

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
“Dr. MARTÍN CÁRDENAS”
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



Identificación de Areas Potenciales de Reforestación en la Sub Cuenca
Maylancu - Sacaba

Trabajo dirigido para
obtener el título de
Ingeniero Forestal

BRAYAN LEDEZMA CHAVEZ

COCHABAMBA – BOLIVIA

2024

Resumen

El trabajo realizado titulado “Identificación de áreas potenciales de reforestación en la Sub Cuenca Maylancu - Sacaba”. Se destaca la importancia de identificar áreas potenciales para reforestación en la subcuenca de Maylancu, utilizando técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para contribuir a la gestión ambiental y la planificación territorial. Los objetivos principales fueron la delimitación y caracterización de áreas potenciales para reforestación mediante el análisis de diversos factores geográficos y climáticos, tales como pendiente, altitud, precipitación y uso del suelo. Los resultados obtenidos incluyen la identificación de áreas preliminares de reforestación, las cuales fueron verificadas en campo para asegurar su idoneidad. Se identificaron tres áreas potenciales con diferentes especies recomendadas para cada una, totalizando 2255,09 hectáreas (5,13% del área total de la Sub Cuenca). La delimitación oficial de la Sub Cuenca del Río Maylancu, según el método Otto Pfafstetter, determinó un nivel 6 con una codificación de 466986 y una superficie de 43993,62 hectáreas. Las conclusiones del estudio resaltan que el uso de SIG permitió una evaluación detallada de los factores críticos para la reforestación, proporcionando mapas temáticos esenciales para desarrollar estrategias efectivas y priorizar acciones en las áreas con mayores necesidades y potenciales.

Palabras clave: Sub cuenca, SIG, Potenciales, Especies, identificación, factores.

Summary

The conducted work titled “Identification of potential reforestation areas in the Maylancu - Sacaba Sub-Basin” highlights the importance of identifying potential reforestation areas in the Maylancu sub-basin using remote sensing techniques and geographic information systems (GIS) to contribute to environmental management and territorial planning. The main objectives were to delimit and characterize potential reforestation areas by analyzing various geographical and climatic factors, such as slope, altitude, precipitation, and land use. The results obtained include the identification of preliminary reforestation areas, which were field-verified to ensure their suitability. Four potential areas with different recommended species for each were identified, totaling 2255.09 hectares (5.13% of the total area of the sub-basin). The official delimitation of the Maylancu River sub-basin, according to the Otto Pfafstetter method, determined a level 6 with a code of 466986 and an area of 43993.62 hectares. The study's conclusions highlight that the use of GIS allowed for a detailed evaluation of critical factors for reforestation, providing essential thematic maps to develop effective strategies and prioritize actions in areas with the greatest needs and potentials.

Keywords: Sub-basin, GIS, Potential, Species, Identification, Factors.

I. INTRODUCCION

Los bosques desempeñan un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio ecológico, la regulación del ciclo hidrológico, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Sin embargo, en las últimas décadas, la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales han alcanzado niveles alarmantes en diversas regiones del mundo, convirtiéndose en una de las principales amenazas ambientales de nuestro tiempo.

La deforestación y la degradación de los bosques son problemas ambientales de gran relevancia en la actualidad, con consecuencias significativas para la biodiversidad, el ciclo hidrológico y el cambio climático. En este contexto, la reforestación se ha convertido en una estrategia clave para mitigar estos impactos y promover la restauración de los ecosistemas forestales. Sin embargo, la selección adecuada de las áreas potenciales para la reforestación es fundamental para garantizar el éxito y la sostenibilidad de estos esfuerzos.

De acuerdo con datos de la Jefatura de Gestión de Riesgos de Sacaba, entre junio y julio del año 2023, se registraron 26 incendios en el municipio, la mayoría de ellos en el Distrito Rural 5 y el Distrito Rural Ucuchi. La Sub Cuenca hidrográfica Maylancu-Sacaba, ubicada en Cochabamba, ha sido testigo de una considerable pérdida de cobertura forestal en las últimas décadas debido a diversos factores, como la expansión agrícola, la tala ilegal y los incendios forestales. Esta situación ha provocado una serie de impactos negativos, como la erosión del suelo, la disminución de la calidad del agua y la pérdida de hábitats para la fauna silvestre.

Ante esta problemática, la presente investigación tiene como objetivo principal determinar las áreas potenciales para la reforestación en la Sub Cuenca del Río Maylancu, considerando factores ambientales, sociales y económicos. Esto permitirá priorizar las zonas más adecuadas y desarrollar estrategias efectivas para la recuperación de la cobertura forestal y la conservación de los recursos naturales en la región.

Para lograr este objetivo, se utilizarán técnicas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG) para analizar la cobertura vegetal actual, las características del suelo, la topografía y otros factores relevantes.

Los resultados de esta investigación contribuirán a la toma de decisiones informadas y a la planificación de programas de reforestación sostenibles en la Sub Cuenca del Río Maylancu. Además, sentarán las bases para futuros estudios y acciones encaminadas a la conservación y restauración de los ecosistemas forestales en la región y en otras áreas con desafíos similares.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Identificar áreas potenciales con la implementación de un SIG, para la reforestación en la Sub Cuenca del Río Maylancu, incrementando la resiliencia y la conservación de los ecosistemas, como una medida de adaptación al cambio climático

1.1.2. Objetivo Específicos

- Delimitar las áreas potenciales para reforestación por medio de la implementación de un SIG.
- Caracterizar las áreas potenciales para reforestación, a través de una verificación en campo.
- Elaborar mapas temáticos de la Sub Cuenca del Río Maylancu en el Municipio de Sacaba, según las áreas identificadas.

Índice de contenido

I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos.....	2
<i>1.1.1. Objetivo General.....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.2. Objetivo Específicos</i>	<i>2</i>
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Conceptos de la reforestación.....	3
2.2 Sistema de Codificación Otto Pfafstetter	3
<i>2.2.1. Características Principales</i>	<i>3</i>
2.3 Tipos de Unidades Hidrográficas.....	4
2.4 Cuenca hidrográfica.....	4
2.5 La cobertura vegetal, el agua y la gente en la cuenca	5
2.6 Cambio climático	6
2.7 Problemas del cambio climático.....	7
2.8 La variabilidad climática	7
<i>2.8.1. Valor medio o promedio y normal climatológica</i>	<i>8</i>
<i>2.8.2. Clima.....</i>	<i>8</i>
<i>2.8.3. Los impactos y la vulnerabilidad</i>	<i>9</i>
2.9 Sistema de información geográfica (SIG).....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 Ubicación	12
3.2 Materiales y equipos.....	16
3.3 Metodología.....	17
<i>3.3.1. Flujos del procedimiento metodológico.....</i>	<i>17</i>
<i>3.3.2. Delimitación de las áreas</i>	<i>19</i>
<i>3.3.3. Caracterización.....</i>	<i>30</i>

3.3.3.1. Clasificación supervisada.....	30
3.3.4. <i>Creación de datos para el analisis en el estudio</i>	35
3.3.4.1. Datos de altura	35
3.3.4.2. Análisis de datos pendientes.....	37
3.3.4.3. Análisis de datos de precipitación	40
3.3.4.4. Estaciones Meteorológicas	41
3.3.4.5. Análisis de datos de temperatura	48
3.3.5. <i>Analisis de informacion para obtencion de areas potenciales</i>	51
3.3.5.1. Exclusión de áreas según criterios	52
3.4 Superposición de datos obtenidos	53
3.5 Fase 1 superposición de datos.....	53
3.6 Fase 2 superposición de datos.....	55
3.7 Fase 3 superposición de datos.....	56
3.8 Fase 4 superposición de datos.....	56
3.9 Caracterización verificación a campo áreas potenciales.....	57
3.10 Qfield.	58
IV. RESULTADOS.....	59
4.1 Obtención de factores o criterios establecidos	59
4.2 Áreas potenciales de reforestación preliminares	60
4.2.1. <i>Áreas potenciales discriminadas por especies</i>	61
4.2.2. <i>Verificación en campo de las áreas potenciales</i>	63
V. CONCLUSIONES	71
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS.....	77

Índice de Figuras

Figura 1. Representación esquemática de la diferencia entre los conceptos de tiempo y clima ...	9
Figura 2. Sistema de mitigación y adaptación.....	10
Figura 3. Delimitación de la Sub Cuenca del Río Maylancu	13
Figura 4. Sub Cuenca del Río Maylancu.....	14
Figura 5. Corrección de la limitante de la Sub Cuenca del Río Maylancu	15
Figura 6. Ubicación Sub Cuenca del Río Maylancu.	16
Figura 7. Delimitación de las áreas	17
Figura 8. Caracterización factores propuestos.....	18
Figura 9. Elaboración de mapas temáticos	19
Figura 10. Codificación nivel 5 Cuenca del rio Caine.	20
Figura 11. Modelo digital de elevación (DEM).....	21
Figura 12. Llenado de vacíos Modelo Digital de Elevación.....	22
Figura 13. Dirección del flujo	23
Figura 14. Acumulación del flujo	24
Figura 15. Trayectoria de los flujos.....	25
Figura 16. Segmentación de los flujos	26
Figura 17. Delimitación de cuencas	27
Figura 18. Asignación de afluentes principales.....	28
Figura 19. Asignación de la numeración nivel 6	29
Figura 20. Ubicación Método Otto Pfafstetter Sub Cuenca del Río Maylancu	30
Figura 21. Inserción de puntos de las categorías uso de suelo.	32
Figura 22. Tabla de atributos	32
Figura 23. División de la Sub Cuenca del Río Maylancu en cuadrantes	33
Figura 24. Ponderación según puntos tomados de las categorías.....	34
Figura 25. Clasificación supervisada Sub Cuenca del Río Maylancu.....	34
Figura 26. Análisis de alturas en el área de estudio.....	35
Figura 27. Delimitación de alturas	36
Figura 28. Alturas caracterizadas cada 100 metros	37
Figura 29. Datos de pendientes en % Sub Cuenca del Río Maylancu	38
Figura 30. Reclasificación de pendientes ráster	40

Figura 31. Recolección de datos Senamhi de precipitación	41
Figura 32. Estación meteorológica Aasana	41
Figura 33. Estación meteorológica Colomi	42
Figura 34. Estación meteorológica Tamborada	42
Figura 35. Estación meteorológica La violeta	43
Figura 36. Estación meteorológica sarco	44
Figura 37. Estación meteorológica San Benito	44
Figura 38. Ubicación de estaciones consultadas para el estudio.	45
Figura 39. Análisis de precipitación anual de las estaciones meteorológicas	46
Figura 40. Curvas de Precipitación mensual de estaciones	46
Figura 41. Curva de precipitación acumulada anual	47
Figura 42. Precipitación anual Sub Cuenca del Río Maylancu	48
Figura 43. Recolección de datos Senamhi de temperatura en C°	49
Figura 44. Estaciones consultadas para datos de temperatura	49
Figura 45. Mapa de temperatura Sub Cuenca del Río Maylancu	50
Figura 46. Factores área potencial de reforestación	52
Figura 47. Sistematización de datos	53
Figura 48. Superposición de datos altura-pendientes %	54
Figura 49. Tabla de atributos de la unión de datos	55
Figura 50. Datos superpuestos altura-pendientes y uso de suelo	55
Figura 51. Datos superpuestos altura-pendientes, uso de suelo y Precipitación	56
Figura 52. Datos superpuestos altura-pendientes, uso de suelo, Precipitación y Temperatura	57
Figura 53. Verificación de datos en campo	58
Figura 54. Áreas potenciales de reforestación	60
Figura 55. Mapa de ubicación área potencial de reforestación	62
Figura 56. Aplicación Qfield	63
Figura 57. Ubicación de puntos en la verificación en campo	65

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Categorías de evaluación descritas.....	31
Cuadro 2. Clasificaciones de pendientes.....	39
Cuadro 3. Precipitación mensual y acumulada	47
Cuadro 4. Especies nativas en el vivero de Chimboco del Municipio de Sacaba.....	51
Cuadro 5. Especies introducidas en el vivero de Chimboco del Municipio de Sacaba	52
Cuadro 6. Comparación de datos obtenidos de gabinete y campo.....	64
Cuadro 7. Verificación en campo 1 ficha	66
Cuadro 8. Verificación en campo 2 ficha	67
Cuadro 9. Verificación en campo 3 ficha	68
Cuadro 10. Verificación en campo 4 ficha	69
Cuadro 11. Verificación en campo 5 ficha	70