra Martínez
TRIBUNAL

……..…….….
M.Sc. Ing. Juan Oscar Hiza Zúñiga
TRIBUNAL

……..…….….
M.Sc. Ing. Edwin Fernando Hiza Sánchez
TRIBUNAL

El tribunal calificador de la presente tesis de grado, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidades de la autora.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, por su amor infinito y apoyo incondicional por haberme animado en enfrentar todos mis desafíos. Su amor inquebrantable y su fe en mí han sido mi luz y guía para lograr esta meta en este camino. A mis hermanos y hermanas, por creer en mí y acompañarme en este camino brindándome fuerzas en los momentos difíciles. A mi pareja por ser mi apoyo y compañero en cada paso de este camino por su paciencia en ayudarme y por su motivación constante en todo este proceso.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios, por brindarme todas las bendiciones que he recibido en mi vida y por darme la fuerza y ser la guía para superar todos mis desafíos.

A mis padres, por su inquebrantable apoyo durante mi camino académico, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su amor ha sido invaluable para ayudarme a alcanzar esto. Sin sus sacrificios, no habría podido completar esta etapa. Gracias, mamá y papá.

A mi pareja SIMAR RAMIREZ, por su apoyo y sacrificio constante, por motivarme siempre a dar lo mejor de mí y por acompañarme a enfrentar cada desafío.

A mis hermanas y hermanos por darme siempre las palabras de aliento y por confiar en mí. A mis hermanos LORENZO, MARCELO, HILBER Y LEODAN por ayudarme y acompañarme en la toma de datos.

A mi profesor guía y todos mis docentes, por su orientación, enseñanza y guía constante a lo largo de todo el proceso. También quiero agradecer a mi familia y amigos por su apoyo incondicional, y a mis compañeros de estudio por su colaboración y motivación.

PENSAMIENTO

"Los árboles son santuarios. Quien sabe hablarles, quien sabe escucharlos, puede aprender la verdad. No predican doctrinas ni recetas, predican la ley primordial de la vida."

— Hermann Hesse, El Caminante

ÍNDICE

DEDICATORIA ..... **II**

AGRADECIMIENTO ..... **III**

PENSAMIENTO ..... **IV**

RESUMEN ..... **V**

SUMMARY VI

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN **1**

JUSTIFICACIÓN **2**

PROBLEMA **3**

HIPÓTESIS **4**

OBJETIVOS **5**

OBJETIVO GENERAL 5

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA **6**

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE MONTANO Y TUCUMANO-BOLIVIANO 6
1.2. ESTRATEGIAS DE MUESTREO PARA EL ANÁLISIS ECOLÓGICO 7
1.3. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA 8
1.4. LA DINÁMICA ARBÓREA Y SU IMPORTANCIA 19
1.5. GREMIOS ECOLÓGICOS Y ESTADOS SUCESIONALES 20
1.6. GRADIENTES ALTITUDINALES Y SU IMPACTO DE LA DIVERSIDAD 21
1.7. LA DIVERSIDAD ARBÓREA 22
1.8. IMPORTANCIA DE LOS BOSQUES MONTANOS 24
1.9. CASOS DE ESTUDIOS RELEVANTES EN LA REGIÓN DE TARIJA 24

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS **25**

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 25
2.2. MATERIALES Y EQUIPOS 41
2.3. METODOLOGÍA 42
2.4. PROCEDIMIENTO 44

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUCIÓN 57

3.1. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN ARBÓREA 57
3.2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL Y VERTICAL 61
3.3. ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DEL BOSQUE 69
3.4. ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD ARBÓREA 73
3.5. DISCUSIÓN 88

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 91

4.1. CONCLUSIONES 91
4.2. RECOMENDACIONES 93

BIBLIOGRAFÍA 94

ANEXOS 99

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Medición del Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) a 1,3 metros 12
Ilustración 2. Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles 13
Ilustración 3. Mensuración de la altura total del árbol 15
Ilustración 4. Exposición de luz en la copa 16
Ilustración 5. Forma de copa de los árboles 17
Ilustración 6. Grados de competencia en copa y fuste por lianas 18
Ilustración 7. Diseño de la PTM para el levantamiento florístico 46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Flora arbórea registrada en el área de estudio 32
Tabla 2. Flora arbustiva registrada en el área de estudio 34
Tabla 3. Flora herbácea registrada en el área de estudio 34
Tabla 4. Flora epífita registrada en el área de estudio 35
Tabla 5. Flora trepadora o lianosa registrada en el área de estudio 36
Tabla 6. Flora pteridofita registrada en el área de estudio 36
Tabla 7. Fauna mastozoológica registrada en el área de estudio 37
Tabla 8. Ornitofauna registrada en el área de estudio 38
Tabla 9. Herpetofauna registrada en el área de estudio 38
Tabla 10. Ictiofauna registrada en el área de estudio 39

Tabla 11. Distribución de los gradientes altitudinales 45
Tabla 12. Rangos de clasificación de la diversidad de Índice de Shannon-Wiener... 52
Tabla 13. Clasificación de Índice de dominancia de Simpson (D) 53
Tabla 14. Índices de diversidad alfa: características, tipo y rangos de valores..... 53
Tabla 15. Diferencia entre índices cualitativos y cuantitativos beta 55
Tabla 16. Especies forestales identificadas dentro del área de estudio..... 57
Tabla 17. Abundancia de la regeneración en brinzales por gradiente altitudinal 69
Tabla 18. Abundancia de la regeneración en latizales por gradiente altitudinal..... 71
Tabla 19. Análisis ANOVA para el índice de Shannon -Wiener..... 77
Tabla 20. Análisis de ANOVA para el índice de Simpson 78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Precipitación anual del área de estudio..... 29
Gráfico 2. Climograma del área de estudio..... 31
Gráfico 3. Composición botánica según agrupación familiar 60
Gráfico 4. Composición genérica de la riqueza arbórea 60
Gráfico 5. Índice de valor de importancia por gradientes y general 61
Gráfico 6. Distribución de individuos por clase diamétrica..... 63
Gráfico 7. Clasificación del estrato arbóreo según la altura total 64
Gráfico 8. Clasificación de exposición solar en el dosel forestal..... 66
Gráfico 9. Clasificación en las formas de copa del dosel forestal..... 67
Gráfico 10. Categorías de interferencia de lianas en árboles 68
Gráfico 11. Composición de brinzales a lo largo del gradiente altitudinal 70
Gráfico 12. Composición de latizales a lo largo del gradiente altitudinal 72
Gráfico 13. Relación entre la altitud (Z) y la abundancia de individuos (N)..... 73
Gráfico 14. Relación entre la altitud (Z) y riqueza de especies (S) 74
Gráfico 15. Relación entre la altitud (Z) y el índice de Shannon-Wiener (H') 75
Gráfico 16. Relación entre la altitud (Z) y el índice de Simpson (D) 76
Gráfico 17. Mapa de Calor del Índice de Similitud de Jaccard..... 80
Gráfico 18. Clúster jerárquico del Índice de Jaccard 81
Gráfico 19. Análisis de escalonamiento no métrico para el índice de Jaccard 82
Gráfico 20. Mapa de Calor del Índice de Similitud de Morisita-Horn 84
Gráfico 21. Clúster jerárquico del Índice de Morisita-Horn 85
Gráfico 22. Análisis de escalonamiento no métrico para el índice de Morisita-Horn86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planilla de levantamiento florístico para fustales y árboles 99
Anexo 2. Planilla de levantamiento florístico arbóreo para brinzales y latizales 100
Anexo 3. Características estructurales y parámetros de diversidad alfa de las parcelas de muestreo en el gradiente altitudinal..... 101
Anexo 4. Índice de Valor de Importancia (IVI) por gradiente altitudinal 102
Anexo 5. Distribución de las clases diamétricas por gradientes y general 106
Anexo 6. Evaluación de la regeneración en brinzales por gradientes altitudinales .. 107
Anexo 7. Evaluación de la regeneración para latizales por gradientes altitudinales 108
Anexo 8. Estadísticos de la diversidad alfa 109
Anexo 9. Abundancia en base a las parcelas de muestreo y especies forestales 110
Anexo 10. Matriz de AUSENCIA (0) y PRESENCIA (1) de especies..... 111
Anexo 11. Relación entre DAP y altura total de los árboles 112
Anexo 12. Perfil de vegetación arbórea de especies principales 113
Anexo 13. Anexo cartográfico (23 mapas)..... 114
Anexo 14. Registro fotográfico..... 138