



MICROCUENCA DEL RÍO CEBADAS: ANÁLISIS INTEGRAL DEL ENTORNO NATURAL.

**© ANDINO PEÑAFIEL ERICA ESTEFANÍA
ATI CUTIUPALA GUICELA MARGOTH
VASCO LUCIO MARTHA MARISOL**



Microcuenca del río cebadas: Análisis integral del entorno natural.

© Andino Peñafiel Erica Estefanía

Ati Cutiupala Guicela Margoth

Vasco Lucio Martha Marisol

AUTORES:

Andino Peñafiel Erica Estefanía

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Escuela de Ingeniería en Ecoturismo, Panamericana Sur Km 1 1/2, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

Correo electrónico, erica.andino@esPOCH.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-9220-5764>

- Ingeniera en Ecoturismo- Magister en Antropología

- Directora del proyecto de investigación ESPOCH- IDIPI-324 y Docente investigadora

Ati Cutiupala Guicela Margoth

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales (FRN), Escuela de Ingeniería Agronómica, Panamericana Sur Km 1 1/2, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

Correo electrónico, guicela.ati@esPOCH.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-9779-2758>

- Ingeniera en Ecoturismo- Máster en Estadística Aplicada

- Directora subrogante del proyecto de investigación ESPOCH- IDIPI-324 y Docente investigadora

Vasco Lucio Martha Marisol

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Decanato de Investigaciones (DDI), Panamericana Sur Km 1 1/2, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

Correo electrónico, martha.vasco@esPOCH.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-1377-7305>

- Ingeniera Forestal

- Técnica del proyecto de investigación ESPOCH- IDIPI-324

Casa Editora del Polo - CASEDELPO CIA. LTDA.
Departamento de Edición

Editado y distribuido por:

Editorial: Casa Editora del Polo
Sello Editorial: 978-9942-816
Manta, Manabí, Ecuador. 2019
Teléfono: (05) 6051775 / 0991871420
Web: www.casedelpo.com
ISBN: 978-9942-621-83-2
DOI: <https://doi.org/10.23857/978-9942-621-83-2>

© Agosto - 2024
Impreso en Ecuador

Revisión, Ortografía y Redacción:
Lic. Jessica Mero Vélez

Diseño de Portada:
Michael Josué Suárez-Espinar

Diagramación:
Ing. Edwin Alejandro Delgado-Veliz

Director Editorial:
Lic. Henry Darío Suárez Vélez

Todos los libros publicados por la Casa Editora del Polo, son sometidos previamente a un proceso de evaluación realizado por árbitros calificados.
Este es un libro digital y físico, destinado únicamente al uso personal y colectivo en trabajos académicos de investigación, docencia y difusión del Conocimiento, donde se debe brindar crédito de manera adecuada a los autores.

© **Reservados todos los derechos.** Queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento. parcial o total de este contenido, por cualquier medio o procedimiento.

Comité Científico Académico

Dr. Lucio Noriero-Escalante
Universidad Autónoma de Chapingo, México

Dra. Yorkanda Masó-Dominico
Instituto Tecnológico de la Construcción, México

Dr. Juan Pedro Machado-Castillo
Universidad de Granma, Bayamo. M.N. Cuba

Dra. Fanny Miriam Sanabria-Boudri
Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, Perú

Dra. Jennifer Quintero-Medina
Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín, Venezuela

Dr. Félix Colina-Ysea
Universidad SISE. Lima, Perú

Dr. Reinaldo Velasco
Universidad Bolivariana de Venezuela, Venezuela

Dra. Lenys Piña-Ferrer
Universidad Rafael Bellosó Chacín, Maracaibo, Venezuela

Dr. José Javier Nuñez-Castillo
Universidad Cooperativa de Colombia, Santa Marta,
Colombia

Constancia de Arbitraje

La Casa Editora del Polo, hace constar que este libro proviene de una investigación realizada por los autores, siendo sometido a un arbitraje bajo el sistema de doble ciego (peer review), de contenido y forma por jurados especialistas. Además, se realizó una revisión del enfoque, paradigma y método investigativo; desde la matriz epistémica asumida por los autores, aplicándose las normas APA, Sexta Edición, proceso de anti plagio en línea Plagiarisma, garantizándose así la cientificidad de la obra.

Comité Editorial

Abg. Néstor D. Suárez-Montes
Casa Editora del Polo (CASEDELPO)

Dra. Juana Cecilia-Ojeda
Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

Dra. Maritza Berenguer-Gouarnaluses
Universidad Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba

Dr. Víctor Reinaldo Jama-Zambrano
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ext. Chone

CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
ÍNDICE DE GRÁFICOS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS	11
PRÓLOGO.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO 1.	17
1 CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CEBADAS	17
1.1 Generalidades microcuenca del río Cebadas.....	17
1.2 Cobertura vegetal de la microcuenca del río Cebadas	19
1.3 Ecosistemas de la microcuenca del río Cebadas	20
1.4 Ombrotipos de la microcuenca del río Cebadas.....	21
1.5 Termotipos de la microcuenca río Cebadas	22
1.6 Bioclimas de la microcuenca del río cebadas	23
1.7 Fenología de la microcuenca del río Cebadas.....	23
1.8 Riesgo potencial de degradación del suelo	25
1.8.1 Pendiente	25
1.8.2 Profundidad del suelo	27
1.9 Evaluación del uso de tierras	30
CAPITULO 2	33
2 CARACTERIZACIÓN DE LAS AREAS DE PROTECCIÓN HÍDRICA	
(APH).....	34
2.1 Áreas de protección hídrica (APH).....	34
2.1.1 Concepto.....	34
2.1.2 Importancia.....	34
2.2 Determinación de las Áreas de influencia.....	34
2.3 Caracterización cartográfica de las áreas de protección hídrica.....	35
2.3.1 Cobertura vegetal de las áreas de protección hídrica	36
2.3.2 Tipos de ecosistemas	37
2.3.3 Fenología.....	39

2.3.4	Áreas prioritarias de conservación.....	40
2.3.5	Geomorfología.....	41
2.3.6	Ombrotipo	42
2.3.7	Termotipo	43
CAPITULO 3		45
3	CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y ETNOBOTÁNICA	46
3.1	Inventario florístico	47
3.1.1	Localización	47
3.1.2	Diseño del muestreo	47
3.1.3	Diseño de parcelas	48
3.1.4	Instalación de parcelas y levantamiento de información.....	50
3.1.5	Recolección de muestras.....	52
3.1.6	Herborización de las muestras	52
3.1.7	Tabulación de datos	54
3.1.8	Determinación de la diversidad florística	60
3.1.9	Determinación del tipo de vegetación en base a la cobertura.....	66
3.1.10	Origen de las especies vegetales	68
3.1.11	Conclusiones	70
3.2	Estudio etnobotánico	73
3.2.1	Técnicas de investigación	73
3.2.2	Descripción taxonómica, morfológica y etnobotánica de las especies recolectadas en la comunidad.	77
3.2.3	Conclusiones	88
CAPÍTULO 4		90
4	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO, CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA	91
4.1	Suelo.....	91
4.1.1	Generalidades	91
4.1.2	Caracterización del suelo	92
4.1.3	Conclusiones	117
4.2	Agua.....	119
4.2.1	Calidad de agua	120
4.2.2	Conclusiones	137
4.3	Cantidad de agua	138
4.3.1	Métodos medición de caudales	140
4.3.2	Resultados	142

4.3.3	Conclusiones	145
CAPITULO 5		146
5	MONITOREO DE VEGETACIÓN, SUELO Y AGUA POR TELETECCIÓN	147
5.1	Monitoreo de la vegetación mediante índices espectrales.....	149
5.1.1	El Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)	149
5.1.2	El Índice de vegetación mejorado (EVI).....	151
5.2	Monitoreo del suelo de la microcuenca Cebadas mediante índices espectrales	161
5.2.1	Índice de suelo desnudo (BSI)	161
5.3	Monitoreo del agua mediante índices espectrales	163
5.3.1	Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI).....	163
5.4	Conclusiones	165
CAPITULO 6		167
6	CONSIDERACIONES GENERALES.....	168
BIBLIOGRAFÍA		169
AGRADECIMIENTOS.....		175

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje por cantidad de especies	59
Gráfico 2. Porcentaje por cantidad de familias	60
Gráfico 3. Valores del Índice de valor de importancia (IVI) por especies	65
Gráfico 4. Tipo de vegetación por cobertura	68
Gráfico 5. Medición de caudales	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica Microcuenca del río Cebadas	18
Figura 2. Cobertura vegetal microcuenca del río Cebadas	19
Figura 3. Ecosistemas de la microcuenca del río Cebadas.....	20
Figura 4. Ombrotipos de la microcuenca del río Cebadas	21
Figura 5. Termotipos de la microcuenca río Cebadas.....	22
Figura 6. Bioclimas de la microcuenca del río cebadas	23
Figura 7. Fenología de la microcuenca del río Cebadas	24
Figura 8. Matriz proceso determinación del riesgo potencial de degradación del suelo	25
Figura 9. Pendientes de la microcuenca del río Cebadas.	26
Figura 10. Profundidad de los suelos de la microcuenca del río Cebadas.....	28
Figura 11. Riesgo potencial de degradación del suelo de la microcuenca del río Cebadas	30
Figura 12. Matriz proceso para generar el mapa de la evaluación del uso de tierras	31
Figura 13. Evaluación del uso de la tierra de la microcuenca del río Cebadas	32
Figura 14. Dirección del flujo de la microcuenca del río Cebadas	35
Figura 15. Cobertura de la tierra en las áreas de protección hídrica	36
Figura 16. Ecosistemas de las áreas de protección hídrica	38
Figura 17. Fenología de las Áreas de protección hídrica	39
Figura 18. Áreas prioritarias de conservación	40
Figura 19. Geomorfología de las áreas de protección hídrica	41
Figura 20. Ombrotipos de las áreas de protección hídrica	42
Figura 21. Termotipo de las áreas de protección hídrica	43
Figura 22. Comunidad Reten Inventario florístico	48
Figura 23. Ubicación de parcelas en la zona alta de la microcuenca del río Cebadas	49
Figura 24. Instalación de parcelas	50
Figura 25. Establecimiento de cuadrantes	50
Figura 26. Subparcelas de 1m x 1m divididas en cuadrículas	51
Figura 27. Identificación de las especies vegetales en el herbario de la ESPOCH.	53
Figura 28. Montaje de muestras vegetales.....	53
Figura 29. Modelo Ficha etnobotánica	74
Figura 30. Entrevistas a los comuneros de la comunidad de Reten	75
Figura 31. Ubicación puntos de muestreo del suelo de la microcuenca del río Cebadas	96
Figura 32. Triángulo textural de USLA.....	98
Figura 33. Tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana.....	99
Figura 34. Ubicación de puntos de aforo.....	142
Figura 35. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) microcuenca del río Cebadas	150
Figura 36. Índice de vegetación mejorado (EVI).....	152
Figura 37. Mapas finales del estado de la vegetación periodo Enero 2021 - Diciembre 2021.....	156
Figura 38. Índice de suelo desnudo (BSI) año 2021	162
Figura 39. Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) de la microcuenca del río Cebadas	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de pendientes – riesgo de erosión	25
Tabla 2. Riesgo de erosión según la profundidad	27
Tabla 3. Riesgo potencial de degradación del suelo	29
Tabla 4. Evaluación uso del suelo	31
Tabla 5. Cobertura de las áreas de protección hídrica	37
Tabla 6. Ecosistemas de las áreas de protección hídrica	39
Tabla 7. Nivel de prioridad de conservación de las áreas de protección hídrica	41
Tabla 8. Determinación de unidades muestrales	48
Tabla 9. Individuos totales recolectados en la comunidad Reten, parroquia Cebadas	54
Tabla 10. Lista de especies vegetales por orden y familia	55
Tabla 11. Cálculo de índices de Shannon y Simpson	57
Tabla 12. Valores de los índices de Simpson y Shannon	61
Tabla 13. Índice de valor de importancia por especies	63
Tabla 14. Listado de especies registradas por tipo de vegetación	66
Tabla 15. Listado de especies por su origen	69
Tabla 16. Descripción de las especies vegetales del páramo de la comunidad Reten según las fichas etnobotánicas insitu	75
Tabla 17. Descripción botánica de las especies recolectadas en la comunidad Reten	77
Tabla 18. Descripción etnobotánica de la vegetación del páramo de la comunidad de Reten	84
Tabla 19. Ubicación de los puntos de muestreo y condiciones climáticas	95
Tabla 20. Criterios de calidad de Suelo	97
Tabla 21. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 1.	100
Tabla 22. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 2.	101
Tabla 23. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 3.	102
Tabla 24. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 4.	103
Tabla 25. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 5.	104
Tabla 26. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 6	105
Tabla 27. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 7	106
Tabla 28. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 8	107
Tabla 29. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 9	108
Tabla 30. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 10	109
Tabla 31. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 11	110
Tabla 32. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 12	111
Tabla 33. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 13	112
Tabla 34. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 14	113
Tabla 35. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 15	114
Tabla 36. Materia orgánica y densidad del suelo del páramo de la parroquia Cebadas	115
Tabla 37. Parámetros inorgánicos no metálicos del suelo del páramo de la parroquia Cebadas	116
Tabla 38. Presencia de metales en el suelo del páramo de la parroquia Cebadas	116
Tabla 39. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-018-23	121
Tabla 40. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-019-23	121
Tabla 41. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-020-23	122
Tabla 42. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-021-23	123
Tabla 43. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-022-23	123
Tabla 44. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-023-23	124

Tabla 45. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-024-23.....	124
Tabla 46. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-025-23.....	125
Tabla 47. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-026-23.....	126
Tabla 48. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-027-23.....	126
Tabla 49. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-028-23.....	127
Tabla 50. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-029-23.....	127
Tabla 51. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-030-23.....	128
Tabla 52. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-031-23.....	129
Tabla 53. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-032-23.....	129
Tabla 54. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-033-23.....	130
Tabla 55. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-034-23.....	131
Tabla 56. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-035-23.....	131
Tabla 57. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-036-23.....	132
Tabla 58. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-037-23.....	132
Tabla 59. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-038-23.....	133
Tabla 60. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-039-23.....	134
Tabla 61. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-040-23.....	134
Tabla 62. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-041-23.....	135
Tabla 63. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-042-23.....	135
Tabla 64. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-043-23.....	136
Tabla 65. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-044-23.....	137
Tabla 66. Formulas método del flotador para medición de caudales	140
Tabla 67. Comparación de métodos de aforo	143
Tabla 68. Análisis estadístico descriptivo diferencias de los aforos 1 y 2	145
Tabla 69. Rangos de interpretación basados en los índices de vegetación Merg, C. et al (2011)	154
Tabla 70. Interpretación de acuerdo a la clase	154
Tabla 71. Rangos de interpretación de la vegetación de la microcuenca basados en la tabla 3 y 4	155
Tabla 72. Clasificación del estado de la vegetación según superficie (ha)	159

PRÓLOGO

Ecuador es uno de los 20 países megadiversos en el mundo, símbolo de riqueza ambiental y ancestral, considerado un lugar espectacular para visitar, posee multiplicidad climática, topográfica y cultural, es así como en sus raíces se encuentra la microcuenca del río Cebadas, este lugar representa la diversidad de especies vegetales y animales que contribuyen al adecuado equilibrio de la naturaleza.

Por lo que es un privilegio presentar el siguiente libro denominado "*Microcuenca del Río Cebadas: Análisis Integral del Entorno Natural*", una obra destacable por la investigación minuciosa y rigurosa de la microcuenca que abastece de grandes servicios ecosistémicos y vitales para la región. En el presente libro, los autores nos conducen a través de un viaje multidisciplinario, que abarca desde la geografía, ecología, hidrología hasta la gestión ambiental.

La microcuenca del río Cebadas surge como un escenario crucial para comprender los procesos ambientales y los desafíos de conservación enmarcados en un contexto global de cambio climático, los análisis de suelo, agua y cobertura vegetal proveen una visión holística de este ecosistema único.

Los autores no solo se enfocan en la descripción de la situación actual de la microcuenca, sino que también ofrece información valiosa desarrollada por un excelente equipo de investigadores, que vieron en este lugar específico el enorme potencial que guarda por la altísima biodiversidad que esconde proporcionando así estrategias para la gestión sostenible de sus recursos naturales, mediante el enfoque científico y participativo, invitan a los lectores a reflexionar sobre la importancia de conservar y restaurar los ecosistemas.

Este libro no solo será de interés para académicos y profesionales en ciencias ambientales, sino también servirá como una valiosa herramienta para la toma de decisiones de los gobiernos locales para la gestión de los recursos naturales.

INTRODUCCIÓN

La delimitación de territorios mediante unidades hidrográficas se considera efectiva para fomentar la gestión sostenible de los recursos naturales, con la participación activa de las comunidades locales o regionales. Esto implica descentralizar las políticas estatales, permitiendo que las comunidades se involucren en su propio desarrollo. La gestión local es esencial para el manejo de los recursos naturales en especial para el servicio ecosistémico de abastecimiento de agua dulce, del que se benefician los usuarios de la zona media y baja de la cuenca (Cotler et al., 2010).

En Ecuador el agua dulce aún es abundante, sin embargo, SENAGUA reporta que el 70% de las aguas residuales se canalizan hacia sistemas de saneamiento, pero solo el 10% es tratada adecuadamente, por lo que es evidente la contaminación de causas naturales. En este contexto la autoridad ambiental Estatal promovió la delimitación y declaración de áreas de protección hídrica para su conservación y manejo (ENCA, 2016).

En la provincia de Chimborazo el consumo de agua para las actividades agropecuarias, el uso urbano y la generación eléctrica se han incrementado a la par con el aumento poblacional; a esto se añade que el suelo ha sido sobreexplotado en las áreas agrícolas dejándolo estéril, sin capa arable y, en algunos sectores, erosionado, mientras que las áreas naturales se han degradado por el avance de la frontera agrícola y urbana (CRUZ, 2020), haciendo que los cauces de aguas naturales se vean sedimentados y contaminados. En la parroquia rural Cebadas aproximadamente el 72 % de su territorio corresponde al ecosistema de páramo con alrededor de 40.852,64 hectáreas, la importancia de este ecosistema radica en la generación de agua, por sus condiciones particulares de vegetación, humedad y temperatura. Sin embargo, el páramo se constituye en un ecosistema frágil, que amerita la intervención y participación de los actores territoriales, sociales e institucionales, que permita un manejo adecuado y su conservación, puesto que constituye un patrimonio natural no únicamente para los Cebadeños, sino para la provincia, el país y el mundo entero.(CHÁVEZ, 2020)

Existe fuerte presión por parte de los productores agropecuarios que se encuentran en la zona alta de la parroquia, debido a la constante búsqueda de nuevas tierras para ser

incorporadas en el proceso productivo, destruyendo la cobertura vegetal; de igual forma se evidencia la destrucción progresiva de pequeños relictos de bosques y matorrales nativos.

La problemática se agrava ya que las aguas servidas son arrojadas en los ríos sin ningún tratamiento, además de la contaminación de ríos por el uso excesivo de fertilizantes e insumos químicos desencadena la poca cantidad y mala calidad de los caudales de agua (CHÁVEZ, 2020).

Finalmente hay que considerar que los recursos hídricos que nacen de los páramos son usados para irrigar grandes zonas agropecuarias que se encuentran fuera del territorio de Cebadas, en los cantones Riobamba y Guano; de igual forma el líquido vital se utiliza en la generación hidroeléctrica de la Central Hidroeléctrica Agoyan. (CHÁVEZ, 2020).

Ante esta problemática y con el fin de investigar sobre nuevos métodos de purificar el agua de la zona media y baja de la microcuenca, la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y el Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Cebadas, ejecutan el proyecto denominado “*DETERMINAR EL USO EFICIENTE DE ESPECIES VEGETALES ALTOANDINAS BIOPURIFICADORAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CEBADAS, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*” y como resultados del esfuerzo conjunto se redactó el presente libro, "*Microcuenca del Río Cebadas: Análisis Integral del Entorno Natural*", que representa un enfoque técnico y multidisciplinario para abordar los desafíos ambientales que enfrenta el territorio hídrico.

Cada capítulo se centra en un aspecto específico del entorno natural, utilizando métodos científicos rigurosos y herramientas tecnológicas avanzadas para recopilar, analizar e interpretar datos. Desde la cartografía detallada del paisaje hasta el análisis de la composición y la distribución de la flora, desde la evaluación de la calidad del agua hasta la detección de cambios a lo largo del tiempo mediante imágenes satelitales e índices espectrales, cada sección está diseñada para proporcionar una comprensión profunda de los procesos ambientales que tienen lugar en esta microcuenca.

CAPÍTULO I

CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CEBADAS



CAPÍTULO 1.

1 CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CEBADAS

1.1 Generalidades microcuenca del río Cebadas

La microcuenca ocupa los límites políticos de las parroquias Cebadas y Pungalá de los cantones Guamote y Riobamba respectivamente, pertenecientes a la provincia de Chimborazo, es parte de la Subcuenca del río Chambo, la misma limita al norte con la parroquia La Matriz Guamote, al sur Achupallas, al este con Zuña y al oeste Guamote La matriz, Palmira y Tixán, posee una extensión de 70962,4 hectáreas (PDYOT, 2015).

Presenta una altitud entre 2600 a 4640 m.s.n.m, una temperatura media anual de 13,7°C existe la presencia del clima Invierno húmedo frío en los meses de octubre a mayo y verano cálido seco, ventoso de junio a septiembre; humedad relativa del 96,8%, nubosidad de 3,1 horas/día y precipitación de 681 mm (PDYOT, 2015) . Posee una topografía irregular debido a la influencia de las cordilleras Central y Occidental de los Andes, la mayor parte de los territorios de la parroquia presentan pendientes pronunciadas, que en algunos casos sobrepasan los 50⁰ de inclinación (PDYOT, 2015).

La microcuenca del río Cebadas cubre un área de 410,36 Km², que representa el 71,90% del territorio de la parroquia Rural de Cebadas. A nivel cantonal representa el 33,57%, a nivel provincial el 6,33%, su perímetro es de 145,49 Km, la cota máxima de la microcuenca es de 4640 m.s.n.m., mientras que su cota mínima es de 2840 m.s.n.m.

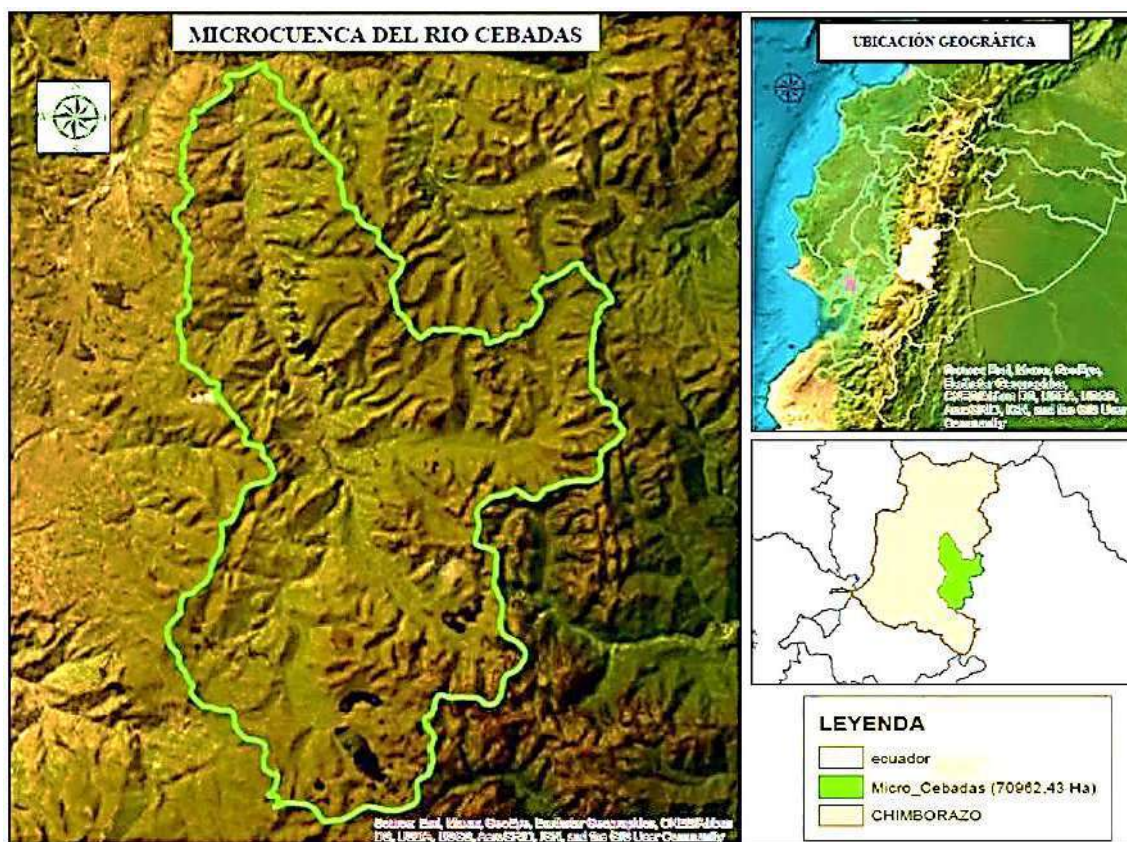
Se encuentra dividida en tres regiones latitudinales:

- **Zona baja:** ubicada entre los 2600 y 2950 msnm, esta área presenta una topografía que varía desde terreno plano hasta ligeramente ondulado, con pendientes que oscilan entre 5 y 15 grados, y en algunos lugares, alcanzan los 30 grados.
- **Zona media:** situada en altitudes que varían entre los 3000 y 3200 msnm, en esta zona las precipitaciones anuales son limitadas, lo que mayormente favorece

la agricultura de secano como actividad principal. Los suelos de esta localidad se distinguen por presentar pendientes que oscilan entre los 15 y 60 grados, lo que ha ocasionado la erosión del suelo debido a prácticas inapropiadas de manejo del agua y el terreno.

- **Zona alta:** se encuentra en un rango de altitud entre 3250 y 4640 metros sobre el nivel del mar, los suelos exhiben variaciones en la inclinación que van desde 15 hasta 30 grados, y en ciertas áreas son particularmente escarpados, con pendientes que superan los 60 grados. Los suelos en esta región son de color negro, con un alto contenido de materia orgánica, una textura franca que permite una buena retención de humedad, y experimenta elevadas precipitaciones pluviales anuales (PDYOT, 2015).

Figura 1. Ubicación geográfica Microcuenca del río Cebadas

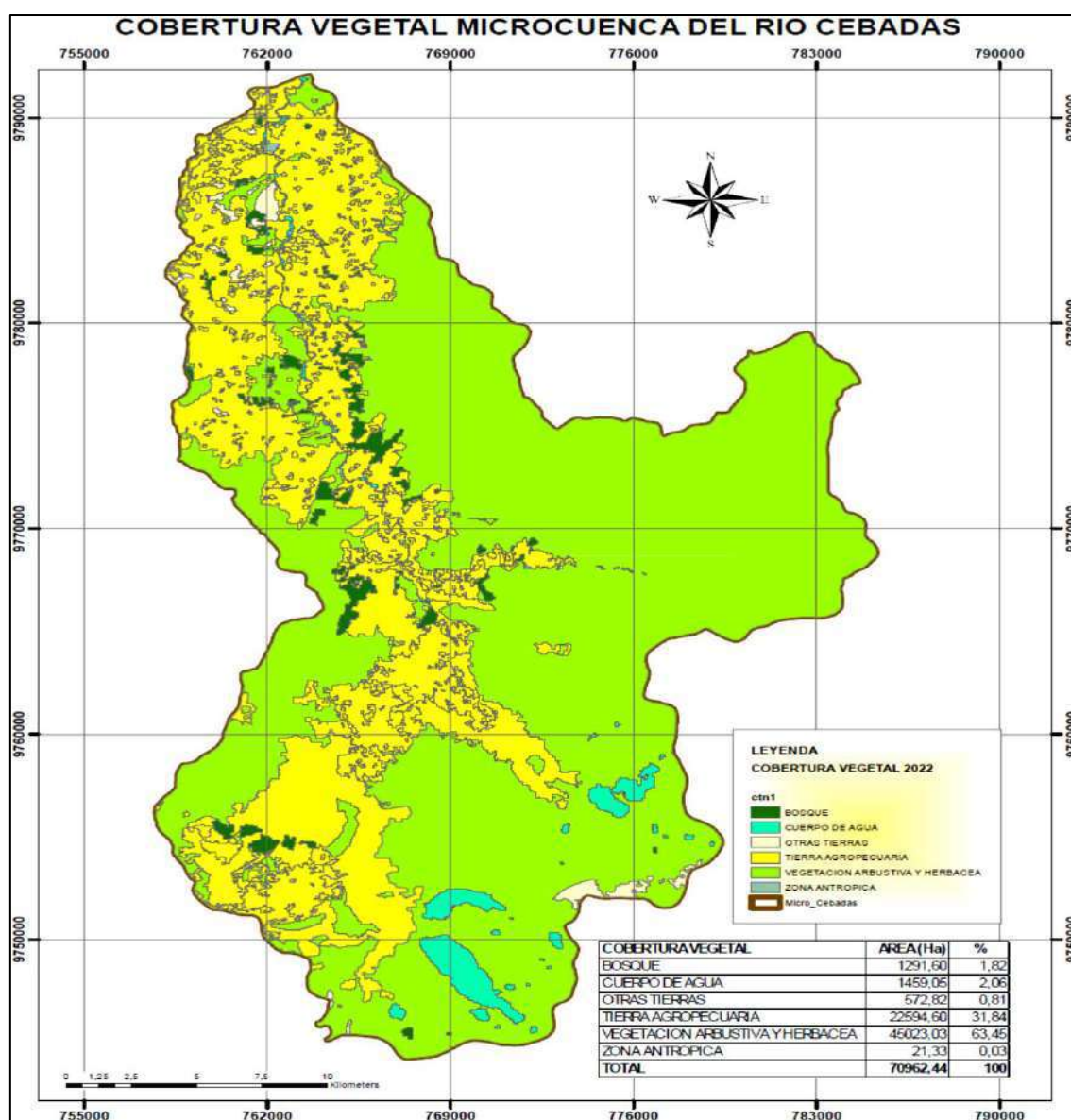


Elaborado por los autores

1.2 Cobertura vegetal de la microcuenca del río Cebadas

La microcuenca del río Cebadas de acuerdo a la capa de cobertura vegetal 2022 del Mapa Interactivo del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2015), posee 45023,03 has que corresponden al 63,45% de cobertura vegetal total, seguido por 22594,60 has de tierra agropecuaria que equivalen al 31,84 % de la cobertura, mientras que otras tierras que corresponden a superficies sin cobertura vegetal y zona antrópica poseen el 0,81% y 0,03% respectivamente, siendo estas zonas con los valores más bajos de cobertura (Figura 2).

Figura 2. Cobertura vegetal microcuenca del río Cebadas

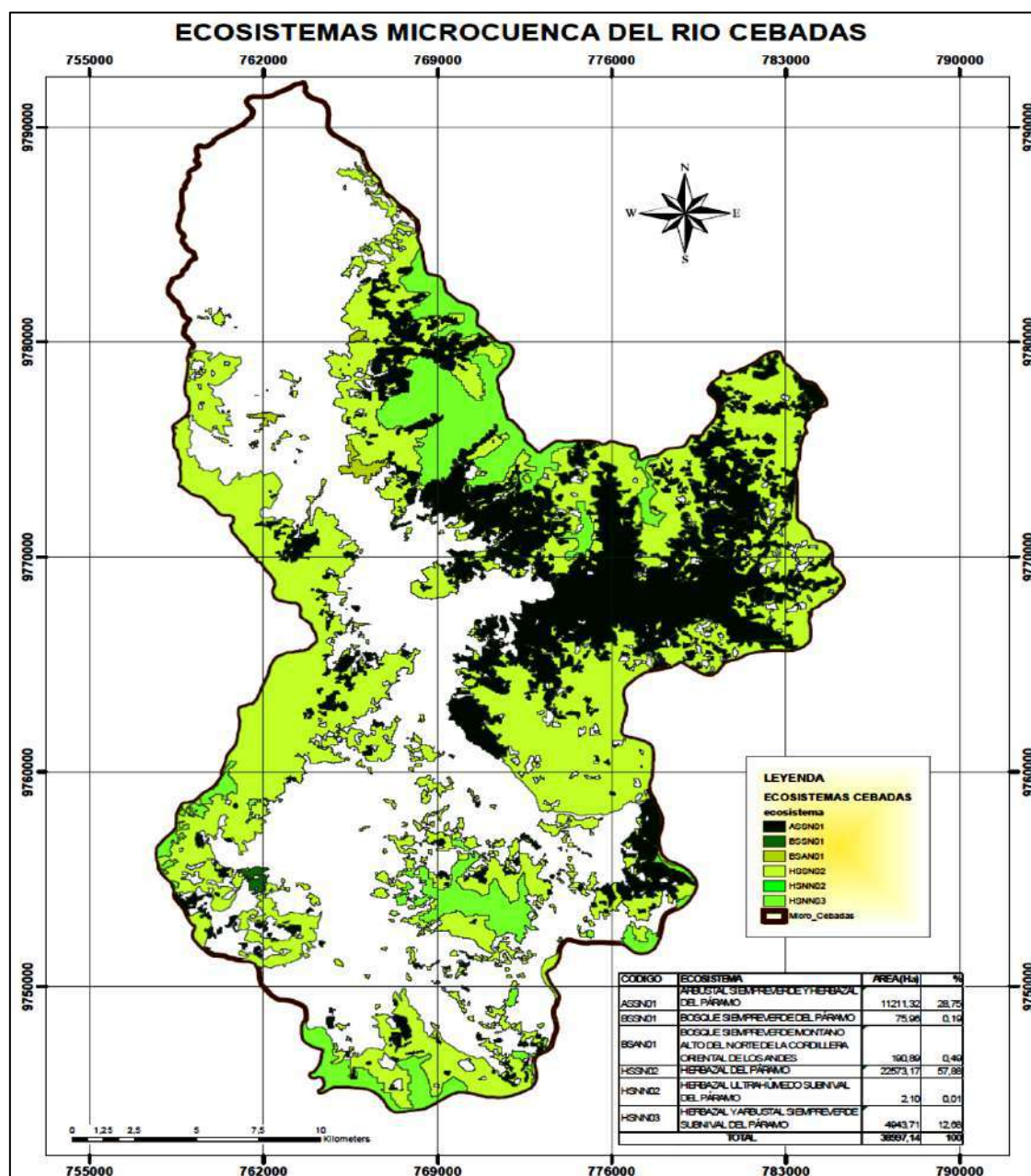


Elaborado por los autores

1.3 Ecosistemas de la microcuenca del río Cebadas

La microcuenca del río Cebadas tiene 22573,17 ha del ecosistema Herbazal del páramo correspondiente al 57,88%, mientras que el Arbustal siempreverde y herbazal del páramo se distribuye en 11211,32 has que representa el 28,75%, por otro lado, el ecosistema Herbazal ultrahúmedo subnival del páramo se distribuye en 2,10 hectáreas que representan tan solo el 0,01% del total de la superficie de la microcuenca (Figura 3).

Figura 3. Ecosistemas de la microcuenca del río Cebadas

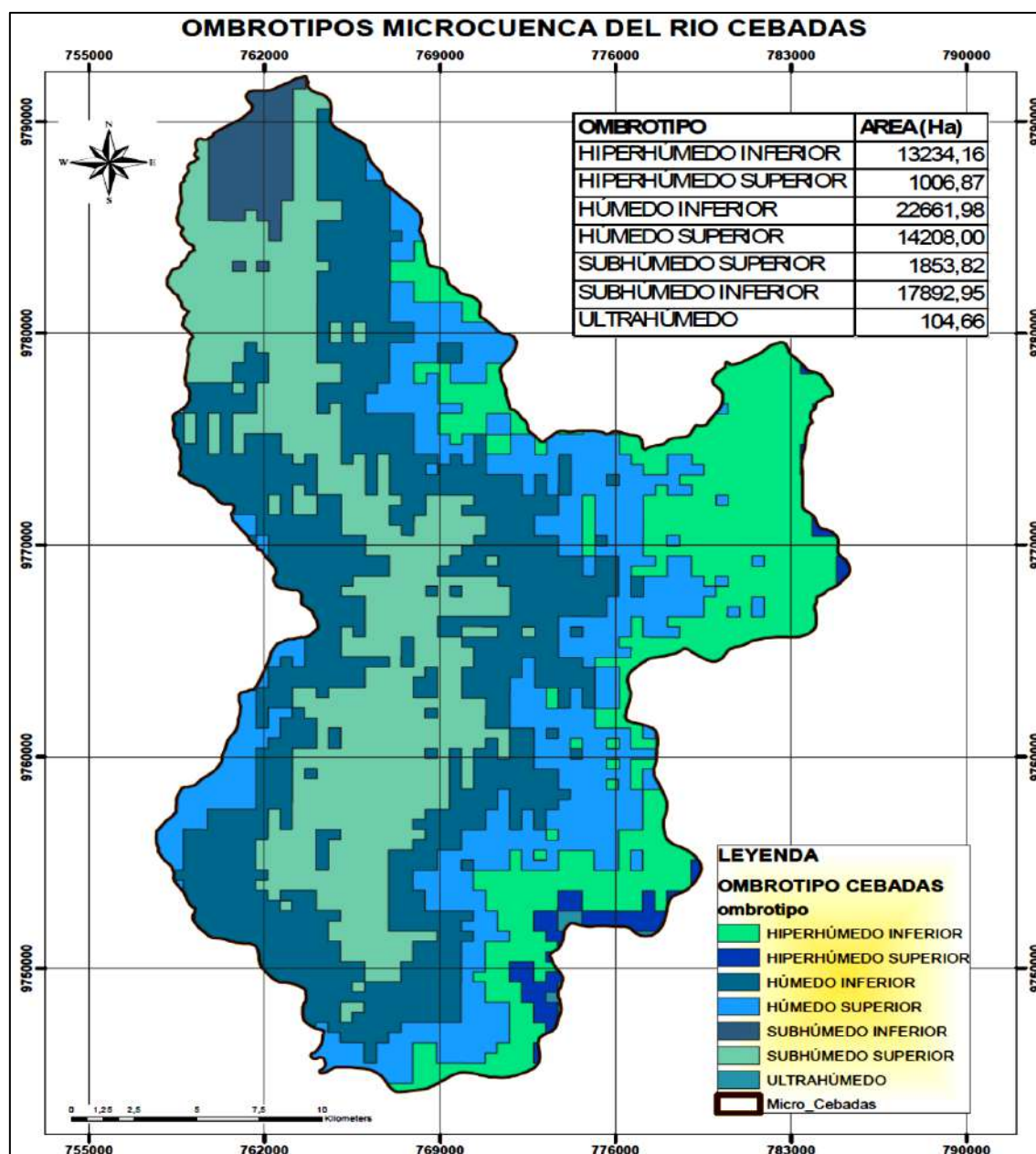


Elaborado por los autores

1.4 Ombrotipos de la microcuenca del río Cebadas

Ombrotipo es un tipo de cobertura que refleja la relación existente entre la precipitación y la temperatura media, de esta forma se puede obtener una aproximación de la humedad predominante. Es así como en la microcuenca del río Cebadas se obtuvo el ombrotipo húmedo inferior con predominante en alrededor de 22.661,98 has, seguido por subhúmedo inferior en 17.892,95 ha (Figura 4).

Figura 4. Ombrotipos de la microcuenca del río Cebadas

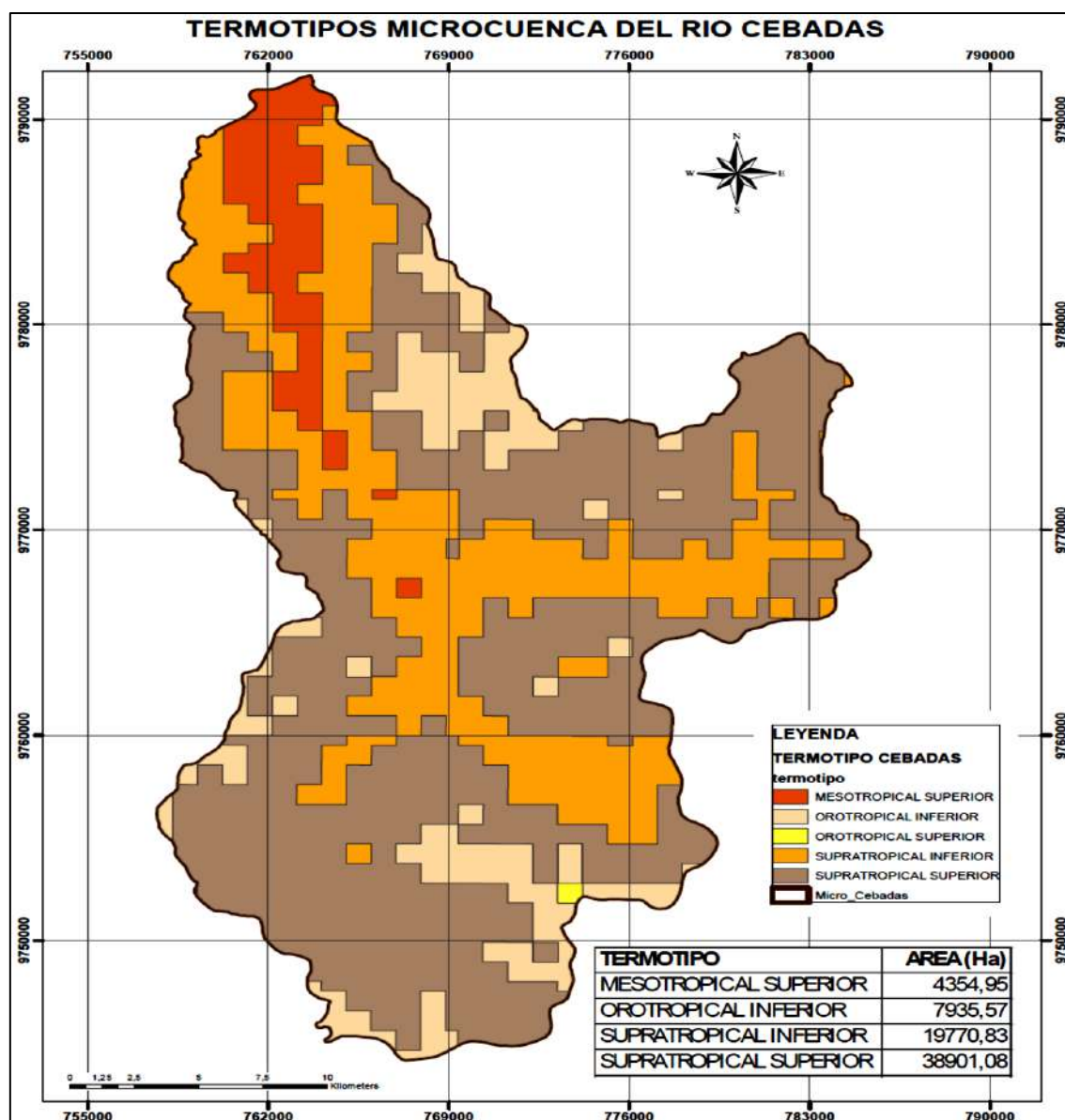


Elaborado por los autores

1.5 Termotipos de la microcuenca río Cebadas

Los termotipos reflejan la relación de temperaturas máximas, mínimas y medias lo cual muestra una aproximación de lo que se conoce como pisos bioclimáticos, es así que dentro de la microcuenca el termo tipo supra tropical superior se presenta en alrededor de 38.901,08 ha, el termo tipo establece la variación altitudinal y su consecuente efecto en la variación térmica que funcionan a partir de la existencia de zonas de montaña, por lo que en las montañas de los Andes el termo tipo varía de Termo tropical Superior a Oro tropical Superior (MAATE, 2015) (Figura 5).

Figura 5. Termotipos de la microcuenca río Cebadas

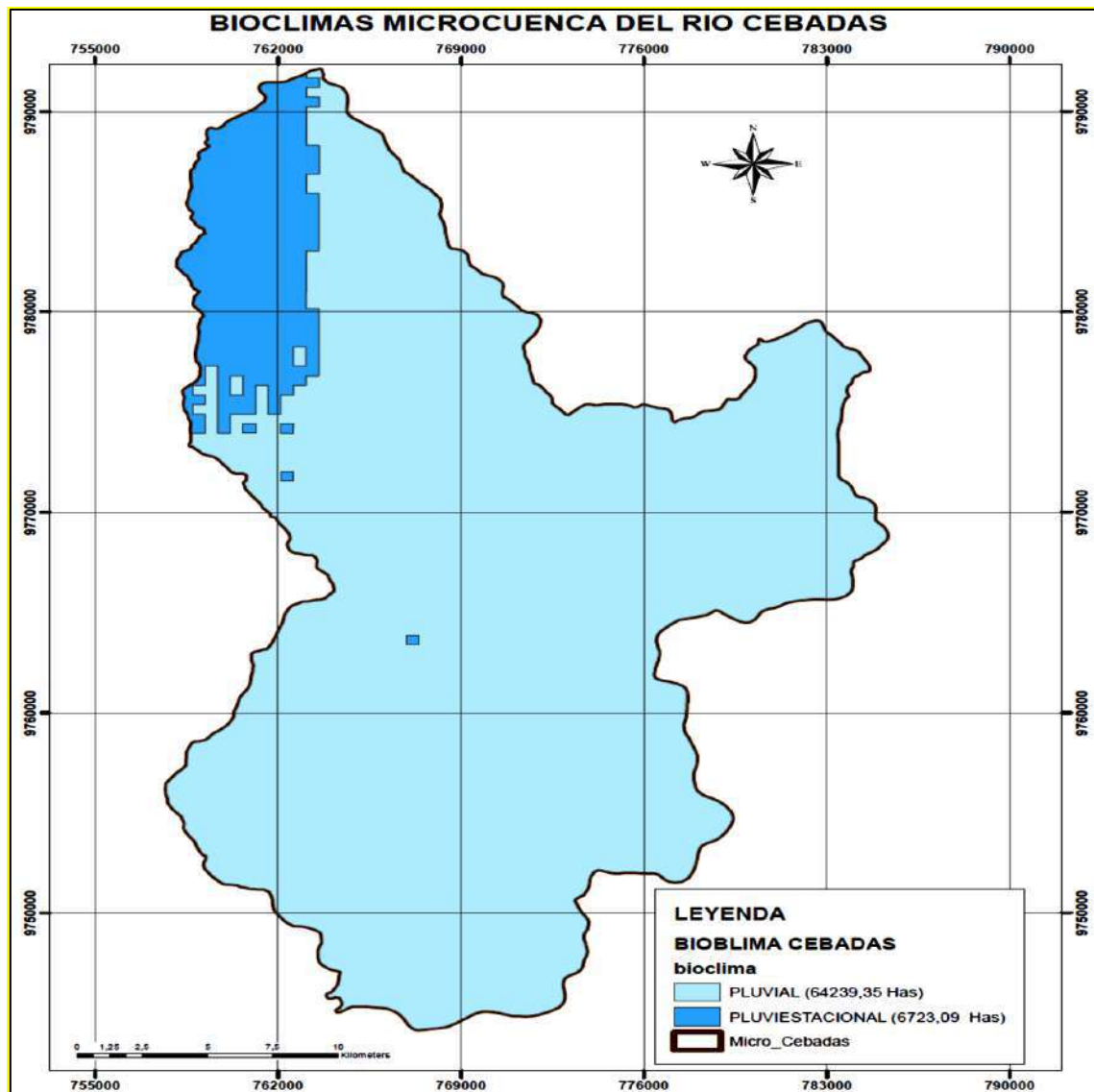


Elaborado por los autores

1.6 Bioclimas de la microcuenca del río cebadas

El ecuador presenta 4 bioclimas: pluviestacional, pluvial, xérico y desértico, la capa de bioclima consiste en la interrelación entre temperatura, precipitación, evaporación a escalas regionales y su correspondencia con diferentes tipos de vegetación. Como resultado de este modelo la microcuenca del río Cebadas presenta el bioclima pluvial en 64239,35 ha y pluviestacional en alrededor de 6723,09 ha (Figura 6).

Figura 6. Bioclimas de la microcuenca del río cebadas



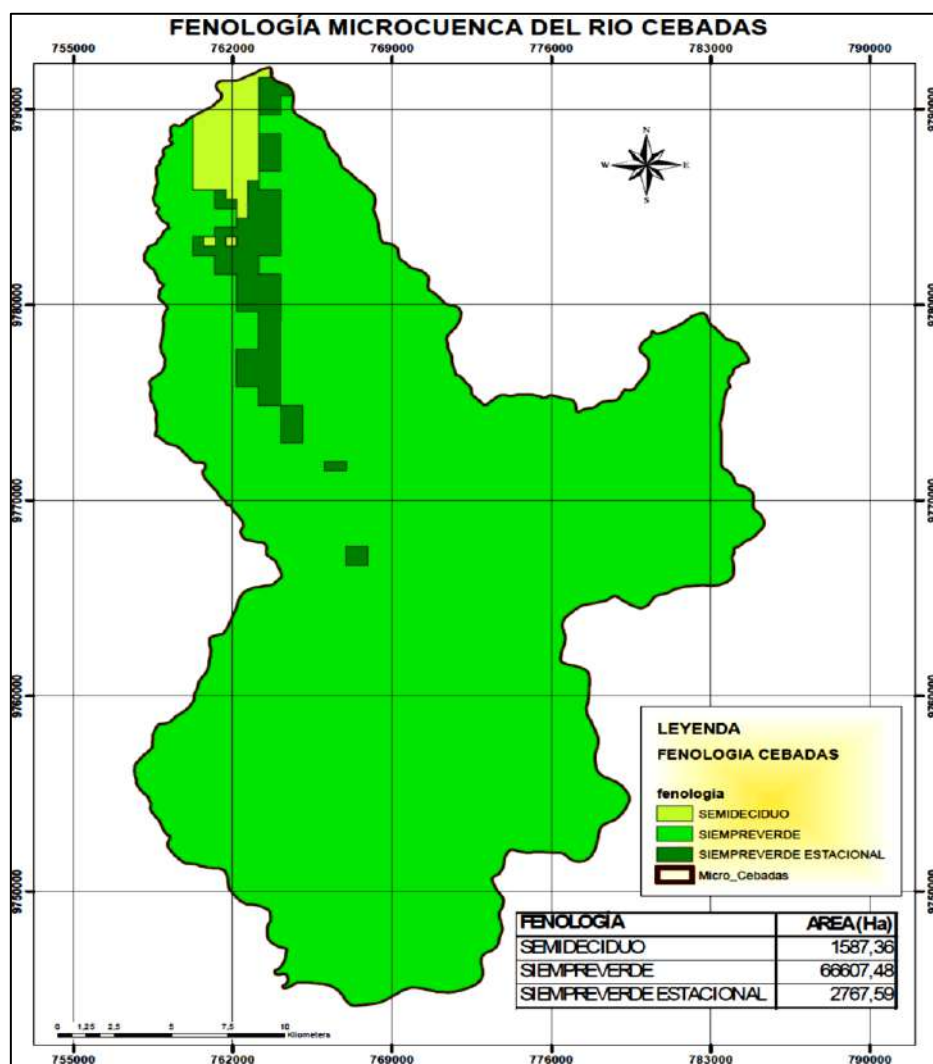
Elaborado por los autores

1.7 Fenología de la microcuenca del río Cebadas

La fenología es consecuencia de la combinación del bioclima y ombrotipo que determinan la respuesta de las especies-individuos a meso escala. Este parámetro

representa un conjunto de procesos ecosistémicos que se asocian a la productividad que se ajustan a ciertos ritmos periódicos como la floración, la maduración de los frutos, entre otros (MAE, 2012). En el Ecuador existen 4 tipos fenológicos como son: semideciduo, siempreverde, siempreverde estacional y deciduo. Mientras que en la zona de estudio se determinó la fenología siempreverde en 66607,48 ha, siempreverde estacional en 2767,59 ha lo cual es característico de regiones con estaciones secas o aquellas zonas con baja precipitación o nula, durante menos de un mes al año y semideciduo en 1587,36 ha esta fenología se ubican generalmente en zonas donde los períodos secos tienen una duración de 1 a 6 meses al año (Prentice 1990) y entre el 75 y el 25 % de los especies arbustivas pierden sus hojas (MAE, 2012) (Figura 7)

Figura 7. Fenología de la microcuenca del río Cebadas

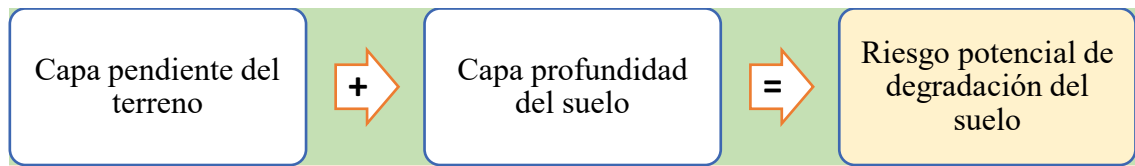


Elaborado por los autores

1.8 Riesgo potencial de degradación del suelo

Para la determinación del riesgo potencial de degradación del suelo se procedió al cruce de las capas de pendiente y profundidad del suelo el estudio del riesgo potencial de degradación del suelo específicamente del área de influencia es fundamental debido a que sirve para conocer el riesgo de los territorios en cuanto a la conservación de las cuencas hidrográficas y evitar de esta forma la degradación del suelo, es por esto que mediante el software ArcGis se cruzaron las capas de pendiente y profundidad del suelo de la zona de estudio (Figura 8).

Figura 8. Matriz proceso determinación del riesgo potencial de degradación del suelo



Fuente: Guía técnica para la delimitación de áreas de protección hídrica, (SENAGUA, 2018).

1.8.1 Pendiente

La clasificación de las pendientes se realizó mediante la utilización de la herramienta de reclasificación en ArcGis, para lo cual se consideró la tabla 1. del tipo de pendientes de acuerdo al riesgo de erosión que define SENAGUA, (2018) en su Guía técnica para la delimitación de áreas de protección hídrica.

PENDIENTE		TIPO	RIESGO DE EROSIÓN
GRADOS (°C)	PORCENTAGE (%)		
< 7	<12	Plana a suave	Muy bajo
7-15	20-27	Moderada	Bajo
15-20	27-36	Fuerte	Medio
20-25	36-47	Muy fuerte	Medio Alto
25-30	47-58	Acusada	Alto
>30	58	Muy acusada	Muy alto

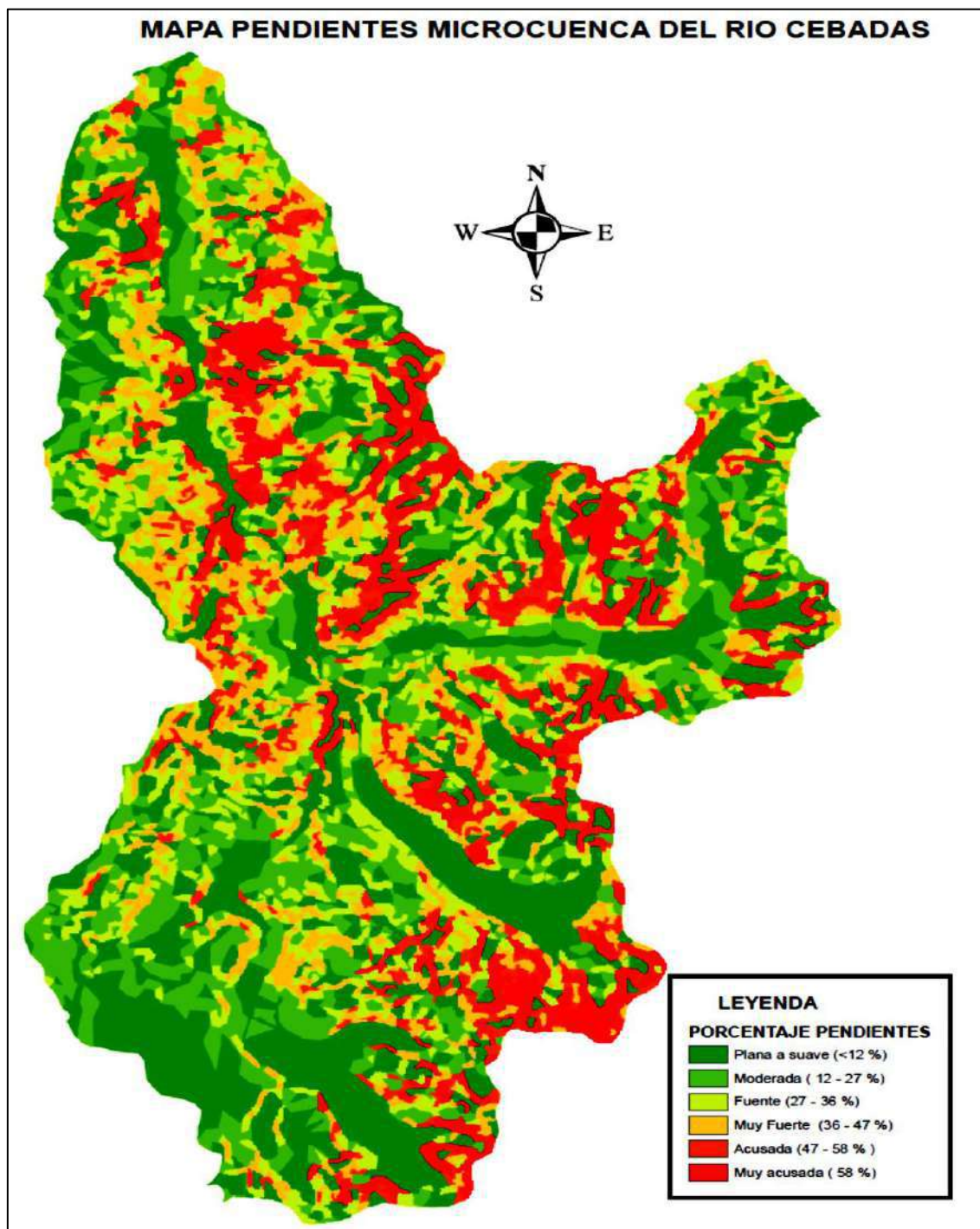
Tabla 1. Tipos de pendientes – riesgo de erosión

Fuente: Guía técnica para la delimitación de áreas de protección hídrica, (SENAGUA, 2018).

Posteriormente se obtuvo el mapa de pendientes de la microcuenca del río Cebadas donde se observa mayor superficie con tonalidad verde a las pendientes de tipo planas o suaves con un porcentaje < 12% mismas que presentan muy bajo riesgo de erosión, mientras que de color rojo se presentan las pendientes denominadas muy acusadas con

el 58% lo cual presenta muy alto riesgo de erosión de acuerdo a la guía técnica de SENAGUA (Figura 9). Mientras mayor sea la pendiente incrementa el riesgo de erosión de suelo que se conoce como el arrastre de sedimentos y contaminantes.

Figura 9. Pendientes de la microcuenca del río Cebadas.



Elaborado por los autores

1.8.2 Profundidad del suelo

Se tomó la capa base del archivo en formato vectorial de la profundidad del suelo, sin embargo, la clasificación de la profundidad no encajó con la matriz propuesta por la guía de SENAGUA por lo que se realizó una nueva clasificación de la tabla de atributos. Para lo cual se ingresó a la tabla de atributos de la capa de profundidad del suelo, y en modo edición se creó una columna denominada ID_PROFUND, asignándole una nueva identidad, en base a la Tabla 2 (SENAGUA, 2018), donde se puede observar el tipo de profundidad con respecto al riesgo de pérdida de suelo.

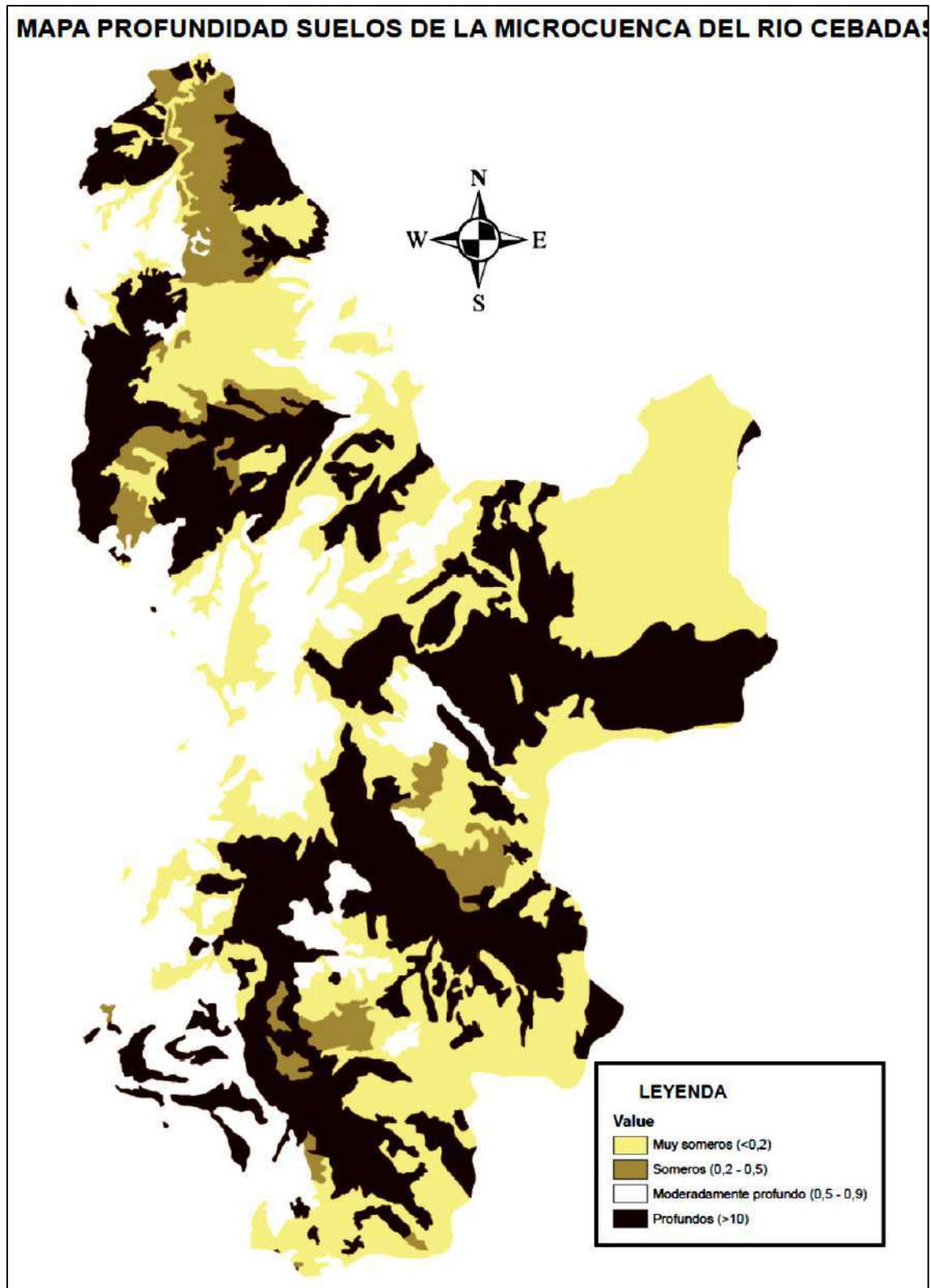
Tabla 2. Riesgo de erosión según la profundidad

PROFUNDIDAD	TIPO	RIESGO DE PERDIDA DE SUELO
< 20 cm	Muy someros	Muy alto
20-50 cm	Someros	Medio alto
50-90cm	Moderadamente Profundos	Medio
>90cm	Profundos	Bajo

Fuente: Guía técnica para la delimitación de áreas de protección hídrica, (SENAGUA, 2018).

La microcuenca presenta en mayor proporción de acuerdo a la tonalidad café de la Figura 10, suelos profundos poseen textura franco-arcillosa a arcillosa, presentan alto contenido de materia orgánica. La microcuenca del río Cebadas presenta en mayor proporción suelos profundos los mismos que de acuerdo a la Tabla 2 del SENAGUA poseen bajo riesgo de pérdida de suelo.

Figura 10. Profundidad de los suelos de la microcuenca del río Cebadas



Elaborado por los autores

Posteriormente, con la combinación de los mapas de pendientes y profundidad de la microcuenca del río Cebadas se obtuvo el mapa del Riesgo potencial de degradación del suelo (Tabla 3).

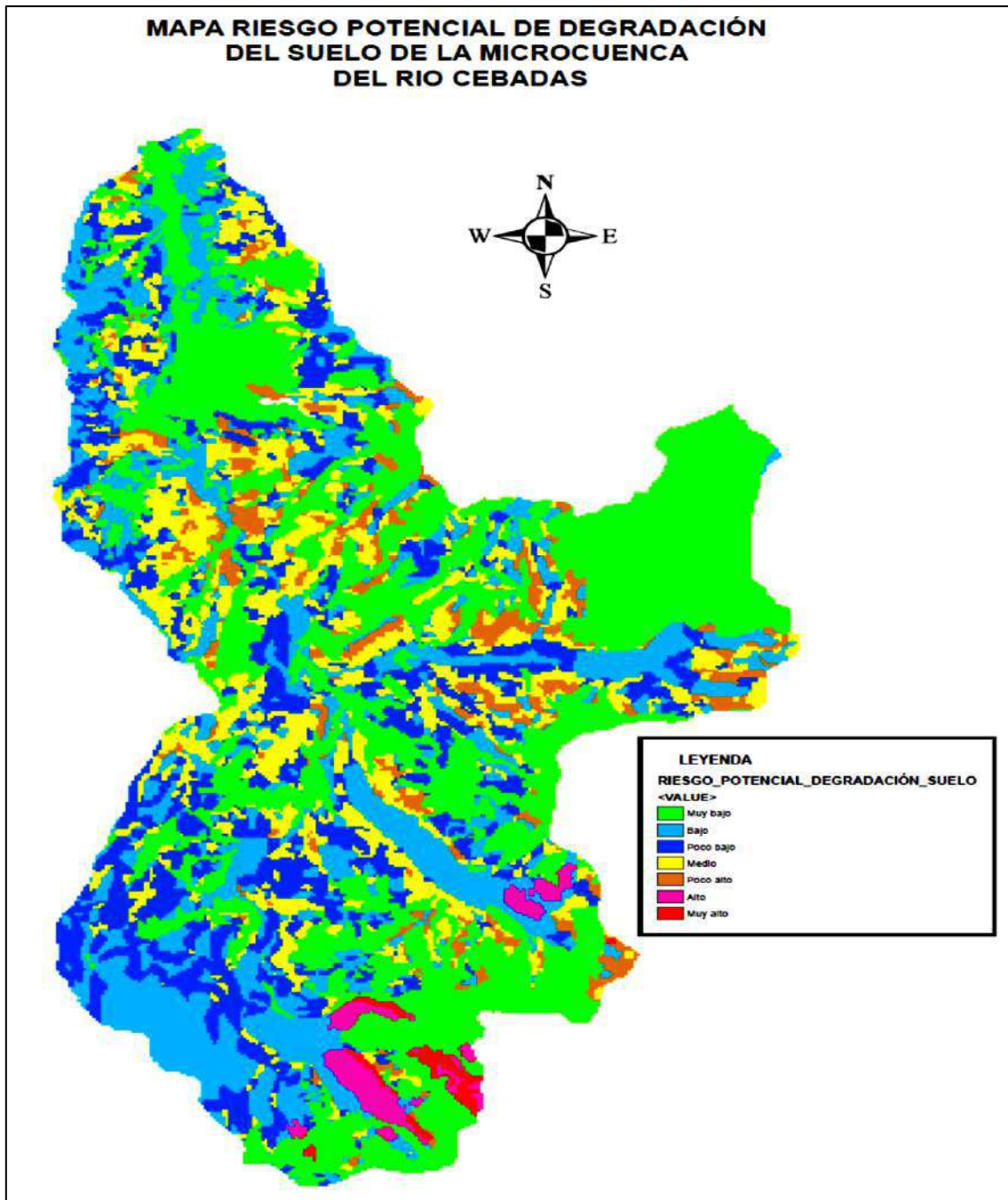
Tabla 3. Riesgo potencial de degradación del suelo

	PENDIENTE	Suave	Moderado	Fuerte	Muy Fuerte	Acusada	Muy Acusada
PROFUNDIDAD	Riesgo de Erosión Riesgo de Pérdida de Suelo	Muy Bajo	Bajo	Medio	Medio Alto	Alto	Muy Alto
Profundo	Bajo	MB	B	PB	M	A	MA
Medianamente Profundo	Medio	MB	B	PB	M	A	MA
Somero	Alto	MB	B	PB	PA	MA	MA
Muy Somero	Muy Alto	PA	PA	PA	PA	MA	MA

Fuente: Guía técnica para la delimitación de áreas de protección hídrica, (SENAGUA, 2018).

El riesgo potencial de degradación del suelo constituye el deterioro en cuanto a la funcionalidad y salud del suelo, lo cual amenaza a la estabilidad ecológica y la productividad agrícola, es así que de acuerdo a la Tabla 3. Los suelos profundos con pendientes muy acusadas tienen muy alto (MA) riesgo de degradación del suelo el cual se simboliza con el color rojo en la tabla. De igual forma en la Figura 11 se puede observar de color rojo las zonas con muy alto riesgo de degradación del suelo al sur de la microcuenca.

Figura 11. Riesgo potencial de degradación del suelo de la microcuenca del río Cebadas

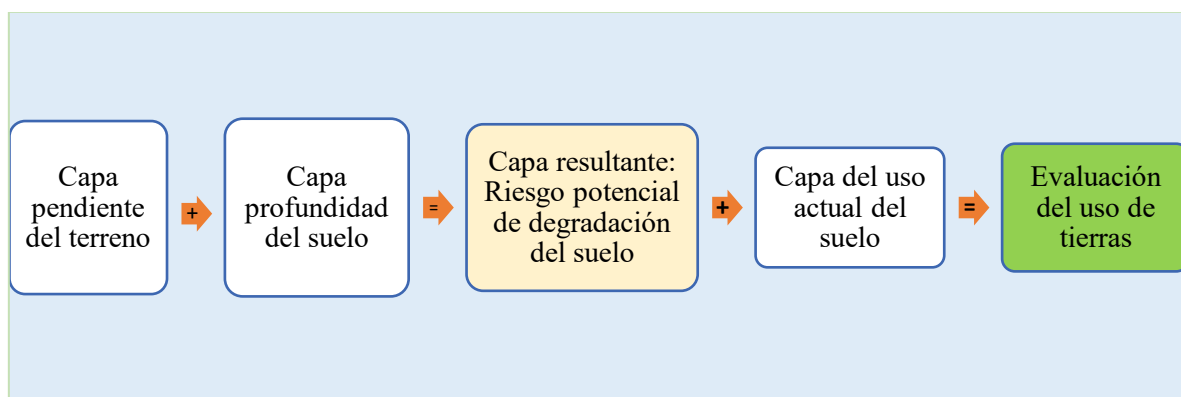


Elaborado por los autores

1.9 Evaluación del uso de tierras

La evaluación del uso de las tierras permite conocer la vulnerabilidad de los suelos, por lo que se generó la capa de Evaluación del uso de tierras mediante el cruce de la capa del riesgo potencial de degradación del suelo y uso actual de suelo, en este caso se empleó la capa de uso y cobertura de suelo del año 2022 (Figura 12).

Figura 12. Matriz proceso para generar el mapa de la evaluación del uso de tierras



Fuente: Guía técnica para la delimitación de áreas de protección hídrica, (SENAGUA, 2018)

La Evaluación del uso de suelo clasifica a los territorios en diferentes rangos de prioridad; en la Tabla 4 a continuación se detalla el orden de prioridad para la ejecución de actuaciones de sostenibilidad dentro de la zona (SENAGUA, 2018).

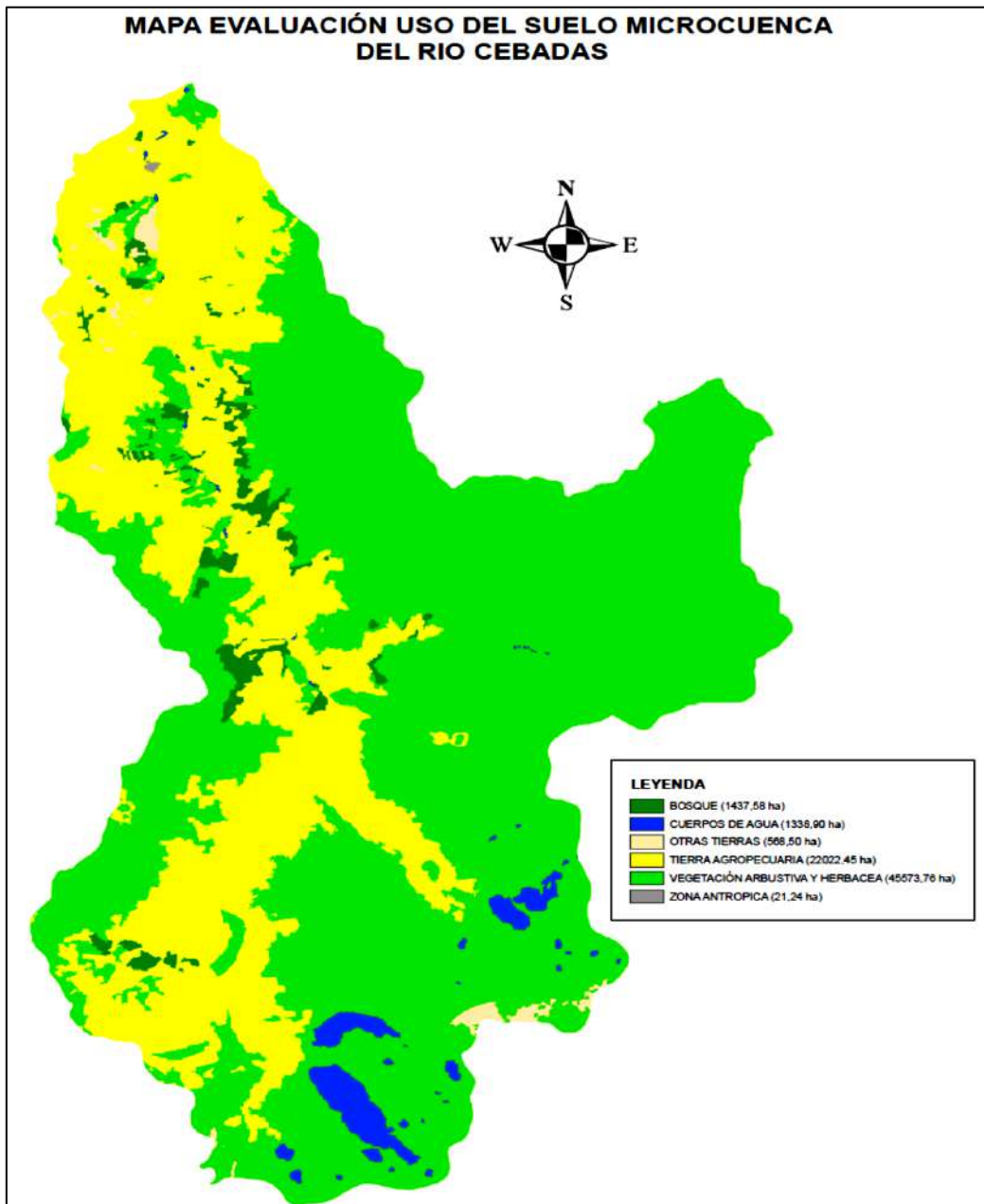
Tabla 4. Evaluación uso del suelo

USO SUELO		RIESGO POTENCIAL DE DEGRADACIÓN DEL SUELO						
NIVEL II	NIVEL I	Muy Bajo	Bajo	Poco Bajo	Medio	Poca Alto	Alto	Muy Alto
Bosque Nativo	BOSQUE	10	10	10	9	9	8	8
Plantación Forestal								
Vegetación Arbustiva	VEGETACIÓN ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	7	7	7	6	6	5	5
Páramo								
Vegetación Herbácea								
Cultivo Anual	TIERRA AGROPECUARIA	4	4	3	3	2	2	1
Cultivo Semipermanente								
Cultivo Permanente								
Pastizal								
Mosaico Agropecuario								

Se obtuvo el mapa de la evaluación del uso del suelo clasificado, como se puede observar la microcuenca del río Cebadas posee 22022,45 hectáreas correspondiente a tierra agropecuaria lo cual de acuerdo a la Tabla 4 de SENAGUA las tierras dedicadas a la agricultura poseen una prioridad del 1 al 4 es decir presentan alta prioridad para restauración, sostenibilidad y protección debido a que son más vulnerables ante la degradación, por otro lado se observa con tonalidad verde alrededor de 47.011,34 ha

entre bosque y vegetación arbustiva y herbácea que se encuentran dentro de la prioridad del 5 al 10 que son aquellas zonas con menor prioridad para el desarrollo de acciones de restauración, actividades enfocadas en la protección y conservación del territorio o mantenimiento de la cobertura vegetal (Figura 13).

Figura 13. Evaluación del uso de la tierra de la microcuenca del río Cebadas



Elaborado por los autores

CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DE LAS AREAS DE PROTECCIÓN HÍDRICA (APH)



CAPITULO II

2 CARACTERIZACIÓN DE LAS AREAS DE PROTECCIÓN HÍDRICA (APH)

2.1 Áreas de protección hídrica (APH)

2.1.1 Concepto

Para el establecimiento de las Áreas de protección hídrica prioritarias de la microcuenca del río Cebadas se utilizó los criterios técnicos de la “Guía técnica para la delimitación de áreas de protección hídrica” (SENAGUA, 2018) es así que se generó un Modelo Digital de Elevación (DEM). Posteriormente se requirió información de la red hídrica de la microcuenca del río Cebadas, para la delimitación de las zonas de protección hídrica, por lo cual se determinó la dirección y acumulación de flujo de la microcuenca. Se denominan a los territorios donde existan fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria

2.1.2 Importancia

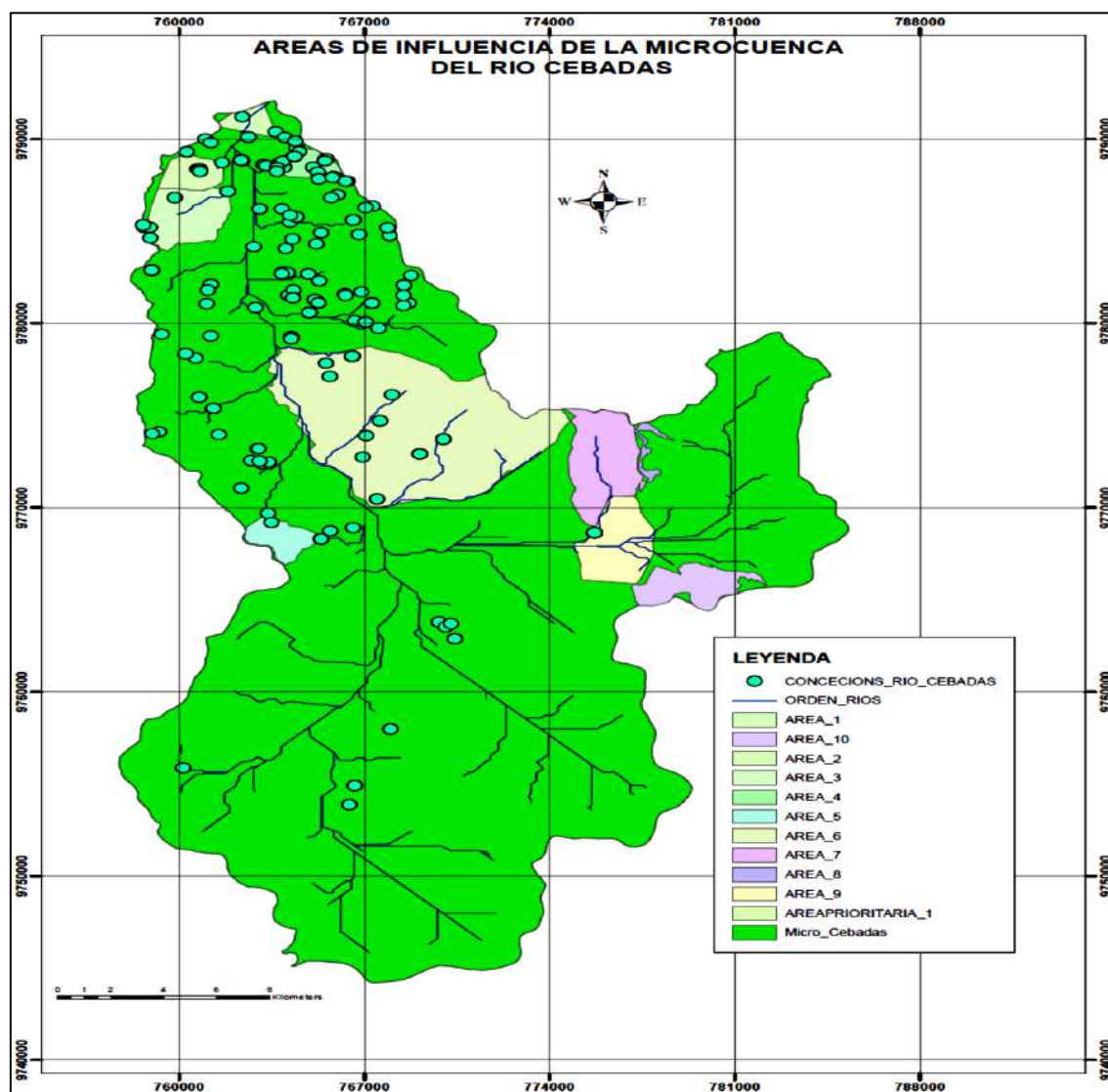
La delimitación de áreas de protección hídrica, incluidas las fuentes de agua que la conforman junto con sus respectivas áreas de influencia, son un procedimiento imprescindible para la protección de las fuentes de agua de interés público, cuyo proceso se encuentra descrito en el reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, Registro Oficial N° 305. 06 de agosto de 2014, sin embargo, debe ser homogenizado y estandarizado para su aplicación por parte de las distintas unidades administrativas desconcentradas en territorio de la Autoridad Única del Agua a nivel nacional, a fin de que éste constituya una herramienta efectiva y expedita para la protección de las fuentes de agua en el Ecuador.

2.2 Determinación de las Áreas de influencia

Para determinar las áreas de influencia de la microcuenca del río Cebadas se procedió a utilizar la guía técnica del SENAGUA en donde se obtuvo como base el modelo digital del terreno (MDT) de la unidad hidrográfica, mediante el cual se generó el mapa de dirección de flujo; posteriormente mediante el mapa de dirección de flujo y el punto

definido como fuente de agua, se obtuvo el área de influencia de la fuente de agua (Figura 14).

Figura 14. Dirección del flujo de la microcuenca del río Cebadas



Elaborado por los autores

Se identificaron, delimitaron y priorizaron 10 áreas de protección hídrica localizadas al noreste y noroeste de la microcuenca que cuenta con herbazales y arbustales con poca intervención humana.

2.3 Caracterización cartográfica de las áreas de protección hídrica

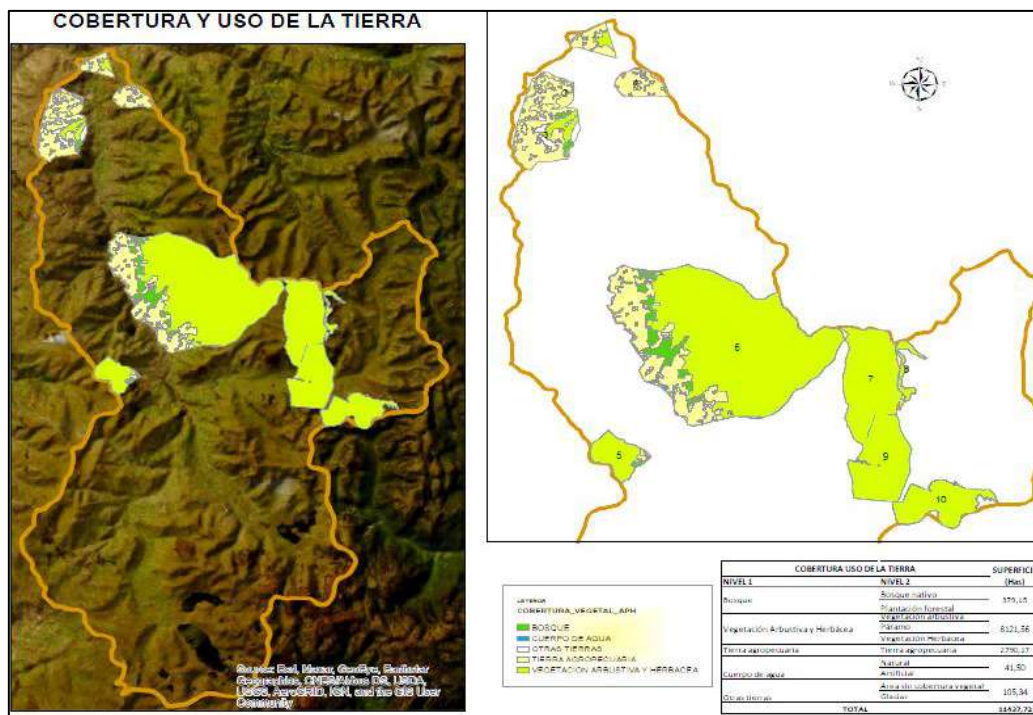
La información cartográfica de la cobertura vegetal permite verificar los diferentes tipos de ecosistemas (Beltrán et al., 2009), por lo que en la presente investigación se utilizó la

base cartográfica obtenida en el primer objetivo donde se definió las 10 áreas de protección hídrica prioritarias dentro de la microcuenca del río Cebadas, posteriormente se descargaron las capas en formato *shape* del Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques donde constan: cobertura vegetal, ecosistemas, bioclima, biogeografía, fenología, geomorfología, ombrotipo, termotipo y áreas prioritarias de conservación del mapa interactivo del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).

2.3.1 Cobertura vegetal de las áreas de protección hídrica

Con el cruce de capas de la cobertura vegetal y las áreas prioritarias de protección hídrica se obtuvo el mapa final de la cobertura de la tierra de las 10 áreas de protección hídrica como se muestra en la Figura 15 en donde se puede observar que en general existe 8121,56 hectáreas con vegetación arbustiva y herbácea que corresponde a vegetación herbácea, arbustiva y páramo siendo esta la mayor cobertura existente en las zonas de estudio, seguido por tierra agropecuaria con 2790,17 has, bosque con 379,15 has lo cual corresponde a bosque nativo y plantación forestal, otras tierras con 105,34 has correspondientes a zonas sin cobertura vegetal y glaciár, cuerpo de agua de origen natural y artificial con 41,50 has.

Figura 15. Cobertura de la tierra en las áreas de protección hídrica



Elaborado por los autores

Por otra parte, en la Tabla 5 se puede observar que el área de protección hídrica 1 presentó una cobertura 45,34 has de vegetación arbustiva y herbácea, 173,05 has de Tierra agropecuaria, 6,15 has con presencia de cuerpos de agua y 1,35 has de otras tierras, en el APH 2 se obtuvo 368,32 has de tierra de uso agrícola, la APH 3 presentó mayor cobertura de tierra agropecuaria en 571,28 has, seguido por páramo con 128,78 has y otras tierras que corresponden a suelos desnudos presentan 103,99 has, por ultimo hay presencia de bosques en 36,91 has; en el APH 4 existe únicamente presencia de tierra agropecuaria, el APH 5 presenta una superficie de 368,41 has de cobertura páramo, seguido por tierra agropecuaria 29,67 has y bosque en 12,93; el APH 6 muestra gran extensión en páramo al presentar alrededor de 4478,27 has, seguido por tierra agropecuaria con 1367,41 has, mientras que la cobertura bosque el cual corresponde a bosque nativo y plantaciones forestales están presentes en 329,31 has y 29,51 has correspondientes a cuerpos de agua, por su lado el APH 9 mostró 1005,05 has de páramo y cuerpos de agua distribuidos en 5,84 has; por otra parte la APH 7 con 1285,72 has, APH 8 con 101,69, y APH 10 con 708,71 hectáreas registraron únicamente cobertura de tipo páramo, vegetación arbustiva y herbácea.

Tabla 5. Cobertura de las áreas de protección hídrica

COBERTURA Y USO DE LA TIERRA	ÁREAS DE PROTECCIÓN HÍDRICA (SUPERFICIE hectáreas)									
	APH 1	APH 2	APH 3	APH 4	APH 5	APH 6	APH 7	APH 8	APH 9	APH10
Bosque	-	-	36,91	-	12,93	329,31	-	-	-	-
Vegetación Arbustiva y Herbácea (Páramo)	45,34	-	128,78	-	368,41	4478,27	1285,72	101,69	1005,05	708,71
Tierra agropecuaria	173,05	368,32	571,28	280,44	29,67	1367,41	-	-	-	-
Cuerpo de agua	6,15	-	-	-	-	29,51	-	-	5,84	-
Otras tierras	1,35	-	103,99	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	225,89	368,32	840,96	280,44	411,01	6204,50	1285,72	101,69	1010,89	708,71

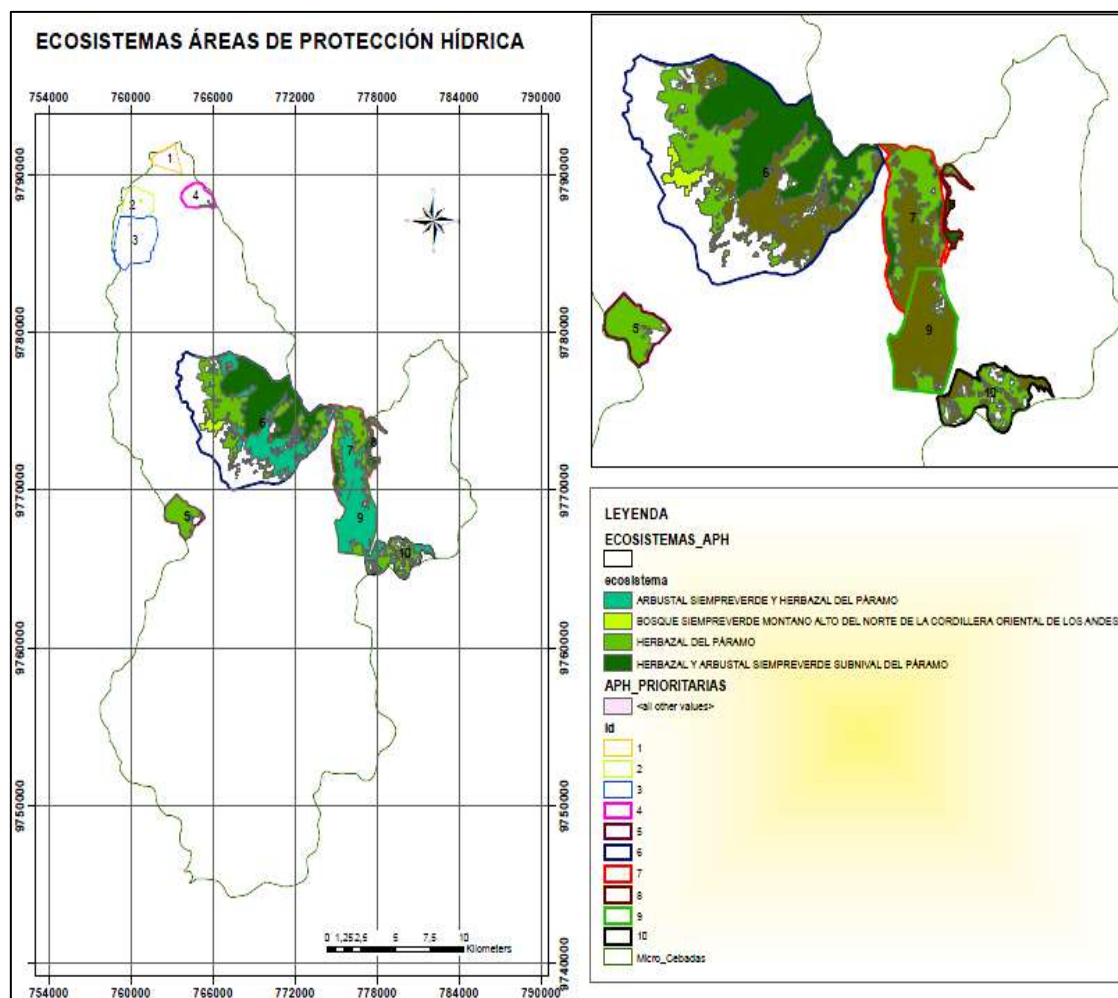
Elaborado por los autores

2.3.2 Tipos de ecosistemas

Los tipos de ecosistemas son insumos base para explicar el estado de la biodiversidad a través de distintos tipos de análisis y una herramienta para facilitar la gestión y creación

de políticas coherentes con el adecuado uso y manejo de los recursos naturales. Como se observa en la Figura 16 los ecosistemas presentes en las áreas de protección hídrica son los siguientes: Arbustal siempreverde y herbazal del páramo, Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de los andes, Herbazal del páramo, y Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo.

Figura 16. Ecosistemas de las áreas de protección hídrica



Elaborado por los autores

Como se muestra en la Tabla 6 el ecosistema Arbustal siempreverde y herbazal del páramo posee mayor superficie al estar presente en 2977,39 hectáreas, seguido por el ecosistema Herbazal del páramo con 2784,41 has, el Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo con 1907,50 has. y en menor proporción el Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de los andes con 126,18 has.

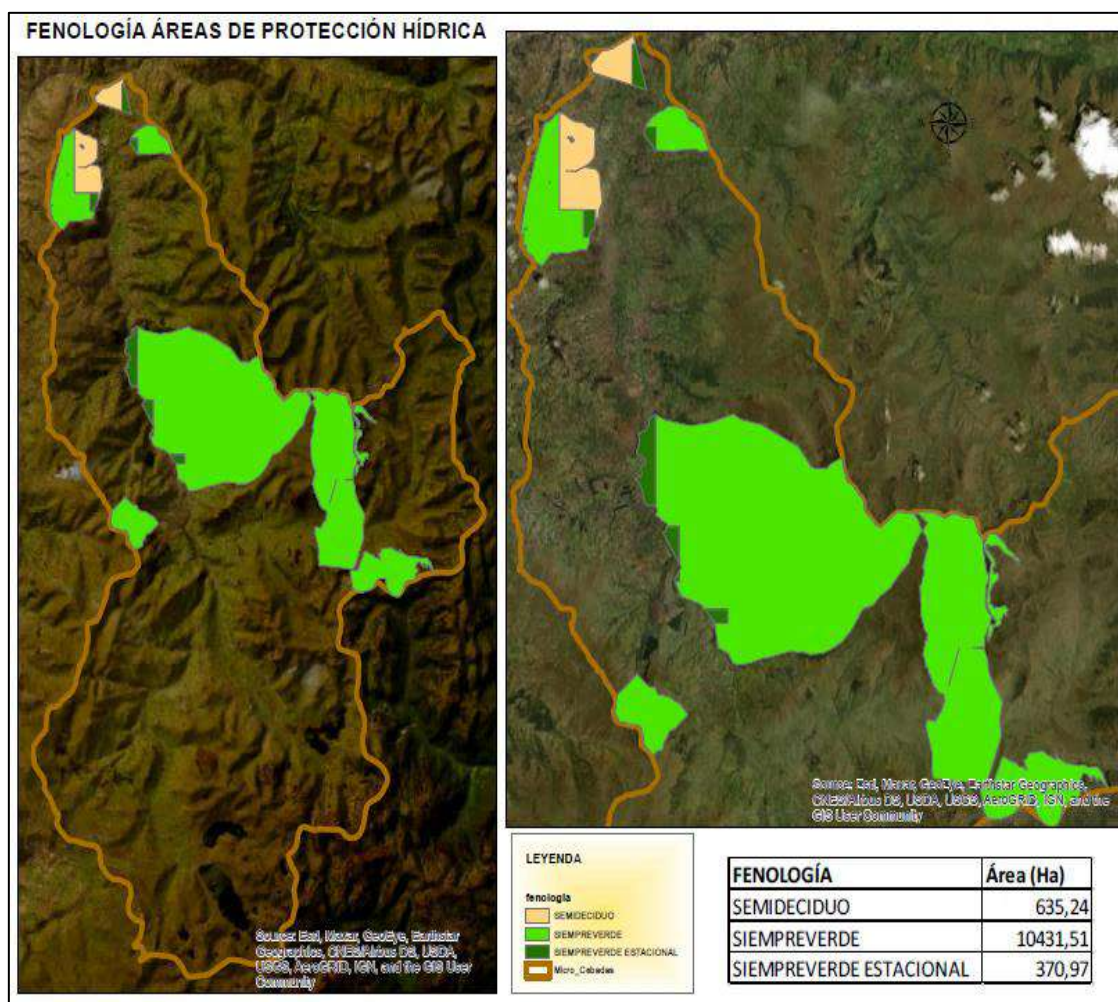
Tabla 6. Ecosistemas de las áreas de protección hídrica

ECOSISTEMAS	SUPERFICIE (Ha)
Arbustal siempreverde y herbazal del páramo	2977,39
Herbazal del páramo	2784,41
Herbazal y arbustal siempreverde subnival del páramo	1907,50
Bosque siempreverde montano alto del norte de la cordillera oriental de los andes	126,18

2.3.3 Fenología

La fenología muestra la relación que existe entre variables de tipo climáticas y la etapa de pérdida de hojas que presentan diferentes tipos de vegetación a lo largo del año. Como resultado de este modelo, las áreas de protección hídrica presentan la fenología Siempreverde con una extensión mayor de 10431,51 has, Semideciduo con 635,24 has y Siempreverde estacional con 370,97 has (Figura 17).

Figura 17. Fenología de las Áreas de protección hídrica



Elaborado por los autores

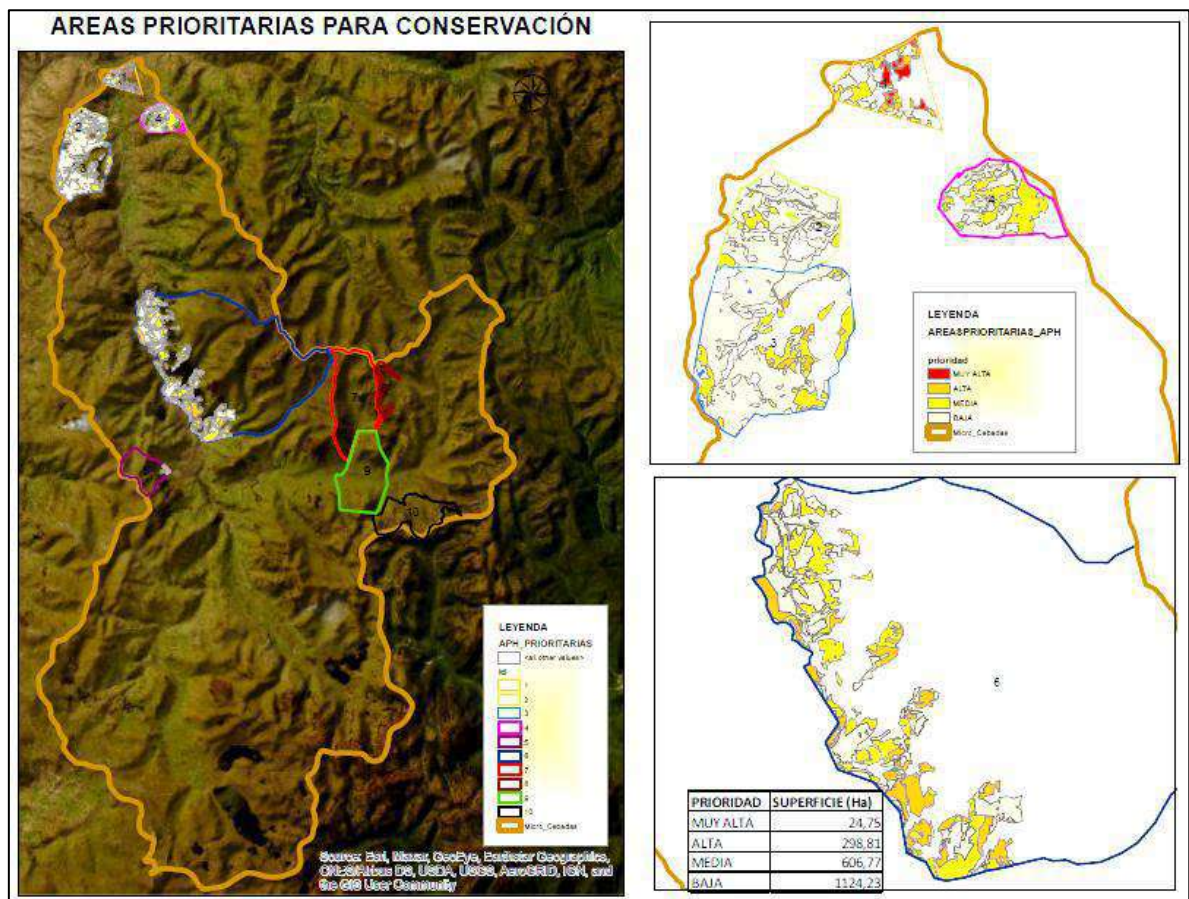


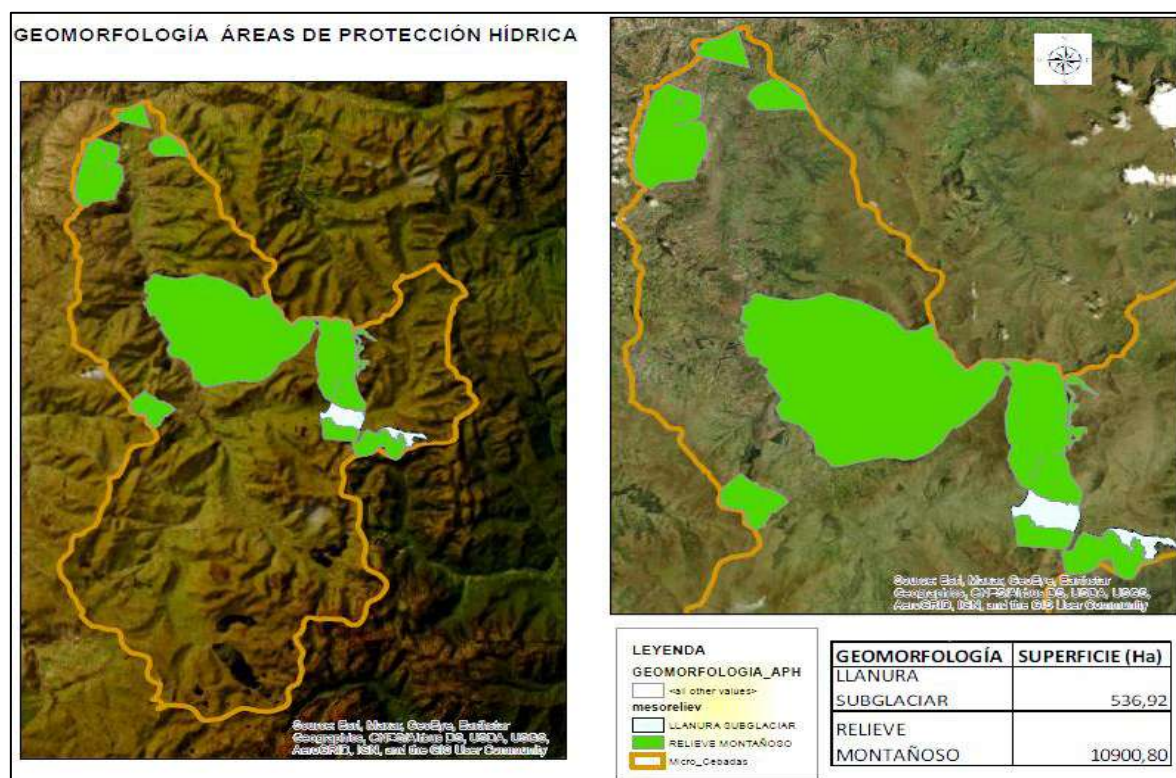
Tabla 7. Nivel de prioridad de conservación de las áreas de protección hídrica

PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN	ÁREAS DE PROTECCIÓN HÍDRICA (Superficie ha)					
	1	2	3	4	5	6
MUY ALTA	24,75					
ALTA	19,70		23,56	1,83	6,02	247,70
MEDIA	31,22	28,06	120,33	102,14	4,68	327,89
BAJA	30,62	644,56	656,40	89,47	4,44	356,80

2.3.5 Geomorfología

La geomorfología es sistema de clasificación de tipo jerárquico del terreno que muestra las unidades geomorfológicas y morfométricas en distintas categorías, lo cual permite relacionar otros sistemas naturales, como suelos y vegetación, para tener una concepción más integral del estado actual de los paisajes. Se obtuvo en las 10 áreas de protección hídrica 536,92 has de tipo llanura subglacial que se ubican al este de la microcuenca del río Cebadas y 10900,80 has de relieve montañoso como se observa en la Figura 19.

Figura 19. Geomorfología de las áreas de protección hídrica

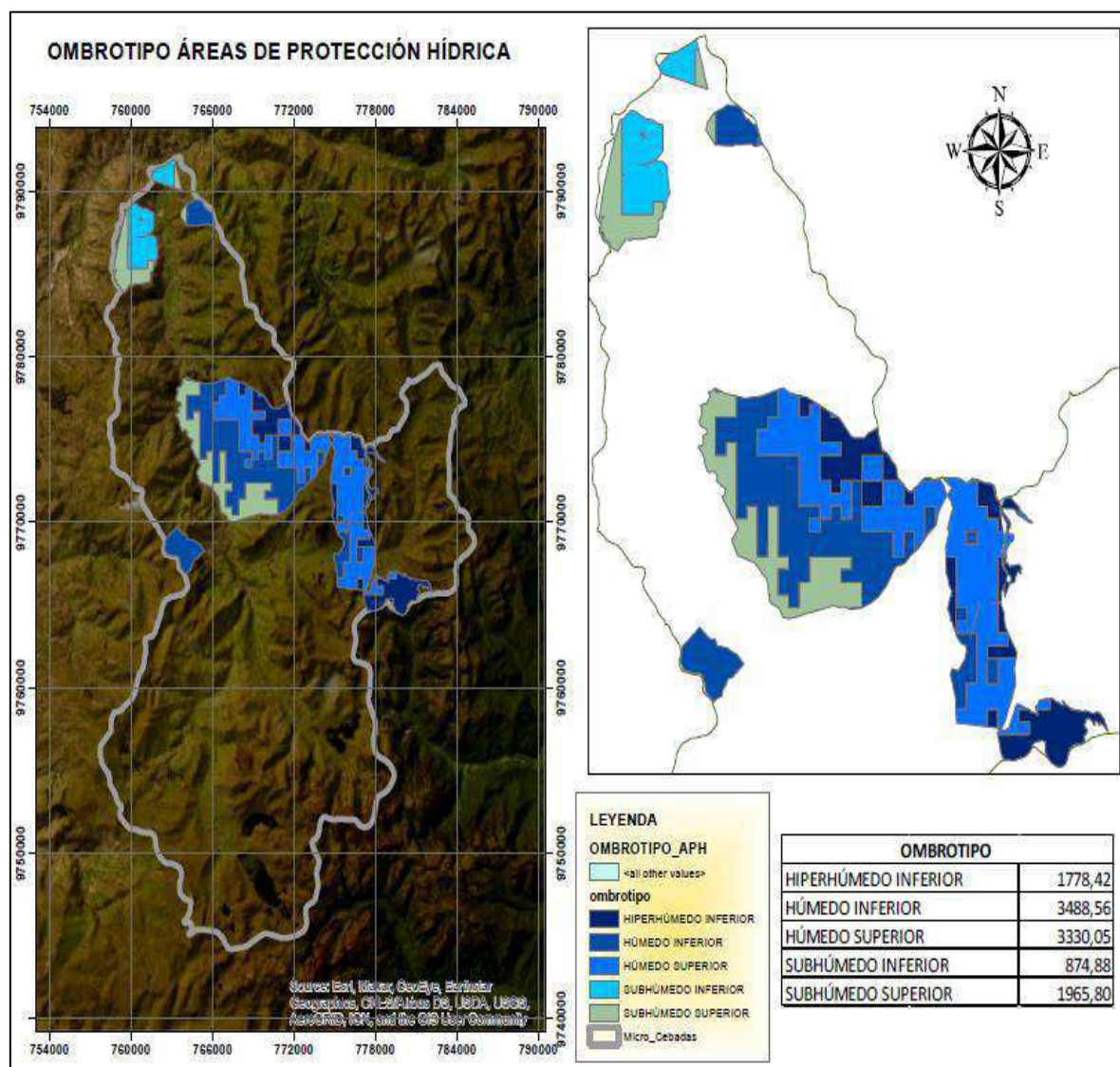


Elaborado por los autores

2.3.6 Ombrotipo

Esta cobertura refleja la relación entre la precipitación frente a la temperatura media, lo cual nos da una aproximación a la humedad predominante en la zona. En las áreas de protección hídrica se registran los siguientes Ombrotipos: húmedo inferior el cual sobresale al registrarse en alrededor de 3488,36 has que presentan una precipitación media anual estimada entre 1000 a 1300 mm, seguido por húmedo superior en 3330,05 has, subhúmedo superior en 1965,80 has, hiperhúmedo inferior presente en 1778,42 has y subhúmedo inferior en 874,88 has (Figura 20).

Figura 20. Ombrotipos de las áreas de protección hídrica

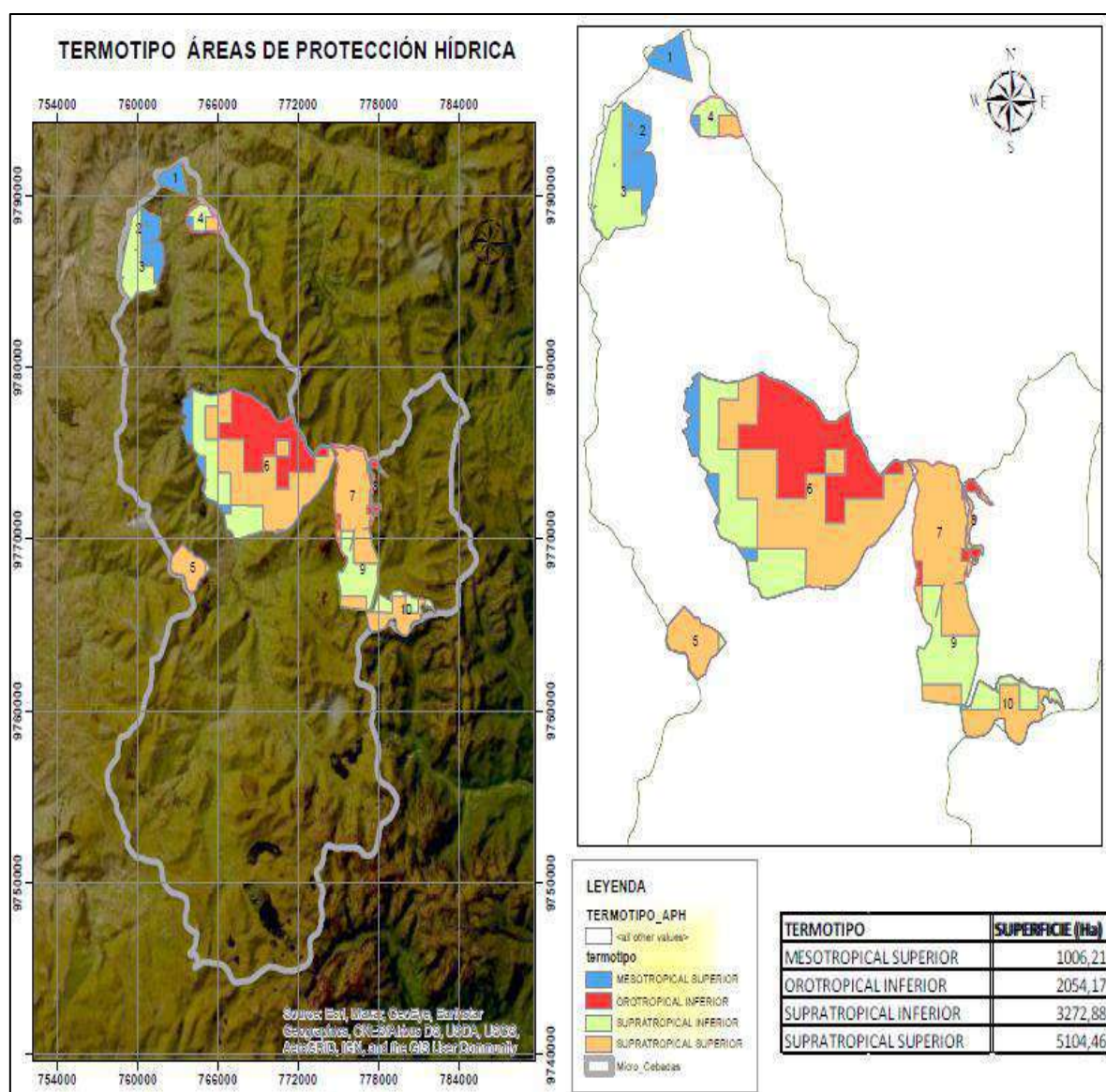


Elaborado por los autores

2.3.7 Termotipo

Esta cobertura refleja la relación de temperaturas, tanto máximas, mínimas y medias, el mismo que muestra una aproximación a lo que se conoce como pisos bioclimáticos. En la zona de estudio se observa los siguientes termotipos: mesotropical superior en 1006,21 ha, orotropical inferior en 2054,17 ha, supratropical inferior en 3272,88 ha y supratropical superior en 5104,46 ha, siendo este último el de mayor superficie como se observa en la Figura 21 que se encuentra de color anaranjado.

Figura 21. Termotipo de las áreas de protección hídrica



Elaborado por los autores

En la microcuenca del río Cebadas se determinó 10 zonas de protección hídrica (APH) mismas que resultan ser prioritarias para su conservación debido a la importancia hídrica que poseen, con el presente estudio se pudo definir que los ecosistemas predominantes en 6 zonas corresponde al Arbustal siempre verde y herbazal de páramo con alrededor de 2977,39 hectáreas y Herbazal del páramo con 2784,41 ha, en estos ecosistemas se encuentran especies de la familia Poaceae denominadas comúnmente como paja de páramo, de acuerdo a la caracterización cartográfica de las Áreas se obtuvo la fenología de siempreverde en 10431,52 ha debido a la presencia de especies vegetales perennifolias, además presentó de acuerdo a la morfología relieve de tipo montañoso. Presentó un ombrotipo húmedo inferior lo cual corresponde a una precipitación media anual estimado entre 1000 -1300 mm, propia de este ecosistema de tipo páramo.

CAPÍTULO III

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y ETNOBOTÁNICA



CAPITULO III

3 CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA Y ETNOBOTÁNICA

Las comunidades de especies vegetales que se desarrollan agrupadas en un lugar específico muestran afinidad entre ellas, esta asociación o interacción es importante para el buen desarrollo de los ecosistemas en el mundo (Alcaraz Ariza, 2013). El conocimiento de la estructura y la dinámica de las poblaciones de especies vegetales permite la adecuada gestión de la diversidad florística, logrando la conservación de las especies para asegurar la producción y preservar los servicios ecosistémicos que ofrecen (Loto et al., 2018).

Es conocido que las plantas son componentes de la diversidad biológica con amplias posibilidades para estudios ecológicos diversos, ya que son sésiles y están disponibles para hacer cualquier conteo o análisis (Ferro-Díaz, 2015). La flora altoandina es el conjunto de plantas que se encuentran en la región de los Andes de América del Sur, a altitudes superiores a los 3000 msnm, este tipo de vegetación se adapta a las condiciones extremas de altitud y clima de la región, además está compuesta por una gran variedad de especies, incluyendo hierbas, arbustos y pastos (HALLOY et al., 2020).

Los inventarios florísticos son herramientas importantes para la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales, ya que permiten conocer la riqueza y diversidad de la flora de una región y establecer medidas de protección y manejo adecuado (Rojas et al., 2006). Este instrumento debe presentar un registro que incluye información sobre la identificación de las especies, distribución, hábitat y su estado de conservación (Pérez Calix, 2022). Es importante resaltar que estos inventarios son de gran utilidad como guía para las personas, ya sean estas especialistas, turistas o personas en general que estén interesadas en conocer e identificar las principales familias y los principales géneros de plantas que se encuentran a lo largo del Páramo así como para la formulación de planes de manejo adecuados para estas áreas (Chaves Hernández, 2010).

Las metodologías utilizadas en las caracterizaciones florísticas son fundamentales para obtener datos completos de las especies que existen en el sitio específico de estudio por lo que estos métodos componen importantes herramientas pues permiten obtener datos para análisis ecológicos de vegetación en poco tiempo (Ferro Díaz, 2015).

La etnobotánica ha contribuido ampliamente al conocimiento sobre la diversidad, pluralidad y diferencia de la conducta humana proporcionando una base para los análisis comparativos de dicha conducta con socioculturas diferentes. La etnografía se fue estructurando como una estrategia de investigación en sociedades con mayor uniformidad cultural y, aparentemente, de menor complejidad que las sociedades de gran escala o sociedades industriales.

Además, se considera como un enfoque naturalista, como una estrategia de investigación que permite estudiar personalmente, de primera mano y a través de la participación directa a una cultura, el trabajo etnográfico busca recoger directamente en el campo los datos que se convierten en evidencia de la diversidad humana y por ende permite construir generalizaciones sobre los sentidos de la acción social (Guerrero, 2002).

3.1 Inventario florístico

3.1.1 Localización

La comunidad de Reten de la microcuenca del río Cebadas cuenta con una superficie de 1010,61 ha, rango altitudinal que oscila entre los 3383 a 4095 m.s.n.m., por lo cual se enmarca en las formaciones ecológicas: Matorral húmedo montano, Bosque siempre verdemontano alto o Ceja de Montaña, Páramo herbáceo, Páramo de almohadilla.

3.1.2 Diseño del muestreo

Se estableció unidades de muestreo creando cuadrículas de 400m x 400m en la superficie del páramo, utilizando el software ArcGIS versión 10.8 se generó un total de 80 cuadrículas, de las cuales se seleccionaron 51, es decir aquellas que se encontraban dentro del rango altitudinal correspondiente a la zona alta de la microcuenca del río Cebadas.

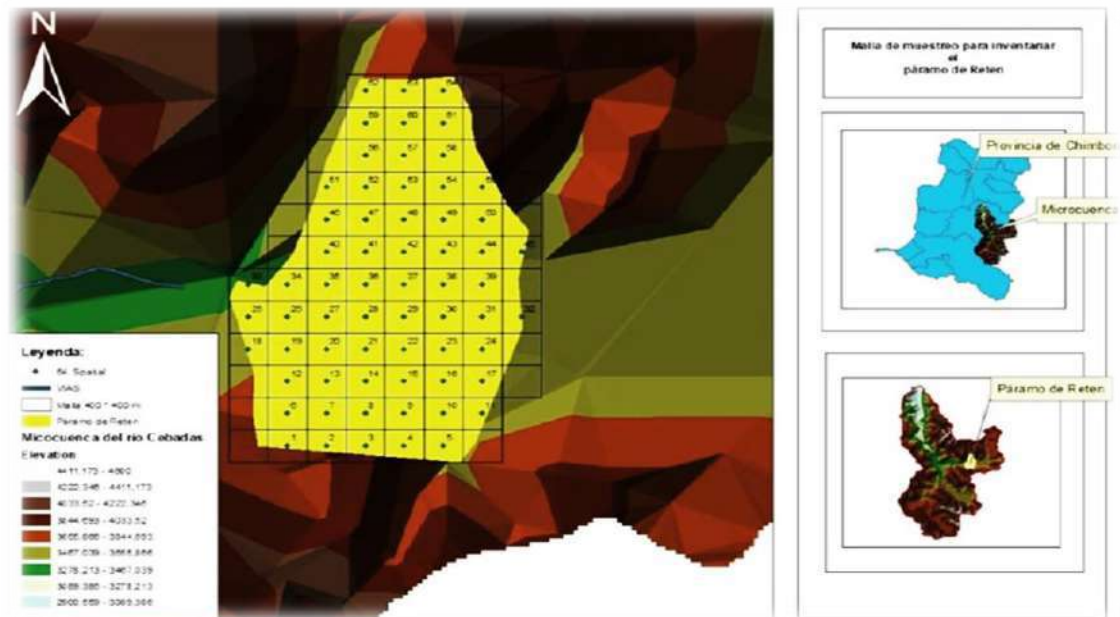
La determinación del número de unidades de muestreo se basó en el enfoque propuesto por (De la Hoz et al., 2004) y se consideró un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%.

$$n = \frac{N(p * q)}{(N - 1)(\frac{e}{z})^2 + (p * q)}$$

Tabla 8. Determinación de unidades muestrales

N=Tamaño de la muestra	
N = universo	51
p = ocurrencia	0,5
q = no ocurrencia	0,5
e = error	0,05
z = nivel de confianza	1,96
Valor	45 parcelas

Figura 22. Comunidad Reten Inventario florístico

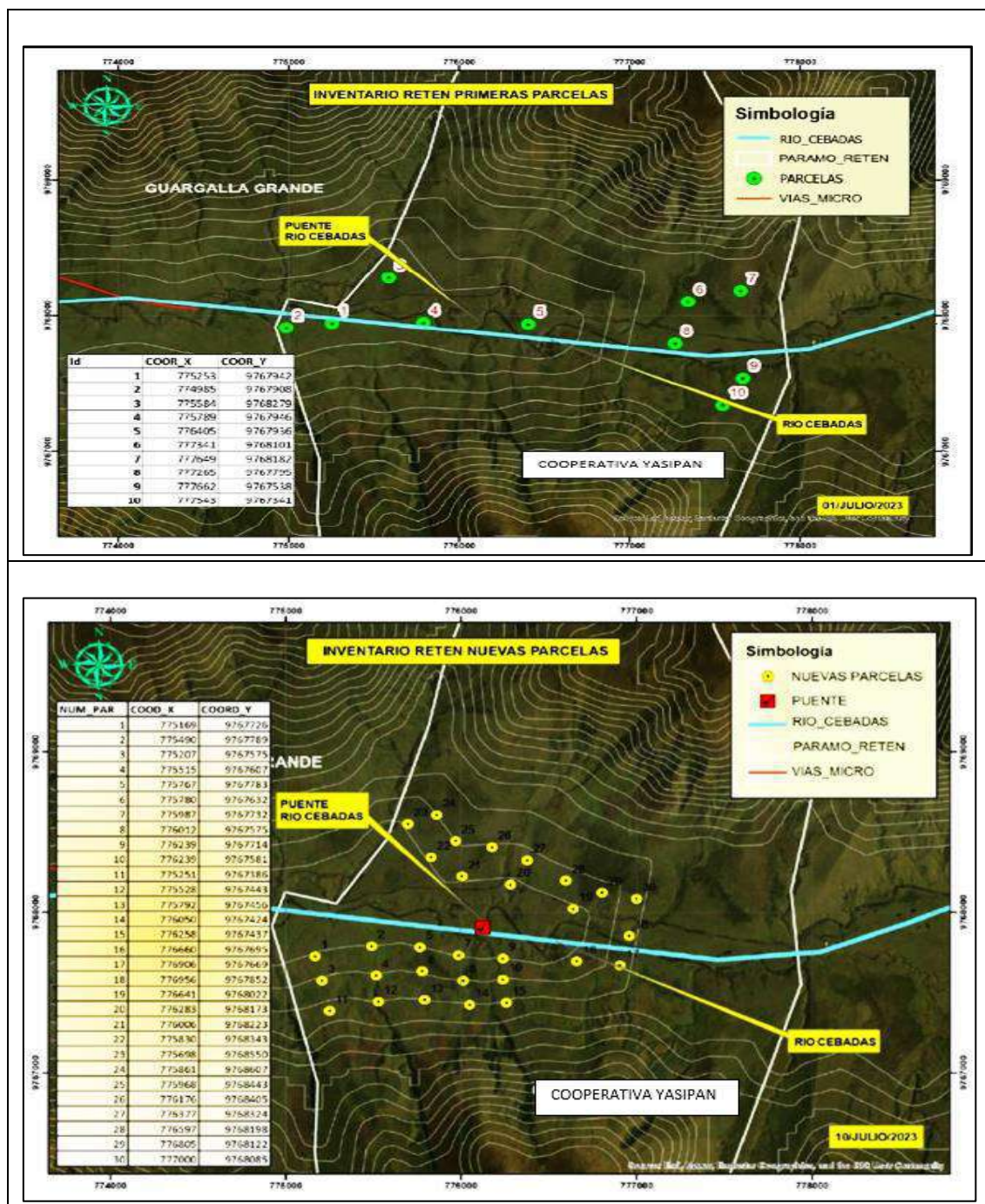


3.1.3 Diseño de parcelas

Para el diseño de las parcelas se utilizó la metodología propuesta por Pauli et al., (2015) del proyecto GLORIA que representa una de las metodologías más utilizadas, que surge mediante una iniciativa global de investigación y observación de los ambientes alpinos, que tienen por objetivo el monitoreo del impacto del cambio climático específicamente en la vegetación de montaña (Aguirre et al., 2016). Se colocaron 45 parcelas temporales cada una de 25 m², se distribuyeron conforme a la posición de las celdillas preliminarmente seleccionadas para cada sitio de muestreo de la zona alta de la microcuenca del río Cebadas, de esta manera se cubrió un área total

de 1000 m². Se determinó 100 metros de distancia entre parcelas y se ubicaron de acuerdo al rango altitudinal comprendido entre 3300 a 3600 msnm., para lo cual se tomó en cuenta que la vegetación sea nativa y que no exista intervención antrópica (Figura 23).

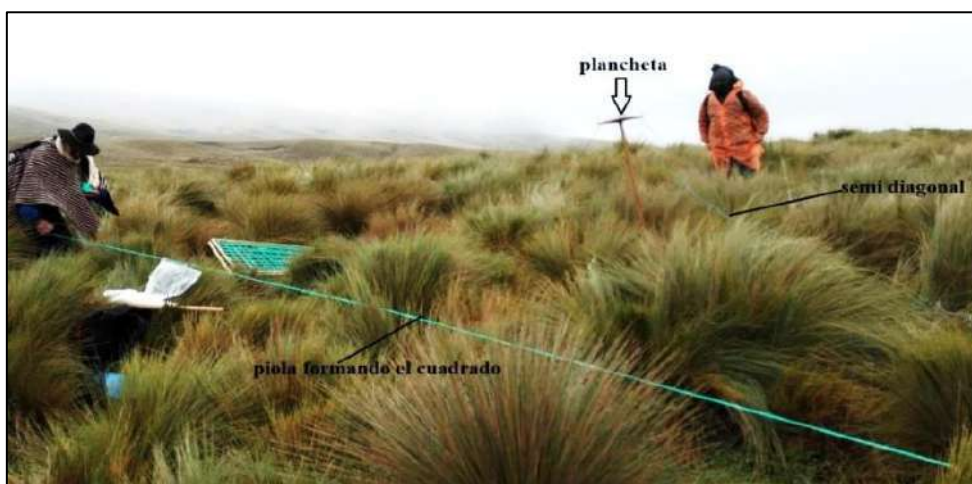
Figura 23. Ubicación de parcelas en la zona alta de la microcuenca del río Cebadas



3.1.4 Instalación de parcelas y levantamiento de información

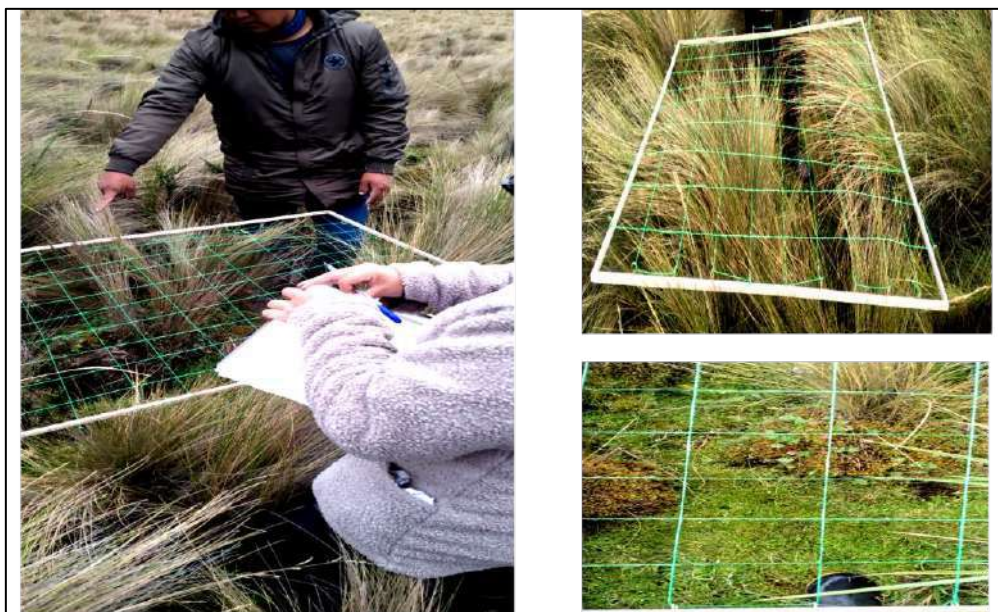
Se instalaron las parcelas, se procedió a la toma de las coordenadas a través de las aplicaciones: *Gaia GPS* y *Avenza maps*, se colocaron las planchetas, con un clavo fijo en el centro de la plancheta a lo cual se fijó cuerdas de 3,53 m estableciendo semi diagonales internas que definían las parcelas cuadradas de 25 m², se colocó una estaca en cada extremo semi diagonal en las 4 esquinas y con una piola se formó el cuadrado de cada parcela.

Figura 24. Instalación de parcelas



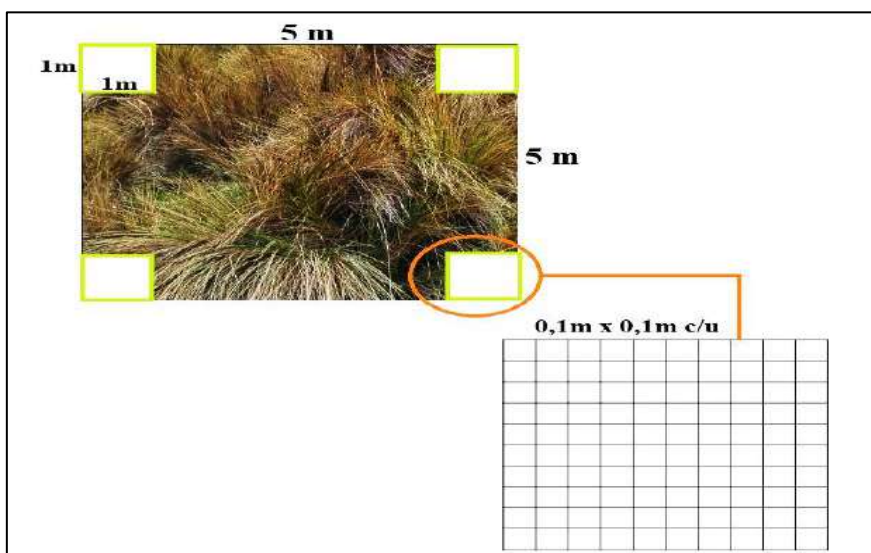
De acuerdo a la metodología del manual de GLORIA y según Caranqui et al., (2016) las 45 parcelas originales de 5 m x 5 m, se subdividieron en parcelas más pequeñas de 1 m x 1 m, el levantamiento de información se realizó en las cuatro subparcelas ubicadas en las esquinas, debido a que el resto del espacio circundante podría verse afectado por el pisoteo de los investigadores durante el proceso de recolección de muestras.

Figura 25. Establecimiento de cuadrantes



Las subparcelas de 1 m x 1 m ubicadas en las esquinas, se dividieron en cuadrículas más pequeñas de 0,1 m x 0,1 m, utilizando las cuadrillas fabricadas con madera y piola, obteniendo en total de 100 cuadrículas. Las cuadrillas se colocaron en las 4 esquinas y se a registrar las especies vegetales presentes. Se recolecto información del número de especies presentes y el porcentaje de cobertura teniendo en cuenta que cada una de las cuadrículas de 0,1 m x 0,1 m representa el 1% de la superficie total, que en conjunto suman el 100%, lo cual se utilizó para calcular la diversidad por categoría familiar. Se recolectaron muestras botánicas de la mayoría de las especies, donde se incluyó las especies no identificadas en campo.

Figura 26. Subparcelas de 1m x 1m divididas en cuadrículas



3.1.5 Recolección de muestras

La recolección se efectuó de forma aleatoria de acuerdo al rango altitudinal comprendido entre 3300 a 3500 m.s.n.m correspondiente a la zona alta de la microcuenca. Se recolectó una muestra vegetativa de cada especie identificada que cubría una cuadrilla de madera, esto incluyó plantas vasculares y briofitas, las muestras incluyeron todas las partes de la planta para facilitar la identificación en el herbario.

3.1.6 Herborización de las muestras

3.1.6.1 Secado

Mediante el secado de las muestras se logra la eliminación del agua, para evitar de esta forma la descomposición por presencia de agentes infectivos como insectos, mohos, bacterias. Los ejemplares recolectados se colocaron dentro de hojas de papel periódico durante una semana; en el transcurso de este tiempo se revisó y procuró cambiar los periódicos de las muestras que mostraron mayor humedad.

3.1.6.2 Prensado

Este procedimiento compila las muestras que colocaron previamente envueltas en hojas de periódico, seguidas de una hoja de papel filtro, y sobre esto, un cartón. Estas capas se disponen de manera ordenada una encima de la otra y una vez formada esta pila, que no debe superar los 50 centímetros de altura, se procede a prensarla. Para esto, se utilizan prensas formadas por dos planchas de madera, entre las cuales se colocan los pliegos apilados, asegurándolas con cuerdas.

3.1.6.3 Identificación

La identificación se realizó mediante la comparación de los ejemplares recolectados con las colecciones que reposan en el herbario de la ESPOCH y se procedió a contrastar los nombres científicos y taxonomía de las especies por medio del catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador. Debido a la dificultad de identificar a simple vista los musgos, se procedió al empleo de un estereoscopio para la comparación de estas (Figura 27).

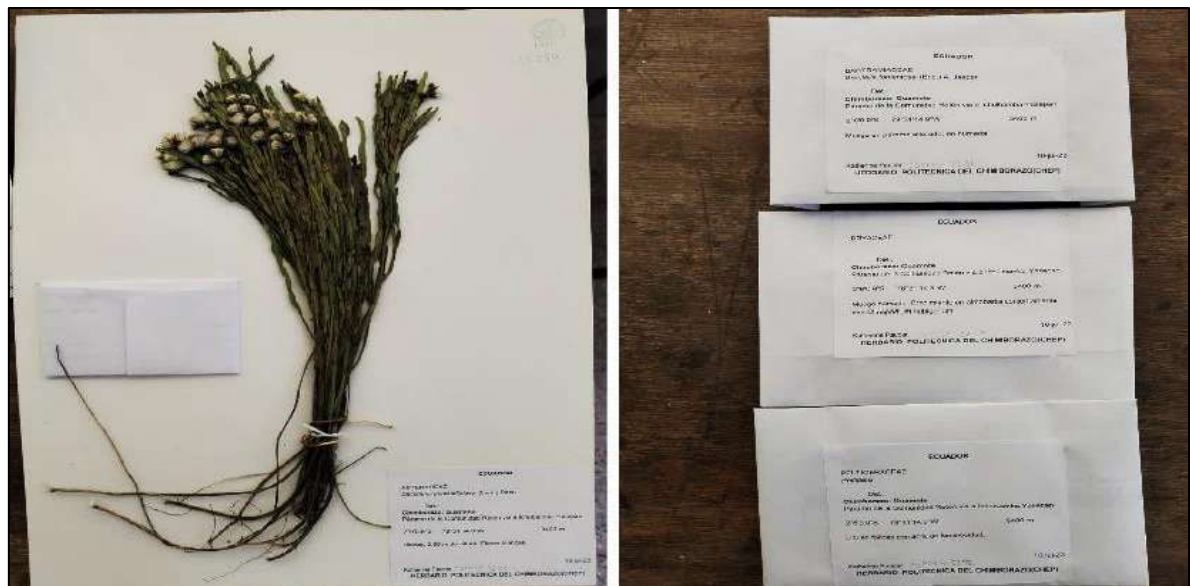
Figura 27. Identificación de las especies vegetales en el herbario de la ESPOCH.



3.1.6.4 Montaje de muestras

De las 42 muestras identificadas, se eligieron 28 muestras fértiles para su posterior montaje. Las muestras más pequeñas o que no mostraban partes fibrosas, se procedió a ubicar en sobres etiquetados (Figura 28).

Figura 28. Montaje de muestras vegetales



3.1.7 Tabulación de datos

Posterior a la identificación de las especies como siguiente paso se empezó a tabular los datos que se registraron en las hojas de campo como son: el número de parcela, el número de cuadrante, la especie recolectada y cobertura de esta, con la finalidad de tener datos específicos de la cantidad de vegetación en el área de muestreo.

Luego se estudió a qué tipo de vegetación pertenecen y la cobertura que ocupa cada especie. Esta cobertura fue utilizada como un indicador que ayudo a comprender la distribución y predominancia de cada especie en este ecosistema.

Realizado el inventario florístico se recolecto 23 familias y 38 especies diferentes, de 1800 individuos, lo cual permite visualizar la riqueza florística presente en el área como las siguientes: Asteraceae con 10 especies y 603 individuos, Apiaceae con 3 especies y 897 individuos, Poaceae con 3 especies y 13758 individuos, fueron las más abundantes; seguidas de las familias Bartramiaceae, Brassicaceae, Bryaceae, Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Dryopteridaceae, Ericaceae, Fabaceae, Gentianaceae, Geraniaceae, Gunneraceae, Iridaceae, Lamiaceae, Lycopodiaceae, Peltigeraceae, Plantaginaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rosaceae; las cuales fueron representadas de una a dos especies con un total de 3179 individuos (Tabla 9).

Tabla 9. Individuos totales recolectados en la comunidad Reten, parroquia Cebadas

N.	Familia	ESPECIE	#Individuos	TOTAL
1	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	669	31
2	Apiaceae	<i>Daucus montanus</i>	181	20
3	Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	47	4
4	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	33	3
5	Asteraceae	<i>Diplostephium glandulosum</i>	3	1
6	Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	1	1
7	Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	7	1
8	Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus</i>	3	1
9	Asteraceae	<i>Baccharis prunifolia</i>	23	2
10	Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i>	4	1
11	Asteraceae	<i>Monticalia arbutifolia</i>	3	2
12	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	65	8
13	Bartramiaceae	<i>Breutelia tomentosa</i>	436	29
14	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	36	4

15	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	3	1
16	Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>	90	6
17	Cyperaceae	<i>Carex bonplandii</i>	46	4
18	Dryopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i>	20	1
19	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	2	1
20	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	20	3
21	Fabaceae	<i>Vicia andicola</i>	17	2
22	Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	111	21
23	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	2	2
24	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>	5	1
25	Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i>	222	20
26	Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i>	937	38
27	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	14	2
28	Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i>	189	11
29	Lamiaceae	<i>Stachys elliptica</i>	22	5
30	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	16	2
31	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	160	22
32	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	9217	42
33	Poaceae	<i>Agrostis perennans</i>	4481	43
34	Poaceae	<i>Agrostis breviculmis</i>	60	2
35	Polygonaceae	<i>Rumex acetocella</i>	10	1
36	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	36	6
37	Rosaceae	<i>Acaena ovalifolia</i>	10	1
38	Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i>	667	24
TOTAL			18000	383

Las muestras vegetales fueron clasificadas por orden, familia, género y especie. En la Tabla 10 se detallan valores cualitativos que se registraron en el área muestral de 1000m², identificándose un total de 23 familias, 39 géneros y 42 especies.

Tabla 10. Lista de especies vegetales por orden y familia

Nro.	Orden	Familia	Especie
1	Apiales	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Matheus & Constance
2			<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. Ex Spreng
3			<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.
4	Asterales	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i> Kunth
5			<i>Diplostephium glandulosum</i> Hieron.
6			<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.
7			<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth
8			<i>Gnaphalium</i>
9			<i>Lasiocephalus ovatus</i> Schltdl.
10			<i>Baccharis prunifolia</i> Kunth
11			<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth)Cass.

12			<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey
13			<i>Taraxacum officinale</i> Weber
14	Bartramiales	Bartramiaceae	<i>Breutelia tomentosa</i> (Brid.) A. Jaeger
15	Brassicales	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i> R. Br.
16	Bryales	Bryaceae	
17	Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth
18	Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i> Ex Schult.
19	Poales	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>
20			<i>Carex bonplandii</i> Kunth
21		Dryopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i> (Desv.) J. Remy & Fée
22	Polypodiales		<i>Elaphoglossum cuspidatum</i> (Willd.) T. Moore
23	Ericales	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.
24	Fabales	Fabaceae	<i>Vicia andicola</i> Kunth
25			<i>Trifolium repens</i> L.
26	Gentianales	Gentianaceae	<i>Halenia weddeliana</i> Gilg.
27			<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth
28	Geraniales	Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i> R. Knuth
29	Gunnerales	Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i> Lam.
30	Asparagales	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker
31	Lamiales	Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kunze
32			<i>Stachys elliptica</i> Kunth
33	Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Rothm.
34	Peltigerales	Peltigeraceae	<i>Peltigera</i>
35	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i> Lam.
36			<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.
37	Poales	Poaceae	<i>Agrostis perennans</i> (Walter) Tuck
38			<i>Agrostis breviculmis</i> Hitchc.
39	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Rumex acetocella</i> L.
40	Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.
41			<i>Acaena ovalifolia</i> Ruiz & Pav.
42	Rosales	Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.

Se determinó la cantidad de 18000 individuos, la familia Poaceae con únicamente 3 especies; presento un total de 13758 individuos; la familia Gunneraceae presente con una especie da un total de 937 individuos; para la familia Apiaceae con 3 especies registradas acumula 897 individuos; seguido de la familia Rosaceae con 2 especies registradas y 677 individuos, finalmente la familia Bartramiaceae con una especie y 436 individuos (Tabla 11).

Tabla 11. Cálculo de índices de Shannon y Simpson

N.	Familia	ESPECIE	#Individuos	Frecuencia	Pi	Pi2	ln (Pi)	Pi (ln (Pi))
1	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	669	31	0,0372	0,0014	-3,2923	0,1224
2		<i>Daucus montanus</i>	181	20	0,0101	0,0001	-4,5996	0,0463
3		<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	47	4	0,0026	0,0000	-5,9480	0,0155
4	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	33	3	0,0018	0,0000	-6,3016	0,0116
5		<i>Diplostephium glandulosum</i>	3	1	0,0002	0,0000	-8,6995	0,0014
6		<i>Baccharis genistelloides</i>	1	1	0,0001	0,0000	-9,7981	0,0005
7		<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	7	1	0,0004	0,0000	-7,8522	0,0031
8		<i>Gnaphalium</i>	25	2	0,0014	0,0000	-6,5793	0,0091
9		<i>Lasiocephalus ovatus</i>	3	1	0,0002	0,0000	-8,6995	0,0014
10		<i>Baccharis prunifolia</i>	23	2	0,0013	0,0000	-6,6626	0,0085
11		<i>Gynoxys buxifolia</i>	4	1	0,0002	0,0000	-8,4118	0,0019
12		<i>Monticalia arbutifolia</i>	3	2	0,0002	0,0000	-8,6995	0,0014
13		<i>Taraxacum officinale</i>	65	8	0,0036	0,0000	-5,6237	0,0203
14	Bartramiaceae	<i>Breutelia tomentosa</i>	436	29	0,0242	0,0006	-3,7205	0,0901
15	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	36	4	0,0020	0,0000	-6,2146	0,0124
16	Bryaceae	<i>Bryaceae</i>	96	8	0,0053	0,0000	-5,2338	0,0279
17	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	3	1	0,0002	0,0000	-8,6995	0,0014
18	Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>	90	6	0,0050	0,0000	-5,2983	0,0265
19	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	8	2	0,0004	0,0000	-7,7187	0,0034
20		<i>Carex bonplandii</i>	46	4	0,0026	0,0000	-5,9695	0,0153
21	Dryopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i>	20	1	0,0011	0,0000	-6,8024	0,0076
22		<i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	2	1	0,0001	0,0000	-9,1050	0,0010
23	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	20	3	0,0011	0,0000	-6,8024	0,0076
24	Fabaceae	<i>Vicia andicola</i>	17	2	0,0009	0,0000	-6,9649	0,0066
25		<i>Trifolium repens</i>	111	21	0,0062	0,0000	-5,0886	0,0314
26	Gentianaceae	<i>Halenia</i>	2	2	0,0001	0,0000	-9,1050	-

		<i>weddeliana</i>						0,0010
27		<i>Gentiana sedifolia</i>	5	1	0,0003	0,0000	-8,1887	0,0023
28	Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i>	222	20	0,0123	0,0002	-4,3954	0,0542
29	Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i>	937	38	0,0521	0,0027	-2,9554	0,1538
30	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	14	2	0,0008	0,0000	-7,1591	0,0056
31	Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i>	189	11	0,0105	0,0001	-4,5564	0,0478
32		<i>Stachys elliptica</i>	22	5	0,0012	0,0000	-6,7071	0,0082
33	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	16	2	0,0009	0,0000	-7,0255	0,0062
34	Peltigeraceae	<i>Peltigera</i>	3	2	0,0002	0,0000	-8,6995	0,0014
35	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	160	22	0,0089	0,0001	-4,7230	0,0420
36	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	9217	42	0,5121	0,2622	-0,6693	0,3427
37		<i>Agrostis perennans</i>	4481	43	0,2489	0,0620	-1,3905	0,3462
38		<i>Agrostis breviculmis</i>	60	2	0,0033	0,0000	-5,7038	0,0190
39	Polygonaceae	<i>Rumex acetocella</i>	10	1	0,0006	0,0000	-7,4955	0,0042
40	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	36	6	0,0020	0,0000	-6,2146	0,0124
41	Rosaceae	<i>Acaena ovalifolia</i>	10	1	0,0006	0,0000	-7,4955	0,0042
42		<i>Lachemilla orbiculata</i>	667	24	0,0371	0,0014	-3,2953	0,1221
			18000	383		0,3308		1,6481

La familia Asteraceae que registra un mayor número de especies a diferencia de las otras familias, en la suma total solamente registra un total de 167 individuos. Lo que indica que no siempre una alta cantidad de especies dará como resultado alta abundancia. Por otro lado, podemos apreciar que la familia Poaceae es dominante en la muestra, a pesar de presentar pocas especies.

Basándonos en el Gráfico 1. la especie *Calamagrostis intermedia* muestra abundancia con 9217 individuos registrados, lo que compone el 51,21% de los 18000 individuos totales. En segundo lugar, encontramos la especie *Agrostis perennans* con 4481 individuos, que constituye el 24,89% de los individuos registrados. Además, las especies con más grado de representatividad incluyen *Gunnera magellanica* con 937

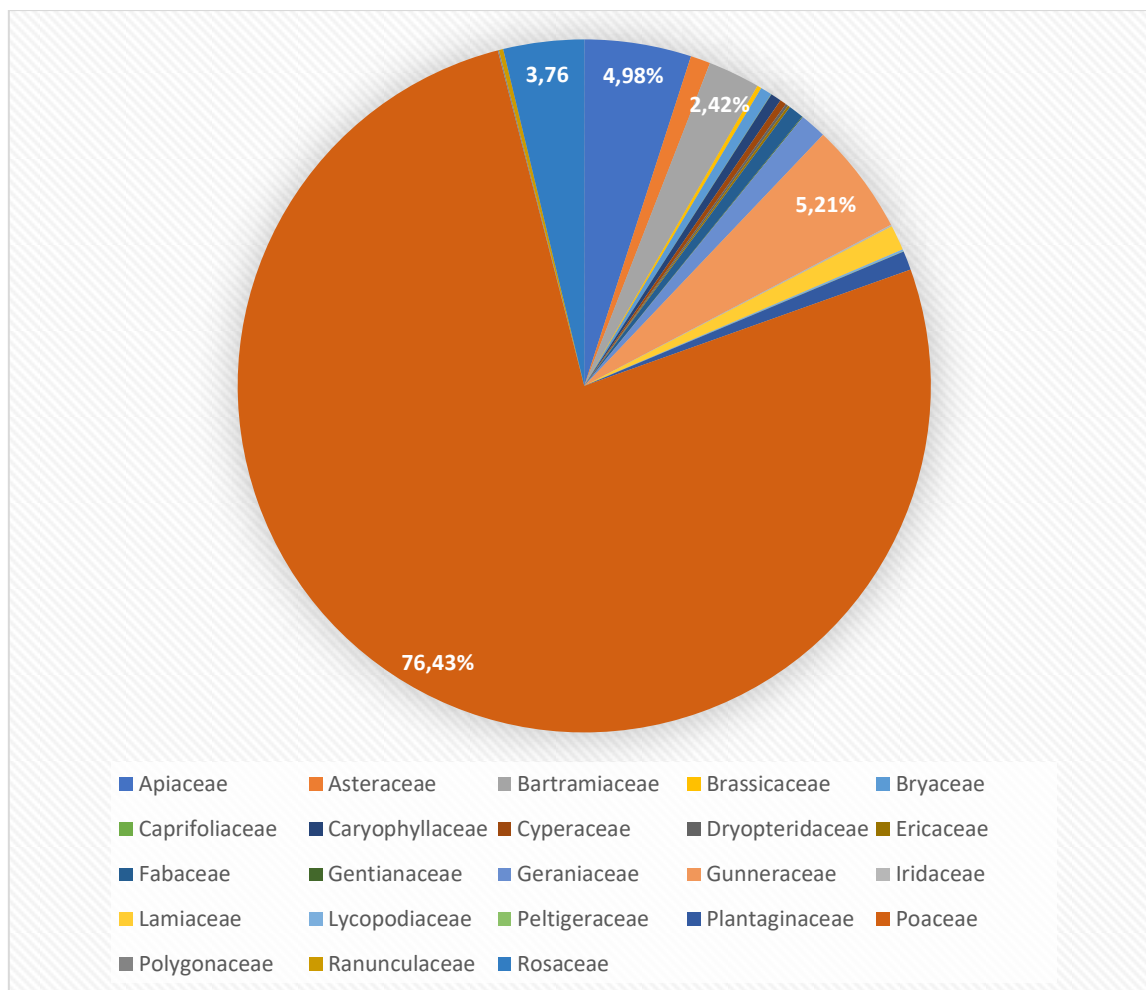
individuos, que corresponde al 5,21%, *Azorella pedunculata* con 669 individuos, equivalente al 3,72%, *Lachemilla orbiculata* con 667 individuos, representando un 3,71% y *Breutelia tomentosa* con 436 individuos, que corresponde al 2,42% del total de individuos.

Gráfico 1. Porcentaje por cantidad de especies



En el Gráfico 2, se puede notar que la familia Poaceae se denota como la más abundante, con un 76,43% del total. Por otro lado, le siguen las familias Gunneraceae (5,21%), Apiaceae (4,98%), Rosaceae (3,76%), y Bartramiaceae (2,42%).

Gráfico 2. Porcentaje por cantidad de familias



3.1.8 Determinación de la diversidad florística

3.1.8.1 Índice de diversidad de Simpson

Este índice permite evaluar la diversidad que presenta el ecosistema, calculando la probabilidad que al seleccionar al azar dos individuos estos pertenezcan a la misma especie. Esta medida nos ayuda a evaluar la igualdad en la distribución o heterogeneidad de especies y la homogeneidad poblacional entre ellas. Como lo indica Soler et al., (2012) que los valores del índice aumentan o disminuyen en función a como aumenta o disminuye la diversidad. Los rangos bajos marcan la tendencia que una especie domina una población, a su vez que los rangos altos marcan uniformidad en la distribución de especies.

Formula:

$$IDS = 1 - \sum (Pi)^2$$

$$IDS = 1 - (0,3308)$$

$$IDS = 0,6692$$

En donde:

ISD = Índice de Simpson

Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie. La probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de Pi igual a 1.

3.1.8.2 Índice de diversidad de Shannon

Este índice usa parámetros como la diversidad de especies y la abundancia de estas, evaluando la relación entre el número de especies y la proporción de individuos que pertenecen a cada una. Utilizando la fórmula para calcular el índice de Shannon del siguiente modo.

Formula:

$$H = - \sum_{i=1}^S (Pi)(\ln Pi)$$

$$H = - (-1,6481)$$

$$H = 1,65$$

En donde:

H = Índice de Shannon

S = Número de especies

ln = Logaritmo natural

Pi = Proporción del número total de individuos que constituyen la especie

En función a la Tabla 12 al utilizar los índices de Simpson y Shannon nos ayuda a la simplificación en la toma de decisiones y la implementación de estrategias, las cuales serán de gran ayuda para la gestión y protección de los ecosistemas frágiles.

Tabla 12. Valores de los índices de Simpson y Shannon

INDICES DE DIVERSIDAD	
INDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON	0,6692
INDICE DE SHANNON	1,6481

El valor registrado del índice de Simpson es de 0,67. Dicho valor se encuentra entre el rango de 0,36 a 0,75, lo que da como indicativo que existe una diversidad media.

Concordando así con lo observado por Soler et al. (2012) que el valor índice decrece al aumentar la dominancia en el número de individuos, como se presenta en la familia Poaceae con la especie *Calamagrostis intermedia*.

El índice de Shannon arrojó un valor de 1,65. Este valor se encuentra entre el rango de 1,36 a 3,5, lo que indica que existe una diversidad media. Estos datos nos dan a entender que, a pesar de existir un valor alto de especies encontradas (42), la correlación entre especies y proporción de individuos decrece, afectando así la diversidad.

Es notable la dominancia de la especie *Calamagrostis intermedia*, con 9217 individuos, seguida de *Agrostis perennans*, con 4481 individuos; las dos especies pertenecientes a la familia Poaceae, los valores contrastan con lo registrado al momento de realizar las parcelas, donde el área de muestreo se encuentra dominada en mayor cantidad por pajonal.

3.1.8.3 Índice de valor de importancia por especies (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) se determinó para cada familia y especie, tomando en cuenta su importancia en el ecosistema Caranqui et al., (2015) propone el cálculo del IVI mediante las siguientes fórmulas:

$$IVI = \frac{DnR + FR}{2}$$

Donde:

DnR: Abundancia o densidad relativa (DnR)

FR: Frecuencia relativa (FR)

$$DnR = \frac{\text{Total de individuos especie A}}{\text{Total de individuos, todas las especies}}$$

$$FR = \frac{\text{\# de parcela en que esta la especie A}}{\text{sumatoria de las frecuencias de todas las especies}}$$

Observando la Tabla 13, la especie *Calamagrostis intermedia* (9217 individuos) registra un elevado valor de importancia con un IVI de 31,09, *Agrostis perennans* (4481 individuos) con un IVI de 18,06.

Tabla 13. Índice de valor de importancia por especies

N.	Familia	ESPECIE	#Individuos	Frecuencia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI
					%	%	
1	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	669	31	3,72	8,09	5,91
2		<i>Daucus montanus</i>	181	20	1,01	5,22	3,11
3		<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	47	4	0,26	1,04	0,65
4	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	33	3	0,18	0,78	0,48
5		<i>Diplostephium glandulosum</i>	3	1	0,02	0,26	0,14
6		<i>Baccharis genistelloides</i>	1	1	0,01	0,26	0,13
7		<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	7	1	0,04	0,26	0,15
8		<i>Gnaphalium</i>	25	2	0,14	0,52	0,33
9		<i>Lasiocephalus ovatus</i>	3	1	0,02	0,26	0,14
10		<i>Baccharis prunifolia</i>	23	2	0,13	0,52	0,32
11		<i>Gynoxys buxifolia</i>	4	1	0,02	0,26	0,14
12		<i>Monticalia arbutifolia</i>	3	2	0,02	0,52	0,27
13		<i>Taraxacum officinale</i>	65	8	0,36	2,09	1,22
14	Bartramiaceae	<i>Breutelia tomentosa</i>	436	29	2,42	7,57	5,00
15	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	36	4	0,20	1,04	0,62
16	Bryaceae	<i>Bryaceae</i>	96	8	0,53	2,09	1,31
17	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	3	1	0,02	0,26	0,14
18	Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>	90	6	0,50	1,57	1,03
19	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	8	2	0,04	0,52	0,28
20		<i>Carex bonplandii</i>	46	4	0,26	1,04	0,65
21	Dryopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i>	20	1	0,11	0,26	0,19
22		<i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	2	1	0,01	0,26	0,14
23	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	20	3	0,11	0,78	0,45
24	Fabaceae	<i>Vicia andicola</i>	17	2	0,09	0,52	0,31
25		<i>Trifolium repens</i>	111	21	0,62	5,48	3,05
26	Gentianaceae	<i>Halenia weddeliana</i>	2	2	0,01	0,52	0,27
27		<i>Gentiana sedifolia</i>	5	1	0,03	0,26	0,14
28	Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i>	222	20	1,23	5,22	3,23
29	Gunneraceae	<i>Gunnera</i>	937	38	5,21	9,92	7,56

		<i>magellanica</i>					
30	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	14	2	0,08	0,52	0,30
31	Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i>	189	11	1,05	2,87	1,96
32		<i>Stachys elliptica</i>	22	5	0,12	1,31	0,71
33	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	16	2	0,09	0,52	0,31
34	Peltigeraceae	<i>Peltigera</i>	3	2	0,02	0,52	0,27
35	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	160	22	0,89	5,74	3,32
36	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	9217	42	51,21	10,97	31,09
37		<i>Agrostis perennans</i>	4481	43	24,89	11,23	18,06
38		<i>Agrostis breviculmis</i>	60	2	0,33	0,52	0,43
39	Polygonaceae	<i>Rumex acetocella</i>	10	1	0,06	0,26	0,16
40	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	36	6	0,20	1,57	0,88
41	Rosaceae	<i>Acaena ovalifolia</i>	10	1	0,06	0,26	0,16
42		<i>Lachemilla orbiculata</i>	667	24	3,71	6,27	4,99
			18000	383	100,00	100,00	100,00

También de forma continua observamos los siguientes valores de IVI (Gráfico 3) en las siguientes especies: *Gunnera magellanica* (937 individuos) con 7,56, *Azorella pedunculata* (669 individuos) con 5,91, *Breutelia tomentosa* (436 individuos) con 5,00 y *Lachemilla orbiculata* (667 individuos) con un valor de 4,99. Sin embargo la familia Asteraceae presentando una importante cantidad de especies (10), tiene los rangos más bajos en el Índice de Valor de Importancia (IVI). Podemos citar como ejemplo a la especie *Baccharis genistelloides*, que con un solo individuo y un valor de 0,13 de IVI, muestra el valor más bajo del índice entre 42 especies. Al observar el gráfico podemos recalcar la dominancia de la especie *Calamagrostis intermedia* de la familia Poaceae, donde la especie citada abarca una gran área de la superficie muestreada; planteando que la especie cumple una función fundamental en la regulación del flujo de energía en el ecosistema.

Como lo cita Soler et al., (2012) si una especie tiene un valor de IVI alto, indica que dicha especie tiene una mayor dominancia en los ecosistemas. En nuestra investigación podemos decir que la especie, *Calamagrostis intermedia* presenta un valor de IVI elevado, lo que indica que dicha especie ejerce un dominio fuerte en el ecosistema en investigación. Indicando un impacto significativo en el desenvolvimiento del

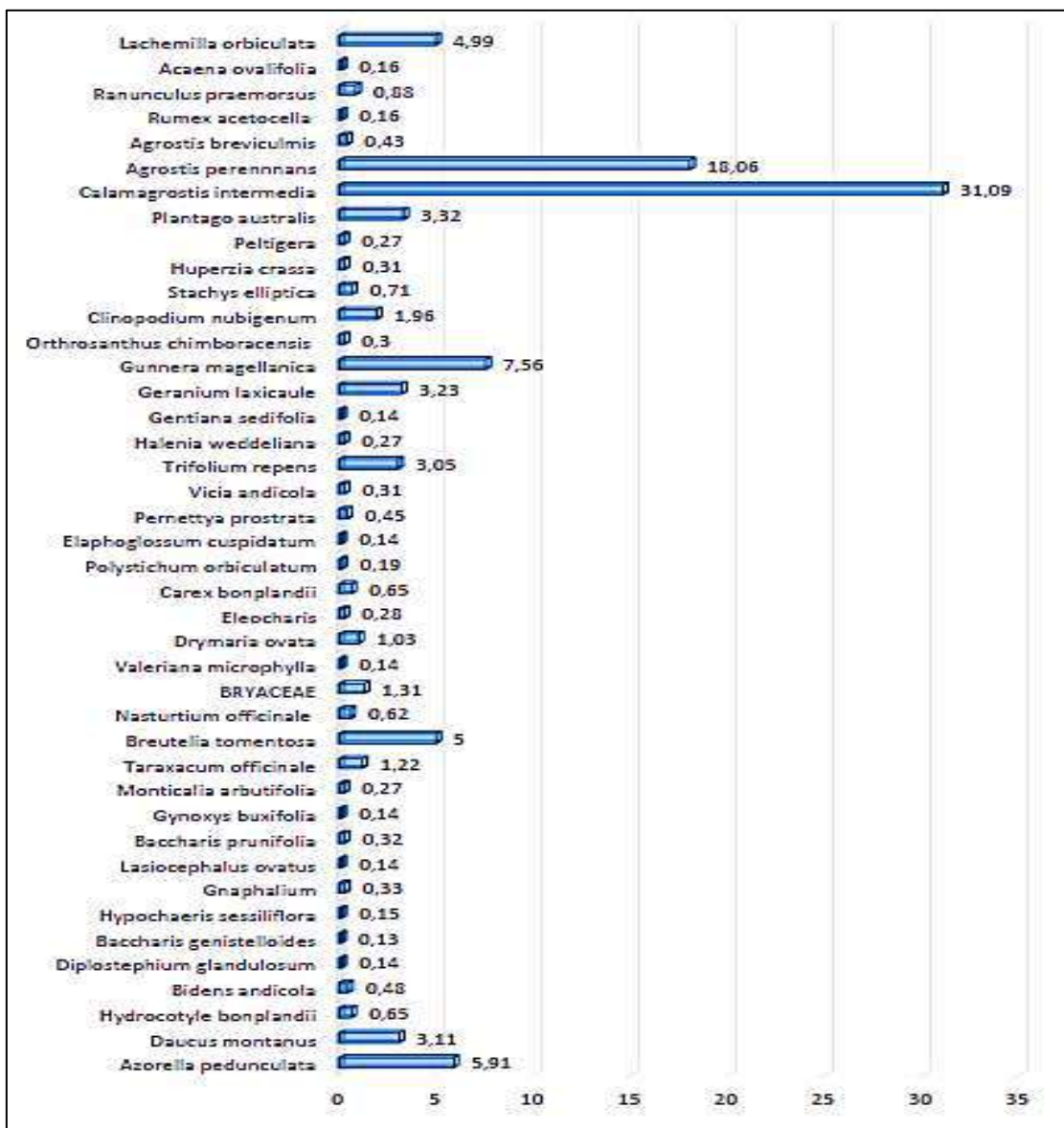
ecosistema, ya que esta especie abarca una gran cantidad de área, absorbiendo nutrientes y teniendo un control casi total sobre el flujo de energía en el sistema.

Observando el índice de valor de importancia (IVI) se determinó cual importantes son las diferente familias y especies que se encuentran en dicho ecosistema. La familia Poaceae obtuvo el valor más alto (49,57); a continuación, las familias Apiaceae (9,67), Gunneraceae (7,56), Rosaceae (5,14) y Bartramiaceae (5,00); resultados que se alinearon con los IVI de las especies; siendo dos Poaceas las más distintivas; *Calamagrostis intermedia* (31,09) y *Agrostis perennans* (8, 06), a continuación, *Gunnera magellanica* (7,56), *Azorella pedunculata* (5,91), *Breutelia tomentosa* (5,00) y *Lachemilla orbiculata* (4,99). Con estos valores se comprueba que especies y familias guardan relación por su importancia en los ecosistemas, lo que indica que hay correspondencia entre ellas.

Aunque la familia Asteraceae obtuvo la mayor diversidad de especies en el estudio, con un total de 10 especies, estas lograron los valores del índice IVI más bajos. La especie *Baccharis genistelloides*, se caracteriza por tener solo una especie registrada y un IVI muy bajo de 0,13. Por lo tanto en comparación de las otras especies identificadas, se encontró que esta especie es la menos dominante y tiene una influencia menor en el ecosistema.

Gunnera magellanica, que pertenece a la familia Gunneraceae, fue la segunda especie más abundante después de las Poaceas en el ecosistema estudiado. Se sugiere que el aumento de esta especie, según Marchant et al. (2002) propone que el aumento de esta especie estaría relacionado a su capacidad de reproducirse y crecer en áreas pantanosas, a pesar de la dominancia del pajonal en este ecosistema existen zonas con niveles altos de humedad por lo que favorece la proliferación de especies como *Gunnera magellanica*.

Gráfico 3. Valores del Índice de valor de importancia (IVI) por especies



3.1.9 Determinación del tipo de vegetación en base a la cobertura

Al observar los datos en la Tabla 14 correspondiente al tipo de vegetación en el páramo de la zona alta de la microcuenca del río Cebadas, se clasificó en categorías, donde contienen hierbas, arbustos, musgos, helechos y líquenes. Registrando 29 especies de hierbas, 5 de arbustos, 2 de almohadillas, 2 de musgos, 2 de helechos y una de líquenes

Tabla 14. Listado de especies registradas por tipo de vegetación

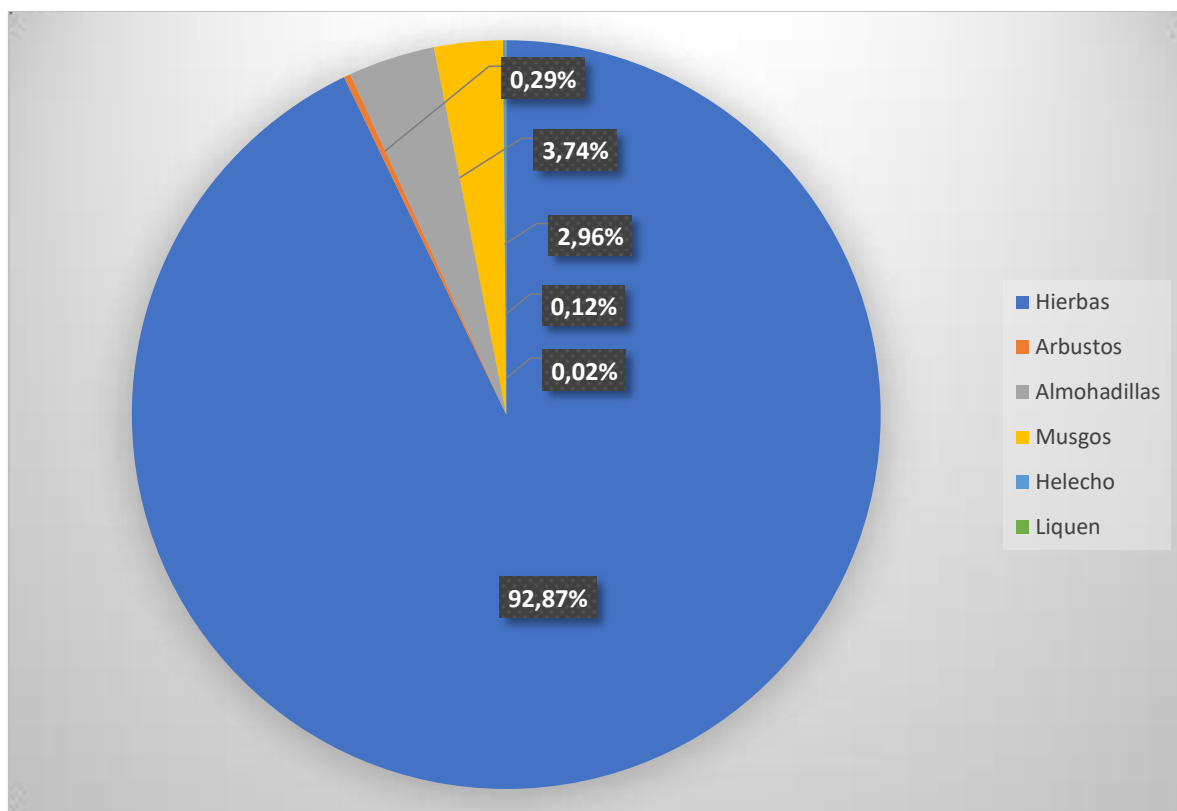
	Familia	ESPECIE	Tipo de vegetación	Cobertura
1	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	Almohadilla	669
2		<i>Daucus montanus</i>	Hierba	181
3		<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	Hierba	47

4	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	Hierba	33
5		<i>Diplostephium glandulosum</i>	Arbusto	3
6		<i>Baccharis genistelloides</i>	Hierba	1
7		<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	Hierba	7
8		<i>Gnaphalium</i>	Hierba	25
9		<i>Lasiocephalus ovatus</i>	Hierba	3
10		<i>Baccharis prunifolia</i>	Arbusto	23
11		<i>Gynoxys buxifolia</i>	Arbusto	4
12		<i>Monticalia arbutifolia</i>	Arbusto	3
13		<i>Taraxacum officinale</i>	Hierba	65
14	Bartramiaceae	<i>Breutelia tomentosa</i>	Musgo	436
15	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Hierba	36
16	Bryaceae	<i>Bryaceae</i>	Musgo	96
17	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	Hierba	3
18	Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>	Hierba	90
19	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	Hierba	8
20		<i>Carex bonplandii</i>	Hierba	46
21	Dryopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i>	Helecho	20
22		<i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	Helecho	2
23	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	Arbusto	20
24	Fabaceae	<i>Vicia andicola</i>	Hierba	17
25		<i>Trifolium repens</i>	Hierba	111
26	Gentianaceae	<i>Halenia weddeliana</i>	Hierba	2
27		<i>Gentiana sedifolia</i>	Almohadilla	5
28	Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i>	Hierba	222
29	Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i>	Hierba	937
30	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Hierba	14
31	Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i>	Hierba	189
32		<i>Stachys elliptica</i>	Hierba	22
33	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	Hierba	16
34	Peltigeraceae	<i>Peltigera</i>	Liquen	3
35	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	Hierba	160
36	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Hierba	9217
37		<i>Agrostis perennans</i>	Hierba	4481
38		<i>Agrostis breviculmis</i>	Hierba	60
39	Polygonaceae	<i>Rumex acetocella</i>	Hierba	10
40	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	Hierba	36
41	Rosaceae	<i>Acaena ovalifolia</i>	Hierba	10
42		<i>Lachemilla orbiculata</i>	Hierba	667

Las hierbas *Calamagrostis intermedia* y *Agrostis perennans* recalcan por su mayor presencia en la zona alta de la microcuenca del río Cebadas, con una cobertura de 9217 y 4481 individuos, ubicándose como las especies con más presencia en la zona.

De acuerdo a la información observada en el Gráfico 4, podemos determinar que el ecosistema herbazal es el tipo de vegetación dominante en la zona alta de la microcuenca del río Cebadas. Este tipo de vegetación representa el 92,87% del total. Le sigue en importancia las almohadillas, que representa un 3,74%, los musgos están presentes con un 2,96%, los arbustos con un 0,29%, los helechos con un 0,12% y la única especie de liquen con un 0,02%.

Gráfico 4. Tipo de vegetación por cobertura



3.1.10 Origen de las especies vegetales

En la tabla 15 podemos notar que la mayoría de las especies encontradas en el páramo son propias de este ecosistema. Podemos apreciar que, de las 42 especies identificadas,

solo 3 de ellas no son originarias de este entorno, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens* y *Rumex acetocella*, indica que al introducir especies exóticas en estos ecosistemas podría tener consecuencias significativas para la preservación de la biodiversidad de estos hábitats. Planteando desafíos en la conservación de la zona alta de la microcuenca y el equilibrio de esta.

Tabla 15. Listado de especies por su origen

N.	Familia	ESPECIE	Origen
1	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	Nativa
2		<i>Daucus montanus</i>	Nativa
3		<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	Nativa
4	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	Nativa
5		<i>Diplostephium glandulosum</i>	Nativa
6		<i>Baccharis genistelloides</i>	Nativa
7		<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	Nativa
8		<i>Gnaphalium</i>	Nativa
9		<i>Lasiocephalus ovatus</i>	Nativa
10		<i>Baccharis prunifolia</i>	Nativa
11		<i>Gynoxys buxifolia</i>	Nativa
12		<i>Monticalia arbutifolia</i>	Nativa
13		<i>Taraxacum officinale</i>	Exótica
14	Bartramiaceae	<i>Breutelia tomentosa</i>	Nativa
15	Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Nativa
16	Bryaceae	<i>Bryaceae</i>	Nativa
17	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	Nativa
18	Caryophyllaceae	<i>Drymaria ovata</i>	Nativa
19	Cyperaceae	<i>Eleocharis</i>	Nativa
20		<i>Carex bonplandii</i>	Nativa
21	Dryopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i>	Nativa
22		<i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	Nativa
23	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	Nativa
24	Fabaceae	<i>Vicia andicola</i>	Nativa
25		<i>Trifolium repens</i>	Exótica
26	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	Nativa
27		<i>Gentiana sedifolia</i>	Nativa
28	Geraniaceae	<i>Geranium laxicaule</i>	Nativa
29	Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i>	Nativa
30	Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Nativa
31	Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i>	Nativa
32		<i>Stachys elliptica</i>	Nativa
33	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	Nativa
34	Peltigeraceae	<i>Peltigera</i>	Nativa
35	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	Nativa

36	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Nativa
37		<i>Agrostis perennans</i>	Nativa
38		<i>Agrostis breviculmis</i>	Nativa
39	Polygonaceae	<i>Rumex acetocella</i>	Exótica
40	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i>	Nativa
41	Rosaceae	<i>Acaena ovalifolia</i>	Nativa
42		<i>Lachemilla orbiculata</i>	Nativa

Beltrán et al., (2009), indica que en los tipos de vegetación altimontanos y montanos paramunos, usualmente se encuentran pajonales amacollados y generalmente altos, con pocas plantas diferentes a las gramíneas creciendo entre ellas. Lo que significa que no existe un estrato arbustivo presente en este ecosistema. Como es el caso del presente estudio con (0,29%) de tipo arbustivo.

3.1.11 Conclusiones

Se logro identificar un promedio de 42 especies vegetales que pertenecen a 23 familias y 39 géneros, dichas han sido identificadas en los rangos altitudinales que oscilan entre 3300 y 3600 msnm, la especie *Calamagrostis intermedia* sobresale a las demás por presentar valores elevados obteniendo una densidad Relativa del 51,21%, Frecuencia Relativa de 10,97% e Índice de Valor de Importancia 31,09; seguida por *Agrostis perennans*, estas dos especies pertenecientes a la familia Poaceae la cual es la más predominante en este ecosistema de la microcuenca del rio Cebadas.

A su vez se logró determinar el índice de diversidad de Simpson con un valor de 0,67 el cual se ubica entre el rango de 0,36 a 0,75 que hace referencia a una diversidad media, además se obtuvo el Índice de diversidad de Shannon con un valor de 1,65 lo cual se ubica entre el rango de 1,36 a 3,5 correspondiente a una diversidad media, lo que indica una reducida diversidad de especies en la zona la cual se encuentra fuertemente dominada por la especie *Calamagrostis intermedia*, este dominio tiende a suprimir la proliferación de otras especies, lo que da como resultado un poco diversidad en plantas y más homogénea. Por otro lado, las actividades humanas en la zona han contribuido a lo largo del tiempo al deterioro y reducción de la diversidad

florística, la presencia en el área de la especie *Lachemilla orbiculata* es un indicador de la existencia de actividades ganaderas en la zona.

El índice de Simpson se orienta a la distribución de las abundancias, reflejando el grado de dominancia en un ecosistema. Pero según Soler et al., (2012) el índice varía inversamente con la heterogeneidad; Por lo tanto, su valor demostrará cómo la distribución y la diversidad están inversamente relacionadas. A pesar de que en realidad es un índice de dominancia que suele valorar demasiado a las especies más comunes en detrimento de la diversidad global.

El índice de Simpson da a conocer que existe una diversidad media, siendo la familia Poaceae con más individuos, que corresponde al 76.43% de la población total de plantas observadas. Además, la especie *Calamagrostis intermedia*, que representa el 51.21% de la población total de la comunidad, se destaca dentro de la familia Poaceae. Los hallazgos corroboran los resultados del estudio Caranqui et al., (2016) indicando que cuando *Calamagrostis intermedia* es la especie dominante en una zona, se observaron índices más bajos, alrededor de 0,169. Sin embargo, se encontró una mayor variedad de especies en áreas donde esta especie no era dominante, y los índices fueron más altos, alrededor de 0,79. Estos hallazgos son similares a los obtenidos en el páramo de la microcuenca.

Esto demuestra que *Calamagrostis intermedia* es la especie más predominante y abundante en el área estudiada, ejerciendo una fuerte dominancia y teniendo un impacto significativo en la diversidad de la comunidad. La supremacía de *Calamagrostis intermedia* reduce la variabilidad y la heterogeneidad en la composición de especies, lo que a su vez reduce la diversidad de la comunidad en su entorno.

Podemos destacar que la especie más relevante después de *Calamagrostis intermedia*, fue *Agrostis perennans* con un valor del 24.89%. Durante la caracterización en campo se observó que estas dos especies de Poaceae se presentaban juntas, en algunos casos *Calamagrostis intermedia* era la dominante, como sugiere (Almeida et al., 2005) La variabilidad en la humedad del suelo y del ambiente es una característica importante de

este ecosistema, y esto puede influir en la distribución de las diferentes formas de vegetación, desde hierbas hasta almohadillas y musgos.

Lachemilla orbiculata, fue una de las especies más destacadas en términos de importancia Molinillo & Monasterio, (2002) menciona en su estudio que la especie *Lachemilla orbiculata* guarda una estrecha relación con las actividades del pastoreo, por lo que su presencia podría deberse a que en estas zonas existe una intensa actividad ganadera.

El descubrimiento de especies exóticas como *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens* y *Rumex acetocella* en este ecosistema sugiere la existencia de algún tipo de perturbación por actividades antropogénicas. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos, realizadas por Lozano & Schnetter, (1976), Sánchez et al., (1989) y Vargas et al., (2004) indica que se ha observado especies que solo han sido encontradas en áreas con un alto grado de intervención (50%), como son *Rumex acetosella*, *Trifolium repens*, *Anthoxanthum odoratum*, *Bidens triplinervia*, *Lachemilla orbiculata* y *Agrostis boyacensis*, las cuales son comunes en zonas con una gran influencia humana sobre en el ecosistema estudiado.

De igual manera Mena et al., (2011) señala que la vegetación de los páramos es relativamente nueva, y esto da como resultado la escasa cantidad de géneros de plantas vasculares que son propios de estos ecosistemas. Los géneros encontrados dan una representatividad de apenas el 5% de los 500 géneros de plantas registradas en la región que va desde Costa Rica hasta el norte de Perú.

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento GAD Parroquial Rural de Cebadas en 2015, indica que la gran mayoría de incendios que se han registrado en la parroquia ocurren en comunidades adyacentes a los páramos. Esto debido a las prácticas de quemar la paja seca para la renovación de la vegetación que sirve como alimento para el ganado.

3.2 Estudio etnobotánico

Con la identificación y conocimiento previo de las especies vegetales presentes en la zona se procedió a desarrollar el estudio etnobotánico mediante talleres participativos basados en entrevistas a la comunidad de Reten dentro de la parroquia Cebadas, en donde se aplicaron fichas etnobotánicas para inventariar el conocimiento y uso de la biodiversidad vegetal, con el objetivo de presentar un análisis del aspecto cultural, lo cual comprende la riqueza de diversidad, variabilidad y la diferencia de las conductas culturales que muestran las características propias del lugar, costumbres, tradiciones y formas de vida de las sociedades, lo cual se alcanzó a través de la observación y participación conjunta con las comunidades. Para lo cual se seleccionaron grupos estratégicos por conveniencia en los cuales se evaluó el conocimiento que poseen de los usos y beneficios de las especies vegetales. Para lo cual primero se procedió al reconocimiento del sitio en base al siguiente proceso

- Salidas de campo a las comunidades de la microcuenca del río Cebadas.
- Aplicación de entrevistas a través de talleres participativos a los pobladores.
- Validez de la información recolectada a través del desarrollo de fichas etnobotánicas.
- Registro de datos en tablas de *software Microsoft Excel*.

3.2.1 Técnicas de investigación

Las técnicas más empleadas en las investigaciones etnográficas son las observaciones y las entrevistas, por lo que se realizó una observación participativa en la cual el etnógrafo colabora de forma activa y así puede recoger información necesaria para la investigación, con lo cual se consiguió una descripción de los grupos sociales y las escenas culturales de los mismos todo esto a través de la vivencia de las experiencias. El entrevistador para realizar las preguntas se apoyó en el inventario y la investigación sobre las especies vegetales presentes en la zona que se hizo previamente. En definitiva, tanto para las entrevistas como para la observación participativa, el investigador tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- El contexto.
- Los efectos que cause el propio investigador en el grupo.

- La necesidad de crear una relación de comunicación.
- Crear relaciones con los miembros del grupo (Murillo & Martínez, 2010).

Se utilizaron las fichas etnobotánicas que resultan ser instrumentos valiosos que apertura la posibilidad de diálogo y acercamiento con las comunidades, los formatos de las fichas para el registro de información son variables debido a las características e intereses que tenga el estudio o investigación (Soliz & Maldonado, 2012) (Figura 29).

Figura 29. Modelo Ficha etnobotánica

FICHA ETNOBOTÁNICA			
Especie:			
Nombre Común:		Fecha:	
Nombre científico:		Localización:	
PARTE UTILIZADA			
Raíz			
Tallo			
Hojas			
Flores			
Frutos			
Otros			
USO TRADICIONAL- POPULAR			
Medicinal			
Gastronómico			
Económico			
Otros			
	PREPARACIÓN		
	ADMINISTRACIÓN		
FOTOS			

Las entrevistas permitieron establecer un vínculo directo entre el investigador y el entrevistado, quien accedió a compartir los conocimientos tradicionales que han adquirido a través de los años de generación en generación acerca del uso de las plantas para la obtención de algún beneficio, y cómo se ha ido incorporado a la vegetación en su vida cotidiana. La selección de los entrevistados se realizó por conveniencia en donde se priorizó los pobladores con experiencia y sabiduría en cuanto al conocimiento de las plantas, datos que fueron recopilados en los talleres participativos (Figura 30).



Figura 30. Entrevistas a los comuneros de la comunidad de Reten

Se obtuvieron 13 fichas etnobotánicas de las especies vegetales más conocidas y utilizadas en la comunidad las cuales se muestran a continuación:

Tabla 16. Descripción de las especies vegetales del páramo de la comunidad Reten según las fichas etnobotánicas insitu.

Especie	Nombre común	Categoría de uso	Uso y aplicaciones
<i>Azorella pedunculata</i>	Tultul, Aky, Aunk	Medioambiental	Humectante del páramo
<i>Daucus montanus</i>	Tultul macho	Medicinal y alimento de animales vertebrados	Su tallo, hojas y flores en infusión son consumidas como bebida refrescante.
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>		Alimento de animales vertebrados	La especie es consumida como alimento para ganado.
<i>Bidens andicola</i>	Nachac	Medicinal	Su raíz y flores en infusión son consumidas como bebida refrescante.
<i>Baccharis prunifolia</i>	Atuc Sara	Alimento de animales vertebrados	La especie es consumida como alimento para ganado
<i>Gynoxys buxifolia</i>	Calaguala	Medicinal	Su raíz en infusión es consumida durante el día, como bebida refréscate.

<i>Monticalia arbutifolia</i>	Arquetecto	Medicinal	Sus hojas y flores en infusión son consumida durante el día, como bebida refrescante.
<i>Valeriana microphylla</i>	Malva blanca	Medicinal	Su raíz, tallo, hojas, flores, frutos en infusión son consumidas una vez al día, como bebida refrescante.
<i>Drymaria ovata</i>	Malva, Shubguer	Medicinal	Su raíz, hojas, flores en infusión son utilizada para baños y refrescos.
<i>Trifolium repens</i>	Trébol	Alimento de animales vertebrados	La especie es utilizada como alimento para ganado.
<i>Halenia weddeliana</i>	Alverjilla	Medicinal	Sus raíz, tallo, hojas, flores y frutos en infusión son consumidas durante el día, como bebida refrescante.
<i>Gentiana sedifolia</i>	Alegría de Paramo	Alimento de animales vertebrados	La especie es utilizada como alimento para ganado.
<i>Clinopodium nubigenum</i>	Tipillo	Medicina	Sus hojas en infusión son consumidas como refresco, y se preparan en agua una vez al mes.
<i>Stachys elliptica</i>	Amapola	Medicinal	Sus flores en infusión son consumidas, como bebida refrescante.
<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja	Medicinal y otros usos	Sus raíz y tallo en infusión son consumidas como bebida refrescante.
<i>Agrostis perennans</i>	Paja	Forraje	Se utiliza como alimento del ganado
<i>Agrostis breviculmis</i>	Pasto	Alimento de animales	Es utilizada como alimento para los conejos
<i>Rumex acetocella</i>	Puca Yuyo	Alimento de animales vertebrados	La especie es utilizada como alimento para el ganado.
<i>Lachemilla orbiculata</i>	Tultuc Macho	Medicinal y alimento de animales vertebrados	Su tallo, hojas, flores en infusión son utiliza como refresco, además la planta se utiliza como alimento para vertebrados.

3.2.2 Descripción taxonómica, morfológica y etnobotánica de las especies recolectadas en la comunidad.

Posteriormente para realizar la descripción botánica de las especies se procedió a recopilar información para desarrollar la fundamentación teórica a través de la revisión de artículos científicos, tesis académicas y otras fuentes bibliográficas con lo cual se armó un banco de datos que se puede observar a continuación (Tabla 17).

Tabla 17. Descripción botánica de las especies recolectadas en la comunidad Reten

Familia: Apiaceae Nombre científico: <i>Azorella pedunculata</i>	
	Plantas dispuestas en almohadillas muy compactas y grandes de hasta 2 m de diámetro. Hojas amontonadas al final de las ramas de hasta 1 cm de largo, duras y brillantes, tienen el ápice profundamente partido en 3 a 5 lóbulos espinosos. Inflorescencia pequeña, mide menos de 1 cm y tiene hasta 20 flores. Flores diminutas, miden 3 mm de largo, de color verde amarillento.
Familia: Apiaceae Nombre científico: <i>Daucus montanus</i>	
	Hojas de 3.5 a 12 cm de largo por 2.5 a 5 cm de ancho, con una vaina en la base. Inflorescencia: Pedúnculo de 4.5 a 5 cm de largo. Flores con pétalos blancos o purpúrameos a 1 cm de largo, pedicelo (soporte de una flor) de 3 a 20 mm de largo. Fruto de 2 a 6 mm de largo por 3 mm de ancho, oblongo, frecuentemente purpúreo, superficie con comisuras con dos hileras de pelos hispídeos; carpóforo (parte entre los dos frutos parciales) entero.
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Hydrocotyle bonplandii</i>	
	Hierbas perennes, rastreras o escandentes. Hojas alternas, simples, peltadas o no, palmatinervias y a veces palmatilobadas o -divididas, estipuladas, con pecíolo no envainador. Inflorescencias umbelas simples u ocasionalmente en espigas o verticilos, involucreo inconspicuo o ausente. Flores pediceladas o sésiles, blancas a purpúreas (MISSOURI BOTANICAL GARDEN, 2023).
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Bidens andicola</i>	

	Hierba perenne de hasta 60 cm de altura, con tallos erectos. Hojas muy recortadas que crecen mayormente en la parte inferior del tallo. Flores agrupadas en capítulos amarillos, que crecen solitarios en el ápice de los tallos (Farm, 2016).
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Diplostephium glandulosum</i>	
	Arbustos de hasta 3 m de alto; ramas y la cara inferior de las hojas con pelos lanosos de color grisáceo. Hojas alternas y lineales, gruesas, de hasta 1,2 cm de largo. Flores externas (± 20) son irregulares con una lengüeta de 15 mm de largo de color lila intenso; flores internas son tubulares y con 5 dientes, de color amarillo.
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Baccharis genistelloides</i>	
	Hierbas rígidas que miden hasta 0,5 m de alto. No tienen hojas. Inflorescencias en capítulos solitarios o en grupos, están ubicadas a lo largo de los tallos, miden hasta 0,7 cm de diámetro, las brácteas con tonos rosados. Flores numerosas, tubulares, de hasta 5 mm de largo, blancas. Frutos tienen una corona de pelos blancos, que miden 6 mm de largo.
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Hypochaeris sessiliflora</i>	
	Hierbas bajas de hasta 5 cm de alto. Hojas dispuestas en rosetas basales, de hasta 2,5 cm de largo, alargadas y estrechas. Inflorescencia formada por cabezuelas solitarias que miden hasta 3 cm de diámetro. Flores numerosas, irregulares, tienen una lengüeta llamativa de color amarillo con 5 pequeños dientes. Frutos presentan una corona de pelos plumosos, de 15 mm de largo, de color blanco o rojizo.
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Lasiocephalus ovatus</i>	
	Subarbustos de hasta de 0,8 m, que presentan tallos con costillas notorias. Hojas dispuestas en espiral muy cercanas unas de otras, patentes, ovadas, 0,8-1 cm de largo, enteras, gruesas, haz color verde brillante, Inflorescencias terminales, solitarias, las cabezuelas hasta de 1,5 cm, sésiles. Flores todas tubulares, color verde-limón. (Araujo Baptista et al., 2020)

Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Baccharisprunifolia</i>	
	Matas perennes, que miden de 1 hasta 6 m de altura. Ramas erectas o ascendentes, raramente postradas. Hojas caulinares, escasas o ausentes. Floración, lanceoladas, ovaladas oblongas o romboidales con borde entero o serrados. Los capítulos, generalmente en panículas o corimbos, son unisexuales con involucros pequeños que no llegan al cm. Sus brácteas van de 20 hasta de 2-5 filas son usualmente de color verde, pero también rojo o púrpura. El receptáculo puede tener formas diversas, desde llano hasta cónico y glabro hasta tomentoso. Las flores son todas floculadas.
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Gynoxys buxifolia</i>	
	Arbustos hasta de 2 m de alto, cubiertos con una capa densa y lanosa de tricomas color blanco-gris. Hojas opuestas, hasta de 1,5 cm de largo, ovadas. Inflorescencias de varias cabezuelas, cada una de hasta 0,5 cm de diámetro. Flores de dos tipos: flores marginales, cuando están presentes (alrededor de 5), son irregulares y tienen una lígula corta de 4 mm de largo, de color amarillo, las flores del disco (alrededor de 15) son tubulares y con 5 dientes, color amarillo. (Minga et al., 2016)
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Monticaliaarbutifolia</i>	
	Arbusto escandente con ramas teretes, glabras, corteza subescamosa, ramas más jóvenes densamente foliadas. Hojas alternas, simples; pecíolo de 1–2 mm de largo; lámina elíptico-ovada, coriácea, de 6.5–10×2–4.5 mm, rígida, margen aserrado, revuelto, glabro. Flores unisexuales y bisexuales; brácteas en la base del capítulo subuladas a linear-lanceoladas, involucro de brácteas campanulado, 1-seriado, 8–13 filarias, libres; 4–12 flores del radio pistiladas, papus 1-seriado, corola amarilla, ligulada, ovario ínfero; Fruto cipsela oblonga, 5-costada; papus persistente, cerdas sedosas.
Familia: Asteraceae Nombre científico: <i>Taraxacumofficinale</i>	
	Hierba perenne que se prolonga inferiormente en una gruesa raíz axonomorfa. Hojas, alternas, alargadas (hasta 40 cm) y sin pecíolo diferenciado, de forma característica. Flores hermafroditas, con corola terminada en 5 pequeños dientes, amarilla.
Familia: Bartramiaceae Nombre científico: <i>Breutelia tomentosa</i>	

	Usualmente de color verde, sus filidios son cresposos cuando están secos, miden hasta 6 mm son de forma lanceolada, con el ápicedentado y el nervio excurrente, presenta unaseta de hasta 2 cm de largo, con capsula esférica y asimétrica (Calzadilla et al.,2014).
Familia: Brassicaceae Nombre científico: <i>Nasturtiumofficinale</i>	
	Planta perenne, acuática o semiacuática de entre 10 a 50 cm de altura que se agrupa en grandes colonias. Tallos ascendentes huecos y algo carnosos. Hojas, de color verde oscuro, son glabras, bipinnadas y con limbo ancho. Flores, pequeñas y blancas, se reúnen en ramilleteso panículas terminales.
Familia: Caprifoliaceae Nombre científico: <i>Valeriana microphylla</i>	
	Arbustos bajos, erectos o algo recostados, hasta de 60 cm de alto, con olor fétido. Hojas opuestas, decusadas, ovadas o elípticas, gruesas, hasta de 10 mm de largo. Inflorescencias terminales, hasta 5 cm de largo, con numerosas flores pequeñas, tubulares, alrededor de 3 mm de largo, con 5 lóbulos cortos, de color blanco o rosado, con tintes lilas; 3 estambres. Fruto en aquenio, alrededor de 1,5 mm, con forma lunular, coronado por un vilano plumoso, alrededor de 3 mm (Minga et al., 2016).
Familia: Caryophyllaceae Nombre científico: <i>Drymaria ovata</i>	
	Hierbas anuales o perennes, postradas, erectas o apoyantes. Tallos de hasta de hasta 50 cm de largo, glabros. Hojas opuestas, ovada-deltoides a reniformes, de 5-40 × 5-30 mm, de base truncada o subcordada, ápice redondeado. Flores con 5 sépalos, ovados a elípticos, de 4-6,5 mm de largo. Fruto una cápsula ovoide a elipsoide, de 2- 4,5 × 1,5-2 mm Semillas 2-15, orbiculares, globosas, de 0,6-1,5 mm de diámetro.
Familia: Cyperaceae Nombre científico: <i>Carex bonplandii</i>	
	Plantas cespitosas, con rizomas cortos; culmos 15–60 cm, trígono, escábridos en el ápice. Hojas solamente en la base, más cortas que los culmos; Espigas de 4 a 12 mm, ovoides- elipsoides, generalmente. Flores estaminadas en la base y pistiladas con la gluma más corta que el periginio. Presenta 2 aquenios lenticulares, no más de la mitad del periginio

Familia: Dryopteridaceae Nombre científico: <i>Polystichumorbiculatum</i>	
	Helechos terrestres, con hojas muy estrechas. Rizoma de 2-4 cm de diámetro, no ramificado. Escamas lanceoladas. Hojas hasta de 35 cm de alto, 2 pinnado- crenulado; pinnas hasta 4×1 cm, oblicuas, las pínulas obtusas, marcadamente revolutas. Raquis sin una yema prolífera, escamas del raquis anaranjado- amarillentas, descolorido cuando envejecen. Soros abaxiales sobre las nervaduras de color café.
Familia: Dryopteridaceae Nombre científico: <i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	
	Epífita o terrestre; rizoma 3-4 mm de diámetro, compacto a cortamente rastrero; escamas del rizoma 1,5-2,5 mm. Hojas 40-70 cm, próximas; filopodios evidentes; pecíolo 30-45 cm de largo, pardo- amarillento a pardo escamas del pecíolo 0,5-1,5 mm, esparcidas a densas, lanceoladas a orbiculares, adpresas, concoloras, negras o negras con los márgenes blancos, lustrosas, los márgenes ciliado-denticulados.
Familia: Ericaceae Nombre científico: <i>Pernettyaprostrata</i>	
	Arbustos bajos, hasta de 30 cm de alto, muy ramificados. Hojas alternas, lanceoladas, hasta de 1,5 cm de largo, coriáceas, los márgenes aserrados; pecíolos muy cortos, hasta de 4 mm. Flores solitarias, sobre pedicelos hasta de 10 mm, el cáliz corto con 5 lóbulos triangulares, alrededor de 4 mm, que se vuelven carnosos en el fruto; la corola urceolada, 5-7 mm de largo con 5 dientes cortos, recurvados, blanca y a vece teñidas de rosado; estambres 10.
Familia: Fabaceae Nombre científico: <i>Vicia andicola</i>	
	Planta herbácea anual o perenne. Tallos delgados y ramificados en posición vertical, muchas especies tienen zarcillos con los que trepan sobre otras plantas. Hojas pinnadas los raquis terminan en un zarcillo o una punta con púas. Flores individuales hasta con unas pocas en las axilas de las hojas o en laxas inflorescencias racemosas. Flores hermafroditas, zigomorfas y con doble perianto.
Familia: Fabaceae Nombre científico: <i>Trifoliumrepens</i>	
	Hierba perenne de hasta 35 cm de altura. Hojas largamente pecioladas, digitado- trifolioladas, con folíolos de 5 a 30 x 6 a 25 mm, estipulas de hasta 12 mm, lanceoladas, abrazadoras, membranosas. Flores blancas a rosado pálidas, de 7 a 12 mm, con corola papilionada con alas más largas que la quilla, que se vuelven campanuladas al madurar,

	agrupadas en número de 50 o más en cabezuelas globosas, axilares. Fruto legumbre de 3,5 a 5,5 x 1,5 a 2 mm, ovoide.
Familia: Gentianaceae Nombre científico: <i>Halenia weddeliana</i>	
	Hierba terrestre de hasta unos 20centímetros de altos, base de la planta es leñosa, además posee tallos subterráneos. Hojas escasas muy largas. Flores en forma de cacho de ciervo o venado del cual se deriva su nombre común en los pueblos quechuas la conocen como Taryga yuyu. Flores de color amarillo un poco verdoso.
Familia: Gentianaceae Nombre científico: <i>Gentiana sedifolia</i>	
	Hierbas pequeñas de 12 cm de largo y 4 cmde alto con hojas estrechas, opuestas de hasta 0,7 cm de largo. Flores pequeñas en forma de embudo de hasta 1 cm de diámetro de color azul pálido o violeta, con un centro amarillo, blanco o amarillo pálido; estas se cierran por la noche o durante los días fríos y nublados.
Familia: Lamiaceae Nombre científico: <i>Clinopodium nubigenum</i>	
	Hierba terrestre, muy aromática,recubierta de pelitos blancos, tendida, forma alfombras. Tallos son de color café rojizo. Hojas opuestas, ovadas que miden hasta 4 mm de largo, están amontonadas en los tallos y tienen pelos esparcidos. Lasflores son solitarias y se encuentran en las axilas de estas; son tubulares con 5 lóbulos, de color lila muy claro casi blancocon tintes oscuros en el centro.
Familia: Plantaginaceae Nombre científico: <i>Plantago australis</i>	
	Hierbas terrestres de hasta 40 cm de alto. Hojas dispuestas en una roseta en la base, de hasta 40 cm de largo, lanceoladas de color verde con tintes morados y superficies con pelos cortos y nervios muy notorios. Inflorescencia alta, mide hasta 40 cm, con flores muy poco vistosas, se disponen a lo largo del eje elevado, miden 5 mm de largo y son verdosas.

Familia: Poaceae Nombre científico: <i>Calamagrostisintermedia</i>	
	Hierbas en macollas densas, miden hasta 80 cm de diámetro. Hojas lineales de hasta 80 cm de largo; bordes doblados de apariencia cilíndrica a las hojas. Inflorescencias llamativas que miden hasta 90 cm de largo. Flores reducidas que miden hasta 10 mm de largo
Familia: Poaceae Nombre científico: <i>Agrostis perennans</i>	
	Plantas cespitosas, hasta 50cm. Hojas generalmente caulinares; lígula 2-5 mm; lámina 5-16 cm × 1,5-4 mm, aplanada, rara vez involuta (hojas basales). inflorescencia verde, 7-23.5(-27) cm, laxa, las ramas patentas; raquilla no prolongada por la base del flósculo. Espiguillas de 2 a 3 mm; glumas subiguales, acuminadas; lema 1.5-2.2 mm, no aristada o discretamente recto-aristada, la arista insertada cerca del medio; pálea ausente inconspicuas.
Familia: Poaceae Nombre científico: <i>Agrostis breviculmis</i>	
	Se caracteriza por tener panículas más o menos abiertas, con espiguillas pequeñas y pedicelada sobre pedúnculos verticilados en el eje de la inflorescencia. Glumas más o menos iguales, agudas, apuntadas o aristadas y aquilladas, más largas que las glumillas, y encerrando una sola flor fértil, a menudo con otra rudimentaria. Con hojas puntiagudas de color verde azulado, lígula corta y sin aurículas. Tiene rizomas bien desarrollados, los tallos son rastreros y enraizan en las nudosidades.
Familia: Polygonaceae Nombre científico: <i>Rumex acetocella</i>	
	Hierba perenne, con tallos subterráneos sin pelos. Alcanza hasta 40 cm de alto. Tallo erguido o tendido en el suelo y con las puntas ascendentes, verde o rojizo, estriado, simple o ramificado, sin pelos. Hojas alternas, las basales de hasta 6 cm de largo, sobre largos pecíolos (de 1 a 10 cm de largo), ápice agudo o acuminado, borde entero, sin pelos. Hojas superiores más chicas y sin los lóbulos de la base. Flores unisexuales en panículas de color rojo o amarillo.
Familia: Ranunculaceae Nombre científico: <i>Ranunculus praemorsus</i>	

	Hierbas terrestres, de hasta 10 cm de alto, con pelos sedosos. Las hojas son de dos tipos: las de la base miden hasta 1 cm de largo, tienen forma arriñonada con el borde crenado y pecíolos largos y delgados; las otras son alternas en el tallo y profundamente divididas. Las flores son solitarias y terminales, miden hasta 15 mm de diámetro, con 5 pétalos de forma espatulada, de color amarillo limón; los pistilos son numerosos y amarillos.
Familia: Rosaceae Nombre científico: <i>Acaena ovalifolia</i>	
	Se trata de una hierba perenne rizomatosa, con follaje ralo y tallos tendidos en el suelo en forma horizontal hacia los extremos y también erectos de hasta 15 cm. Las hojas son de color verde intenso, con la superficie encerada al tacto, alternas, compuestas, imparipinnadas, con 2 a 4 pares de folíolos aovados y con bordes aserrados. Las inflorescencias reúnen numerosas flores en cabezuelas terminales, largamente pedunculadas, de color blanco.
Familia: Rosaceae Nombre científico: <i>Lachemilla orbiculata</i>	
	Hierbas rastreras, forman alfombras al nivel del suelo. Las hojas están dispuestas en una roseta en la base, miden hasta 3,5 cm de largo, tienen forma orbicular - arriñonada, la superficie con vello blanco; los bordes tienen de 9 a 11 lóbulos, son dentados. Las flores miden hasta 4 mm de largo, son de color verde -amarillento.

Además, se realizó la fundamentación teórica del uso de las especies vegetales, lo cual se muestra en la Tabla 18. Los hallazgos bibliográficos revelan que estas especies son utilizadas para una variedad de propósitos que incluyen diferentes usos como: social, alimenticio, medicinal, material, apícola, combustible, tóxico, aditivo de alimentos. En este análisis se resalta la importancia del cuidado de los conocimientos ancestrales.

Tabla 18. Descripción etnobotánica de la vegetación del páramo de la comunidad de Reten

Especie	Categoría de uso	Uso y aplicaciones
<i>Azorella pedunculata</i>	Social	Con la planta se elaboran arreglos de pesebre en época navideña.
<i>Daucus montanus</i>	Social, ali- mento de animales vertebrados	Las personas conocidas en las comunidades como brujos utilizan la planta para que ayude o haga favores a la gente, es utilizada para atraer la suerte. Esta especie es utilizada como Alimento para conejos.

<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	Medicinal	Las hojas y flores en infusión sirven para los nervios, en emplastos para endurecer el shungo, hinchazones y alimento para los chanchos.
<i>Bidens andicola</i>	Social	Es una bebida refrescante para el dolor de cabeza causado por la exposición al sol además es usada para bañar a las mujeres después del parto (Aguirre Mendoza et al., 2014).
<i>Diplostephium glandulosum</i>	Medicinal	Según (Mabel & Gerardo, 2019) esta especie es utilizada para el cabello, fiebre y gripa.
<i>Baccharis genistelloides</i>	Medicinal	Esta especie es ampliamente usada de manera tradicional en diabetes y obesidad.
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	Alimenticio, alimento de animales vertebrados, social, Medicinal	La raíz tostada y luego filtrada se usará para preparar una bebida similar al café. También la planta sirve como alimento para cerdos. El látex tiene propiedades purgantes y las mujeres los usan en sus pezones cuando quieren que sus hijos dejen de lactar. La raíz tiene propiedades diuréticas por lo que sirve para tratar afecciones del hígado, riñones, y para elaborar jarabes y tónicos.
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	Medicinal	Las hojas se usan en forma de decocción como: diurético, depurativo y para tratar la sífilis; y por vía tópica para el tratamiento de algunas afecciones inflamatorias de la piel.
<i>Baccharis prunifolia</i>	Materiales, medicinal	Esta es una especie leñosa que sirve para levantar cercas vivas, siendo muy la cual es muy utilizada en la antigüedad para curar el espanto de los niños.
<i>Gynoxys buxifolia</i>	Materiales, alimento de animales vertebrados, apícola, medicinal	Las hojas se usan como forraje de animales. Sus flores son visitadas por las abejas. Muy usada para tratar afecciones indeterminadas. También es utilizada como leña y forraje para animales.
<i>Monticalia arbutifolia</i>		No se registran usos
<i>Taraxacum officinale</i>	Social, medicinal	La especie presenta usos medicinales y es de uso ornamental.
<i>Breutelia tomentosa</i>	Medicinal	Los musgos son utilizados por muchas culturas para tratar diferentes enfermedades, probablemente por sus compuestos bioactivos, algunos de los cuales pueden presentar actividad antioxidante.
<i>Nasturtium officinale</i>	Alimenticio, social, medicinal	Las hojas y ramas son comestibles, con ellas se preparan ensaladas y sopas. El zumo de la planta, con limón, se usa para purificar la sangre, el hígado y la vesícula biliar. Sirve como estimulante y es utilizada en infusión como diurético.

<i>Valeriana microphylla</i>	Alimenticio, combustible, medicinal	Esta especie se usa para preparar infusiones, como forraje de animales, para fabricar carbón, hilar lana; la decocción de la planta, con cola de caballo, diente de león y helecho, es diurética, es utilizada para combatir el cáncer de mama
<i>Drymaria ovata</i>	Medicinal	La infusión se usa como potente diurético. La especie es utilizada en baños en el parto.
<i>Carex bonplandii</i>	Alimento de animales vertebrados	Utilizada como alimento para el ganado (Minga Ochoa, 2014)
<i>Polystichum orbiculatum</i>	Alimento de animales vertebrados, materiales	Esta especie se usa como forraje de animales, sustrato para hacer geminar el maíz para la jora, también como escobas y adornos de nacimientos.
<i>Elaphoglossum cuspidatum</i>	Social	Se usa como anticonceptivo
<i>Pernettya prostrata</i>	Alimenticio, medicinal	Combate ciertas deficiencias de vitamina C y presenta actividad antioxidante, además sirve para fermentar la chicha. Su fruto es comestible utilizado para preparar coladas, sus hojas son comestibles además son alimento de chivos, con las ramas se elaboran escobas, los frutos tienen propiedades narcóticas, psicotomiméticas e intoxicantes, cuando se ingieren inducen alucinaciones y otras alteraciones psíquicas y motoras, la planta es tóxica para los humanos y los animales domésticos, también es usada por sus propiedades hipotensoras.
<i>Vicia andicola</i>	Alimenticio, medicinal, social	Esta especie es utilizada como ornamento forraje de animales. La infusión de la planta entera, combinada con toronjil, valeriana y ortiga negra, se usa para tratar afecciones de los nervios, la infusión de la planta se bebe para regular el ciclo menstrual y se usa como cardiotónico para tratar problemas del corazón.
<i>Pernettya prostrata</i>	Alimenticio, materiales, social, medicinal, combustible	El fruto es comestible, se usa para preparar coladas, las hojas son alimento de chivos, con las ramas se elaboran escobas, los frutos tienen propiedades narcóticas, psicotomiméticas e intoxicantes, la planta (en particular los frutos, semillas y hojas) es tóxica para los humanos y los animales domésticos, también es usada por sus propiedades hipotensoras Leña para cocinar
<i>Trifolium repens</i>	Medicinal	Junto a otras especies herbáceas para el dolor de piedra de lavezja o riñones
<i>Halenia weddeliana</i>	Alimento de animales	Esta especie es utilizada como alimento para animales domésticos, venado y lobo de páramo

<i>Gentiana sedifolia</i>	Medicinal	Es una especie Amarga, tónica y estomacal.
<i>Geranium laxicaule</i>	Alimento de animales vertebrados	Esta especie es utilizada como alimento para animales domésticos, venado y lobo de páramo
<i>Gunnera magellanica</i>	Aditivo de alimentos	Se usa para espumar la leche y como planta ornamental.
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	Social, medicinal	Esta especie es utilizada para limpiezas de mal aire. Baños posparto. La infusión de sus flores es utilizada para los nervios y el estrés
<i>Clinopodium nubigenum</i>	Medicinal	Esta especie es utilizada para malestares generales, elevar el calor corporal, dolores gastrointestinales.
<i>Stachys elliptica</i>	Medicinal alimento de animales vertebrados	Sus mas se utilizan para preparar aguas
<i>Huperzia crassa</i>	Combustible	Leña para cocinar
<i>Plantago australis</i>	Medicinal	Esta especie junto a otras es muy utilizada para combatir inflamación de los riñones, trastornos del aparato digestivo, purgante, trastornos de garganta, diabetes y cáncer.
<i>Calamagrostis intermedia</i>	Alimento de animales vertebrados, material	Fabricación de canastas y carteras, Alimento de llamas y ovejas.
<i>Agrostis perennans</i>	Alimento de animales vertebrados	Es una especie característica de los páramos utilizada en la pratericultura como alimento del ganado
<i>Agrostis breviculmis</i>	Alimento para vertebrados	Es utilizado como alimento para animales domésticos, venado y lobo de páramo
<i>Rumex acetocella</i>	Alimento de animales para vertebrados	Esta especie es utilizada como alimento para el ganado
<i>Ranunculus praemorsus</i>	Medicinal	Esta planta se usa para tratar una variedad de condiciones de salud que incluyen presión arterial alta, ojos rojos, problemas de hígado, riñón y vejiga, vómitos, cólicos renales, envenenamiento, inflamación del útero, ovarios y hemorragia. La planta generalmente se administra a través de una infusión por vía oral
<i>Acaena ovalifolia</i>	Medicinal, materiales, social	Tratamiento de enfermedades venéreas. La infusión de hojas y tallos se utiliza para la pancreatitis. El polvo de la planta sirve para curar úlceras y en infusión se aplica después de limpiar las heridas. Con el polvo también se elabora talco para bebés. El jugo se usa para disminuir los efectos de la insolación. Es un anticonceptivo reversible. Además de la planta se obtiene un tinte color café grisáceo.

<i>Lachemilla orbiculata</i>	Alimento de animales vertebrados	Lashojas sirven para forraje de ganado vacuno, ovino, caprino y cuyes. Especie adecuada para evitar la erosión de los suelos, sobre todo en las regiones altas.
------------------------------	----------------------------------	---

3.2.3 Conclusiones

Los estudios etnobotánicos establecen las interacciones entre los seres humanos y las especies vegetales, lo que posibilita conocer los aspectos biológicos y las bases culturales en cuanto a la utilización de las plantas, además del manejo que realizan las comunidades sobre los recursos naturales a través del tiempo. A través del presente estudio se ha determinado que la etnobotánica como menciona (Araújo Monteiro Lobo et al., 2022) es un parámetro para la elaboración de estudios sobre el plano cultural de los pueblos, conociendo así su comportamiento e interacciones, por lo cual mediante el uso de encuestas y entrevistas se crean bases de datos sobre la diversidad de especies vegetales y la utilidad que estas tienen para las personas del lugar, de esta forma mantienen su identidad cultural. lo cual es ratificado por Villagrán & Squizzato, (2017) al mencionar que los estudios etnobotánicos contribuyen al conocimiento del pensamiento descriptivo y mítico de la naturaleza vegetal que se fundamentan en base a referencias botánicas, en donde se tiene el objetivo de obtener un análisis y reconocimiento de la biodiversidad ecológica, además de una visión completa del uso de las especies vegetales. Es así que el uso de metodologías participativas es fundamental para la recolección de información por lo que, Soliz & Maldonado, (2012) manifiestan que son herramientas que se han elaborado para poder identificar, recoger y organizar información, lo cual se presenta en diferentes escenarios, que ayudan en la construcción de estrategias participativas, estas metodologías serán siempre mejores en tanto más autonomía siembren y más fortalezcan a las comunidades y a su tejido social, pero sobre todo mientras alienten, al mayor número de personas, a ser parte activa de los procesos de transformación. Estas metodologías facilitan el acercamiento con las comunidades y el conocimiento ancestral que establece la importancia, beneficios y usos del entorno vegetal.

Mediante la aplicación del estudio etnobotánico se pudo evidenciar que las áreas de producción agropecuaria están limitadas al desarrollo de la agricultura intensiva, en las cuales se encuentran grandes pendientes, baja fertilidad del suelo además de la falta de

agua de riego, existe además la destrucción progresiva de relictos de bosques nativos, debido a la gran presión de los pobladores que buscan explotar nuevas superficies para establecer actividades agropecuarias, cabe mencionar que la vegetación es utilizada para otras actividades como la construcción, la alimentación humana e incluso como leña. Lo que concuerda con lo señalado por Chávez, (2021) en el Plan de ordenamiento Territorial el ecosistema de páramo está siendo alterado por la incorporación de áreas con pajonal para establecer actividades agro productivas como son: agricultura y ganadería; lo cual se debe al reducido tamaño de las Unidades de Producción Agropecuaria en zonas bajas que están dedicadas a la producción agrícola por sus condiciones ambientales (PDYOT, 2015).

Se desarrollaron talleres participativos para la aplicación de entrevistas a través de fichas etnobotánicas, en las cuales se obtuvo información de los pobladores quienes fueron seleccionados por el amplio conocimiento ancestral que poseen conforme a los criterios de inclusión definidos, en donde sobresalen 13 especies las más utilizadas y representativas para la comunidad, mismas que destacan del resto por ser utilizadas en el ámbito medicinal y como alimento para el ganado. Esto muestra la importancia de la recopilación del saber popular y el rescate del uso tradicional de las plantas, saberes que han sido transmitidos de generación en generación.

Mediante el inventario florístico realizado en la comunidad Reten de la parroquia Cebadas se determinó que la especie con mayor presencia en la zona de páramo fue *Calamagrostis intermedia* conocida como paja al presentar 9217 individuos misma que de acuerdo al estudio es muy utilizada como forraje para alimento del ganado, las hojas y tallos usualmente son útiles en la construcción de techos y pequeñas chozas, se desarrolla en pastizales de gran altura y claros de bosques, posteriormente se obtuvo a la especie *Agrostis perennans* con 4481 individuos ambas especies pertenecientes a la familia Poaceae, mientras que la especie *Baccharis genistelloides* es la de menor presencia al registrarse solo un individuo en la zona de estudio la cual es utilizada como desinflamatorio, cabe mencionar que las especies vegetales recolectadas fueron identificadas y validadas a través del herbario de la ESPOCH, lo cual contribuye al desarrollo de investigaciones futuras.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO, CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA



CAPÍTULO 4

4 CARACTERIZACIÓN DEL SUELO, CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA

4.1 Suelo

4.1.1 Generalidades

Los suelos componen la parte superficial de la corteza terrestre que es el resultado de la alteración física y química de las rocas, además de los restos de las acciones de varios seres vivos que habitan en ella, por lo cual son complejos sistemas donde se presentan extensos procesos físicos y biológicos (Chávez, 2021). Además, es el soporte de bosques y el principal abastecimiento de la producción alimenticia para la población mundial, por lo que es fundamental tener acceso a información actual del estado de este recurso natural que facilita y permite planificar diferentes actividades agropecuarias, manejo correcto de los bosques y desarrollo de la infraestructura humana (Sotelo Ruíz et al., 2019).

La calidad del suelo abarca propiedades tanto físicas, químicas y biológicas que favorecen a su funcionalidad, es así que resulta primordial el monitoreo del suelo para conocer su estado, poder tomar medidas apropiadas y pertinentes en base a la conservación; de igual forma constituye relaciones y funciones entre diversos parámetros que son importantes para la sostenibilidad agrícola y ambiental (Carla Moreno et al., 2015). Sin embargo, la el desarrollo de la minería a nivel mundial afecta gravemente al recurso suelo y sus componentes, esto se debe principalmente por el cambio de uso de suelo que se deriva de actividades como desmonte y despalme del terreno; también del almacenamiento de materiales para establecer la actividad minera, esto provoca la pérdida del suelo que a su vez reduce el rendimiento agrícola estimulando hundimientos y fisuras en el área (Sanchez & Ortiz, 2016).

Ecuador es un país caracterizado por poseer una enorme diversidad y riqueza en cuanto a recursos naturales, es así como destaca la presencia de suelos de origen volcánicos que presentan alto potencial agrícola y variedad de climas, por esto el ser humano ha aprovechado estas cualidades para desarrollar la agricultura y generar diversidad de productos. Pero en algunas zonas del país se muestra bajo contenido de materia orgánica

que repercute de mala forma en el equilibrio en la retención de nutrientes, disponibilidad de agua, disminución de la erosión y mayor actividad de microorganismos, donde resulta indispensable incorporar micronutrientes (Guerrero, 2012). Por otro lado, en la provincia de Chimborazo existe la gran problemática del incremento de la demanda de los recursos naturales como flora, fauna, agua, suelo y aire los cuales son muy vulnerables, lo cual empeoró en el sector agropecuario debido a la necesidad de tierras fértiles, el avance de la frontera agrícola y la reducción de la cobertura vegetal, es así que el suelo poco a poco se ha visto estéril, sin capa arable y erosionado por la profunda sobreexplotación de las áreas agrícolas (PDYOT, 2015).

En la parroquia Cebadas la mayoría de los suelos presentan materiales piroclásticos finos provenientes de erupciones volcánicas, que a través del tiempo este material piroclástico se ha ido acumulando en varios metros de espesor, la diversidad de suelos se puede determinar por factores de índole climático, topográfico, además de la composición y edad de estos. En las comunidades de la parroquia se evidencia la intervención humana a través del desarrollo de quema de los pajonales para generar brotes tiernos para el ganado. Sin embargo, estas acciones perturban las propiedades físicas del suelo y acarrear en la pérdida de horizontes, cabe mencionar que estas prácticas se hacen en todas las zonas con cobertura correspondiente a páramo, específicamente en ciertos lugares con alta riqueza de bosques se llevan a cabo estas actividades con mayor intensidad, explotando así, bosques nativos y exóticos.

4.1.2 Caracterización del suelo

4.1.2.1 Parámetros de análisis de suelo

Los parámetros para el análisis del suelo son los siguientes:

- a) **Textura:** es la sensación que éste produce al tacto, causada por los materiales minerales que lo constituyen. La Textura se analizará por el método interno del laboratorio
- b) **Materia orgánica:** está hecha de compuestos tales como carbohidratos, ligninas y proteínas. Los microorganismos descomponen la materia orgánica en dióxido

de carbono y los residuos más resistentes en humus. Se analizará por el método interno del laboratorio (BIOFISICAAMBIENTAL, 2014).

- c) **Potencial Hidrógeno (pH):** es la energía potencial del agua, es decir, la energía libre que poseen las moléculas de agua para realizar trabajo. Se analizará por el método interno del laboratorio.
- d) **Densidad:** es una dimensión referida al total de material contenido dentro de un determinado volumen, la relación existente entre la masa que tiene un cuerpo o sustancia y el volumen que esta ocupa en el espacio donde está presente (ABC, 2022). La densidad (g/cm³) se analizará por el método interno del laboratorio.
- e) **Nitrógeno (N):** es un elemento esencial, considerado un macronutriente para todos los seres vivos, además de ser un componente específico de las proteínas, está presente en la mayor parte de las combinaciones orgánicas de los vegetales (BENIMELI, y otros, 2019). El Nitrógeno Total (mg/Kg) se analizará por el método INTERNO KJELDAHL.
- f) **Conductividad:** es un parámetro importante utilizado para estimar el nivel de sales disueltas en el agua y el suelo, las sales incluyen los nutrientes vegetales que se encuentran naturalmente en agua, suelo, fertilizantes aplicados y otros minerales disueltos (SELA, 2021). La Conductividad (us/cm) será analizado por el método EPA 9045 C mod.
- g) **Fósforo (P):** es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de fósforo para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima (MUNERA V & MEZA S, 2012). El Fósforo Total (mg/Kg) se realizará por el método interno del laboratorio.

- h) **Potasio (K):** es un macronutriente absorbido por las plantas en grandes cantidades, es el nutriente que menores problemas de disponibilidad presenta, ya que, en general, la provisión de este elemento en los suelos es aceptable. El Potasio (mg/Kg) se realizará por el método EPA SW - 846 METODO 3050 B

- i) **Calcio (Ca):** es un macronutriente secundario (como el magnesio y el azufre) que juega un papel muy importante en nuestros cultivos ya que es esencial para las plantas y además es el principal responsable de crear y mantener la estructura de los suelos agrícolas. El calcio (mg/Kg) se analizará por el método EPA SW - 846 METODO 3050 B.

- j) **Magnesio (Mg):** es uno de los macronutrientes secundarios esenciales para un correcto desarrollo de las plantas, y por ello esencial en la fertilización de los cultivos. El análisis del Magnesio (mg/Kg), se realizará por el método EPA SW - 846 METODO 3050 B.

- k) **Sodio (Na):** es un elemento abundante en el medio natural y al igual que otros elementos que pertenecen al mismo grupo no se va a encontrar en estado elemental debido a que reacciona rápidamente con los no metales. El análisis del Sodio (mg/Kg) se realizará por el método EPA SW - 846 METODO 3050 B.

4.1.2.2 Recolección de muestras

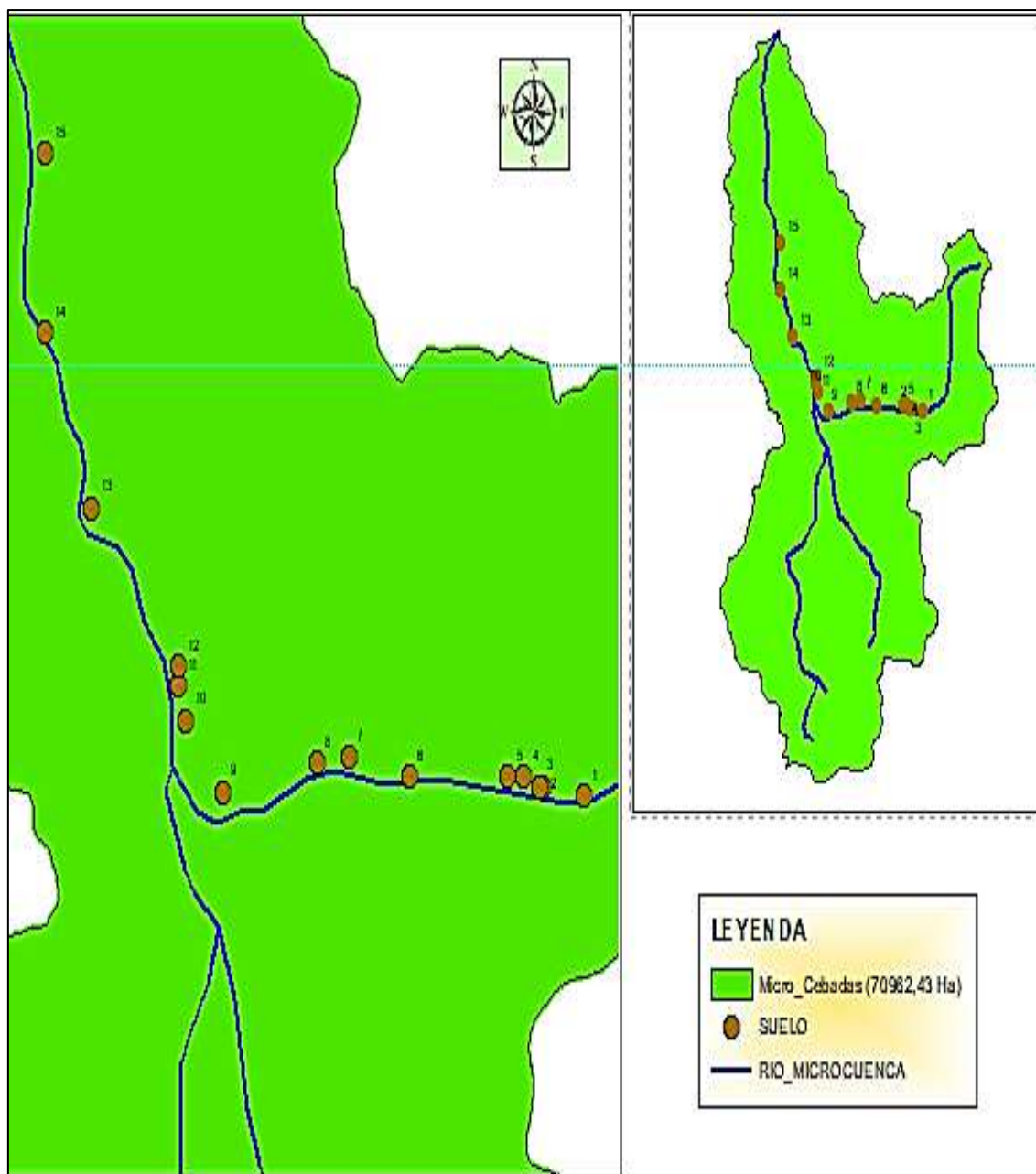
Se definieron 15 puntos de muestreo en la zona del páramo, en coordenadas geográficas UTM WGS 84 17 SUR, a la profundidad de 30 cm, se recogió a 0,25 kg de suelo, lo cual se desarrolló conforme al procedimiento y normas establecidas por el laboratorio, cuidando la integridad y condición de sanidad de las muestras. La rotulación de los envases de las muestras de suelo se ejecutó de acuerdo con el procedimiento establecido por el laboratorio, en donde se incluirá registrar los datos del sitio como: georreferenciación en Datum WGS 84 17 SUR, nombre del sector, parroquia y cantón.

Acorde a los datos obtenidos de las condiciones climáticas de la zona de muestreo, podemos evidenciar que en lo que refiere a la temperatura tenemos oscilaciones entre un mínimo de 11,6 °C y un máximo de 21,9 °C; estos cambios serian influenciados por la topografía de la zona ya que se trató de abarcar la mayor cantidad de área de estudio. Además, en los datos de porcentaje de humedad tenemos un mínimo de 49.5 % que está ligado a que se recolectó las muestras en lugares abiertos y un máximo de 85,4% que corresponde a lugares de recolección más cerrados y en relación a la presión atmosférica encontramos que los datos obtenidos son menores a los rangos normales de presión.

Tabla 19. Ubicación de los puntos de muestreo y condiciones climáticas

IDENTIFICACIÓN	COORDENADAS		CONDICIONES CLIMÁTICAS		
	17M	UTM	T (°C)	H (%)	PRESIÓN ATMOSFÉRICA (hPa)
PUNTO 1	777895	9767818	12,5	83,8	679,6
PUNTO 2	776837	9767964	15,9	75,1	679,1
PUNTO 3	776742	9767989	12,5	83,9	681,4
PUNTO 4	776347	9768140	11,6	92	678,5
PUNTO 5	775923	9768150	12,4	85,4	677,4
PUNTO 6	773334	9768150	15,3	77	681,9
PUNTO 7	771758	9768473	19	71,9	684,7
PUNTO 8	770927	9768370	15	75,3	680,5
PUNTO 9	768488	9767896	14,1	69,6	677,8
PUNTO 10	767515	9769099	14,3	68,8	690,8
PUNTO 11	767342	9769671	15,8	65,5	696,6
PUNTO 12	767344	9769992	16,2	56,5	693,6
PUNTO 13	765052	9772679	16,6	57,8	697,1
PUNTO 14	763860	9775620	17,2	59,1	705,2
PUNTO 15	763830	9778631	21,9	49,5	704,5

Figura 31. Ubicación puntos de muestreo del suelo de la microcuenca del río Cebadas



La caracterización de las propiedades fisicoquímicas del suelo en la microcuenca del río Cebadas se realizó a través de laboratorio en base a los diferentes métodos internos. Posteriormente para el análisis de los resultados se tomó como referencia los límites máximos permisibles que se presentan en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para Suelos Contaminados el cual se observa en la Tabla 20.

Tabla 20. Criterios de calidad de Suelo

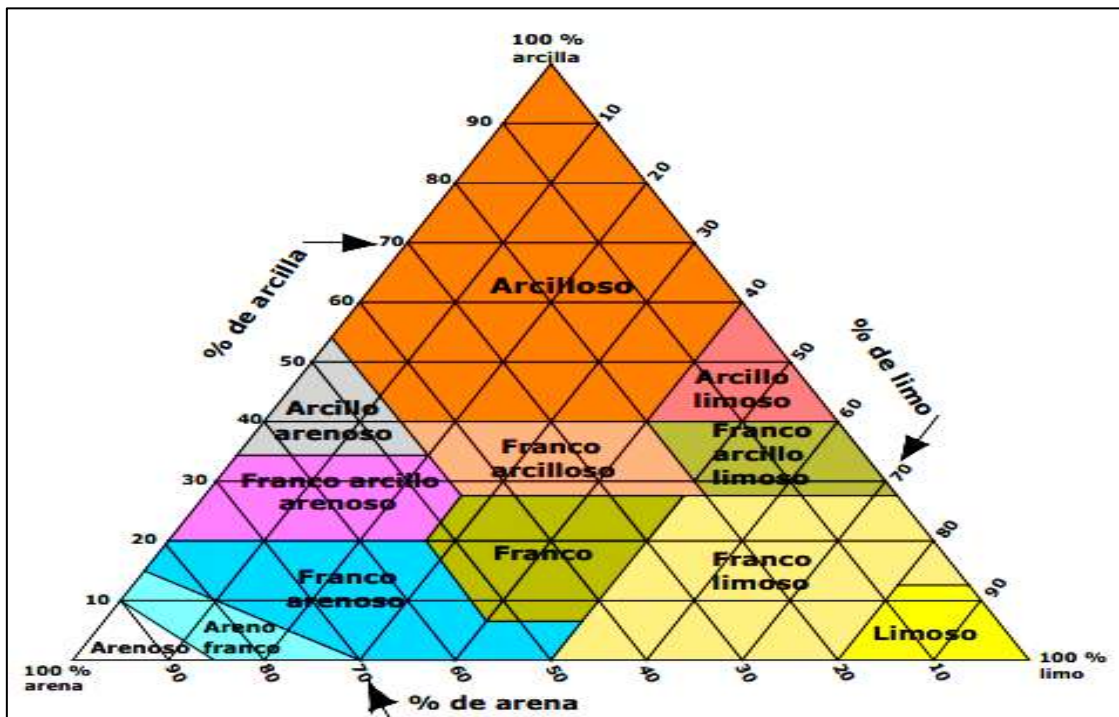
PARÁMETROS GENERALES		
Parámetros	Unidades	Valor
Conductividad	uS/cm	200
pH	.....	6 a 8
Relación de Adsorción de Sodio (índice SAR)	.....	4*
PARÁMETROS INORGÁNICOS		
Arsénico	mg/kg	12
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (Soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0,5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cromo VI	mg/kg	0,4
Cianuro	mg/kg	0,9
Estaño	mg/kg	5
Fluoruros	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0,1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	19
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60
PARÁMETROS ORGÁNICOS		
Benceno	mg/kg	0,03
Clorobenceno	mg/kg	0,1
Etilbenceno	mg/kg	0,1
Estireno	mg/kg	0,1
Tolueno	mg/kg	0,1
Xileno	mg/kg	0,1
PCBs	mg/kg	0,1
Clorinados Alifáticos (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorobencenos (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hexaclorobenceno	mg/kg	0,05
Hexaclorociclohexano	mg/kg	0,01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)	mg/kg	0,1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/kg	0,05
Hidrocarburos totales de Petróleo	mg/kg	<150
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/kg	0,1

Fuente: Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente (MAAE-Acuerdo Ministerial 097-A, 2015).

Se analizaron ciertas propiedades físicas del suelo como la textura, materia orgánica, densidad y conductividad, los niveles de inorgánicos no metálicos del suelo como pH, nitrógeno y fósforo total además de la cantidad de metales que predominan en el suelo como potasio, calcio, magnesio y sodio.

El triángulo textural de USLA representa una herramienta muy útil para obtener las clases texturales en diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla, este triángulo equilátero posee en cada lado o punta una fracción correspondiente al 100% de la anterior clase textural, todo acorde al movimiento de las agujas del reloj, el cual se divide en una serie de áreas que representan las diversas clases texturales, de los grupos de texturas con características similares. Las clases suelen asociarse en cuatro grupos principales que corresponden a las texturas arcillosas, limosas, arenosas y francas o equilibradas; según exista un componente dominante o una proporción adecuada de todos ellos (Figura 32) (Gisbert et al., 2008).

Figura 32. Triángulo textural de USLA



Fuente: (Ciancaglini, 2000).

En la Figura 33. Se observan los tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana en el cual se dividen los suelos por su tipo en livianos que representan

texturas gruesas, medios señalan texturas intermedias y los de tipo pesado muestran suelos de textura fina.

Figura 33. Tipos de suelos y texturas de acuerdo a la clasificación americana

Tipos de suelo	Textura	Relación arena-limo-arcilla (%)	Símbolo
Livianos	Arenoso	90-5-5	a
	Arenoso franco	80-15-5	aF
Medios	Franco arenoso	65-25-10	Fa
	Franco	40-40-20	F
	Franco limoso	20-65-15	FL
	Franco arcilloso arenoso	35-35-30	FAa
Pesados	Franco arcilloso	35-30-35	FA
	Franco arcillo limoso	10-35-55	FAL
	Limoso	10-85-5	L
	Arcillo arenoso	55-5-40	Aa
	Arcillo limoso	5-50-45	AL
	Arcilloso	10-20-60	A

Fuente: (Ciancaglini, 2000).

4.1.2.3 Análisis de suelo

la presencia de materia orgánica en el suelo constituye un indicador de las reservas de elementos como nitrógeno (N), fosforo (P) y azufre (S) lo cual ayuda a mejorar las propiedades químicas, físicas y microbiológicas que incide y beneficia el crecimiento de la vegetación (Muñoz Araque, 1978), aquellos porcentajes menores a 2% muestran el bajo contenido de materia orgánica, mientras que el 2 al 5% corresponde a un contenido medio y valores superiores al 5% demuestran alto contenido de materia orgánica, en el análisis de suelo se obtuvo 6,98 % de materia orgánica que corresponde a un suelo con alto contenido de elementos como nitrógeno, fosforo y azufre. En cuanto a densidad se obtuvo un valor de 0,63 g/cm³ que de acuerdo al estudio realizado por Pinos Morocho et al., (2021) observó valores de densidad de 0,64 g/cm³ que corresponde a páramos intervenidos, por otra parte en cuanto a la conductividad se determinó un valor de 424 µS/cm lo cual según el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente excede el valor máximo permisible de 200 µS/cm por lo que no cumple con un suelo de calidad.

Dentro del análisis de los parámetros inorgánicos no metálicos se obtuvo un pH de 2,2 altamente ácido que de acuerdo a la calidad de suelos del Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente se encuentra lejos del rango permisible de 6 a 8, la acidez del suelo se debe principalmente a la cantidad de precipitaciones en la zona y el origen volcánico de los páramos esto es ratificado en el PDYOT, (2015) de Cebadas en donde consta que la mayoría de sus suelos son originarios de depósitos de ceniza volcánica que son materiales piroclásticos finos resultado de erupciones volcánicas. En la Tabla 21 se puede observar que el nitrógeno y fósforo total de la muestra 1 obtuvo 0,00 mg/Kg y 0,15 mg/Kg respectivamente. En suelos de páramo la materia orgánica presenta poco nitrógeno disponible; por su parte, el potasio junto con el magnesio, son elementos que se lixivian rápidamente en comparación con el calcio; es así como, en sitios lluviosos, el contenido de potasio es bajo.

La Tabla 21. Correspondiente al primer punto de muestreo obtuvo como resultado un suelo con textura franco-arcillosa que de acuerdo al triángulo textural USLA y la figura de tipos de suelos y texturas posee una relación arena (35%), limo (30%) y arcilla (35%).

Tabla 21. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 1.

PUNTO DE MUESTREO N.1				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	6,98	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,63	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	424	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 no cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,15	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....

METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	225,41	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1221,53	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	2532,33	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	373,55	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

Para el punto de muestreo 2 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, materia orgánica superior al 5% que representa alto contenido de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,65 g/cm³ característica de ecosistemas de páramo intervenidos y un valor de conductividad de 540 lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad (Tabla 22).

Tabla 22. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 2.

PUNTO DE MUESTREO N.2				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	7,26	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,65	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	540	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,14	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	280,88	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

CALCIO	1084,75	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	2274,05	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	372,26	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 23 con respecto al punto de muestreo 3 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, establece una materia orgánica de 9,09 que resulta superior al 5% que representa alto contenido de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,55 g/cm³ característico de ecosistemas de páramo naturales como es mencionado en el estudio realizado por Pinos-Morocho et al., (2021) y un valor de conductividad de 484 lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 23. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 3.

PUNTO DE MUESTREO N.3				
PROPIEDADES FISICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	9,09	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,55	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	484	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,01	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,10	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	458,04	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	2662,67	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

MAGNESIO	2534,45	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	631,47	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 24. con respecto al punto de muestreo 4 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, establece una materia orgánica de 4,29% que resulta inferior al 5% que representa un contenido medio de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,75 g/cm³ superior al 0,64 g/cm³ que es característica de ecosistemas de páramo alterados y un valor de conductividad de 370 lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 24. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 4.

PUNTO DE MUESTREO N.4				
PROPIEDADES FISICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	4,29	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,75	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	370	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,01	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,15	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	268,97	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1276,23	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	625,20	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	459,17	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 25. con respecto al punto de muestreo 5 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, establece una materia orgánica de 6,53 % que resulta superior al 5% que representa un contenido alto de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,61 g/cm³ característica de ecosistemas de páramo naturales y un valor de conductividad de 345 y un pH de 2,22.

Tabla 25. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 5.

PUNTO DE MUESTREO N.5				
PROPIEDADES FISICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	6,53	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,61	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	345	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,12	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	229,14	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1382,94	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	1405,73	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	408,15	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 26. con respecto al punto de muestreo 6 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, establece una materia orgánica de 8,46 % que resulta superior al 5% que representa un contenido medio de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,55 g/cm³ característico de ecosistemas de páramo naturales y un valor de conductividad de 460 lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro

VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 26. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 6

PUNTO DE MUESTREO N.6				
PROPIEDADES FISICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	8,46	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,55	g/cm3	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	460	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,11	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	255,53	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1433,98	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	2259,52	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	520,23	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 27. con respecto al punto de muestreo 7 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 7,35 % que resulta superior al 5% que representa un contenido alto de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,64 g/cm3 característica de ecosistemas de páramos alterados y un valor de conductividad de 442 que excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. y un pH

de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 27. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 7

PUNTO DE MUESTREO N.7				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	7,35	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,64	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	442	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,01	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,18	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	452,34	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1037,94	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	976,24	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	399,44	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 28. con respecto al punto de muestreo 8 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 7,85 % que resulta superior al 5% que representa un contenido alto de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,65 g/cm³ característica de ecosistemas de páramos alterados y un valor de conductividad de 540 que excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 28. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 8

PUNTO DE MUESTREO N.8				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	7,85	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,65	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	540	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,10	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	752,37	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1753,66	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	1573,83	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	551,83	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la

Tabla 29. con respecto al punto de muestreo 9 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 10,51 % que resulta superior al 5% que representa un contenido alto de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,66 g/cm³ característica de ecosistemas de páramos alterados y un valor de conductividad de 564 μS/cm lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,23 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 29. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 9

PUNTO DE MUESTREO N.9				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	10,51	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,66	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	564	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,23	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,12	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	275,34	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1548,41	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	1786,55	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	501,69	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 30. con respecto al punto de muestreo 10 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 12,43 % que resulta superior al 5% que representa un contenido alto de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,59 g/cm³ característica de ecosistemas de páramos naturales y un valor de conductividad de 460 μS/cm lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 30. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 10

PUNTO DE MUESTREO N.10				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	12,43	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,59	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	460	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,10	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	215,01	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1306,6	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	2031,34	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	532,94	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 31. con respecto al punto de muestreo 11 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 3,57 % que resulta inferior al 5% que representa un contenido medio de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,74 g/cm³ superior al valor de 0,64 g/cm³ que es característica de ecosistemas de páramos alterados y un valor de conductividad de 227 μS/cm lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 31. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 11

PUNTO DE MUESTREO N.11				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	3,57	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,74	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	227	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,12	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	249,11	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	742,40	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	1265,35	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	376,54	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 32. con respecto al punto de muestreo 12 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 3,44 % que resulta inferior al 5% que representa un contenido medio de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,77 g/cm³ superior al valor de 0,64 g/cm³ que es característica de ecosistemas de páramos alterados como es mencionado en el estudio por Pinos-Morocho et al., (2021) y un valor de conductividad de 222 μS/cm lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 32. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 12

PUNTO DE MUESTREO N.12				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	3,44	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,77	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	222	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,11	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	433,51	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1053,78	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	1787,40	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	513,22	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 33. con respecto al punto de muestreo 13 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 4 % que resulta inferior al 5% lo cual representa un contenido medio de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,71 g/cm³ superior al valor de 0,64 g/cm³ que es característica de ecosistemas de páramos alterados y un valor de conductividad de 275 μS/cm lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 33. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 13

PUNTO DE MUESTREO N.13				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	4,00	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,71	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	275	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,14	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	490,41	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1938,79	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	1887,44	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	552,00	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 34. con respecto al punto de muestreo 14 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 2,24 % que resulta inferior al 5% lo cual representa un contenido medio de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,70 g/cm³ superior al valor de 0,64 g/cm³ que es característica de ecosistemas de páramos alterados y un valor de conductividad de 210 μS/cm lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 34. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 14

PUNTO DE MUESTREO N.14				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	2,24	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,70	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	210	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,10	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	272,44	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1054,10	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	2529,88	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	390,17	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

En la Tabla 35. con respecto al punto de muestreo 15 se observó una textura del suelo franco arcilloso - fina, se estableció una materia orgánica de 4,09 % que resulta inferior al 5% lo cual representa un contenido medio de elementos como N, P y S. Presenta una densidad de 0,72 g/cm³ superior al valor de 0,64 g/cm³ que es característico de ecosistemas de páramos alterados como es mencionado en el estudio por un valor de conductividad de 434 μS/cm lo cual excede el límite permisible de 200 que debería poseer un suelo de calidad como se menciona en el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente. Posee un pH de 2,22 que de igual forma según el acuerdo ministerial 097 no cumple con el rango entre 6 a 8 para suelos de calidad.

Tabla 35. Resultados de los parámetros fisicoquímicos punto de muestreo 15

PUNTO DE MUESTREO N.15				
PROPIEDADES FÍSICAS Y AGREGADAS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO - FINA	.....	MÉTODO INTERNO	.....
MATERIA ORGÁNICA	4,09	%	MÉTODO INTERNO	.....
DENSIDAD	0,72	g/cm ³	MÉTODO INTERNO	.....
CONDUCTIVIDAD	434	μS/cm	MÉTODO EPA 9045 C mod	200 No cumple
INORGÁNICOS NO METÁLICOS				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
pH	2,22	U pH	MÉTODO INTERNO	6 a 8 No cumple
NITRÓGENO TOTAL	0,00	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
FÓSFORO TOTAL	0,10	mg/Kg	MÉTODO INTERNO	.....
METALES				
PARÁMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	MÉTODO	EVALUACIÓN
POTASIO	270,06	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
CALCIO	1242,15	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
MAGNESIO	1469,15	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....
SODIO	400,59	mg/Kg	EPA SW - 846 METODO 3050 B	.....

De acuerdo con los análisis de suelo ninguno de los puntos muestreados cumple con lo estipulado en la normativa del Acuerdo Ministerial 097 A, debido a que no se cumplen con los niveles de pH, ni de conductividad, ya que los valores de pH oscilan entre 2.22 a 2.23 lo cual se traduce como suelos muy ácidos, lo que dificulta la absorción de nutrientes en el suelo y se debe al excesivo uso de fertilizantes desencadenados por actividades agrícolas en el territorio, por lo que el factor principal del drenaje de estas zonas son los eventos de precipitación. Además, en todos los puntos muestreados se presentaron valores altos de conductividad que superan los 200 uS/cm, que es el límite máximo permisible lo que quiere decir que existen gran cantidad de sales, con el incumplimiento de estos parámetros se define como un suelo de calidad regular, mismo

que no facilita la actividad microbiana debido al bajo contenido de materia orgánica y podría provocar toxicidad en los suelos, sin embargo, la presencia de calcio, potasio y magnesio al parecer es alta.

En el presente estudio se analizaron ciertas propiedades físicas del suelo como textura, materia orgánica, densidad y conductividad, los niveles de inorgánicos no metálicos del suelo como pH, nitrógeno y fósforo total además de la cantidad de metales que predominan como potasio, calcio, magnesio y sodio. Se determinó suelo con textura franco-arcillosa que corresponde a un tipo de suelo pesado que obtiene una relación de arena (35%), limo (30%) y arcilla (35%).

De acuerdo a la Tabla 36. se obtuvo en promedio un porcentaje de 6,54 de contenido de materia orgánica en el suelo del páramo de la parroquia Cebadas y un valor promedio de 0,66 g/cm³ de densidad lo cual evidencia que se trata de un área intervenida.

Tabla 36. Materia orgánica y densidad del suelo del páramo de la parroquia Cebadas

MUESTRA	MATERIA ORGÁNICA (%)	DENSIDAD (g/cm3)	CONDUCTIVIDAD (μS/cm)
1	6,98	0,63	424
2	7,26	0,65	540
3	9,09	0,55	484
4	4,29	0,75	370
5	6,53	0,61	345
6	8,46	0,55	460
7	7,35	0,64	442
8	7,85	0,65	540
9	10,51	0,66	564
10	12,43	0,59	460
11	3,57	0,74	227
12	3,44	0,77	222
13	4,00	0,71	275
14	2,24	0,70	210
15	4,09	0,72	434
Promedio	6,54	0,66	400

Como se muestra en la Tabla 37. En el análisis de los parámetros inorgánicos no metálicos se obtuvo como resultado un pH de promedio de 2,22 en todos los puntos de muestreo de la zona de estudio lo cual representa un suelo altamente ácido. Mientras

tanto en cuanto al nitrógeno total y fósforo total de la zona estudiada se obtuvo un promedio de 0,00 mg/Kg y 0,12 mg/Kg respectivamente.

Tabla 37. Parámetros inorgánicos no metálicos del suelo del páramo de la parroquia Cebadas

MUESTRA	pH (UpH)	NITRÓGENO TOTAL (mg/Kg)	FÓSFORO TOTAL (mg/Kg)
1	2,22	0,00	0,15
2	2,22	0,00	0,14
3	2,22	0,01	0,10
4	2,22	0,01	0,15
5	2,22	0,00	0,12
6	2,22	0,00	0,11
7	2,22	0,01	0,18
8	2,22	0,00	0,10
9	2,23	0,00	0,12
10	2,22	0,00	0,10
11	2,22	0,00	0,12
12	2,22	0,00	0,11
13	2,22	0,00	0,14
14	2,22	0,00	0,10
15	2,22	0,00	0,10
Promedio	2,22	0,00	0,12

Como se muestra en la Tabla 38. La presencia de metales como potasio, calcio, magnesio y sodio se encuentran en altas cantidades.

Tabla 38. Presencia de metales en el suelo del páramo de la parroquia Cebadas

MUESTRA	POTASIO (mg/Kg)	CALCIO (mg/Kg)	MAGNESIO (mg/Kg)	SODIO (mg/Kg)
1	225,41	1221,53	2532,33	373,55
2	280,88	1084,75	2274,05	372,26
3	458,04	2662,67	2534,45	631,47
4	268,97	1276,23	625,20	459,17
5	229,14	1382,94	1405,73	408,15
6	255,53	1433,98	2259,52	520,23
7	452,34	1037,94	976,24	399,44
8	752,37	1753,66	1573,83	551,83
9	275,34	1548,41	1786,55	501,69
10	215,01	1306,6	2031,34	532,94
11	249,11	742,40	1265,35	376,54
12	433,51	1053,78	1787,40	513,22
13	490,41	1938,79	1887,44	552,00
14	272,44	1054,10	2529,88	390,17

15	270,06	1242,15	1469,15	400,59
Promedio	341,90	1382,66	1795,90	465,55

4.1.3 Conclusiones

La textura del suelo es franco-arcillosa que corresponde a un tipo de suelo pesado que posee una relación de arena (35%), limo (30%) y arcilla (35%) según la tabla USLA y la clasificación americana, la cual muestra la división de los tipos de suelo ya sean estos livianos que representan texturas gruesas, medios señalan texturas intermedias y los de tipo pesado muestran suelos de textura fina (Ciancaglini, 2000) y mediante el triángulo textural de USLA que representa una herramienta muy útil para obtener las clases texturales en diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla como lo menciona

Por otra parte como es señalado por la presencia de materia orgánica en el suelo constituye un indicador de las reservas de elementos como nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) lo cual ayuda a mejorar las propiedades químicas, físicas y microbiológicas que incide y beneficia el crecimiento de la vegetación, siendo así que aquellos porcentajes menores a 2% evidencian el bajo contenido de los elementos mencionados anteriormente, mientras que del 2 al 5% representan un contenido medio y superiores al 5% muestran alto contenido de los mismos, por lo cual dentro del estudio se obtuvo porcentajes de materia orgánica entre 2,24 % a 12,43% lo cual muestra que el suelo posee entre medio y alto contenido de los elementos que conforman la materia orgánica como son nitrógeno, fósforo y azufre, obteniendo en promedio un porcentaje de 6,54 de contenido de materia orgánica en el suelo del páramo de la parroquia Cebadas.

En suelos de páramo la materia orgánica presenta poco nitrógeno disponible; sin embargo, son ellos los que tienen el mayor contenido de nitrógeno. Por su parte, el potasio, junto con el magnesio, son elementos que se lixivian rápidamente en comparación con el calcio; es así como, en sitios lluviosos, el contenido de potasio es bajo

Se obtuvo un valor promedio de densidad de $0,66 \text{ g/cm}^3$ esto evidencia que se trata de una área intervenida, lo que coincide con el estudio realizado en donde señala que los páramos intervenidos obtuvieron una densidad de $0,64 \text{ g/cm}^3$ similar al presente

estudio, por otra parte en cuanto a la conductividad se determinó un valor promedio de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lo cual según el Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente excede el valor máximo permisible de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo que no cumple con un suelo de calidad debido a que todos los puntos muestreados presentaron valores altos de conductividad que superan los 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, quiere decir que existen gran cantidad de sales presentes en el suelo.

En suelos de páramo la materia orgánica presenta poco nitrógeno disponible; sin embargo, son estos los que tienen el mayor contenido de nitrógeno. El suelo correspondiente al páramo de la parroquia Cebadas al contener un pH muy bajo de 2,22 se debería al gran contenido de materia orgánica que se evidencia en la zona lo cual es confirmado por al manifestar que con la presencia de materia orgánica en el suelo provoca la liberación del ion Hidrógeno, por lo cual estos suelos orgánicos ricos en cuanto a este elemento tienden a ser ácidos obteniendo un pH menor a 5.

Al obtener un pH promedio de 2,22 en la zona de estudio representa un suelo altamente ácido que dentro de la calidad de suelos del Acuerdo Ministerial 097 A, Anexo 2 del Libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente se encuentra fuera del rango permisible de 6 a 8 lo que dificulta la absorción de nutrientes en el suelo y esto se debe al uso excesivo de fertilizantes o actividades de cosecha, el factor principal del drenaje de estas son los eventos de precipitación, por lo que se puede determinar que este valor ácido del suelo se debe primordialmente a la cantidad de precipitaciones existentes en la zona y el origen volcánico de los páramos lo cual es ratificado en el de Cebadas en donde señalan que la gran mayoría de los suelos son originarios de depósitos de ceniza volcánica que son materiales piroclásticos finos, provenientes de erupciones volcánicas

De acuerdo al análisis de suelo se evidencia existen altas cantidades de potasio, calcio, magnesio y sodio, lo cual coincide con el estudio realizado por (Cortés et al., 2013) el cual manifiesta que al existir altos valores de conductividad eléctrica como es el caso del presente estudio esto está relacionado a suelos con altas concentraciones de Ca, Mg y Na. Por su parte, el potasio, junto con el magnesio, son elementos que se lixivian

rápidamente en comparación con el calcio; es así como, en sitios lluviosos, el contenido de potasio es bajo

La caracterización del suelo permite determinar los parámetros fisicoquímicos que ayudan a definir e interpretar sus procesos químicos y microbiológicos, para de esta forma definir su estado y calidad, con el objetivo de establecer técnicas de recuperación y conservación del suelo, estos análisis son realmente útiles para implementar una agricultura productiva con menor riesgo en el impacto ambiental, lo mismo ocurre en el caso de la presente investigación la caracterización de este recurso natural muestra el estado y las propiedades fisicoquímicas que actualmente presenta el suelo de la microcuenca del río Cebadas.

El suelo de la microcuenca del río Cebadas presenta una textura franco-arcillosa que corresponde a espacios con textura fina, son suelos con alto contenido de materia orgánica y una densidad promedio de 0,66 g/cm³ en toda la zona de estudio lo cual es característico de suelos en páramos intervenidos, registra un pH ácido y contienen gran cantidad de sales, por lo que, la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica no es la óptima, lo que indica que el estado y por ende la calidad de este se ha visto afectada por la actividad agrícola y por acción de la escorrentía causada por las grandes precipitaciones que experimentan estos ecosistemas.

4.2 Agua

En la tierra solo el 0.007% del agua existente es potable y se reduce año tras año debido a la contaminación .(Guadarrama et al., 2016). Los países americanos enfrentan diversos desafíos en cuanto a la calidad y disponibilidad de agua la cual se ha visto deteriorada debido a la contaminación por sustancias químicas, microorganismos, la deforestación, la actividad minera, la extracción excesiva de agua dulce, entre otros (Izurieta et al., 2019).

Ecuador presenta 72 cuencas hidrográficas contaminadas, entre las causas de la contaminación de las cuencas hidrográficas se encuentran la disposición inadecuada y eliminación de residuos, la extracción de hidrocarburos, la actividad extractivista

vinculada a la minería, la deforestación y el uso de plaguicidas en los procesos agrícolas (Guanoquiza & Antúnez, 2019).

Las fuentes de agua superficial son ejes de desarrollo de los seres humanos que permiten el abastecimiento de las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales (Torres et al., 2009) no obstante, la manifiesta que hoy en día las actividades humanas presentan múltiples amenazas para las aguas dulces, algunas de estas se limitan al ámbito local y tienen consecuencias inmediatas, como sucede en los lugares en los que una fuente de efluentes sin tratar desemboca en un río.

La calidad de agua es esencial para salvaguardar la salud pública, debido a que el consumo de agua contaminada puede ocasionar graves enfermedades potencialmente mortales, lo cual resalta la importancia de tomar medidas para evitar la contaminación y garantizar un suministro de agua segura (OMS, 2011). Por otro parte, los principales problemas que afecta el recurso hídrico se derivan en la acumulación de basura, pastoreo intensivo, actividades agrícolas mediante el uso de maquinaria para soltar el suelo en pendientes pronunciadas, uso de fertilizantes e insumos químicos para controlar plagas y enfermedades (Chávez, 2021).

4.2.1 Calidad de agua

.Para asegurar la provisión del agua con el fin de contribuir a la conservación y aseguramiento de las funciones ecológicas se realizó el levantamiento de muestras de agua. Se estableció un equilibrio entre lo necesario, lo deseable, lo económicamente viable y lo técnicamente factible. Los límites permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana sobre los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre para aguas dulces establecido mediante Acuerdo Ministerial 097 -Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente En vista de que es necesario analizar algunos parámetros del agua para evaluar como las actividades antropogénicas intervienen en la conservación de la vida natural de los ecosistemas, si causan alteraciones en ellos o incluso para el desarrollo de actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura. Sin embargo, para el presente estudio no se

analizarán todos los parámetros establecidos, sino los considerados como más relevantes: DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, COLIFORMES TOTALES, pH, Nitratos y Oxígeno Disuelto

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-018-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 79 % siendo los valores mayores a 80 (>80) el límite máximo permisible de acuerdo a la normativa (Tabla 39).

Tabla 39. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-018-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-018-23	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O ₂ /L	1,3	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	60	----	----
	pH	.....		6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	1	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	79	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	89	----	----
	Turbidez	NTU	4,6	----	----
	Temperatura	°C	10,5	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-019-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, por otro lado, el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto debido a que presentó un valor de 75,1 % mientras que el límite máximo permisible según la normativa es >80% (Tabla 40).

Tabla 40. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-019-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN

				LE	
MA-019-23	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O ₂ /L	1,80	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	120	----	----
	pH	.....	8,01	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	8,00	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	75,1	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	59	----	----
	Turbidez	NTU	6,56	----	----
	Temperatura	°C	11,14	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-020-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos alcanzaron valores que se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, mientras que el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 74,8 % (Tabla 41).

Tabla 41. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-020-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-020-23	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O ₂ /L	1,29	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	540	----	----
	pH	.....	7,89	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	4,00	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	74,8	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	38	----	----
	Turbidez	NTU	4,07	----	----
	Temperatura	°C	13,57	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-021-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos se encuentran dentro de lo establecido por la normativa

ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 72,5 % mientras que el límite máximo permisible de acuerdo a la normativa es >80% (Tabla 42).

Tabla 42. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-021-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-021-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,32	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	60	----	----
	pH	.....	8,44	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	9,40	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	72,5	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L		----	----
	Turbidez	NTU	2,83	----	----
	Temperatura	°C	10,56	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-022-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 71,2 % (Tabla 43).

Tabla 43. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-022-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-022-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,35	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	200	----	----
	pH	.....	8,17	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	9,20	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	71,2	> 80	NO CUMPLE

	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	73	----	----
	Turbidez	NTU	6,40	----	----
	Temperatura	°C	12,14	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-023-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 77,8 % (Tabla 44).

Tabla 44. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-023-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-023-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,32	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	120	----	----
	pH	.....	8,37	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	0,8	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	77,8	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	92	----	----
	Turbidez	NTU	4,96	----	----
	Temperatura	°C	12,25	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-024-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto debido a que alcanzo un valor de 72,4 % (Tabla 45).

Tabla 45. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-024-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN

MA-024-23	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O ₂ /L	5,88	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	260	----	----
	pH	.....	7,68	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	8,00	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	72,4	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	48	----	----
	Turbidez	NTU	1,17	----	----
	Temperatura	°C	17,70	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-025-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 60,4 % (Tabla 46)

Tabla 46. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-025-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-025-23	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O ₂ /L	5,04	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	180	----	----
	pH	.....	8,40	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	5,7	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	60,4	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	139	----	----
	Turbidez	NTU	33,62	----	----
	Temperatura	°C	12,21	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-026-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 65,7 % (Tabla 47)

Tabla 47. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-026-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-026-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,26	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	240	----	----
	pH	.....	8,25	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	0,9	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	65,7	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	139	----	----
	Turbidez	NTU	33,62	----	----
	Temperatura	°C	12,21	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-027-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 73,3,7 % cercano al límite máximo permisible, por su parte el resto de indicadores la normativa no muestra un rango de permisibilidad por lo que se menciona los resultados obtenido en la tabla correspondiente (Tabla 48)

Tabla 48. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-027-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-027-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	13,5	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	66	----	----
	pH	.....	8,67	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	1,1	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	73,37	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	109	----	----

	Turbidez	NTU	6,29	----	----
	Temperatura	°C	11,85	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-028-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 69,00 % (Tabla 49)

Tabla 49. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-028-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-028-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,29	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	100	----	----
	pH	.....	8,51	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	20,1	13	NO CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	69,00	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	152	----	----
	Turbidez	NTU	4,48	----	----
	Temperatura	°C	9,90	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-029-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 69,60 % (Tabla 50)

Tabla 50. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-029-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN

MA-029-23	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O ₂ /L	1,32	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	220	----	----
	pH	.....	8,54	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	4,5	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	69,60	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	122	----	----
	Turbidez	NTU	4,91	----	----
	Temperatura	°C	9,60	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-030-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, los parámetros que no cumplieron con la normativa fueron el oxígeno disuelto ya que alcanzó un valor de 62,30 %, mientras que el límite máximo permisible es >80%, además el parámetro de nitratos obtuvo un resultado de 2,20 mg/L mientras que el límite máximo permisible es de 13 mg/L (Tabla 51).

Tabla 51. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-030-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-030-23	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	mg O ₂ /L	1.35	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	240	----	----
	pH	.....	8,30	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	2,20	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	62,30	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	93	----	----
	Turbidez	NTU	11,26	----	----
	Temperatura	°C	11,12	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-031-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 69,40 % (Tabla 52).

Tabla 52. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-031-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-031-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,32	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	320	----	----
	pH	.....	8,41	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	3,0	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	69,40	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	93,0	----	----
	Turbidez	NTU	6,6	----	----
	Temperatura	°C	10,9	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-032-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, el parámetro correspondiente al oxígeno disuelto alcanzó un valor de 71,10 % lo cual no cumple con el límite máximo permisible que de acuerdo a la normativa es >80%, por otro lado el parámetro de nitratos obtuvo un valor de 19,1 mg/L que no cumple con el límite máximo permisible que corresponde a 13 mg/L (Tabla 53).

Tabla 53. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-032-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-032-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,26	20	CUMPLE

	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	100	----	----
	pH	.....	8,38	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	19,1	13	NO CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	71,10	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	77	----	----
	Turbidez	NTU	3,81	----	----
	Temperatura	°C	10,64	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-033-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 63,60 % (Tabla 54).

Tabla 54. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-033-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-033-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	2,52	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	160	----	----
	pH	.....	8,30	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	1,9	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	63,60	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	111	----	----
	Turbidez	NTU	5,64	----	----
	Temperatura	°C	12,09	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-034-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, el oxígeno disuelto no cumple con el límite máximo permisible >80% debido a que alcanzó un valor de 68,40 %, al igual que el parámetro de nitratos que obtuvo 21,1 mg/L mientras que el límite máximo permisible es de 13 mg/L (Tabla 55).

Tabla 55. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-034-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-034-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,26	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	100	----	----
	pH	.....	8,64	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	21,1	13	NO CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	68,40	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	152	----	----
	Turbidez	NTU	4,71	----	----
	Temperatura	°C	14,09	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-035-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, el oxígeno disuelto no cumple con el límite máximo permisible >80% debido a que alcanzó un valor de 61,40 %, al igual que el parámetro de nitratos que obtuvo 26,3 mg/L mientras que el límite máximo permisible es de 13 mg/L (Tabla 56).

Tabla 56. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-035-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-035-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,35	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	300	----	----
	pH	.....	8,52	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	26,3	13	NO CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	61,40	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	165	----	----
	Turbidez	NTU	16,76	----	----
	Temperatura	°C	15,38	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-036-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, mientras que el oxígeno disuelto no cumple con el límite máximo permisible >80% debido a que alcanzó un valor de 67,80 % (Tabla 57).

Tabla 57. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-036-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-036-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,29	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	2,40	----	----
	pH	.....	8,53	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	0,00	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	67,80	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1,88	----	----
	Turbidez	NTU	24,46	----	----
	Temperatura	°C	14,83	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-037-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto que obtuvo un valor de 63,70 % (Tabla 58).

Tabla 58. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-037-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-037-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,32	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	115	----	----
	pH	.....	8,43	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	3,3	13	CUMPLE

	Oxígeno Disuelto	%	63,70	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	55	----	----
	Turbidez	NTU	6,65	----	----
	Temperatura	°C	13,20	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-038-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, el oxígeno disuelto no cumple con el límite máximo permisible >80% debido a que alcanzó un valor de 60,10 %, al igual que el parámetro de nitratos que obtuvo 22,7 mg/L mientras que el límite máximo permisible es de 13 mg/L (Tabla 59).

Tabla 59. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-038-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-038-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,35	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	118	----	----
	pH	.....	8,35	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	22,7	13	NO CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	60,10	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	35	----	----
	Turbidez	NTU	4,45	----	----
	Temperatura	°C	14,33	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-039-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 72,30 % (Tabla 60).

Tabla 60. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-039-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
---	--	--	--	--	--

CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-039-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,32	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	117	----	----
	pH	.....	8,15	6,5 - 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	10,7	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	72,30	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	35	----	----
	Turbidez	NTU	4,45	----	----
	Temperatura	°C	14,33	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-040-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, el oxígeno disuelto no cumple con el límite máximo permisible >80% debido a que alcanzó un valor de 67,50 %, al igual que el parámetro de nitratos que obtuvo 13,1 mg/L mientras que el límite máximo permisible es de 13 mg/L (Tabla 61).

Tabla 61. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-040-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-040-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,26	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	45	----	----
	pH	.....	8,33	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	13,1	13	NO CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	67,50	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	87	----	----
	Turbidez	NTU	8,35	----	----
	Temperatura	°C	9,86	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-041-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo

establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 65,00 % (Tabla 62).

Tabla 62. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-041-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-041-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,26	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	65	----	----
	pH	.....	8,14	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	1,3	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	65,00	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	107	----	----
	Turbidez	NTU	5,52	----	----
	Temperatura	°C	11,71	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-042-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 69,00 % (Tabla 63).

Tabla 63. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-042-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-042-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,26	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	101	----	----
	pH	.....	8,48	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	3,2	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	69,00	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	99	----	----

	Turbidez	NTU	11,02	----	----
	Temperatura	°C	11,36	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-043-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, para este punto el parámetro que no cumple responde al oxígeno disuelto alcanzando un valor de 73,30 % (Tabla 64).

Tabla 64. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-043-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-043-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,29	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	107	----	----
	pH	.....	8,22	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	1,8	13	CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	73,30	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	56	----	----
	Turbidez	NTU	5,97	----	----
	Temperatura	°C	12,45	----	----

Los resultados de la evaluación de la muestra de agua **MA-044-23**, mostraron que los parámetros DBO, pH y Nitratos sus valores alcanzados se encuentran dentro de lo establecido por la normativa ambiental vigente, el oxígeno disuelto no cumple con el límite máximo permisible >80% debido a que alcanzó un valor de 64,10 %, al igual que el parámetro de nitratos que obtuvo 13,1 mg/L mientras que el límite máximo permisible es de 13 mg/L (Tabla 65).

Tabla 65. Evaluación de la calidad de agua muestra MA-044-23

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CEBADAS					
---	--	--	--	--	--

CÓDIGO/MUESTRA	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	EVALUACIÓN
MA-044-23	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg O ₂ /L	1,32	20	CUMPLE
	COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml	180	----	----
	pH	.....	8,55	6,5 – 9	CUMPLE
	Nitratos	mg/L	13,1	13	NO CUMPLE
	Oxígeno Disuelto	%	64,10	> 80	NO CUMPLE
	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	142	----	----
	Turbidez	NTU	10,91	----	----
	Temperatura	°C	12,08	----	----

4.2.2 Conclusiones

- De acuerdo a los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre establecidos por el TULSMA, la demanda bioquímica de oxígeno, los niveles de pH y de turbiedad cumplen en su totalidad con los máximos permisibles, mientras que los nitratos no cumplen con el máximo establecido en algunos de los puntos muestreados y con respecto al oxígeno disuelto ninguno de los puntos cumple con lo estipulado, al no tener concordancia con los otros parámetros se asume que está relacionado a otros factores ambientales como la altitud. .
- Los análisis de las muestras de **coliformes totales** reflejan una variabilidad en las concentraciones de NMP/100ml, no se muestra un valor de referencia como límite permisible por lo que no se puede determinar si está dentro o fuera de normativa, sin embargo, resaltar que los puntos MA-020-23 y MA-031-23 obtuvieron los valores más altos con 540 y 320 NMP/100ml, respectivamente, no se define un rango de permisibilidad de este parámetro. Respecto a **pH**, los resultados mostraron que la totalidad de los puntos de muestreo cumplen con el límite máximo permisible para este parámetro del cual va de 6,5 a 9 siendo el punto MA-044-23 con un pH de 8,55 el que mayor concentración obtuvo, se define que este parámetro cumple con lo establecido en la normativa ambiental vigente.

- Los contenidos significativamente altos de nitratos pueden indicar problemas de contaminación, debido a que provienen comúnmente de fertilizantes agrícolas, desechos animales, aguas residuales y otros desechos orgánicos, las consecuencias inmediatas son la contaminación del agua, lo que representa un riesgo para la salud humana si se consume sin tratamiento adecuado, además propician un crecimiento excesivo de algas conocido como floración de algas. Esto puede agotar aún más el oxígeno disuelto en el agua cuando las algas mueren y se descomponen, causando problemas para la vida acuática.
- En cuanto al oxígeno disuelto los 27 puntos de muestreo de agua ninguno cumple con el límite máximo permisible de $> 80\%$ la tendencia en la mayoría son rangos menores al requerido por el patrón de evaluación. Se define que este parámetro no cumple parcialmente con lo establecido la normativa ambiental vigente. Un nivel de oxígeno disuelto menor al 80% en un río puede indicar problemas potenciales para la vida acuática. Los niveles bajos de oxígeno disuelto pueden ser preocupantes ya que los organismos acuáticos dependen del oxígeno disuelto para respirar. Niveles bajos pueden causar estrés o incluso la muerte de peces y otros seres vivos en el río. Este comportamiento del oxígeno disuelto puede deberse a la contaminación del agua, ya sea por desechos industriales, aguas residuales o escorrentía agrícola, puede consumir oxígeno durante la descomposición de los materiales orgánicos. Esto disminuye el nivel de oxígeno disponible en el agua, también las temperaturas más altas del agua debido al cambio climático, la disminución del caudal o la agitación excesiva pueden reducir los niveles de oxígeno disuelto

4.3 Cantidad de agua

En nuestro planeta casi las $\frac{3}{4}$ partes de la superficie está cubierta por agua sin embargo su ubicación y distribución no permiten utilizarla en su totalidad, ni de manera adecuada. Es así que actualmente existen varios problemas de índole social, político, productivo, ambiental y de salud a causa de la mala administración de los recursos

hídricos (ICC, 2017) por tal motivo la medición de caudales en una microcuenca cubre diversas necesidades, de gran valor para la sociedad como son actividades agropecuarias, industriales, ecológicas, culturales etc. (Tapia, 2009).

El agua posee características únicas, muy importantes para la vida, es un recurso abundante en la naturaleza y determinante en diferentes procesos físicos, químicos y biológicos del entorno natural (García et al., 2021). Monitorear el caudal ayuda a determinar niveles óptimos acerca de su uso para la gestión sostenible del agua frente al cambio climático (Dobriyal et al., 2017). Realizar una correcta gestión de los recursos hídricos es esencial para el manejo sostenible del ambiente. El conocimiento hidrológico juega un papel importante para identificar las reservas hídricas y la demanda y suministro de agua potable (Vargas et al., 2018).

La medición de caudales facilita la gestión eficiente, ecológica y sostenible de los recursos hídricos e incrementa la seguridad de las personas y el ambiente. El caudal es una forma de medir la cantidad de agua que fluye a través de un río o arroyo en un determinado periodo de tiempo, esta medición es crucial para la toma de decisiones.

En Ecuador los páramos son ecosistemas de alta montaña proporcionan servicios ecosistémicos y poseen una alta importancia social y cultural sin embargo, están siendo afectados por el cambio en el uso del suelo, la introducción de plantas exóticas, los incendios, el cambio climático y la actividad minera por lo que son de vital importancia para la regulación del clima y el ciclo hidrológico, tienen importancia biológica, la capacidad de almacenar agua y regular su calidad (Morocho & Chunchu, 2019). La microcuenca del río Cebadas cubre un área de 410,36 Km², que representa el 71,90% del territorio de la parroquia Rural de Cebadas, que tiene una superficie de 570,78 Km². A nivel cantonal representa el 33,57%, a nivel provincial el 6,33%. Su perímetro es de 145,49 Km, La cota máxima de la microcuenca es de 4640 m.s.n.m., mientras que su cota mínima es de 2840 m.s.n.m. (Guambo, 2016).

4.3.1 Métodos medición de caudales

4.3.1.1 Método del flotador

El método del flotador es una técnica muy utilizada para la medición de caudales en corrientes de agua o canales abiertos, consiste en seguir el movimiento de un flotador el cual se refiere a un objeto que flota en el agua a lo largo de un tramo conocido de la corriente, para determinar la velocidad del agua, y a partir de esta velocidad y la sección transversal del río o canal, calcular el caudal.

El procedimiento general implica:

- **Elección del tramo y colocación del flotador:** Se elige un tramo de la corriente o canal donde se colocará el flotador que puede ser cualquier objeto que flote fácilmente y sea visible, como una pelota o un marcador específicamente diseñado para este propósito.
- **Medición del tiempo:** Se lanza el flotador al agua y se mide el tiempo que tarda en recorrer una distancia conocida a lo largo del tramo seleccionado. Esto implica medir el tiempo que tarda el flotador en ir desde un punto A hasta un punto B.
- **Cálculo de la velocidad:** Conociendo la distancia recorrida por el flotador y el tiempo que tarda en recorrer esa distancia, se calcula la velocidad promedio del agua en ese tramo.
- **Cálculo del caudal:** Con la velocidad promedio y el área de la sección transversal del río o canal en ese punto, se calcula el caudal utilizando la fórmula del caudal, que es el producto del área por la velocidad.

Tabla 66. Formulas método del flotador para medición de caudales

Tiempo promedio en segundos = Tp $Tp = \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5}{5}$ Donde: T = Tiempo	V= velocidad (m/s) $V = \frac{L}{Tp}$ Donde: L= Longitud (m) Tp= Tiempo promedio (s)
ph= Profundidad media (m) $ph = \frac{P1 + P2 + P3}{3}$	A=Área de la sección del río (m²) $A = ph * a$

Donde: P = Profundidad (m)	Donde: a = ancho del río (m) Ph= Profundidad media (m)
Q = Cálculo del caudal (m³/s) $Q = A * V_m$ Donde: A= área de la sección (m ²) Vm: velocidad media del agua (m/s)	

Fuente: (Chamorro, 2011)

4.3.1.2 Método de trazadores

El método de trazadores es utilizado cuando no se puede medir caudales en corrientes y arroyos de montaña con métodos convencionales debido a la topografía montañosa, por lo que en este método se utiliza la sal (Navarro Navarrete, 2018).

- **Procedimiento**

Se registró la conductividad eléctrica inicial que presentó el flujo de agua del arroyo, se diluyó una cantidad conocida de sal (NACL) en 2 litros de agua (en relación con el caudal a ser medido). La solución preparada se vertió aguas arriba (20 metros), se registró la conductividad eléctrica del caudal en ppm hasta que regrese a su valor registrado inicialmente, finalmente la información recolectada en campo fue registrada en hojas EXCEL.

Fórmula utilizada

$$Q = \frac{V1 * C1}{\sum C * \Delta T}$$

Donde:

Q= Caudal (L/s)

V1= Volumen de solución trazadora de cloruro de sodio (L)

C= Concentración de cloruros (mg/L) en el tiempo, en el punto de muestreo.

C1= Concentración de cloruros en la solución trazadora (mg/L)

ΔT= Intervalo de tiempo para la toma de muestras durante el trazado (s)

4.3.1.3 Método volumétrico

El método volumétrico se utiliza para medir caudales pequeños de hasta 50 l/s, esto implica llenar un recipiente de volumen conocido y medir el tiempo que tarda en llenarse, nunca se debe llenar el recipiente en su totalidad, solo hasta la escala del recipiente, el caudal se obtiene al dividir el volumen del recipiente entre el tiempo de llenado.

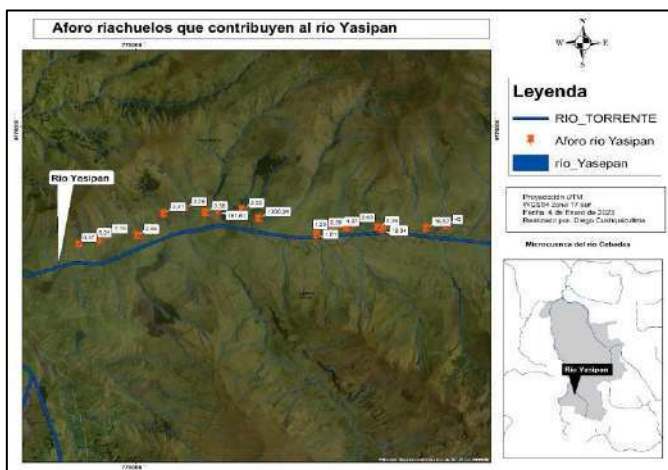
Procedimiento

- Se desvía la corriente que circula por un canal, hacia un estanque o recipiente de volumen conocido.
- Se calcula el tiempo que tarda en llenar el recipiente, para mayor exactitud a la medición del tiempo es recomendable utilizar un cronómetro.
- Se calcula el caudal Q dividiendo el volumen medido en el tiempo de llenado del recipiente (Manrique, 2004).

4.3.2 Resultados

Se procedió a Georreferenciar el 100% de riachuelos que contribuyen con caudales variables al río Yasipan, reportándose 19 aforos de caudales para el mes septiembre y 19 para el mes de octubre de 2023 (Figura 34).

Figura 34. Ubicación de puntos de aforo



Los resultados de los aforos muestran variaciones en las mediciones, a continuación, se muestra la tabla de resultados (Tabla 67).

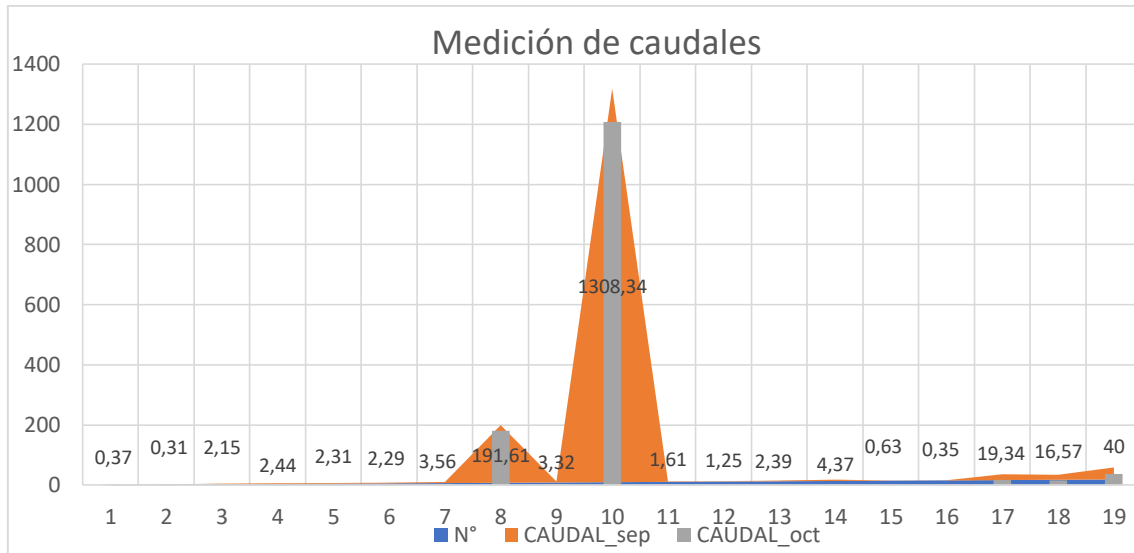
Tabla 67. Comparación de métodos de aforo

Nº	X	Y	CAUDAL_ SEPTIEMBRE	CAUDAL_ OCTUBRE	Media	Diferencia	MÉTODO
1	769091	9767892	0,37	0,27	0,32	0,1	Volumétrico
2	769410	9767975	0,31	0,24	0,275	0,07	Volumétrico
3	769522	9768049	2,15	1,95	2,05	0,2	Volumétrico
4	770021	9768043	2,44	2,01	2,225	0,43	Volumétrico
5	770447	9768433	2,31	2,11	2,21	0,2	Volumétrico
6	770780	9768528	2,29	1,98	2,135	0,31	Volumétrico
7	771109	9768451	3,56	3,12	3,34	0,44	Volumétrico
8	771330	9768487	191,61	181,61	186,61	10	Trazador
9	771695	9768504	3,32	2,98	3,15	0,34	Volumétrico
10	771962	9768352	1308,34	1208,31	1258,325	100,03	Flotador
11	772880	9768062	1,61	1,51	1,56	0,1	Volumétrico
12	773073	9768123	1,25	1,11	1,18	0,14	Volumétrico
13	773165	9768159	2,39	2,12	2,255	0,27	Volumétrico
14	773355	9768177	4,37	3,97	4,17	0,4	Volumétrico
15	773463	9768246	0,63	0,25	0,44	0,38	Volumétrico
16	773857	9768187	0,35	0,12	0,235	0,23	Volumétrico
17	773942	9768159	19,34	18,34	18,84	1	Volumétrico
18	774627	9768176	16,57	15,57	16,07	1	Volumétrico
19	774948	9768213	40	37	38,5	3	Volumétrico
TOTAL			1603,21	1484,57	1543,89	118,64	

El total de caudal reportado durante la primera medición fue de 1603,21 (l/s) en una segunda medición el caudal total se registró en 1484 l/s que indica que hubo una disminución de agua, que puede deberse a la disminución de lluvias, cabe indicar que en total se registró una disminución de caudal de 118,64 l/s.

La media entre la medición 1 y 2 nos indica que el caudal promedio es de 1542,89 l/s o 1,542,89 (m³/s)

Gráfico 5. Medición de caudales



4.3.2.1 Análisis estadístico univariante de las diferencias entre las mediciones 1 y 2

El punto central o típico en un conjunto de datos es de 6,24 (l/s), es decir la media. Una moda de 0.1 en un conjunto de datos significa que este valor es el más frecuente o el que aparece con mayor frecuencia en ese conjunto.

La mediana de 0,34 en un conjunto de datos indica que el 50% de los valores en ese conjunto son iguales o menores que 0,34 y el otro 50% son iguales o mayores que 0,34.

La desviación estándar de 22,8 indica que los valores en el conjunto de datos están más dispersos alrededor de la media.

La varianza de la muestra de 520,96 significa que los valores individuales tienden a alejarse bastante de la media de los datos, si la varianza es alta, indica que los valores están más dispersos alrededor de la media, lo que significa que los datos son más heterogéneos o están más esparcidos

La asimetría de 4,29 significa que hay valores más dispersos hacia la derecha de la media en comparación con la dispersión hacia la izquierda. Esto sugiere que hay valores extremadamente altos que están alejados de la media, lo que causa una cola más larga hacia ese lado en la distribución de los datos.

Una curtosis tan elevada sugiere una distribución muy puntiaguda y con colas muy pesadas, lo que indica que hay valores extremos o atípicos que están influyendo significativamente en la forma de la distribución.

Tabla 68. Análisis estadístico descriptivo diferencias de los aforos 1 y 2

Media	6,244210526
Error típico	5,236325177
Mediana	0,34
Moda	0,1
Desviación estándar	22,82461228
Varianza de la muestra	520,9629257
Curtosis	18,55681174
Coefficiente de asimetría	4,290465896
Rango	99,96
Mínimo	0,07
Máximo	100,03
Suma	118,64
Cuenta	19
Mayor (1)	100,03
Menor (1)	0,07
Nivel de confianza (95,0%)	11,00111097

4.3.3 Conclusiones

Los aforos (1 y 2) en los 19 riachuelos o flujos de agua, mostraron la existencia de una recarga de agua superficial promedio de 1542,89 (l/s) hacia el río Yasepan, esta contribución de líquido vital aporta a la cuenca del río Cebadas y aguas más abajo a la subcuenca del río Chambo.

El análisis univariante indica que el conjunto de datos de las diferencias entre la medición 1 y 2 son dispersos o tienden a alejarse de la media, es decir tenemos datos heterogéneos o están más esparcidos, lo que nos lleva a inferir que entre la medición 1 y 2 existió una significativa disminución de lluvias (cambio de estación), o una aplicación más exacta de los métodos de medición (Volumétrico, flotador y trazador).

CAPÍTULO V

MONITOREO DE VEGETACIÓN, SUELO Y AGUA POR TELETECCIÓN



CAPITULO 5

5 MONITOREO DE VEGETACIÓN, SUELO Y AGUA POR TELETECCIÓN

A nivel global existe la necesidad de conservar la naturaleza, antiguamente se hablaba del término conservación concretamente en algunos sitios pero, actualmente estos territorios son considerados patrimonio natural, en donde se maneja términos acerca del uso sostenible en cuanto a los recursos naturales, debido a la pérdida de territorios que afecta a la biodiversidad y a la disponibilidad de los servicios ecológicos que perjudican a la población (Aguilar & Ramirez, 2015).

El Ecuador se caracteriza por su diversidad florística y faunística, esto está asociado a la variedad de bioclimas, suelos y otros factores, lo cual hace posible la interacción entre organismos en todos los entornos naturales, pero, debido a la constante presión de las personas con el uso de los ecosistemas se encuentran amenazados. El ministerio del ambiente posee diferentes mapas de vegetación que tienen como principal objetivo la generación de una base de datos actualizada acerca del estado y tipos de ecosistemas del Ecuador, esto contribuye al desarrollo de nuevas políticas y proyectos ambientales para la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (MAE, 2012).

El monitoreo de la cobertura vegetal es fundamental para el establecimiento de las transformaciones que ha soportado la composición florística y los bosques a lo largo del tiempo, y de esta forma se podrá determinar los índices de mortalidad y sobrevivencia de vegetación (Palacios, 2009). La cobertura vegetal ha sido uno de los primeros focos de investigación para el manejo de recursos naturales, a través de la utilización de imágenes satelitales (Muñoz, 2013). Por lo que el uso de sensores remotos admite estudiar de forma continua y en diversas escalas la variación espacio-temporal de las superficies formados por diversas coberturas de vegetación, agua, o suelos desnudos, esto permite diseñar estrategias de remediación y restauración (Rodríguez et al., 2022).

El monitoreo de vegetación, suelo y agua es posible a través del uso de la teledetección es así que Monsonis, (2017) señala que las masas acuáticas son monitorizadas desde el espacio, mediante altímetros o instrumentos ópticos tales como los espectrómetros

siendo estos últimos capaces de determinar cambios en la calidad del agua descifrando los contaminantes, sedimentos en suspensión y la concentración de fitoplancton. Además, los sensores abordo de los satélites son capaces de obtener información sobre la humedad del suelo alertando sobre riesgos de sequía, ofreciendo predicciones meteorológicas de determinadas zonas. La estimación de la cobertura vegetal en distintos lugares del planeta es un tema que ha despertado el interés de la sociedad actual, en este ámbito el procesamiento de imagen resulta muy útil para monitorear zonas forestales y analizar sus parámetros. La utilización de imágenes satelitales con distintas clases espectrales para estimar la cobertura vegetal mediante el cálculo de índices de vegetación es una metodología ampliamente utilizada en la actualidad debido a su precisión, a la rapidez con la que los satélites escanean grandes áreas, a su bajo costo ya que los costos referentes a construcción, lanzamiento y operación de un satélite se dividen para los miles de usuarios que compran las imágenes, facilitan la detección de cambios lentos en una zona de estudio, entregan información confiable y repetible con precisión medible, y al ser información digital es fácilmente analizable y comparable (Torres, 2014).

La teledetección es una técnica que la adquisición de información acerca de la superficie terrestre mediante sensores instalados en plataformas espaciales, o drones, es así que señala que la teledetección se utiliza para medir la densidad de la vegetación mediante la clorofila en las plantas, superficies de agua y cambios en la vegetación debido a la contaminación y el cambio climático.

Por lo que los recursos hídricos originados en los páramos de Cebadas son cruciales para irrigar grandes áreas agropecuarias incluso fuera del territorio en los cantones como Riobamba y Guano, además resulta muy importante para la generación hidroeléctrica de la Central Agoyan. Sin embargo, la red actual de estaciones hidrometeorológicas en la parroquia no permite una comprensión precisa de los caudales de los ríos, los estiajes y las condiciones climáticas, lo que dificulta la planificación del agua y la implementación de una gestión cuantitativa sostenible para beneficiar a los pequeños y medianos productores y planificar en tiempos de sequía. Por lo que resulta indispensable realizar el monitoreo por teledetección de la vegetación, suelo y agua para tener un conocimiento preciso de cómo se encuentran estos elementos en la zona de estudio.

5.1 Monitoreo de la vegetación mediante índices espectrales

Para el monitoreo de vegetación se utilizó la plataforma *Google Earth Engine Explorer* en donde se seleccionaron y descargaron las imágenes satelitales de *Landsat 8 Collection 1 Tier Compuesto NDVI de 32 días* y las imágenes *Landsat 8 Collection 1 Tier Compuesto EVI de 32 días*, del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizado (NDVI) y el Índice de Vegetación Mejorado (EVI) calculados, correspondiente al año 2021 en el periodo de enero a diciembre.

Se realizó la extracción de cada imagen satelital mensual por la cobertura vegetal de tipo páramo de la microcuenca del río Cebadas que previamente fue cortada por la zona de estudio mediante el *software ArcGis*. Las capas resultantes se proyectaron a coordenadas geográficas WGS_1984_UTM_Zone_17S, se estableció el tamaño de celdas a resolución 20x20, para observar los detalles de cada imagen. Posteriormente se reclasificó en 3 clases los valores de los índices, de esta forma se obtuvo valores altos, medios y bajos en cada mapa mensual.

5.1.1 El Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

Es una medida utilizada para evaluar la salud y densidad de la vegetación en una determinada área. El NDVI se calcula utilizando mediciones de la luz reflejada desde la superficie terrestre, principalmente desde la vegetación, indica la cantidad de vegetación verde y su estado general. La fórmula del índice es la siguiente:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad \text{ó} \quad NDVI = \frac{BANDA\ 5-BANDA\ 4}{BANDA\ 5+BANDA\ 4}$$

Donde:

NIR = es la luz del infrarrojo cercano

RED= es la luz roja visible

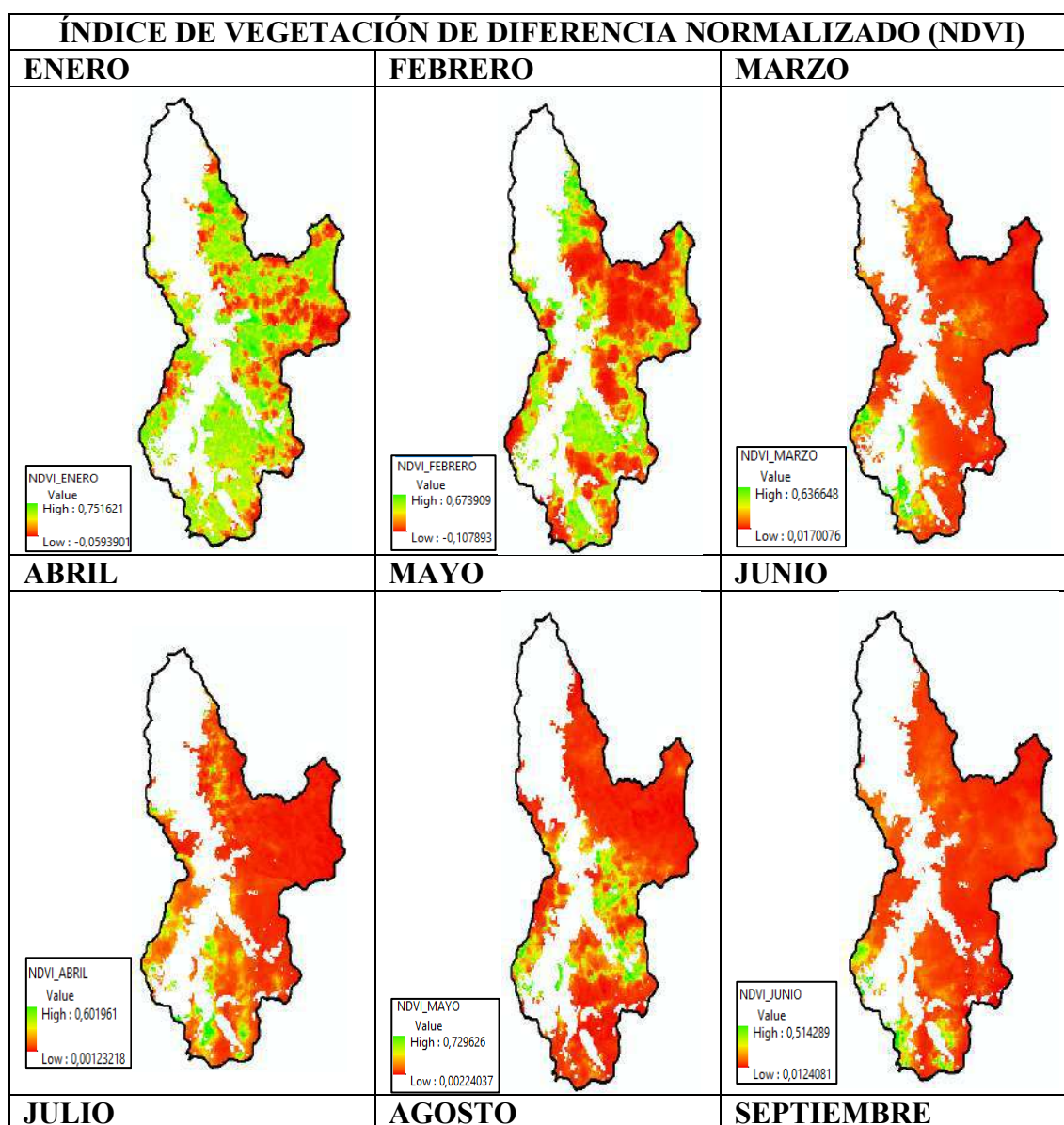
Los valores del NDVI oscilan entre -1 y 1, donde:

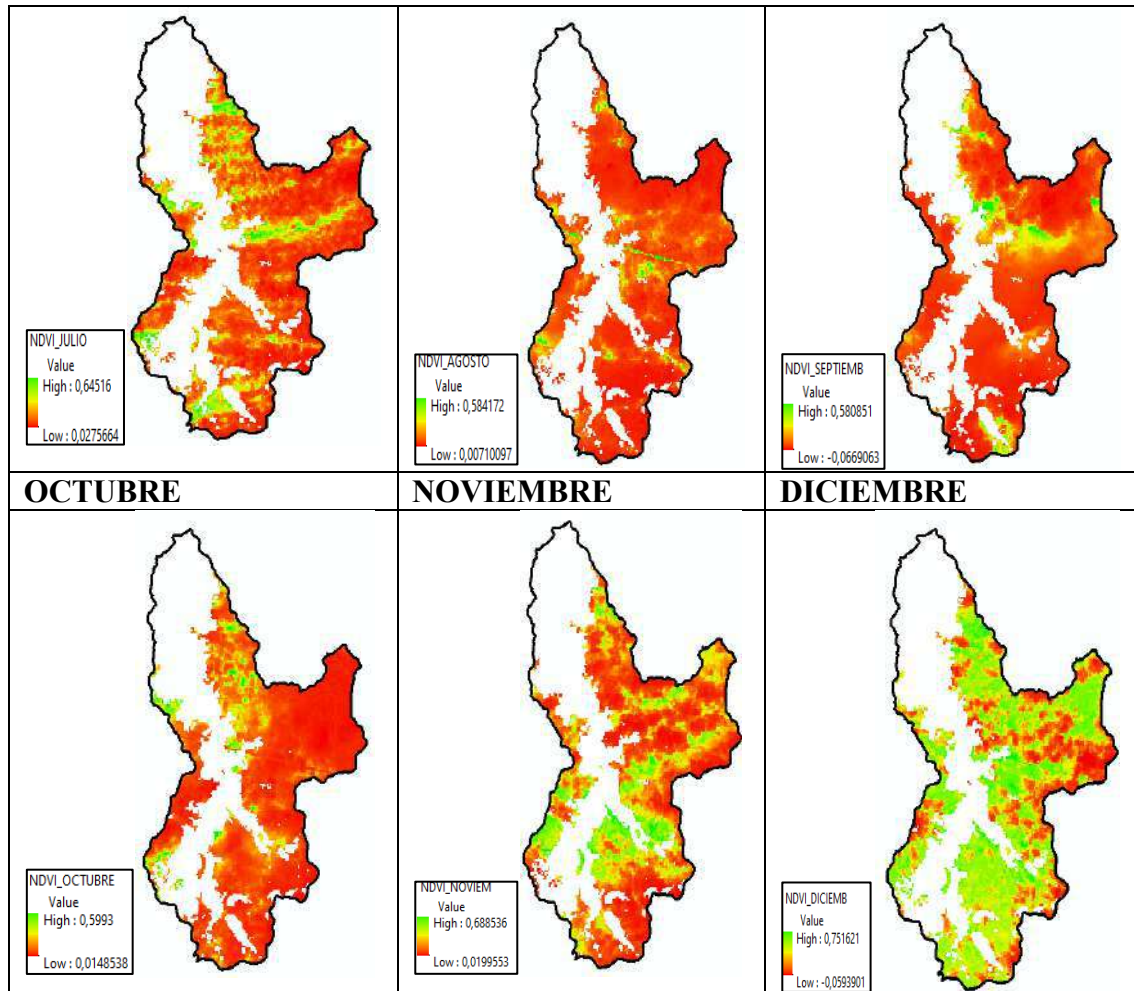
- **Valores cercanos a 1:** Indican una vegetación densa y saludable, ya que reflejan altamente la luz en la banda del infrarrojo cercano y absorben fuertemente la luz roja.

- **Valores cercanos a 0:** Suelen indicar superficies no vegetadas como suelo desnudo o agua.
- **Valores negativos:** Generalmente indican cuerpos de agua, nubes, nieve u otras superficies que absorben más luz en el rango del rojo que en el infrarrojo cercano.

El índice NDVI presentó en el mes de junio los valores más bajos con un rango entre 0,012 a 0,514, por otra parte, el rango más alto del índice corresponde al mes de enero con un valor de -0,059 a 0,751 (Figura 35).

Figura 35. Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) microcuenca del río Cebadas





5.1.2 El Índice de vegetación mejorado (EVI)

El índice de vegetación mejorado es similar al Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) con algunas mejoras, principalmente en zonas con vegetación densa, fue diseñado para disminuir las distorsiones causadas por la atmósfera y mejorar así la sensibilidad ante la densidad de vegetación, posee una fórmula mucho más compleja que el NDVI ya que incorpora información de la banda roja, infrarrojo cercano y azul del espectro electromagnético. Las ventajas del EVI son:

- **Mayor sensibilidad a la variación o cambios de la cobertura vegetal:** es más sensible en superficies con vegetación densa y logra reducir errores a causa de la presencia de aerosoles atmosféricos.

- **Menor sensibilidad a la saturación en áreas densamente vegetadas:** en zonas donde el NDVI se satura y no puede distinguir entre densidades de vegetación altas, el EVI proporciona mejor discriminación de las áreas en estudio.

La fórmula del índice de vegetación mejorado (EVI) es la siguiente:

$$\text{EVI} = 2.5 * \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + 6 * \text{RED} - 7.5 * \text{BLUE} + 1}$$

En donde:

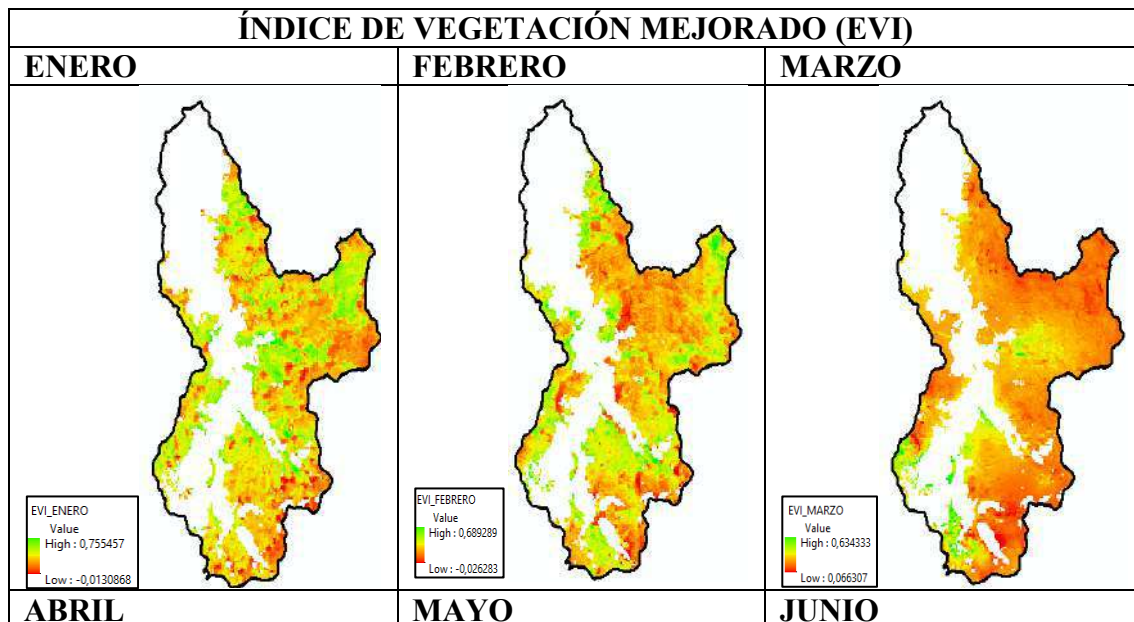
NIR: Infrarrojo cercano

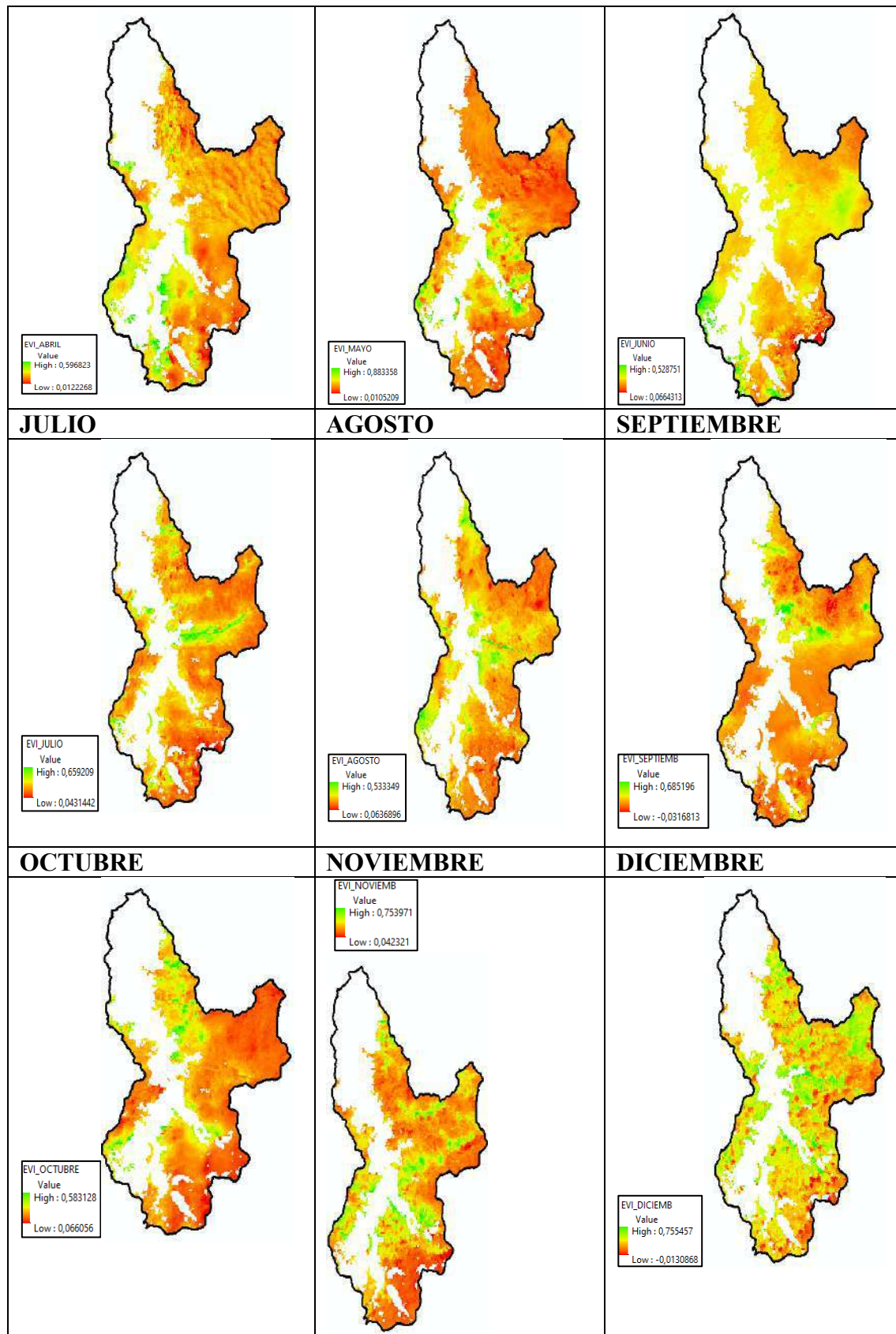
RED: Banda roja

BLUE: Banda azul

El índice de vegetación EVI presentó en el mes de mayo 0,010 a 0,883 siendo este el valor más alto del índice por otra parte el valor más bajo fue de 0,066 a 0,0528 en de junio, al igual que el índice de diferencia normalizada (NDVI) presentó un valor superior a 0,5 durante el año 2021, evidenciándose el buen estado de la vegetación de páramo de Cebadas (Figura 36).

Figura 36. Índice de vegetación mejorado (EVI)





Finalmente, las capas resultantes de los índices NDVI y EVI se intersecaron entre ellos, obteniendo solo los polígonos que comparten la misma clase en ambos índices de cada mes en estudio, se escogieron los polígonos que coinciden entre sí, es decir clase 1-1, 2-2 y 3-3, para exportarlos y analizarlos. Por último, se procedió a unir el resto del páramo dentro de la categoría 2 ya que la vegetación generalmente se encuentra en buen estado.

En la Tabla 69. se observa los rangos de interpretación que se establecieron para la reclasificación en 3 clases, los siguientes rangos se tomaron como referencia para interpretar los índices vegetación de Merg, C. et al (2011).

Tabla 69. Rangos de interpretación basados en los índices de vegetación Merg, C. et al (2011)

Rango	Interpretación	Clase
-0,3 a 0,1	Suelo desnudo, agua, rocas, nieve, vegetación dispersa	1
0,11 a 0,4	Vegetación moderada (arbustos, prados) y páramo (húmedo)	2
0,41 a 1	Vegetación densa o vigorosa (alta humedad)	3

Las capas reclasificadas de los índices NDVI y EVI se intersecaron para unir los polígonos que coinciden entre sí, de la clase 1, 2 y 3, lo cual se interpretó en base a la Tabla 70. Estos índices de vegetación se utilizan ampliamente para el desarrollo de caracterizaciones para conocer el funcionamiento ecosistémico, ambos índices se usan como estimadores lineales de fracción de radiación fotosintéticamente que es interceptada por la vegetación

Tabla 70. Interpretación de acuerdo a la clase

Clase	Interpretación
1	Presencia de rocas, sin cobertura vegetal
2	Vegetación medianamente sana
3	Vegetación muy saludable

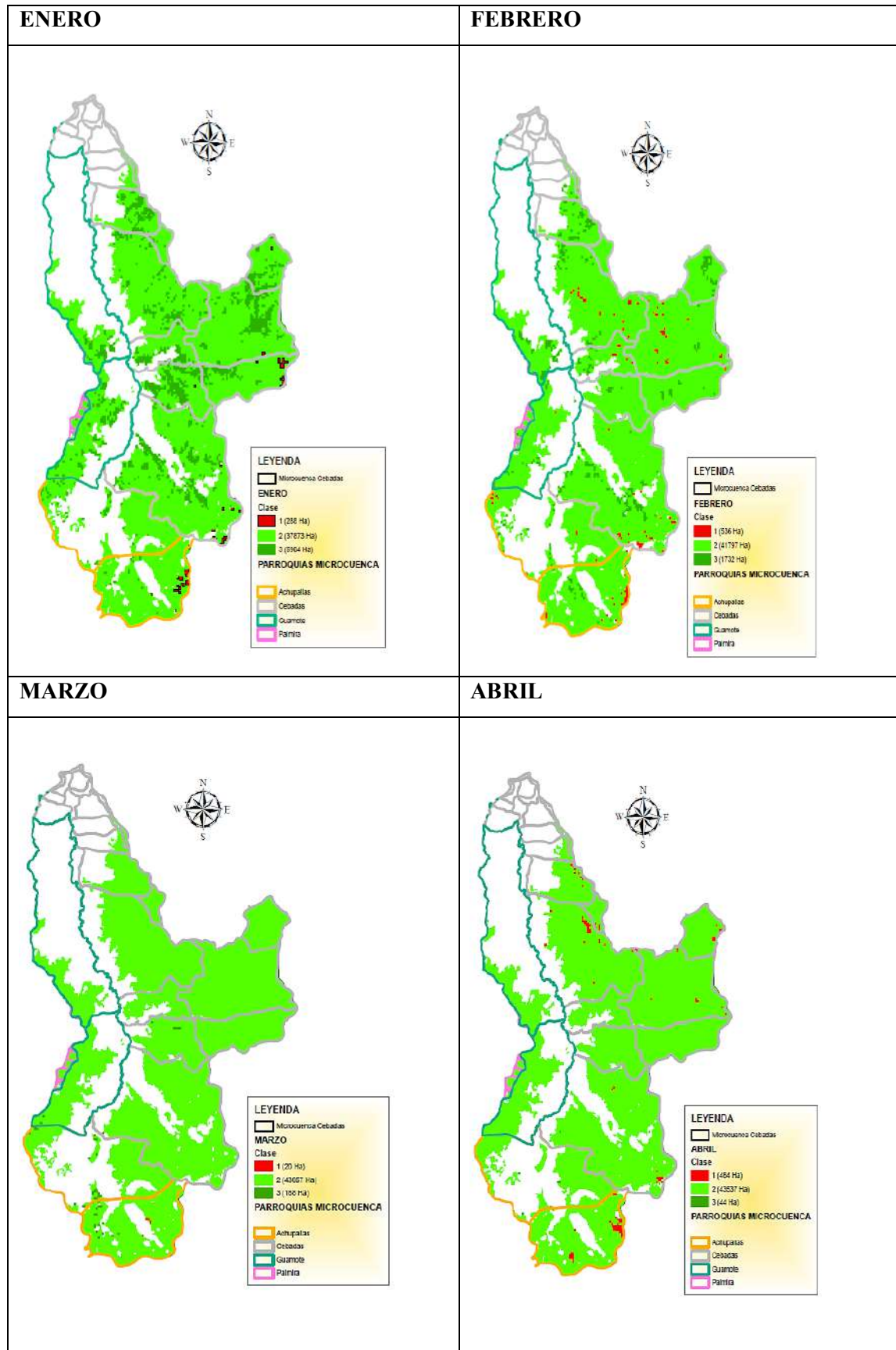
Consecuentemente se obtuvo una única capa de polígonos periodo enero a diciembre del 2021, para lo cual se procedió a interpretar los valores en base a la combinación de las tablas anteriormente mencionadas, además se utilizó la coloración como un parámetro para mejorar la interpretación.

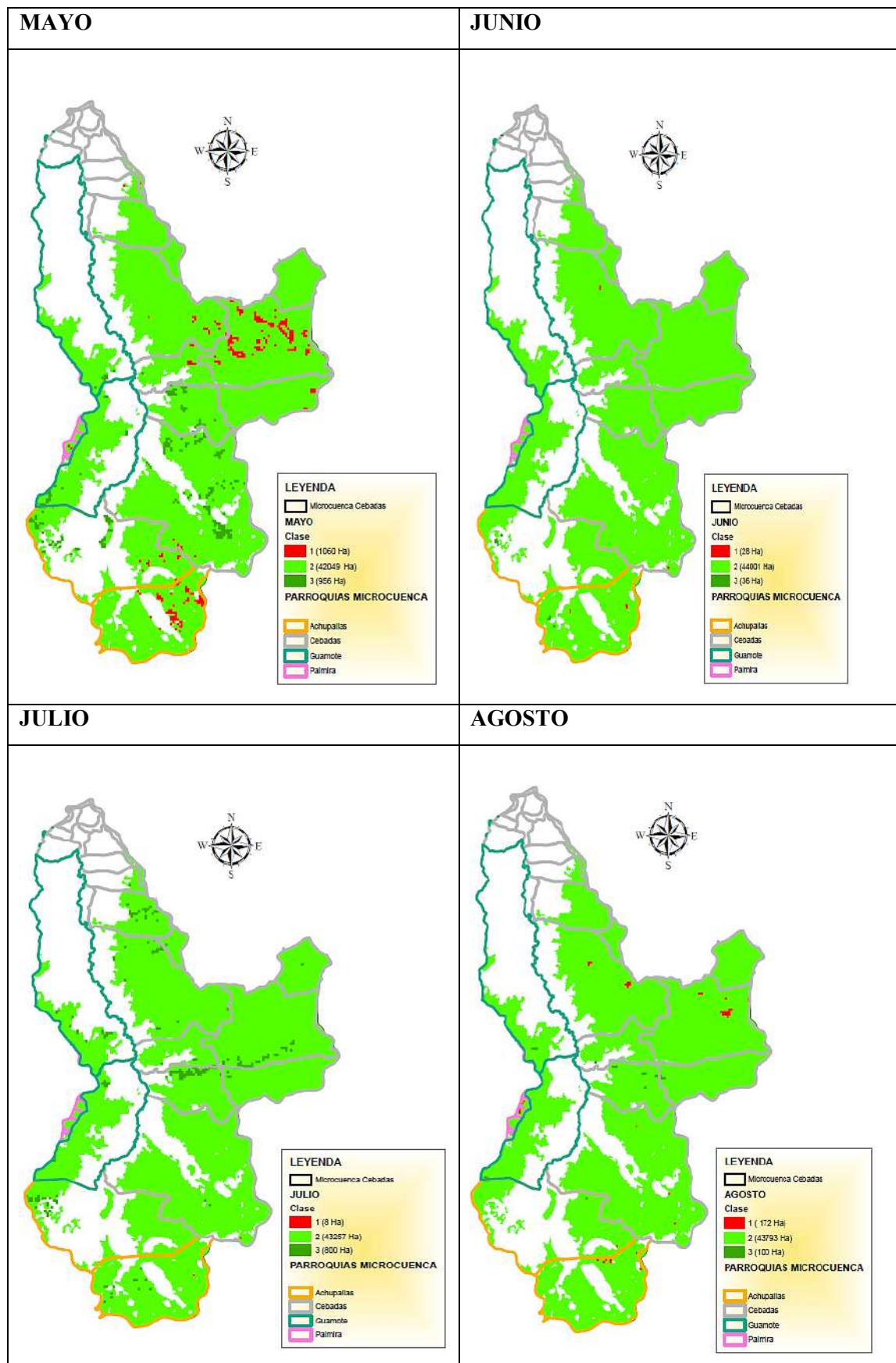
Tabla 71. Rangos de interpretación de la vegetación de la microcuenca basados en la tabla 3 y 4

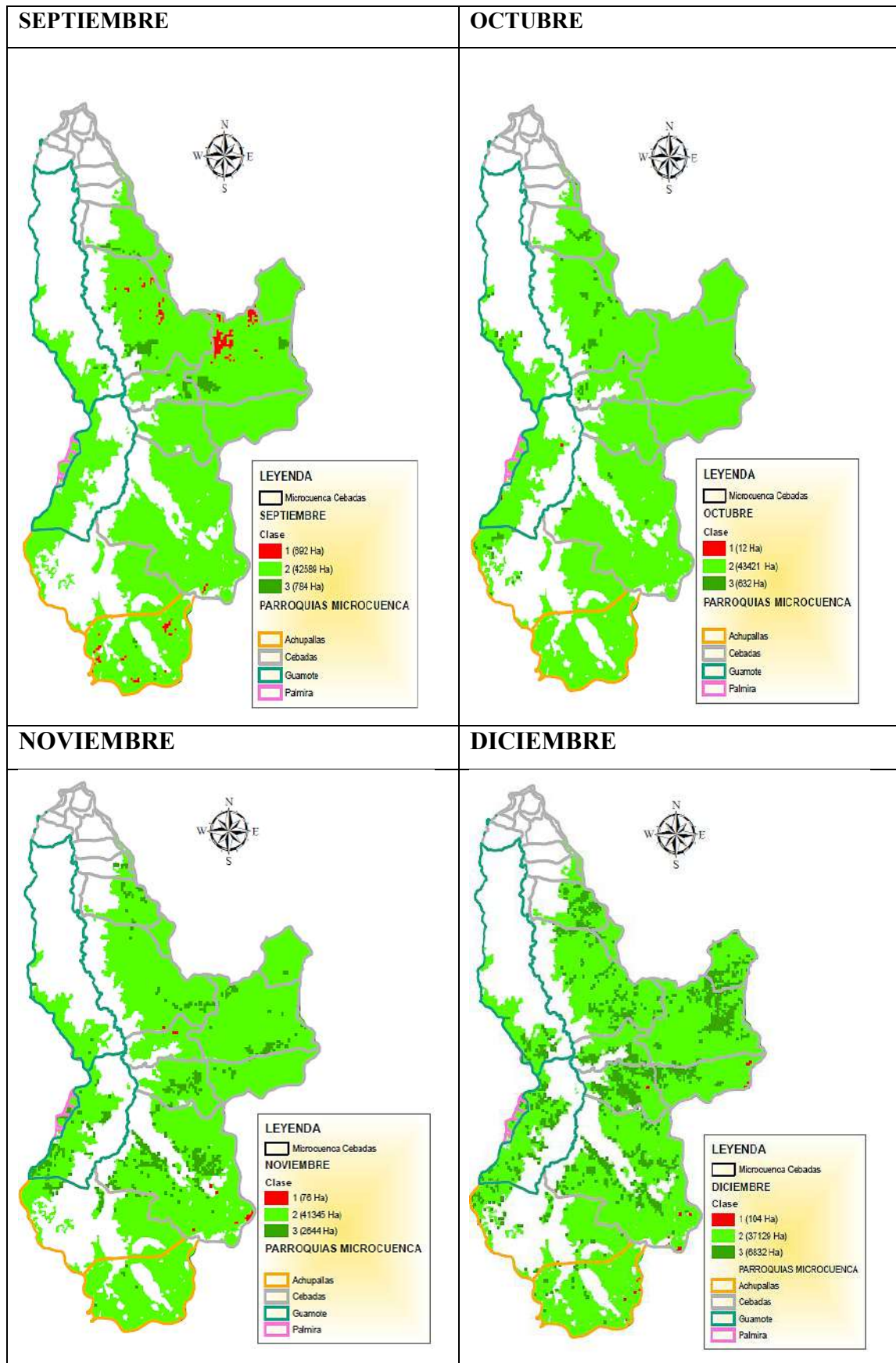
Rango	Interpretación (Tabla 3)	Clase	Interpretación	Coloración interpretación
-0,3 a 0,1	Suelo desnudo, agua, rocas, nieve, vegetación dispersa	1	Presencia de rocas, sin cobertura vegetal	
0,11 a 0,4	Vegetación moderada (arbustos, prados) y páramo (húmedo)	2	Vegetación medianamente sana	
0,41 a 1	Vegetación densa o vigorosa (alta humedad)	3	Vegetación muy sana	

A continuación en la Figura 37 se observan los mapas finales con la combinación de los índices NDVI y EVI que al intersecarse arrojan datos precisos del estado de salud y tipo de vegetación existente en el páramo de la microcuenca del río Cebadas, esta base de datos fue combinada con las parroquias o zonas pobladas del sitio de estudio, para la clase 1 correspondiente al rango -0,3 a 0,1 el cual se interpreta como suelo desnudo, agua, nieve, rocas o vegetación dispersa por lo que, en el mes de enero se estableció 288 has distribuidas en las parroquias de Cebadas y Achupallas como se observa en la figura, lo mismo ocurre en los meses de abril que presentó 484 ha, junio con 28 ha, julio con 8 ha, septiembre con 692 ha y diciembre con 104 ha; los meses de febrero con 536 ha y mayo 1060 ha, mismos que comparten valores bajos del índice en las parroquias correspondientes a Cebadas, Achupallas y Guamote por otro lado, el mes de agosto alcanzó 172 ha de la clase 1 en las parroquias de Achupallas, Palmira y Cebadas, por último se observó el mes de marzo con 20 ha en la parroquia Achupallas, octubre con 12 ha en Guamote y noviembre con 76 ha en Cebadas.

Figura 37. Mapas finales del estado de la vegetación periodo Enero 2021 - Diciembre 2021







Como se observa en la Tabla 72. la mayor superficie correspondiente a la clase 1 definido con la coloración roja que establece la presencia de suelo desnudo, agua, nieve o rocas en mayo con alrededor de 1060 has que equivalen al 2,41% del total del páramo de la microcuenca. La clase 2 representada con el color verde simboliza la presencia de vegetación medianamente sana, con la combinación de los índices espectrales se observó que el mes de junio obtuvo una superficie de 44001 hectáreas que equivale al 99,85% siendo el mes con mayor superficie de vegetación medianamente sana en el 2021, por otro lado, la clase 3 de tonalidad verde oscuro obtuvo en el mes de diciembre una superficie de 6832 has que corresponde al 15,5% del páramo de la microcuenca.

El mes de enero obtuvo 288 has sin cobertura vegetal o presencia de agua y rocas, en las parroquias de Cebadas y Achupallas en esta zona se ubica el área protegida Ichubamba Yasepan y parte del Parque Nacional Sangay, esto coincide debido a que estas áreas han sido preservadas por la diversidad ecosistémica en el mes de diciembre se observó una superficie de 104 hectáreas con un valor menor al de enero. La categoría de vegetación medianamente sana presentó en el enero una superficie de 37,873 ha que hasta diciembre del mismo año estudiado incrementó a 41,345 ha, lo que muestra la mejora en cuanto a la salud y regeneración de la cobertura vegetal.

La clase 3 equivalente a la vegetación muy saludable en enero mostró 5904 ha que hasta diciembre aumentó a 6832 ha lo cual muestra que el buen estado de la cobertura vegetal se ha elevado con el paso del tiempo lo cual se debe principalmente a que en la zona se ubica el área protegida Ichubamba Yasepan que conserva un gran conjunto de vegetación esto es confirmado por al manifestar que esta zona protegida alberga variedad de flora distribuido en diferentes pisos altitudinales identificándose 16 familias botánicas, por otra parte se define como una área biodiversa de gran importancia por la riqueza de sus ecosistemas como lo señala

Tabla 72. Clasificación del estado de la vegetación según superficie (ha)

AÑO 2021	ESTADO DE LA VEGETACIÓN		
	1	2	3

MES	Vegetación dispersa / sin cobertura vegetal		Vegetación medianamente sana		Vegetación muy sana	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Enero	288	0,65	37873	85,95	5904	13,40
Febrero	536	1,22	41797	94,85	1732	3,93
Marzo	20	0,05	43857	99,53	188	0,43
Abril	484	1,10	43537	98,80	44	0,10
Mayo	1060	2,41	42049	95,42	956	2,17
Junio	28	0,06	44001	99,85	36	0,08
Julio	8	0,02	43257	98,17	800	1,82
Agosto	172	0,39	43793	99,38	100	0,23
Septiembre	692	1,57	42589	96,65	784	1,78
Octubre	12	0,03	43421	98,54	632	1,43
Noviembre	76	0,17	41345	93,83	2644	6,00
Diciembre	104	0,24	37129	84,26	6832	15,50

El Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) obtuvo valores del rango superiores a 0,5 al igual que el Índice de Vegetación Mejorado (EVI) lo cual evidencia que la vegetación del páramo de la microcuenca del río Cebadas se encuentra en buen estado de salud, estos índices han sido muy utilizados en varias investigaciones para conocer el estado de la vegetación a través de imágenes satelitales.

El mes de enero obtuvo para la clase 1 determinada como vegetación dispersa o suelo desnudo alrededor de 288 ha que representan 0,65% del páramo de la microcuenca, para la clase 2 correspondiente a la vegetación medianamente sana se determinó 37873 hectáreas que conforman el 85,95%, mientras que para la clase 3 de vegetación muy saludable se observa 5904 Ha equivalente al 13,4%; por otra parte para el mes de diciembre la clase 1 obtuvo 104 hectáreas al 0,24%, en la clase 2 resultó 37129 hectáreas al 84,26% y la clase 3 obtuvo 6832 hectáreas al 15,5%; pudiendo observarse que con el paso del tiempo la vegetación de clase 1 ha disminuido de enero a diciembre, por otra parte en la clase 3 de la cobertura vegetal en buen estado ha aumentado de enero a diciembre lo cual se debe al trabajo continuo para la conservación del páramo y sus servicios ecosistémicos.

5.2 Monitoreo del suelo de la microcuenca Cebadas mediante índices espectrales

Se trabajó con el índice de suelo desnudo (*Bare Soil Index*) es un índice utilizado en la teledetección para evaluar y detectar áreas de suelo expuesto o desnudo en una determinada región.

5.2.1 Índice de suelo desnudo (BSI)

Este índice se enfoca en identificar zonas donde la vegetación está ausente o es mínima. El BSI se calcula generalmente utilizando información de varias bandas espectrales, como las bandas del infrarrojo cercano y el rojo. La fórmula específica puede variar, pero en general, este índice asigna valores más altos a las áreas con menos vegetación y más suelo expuesto.

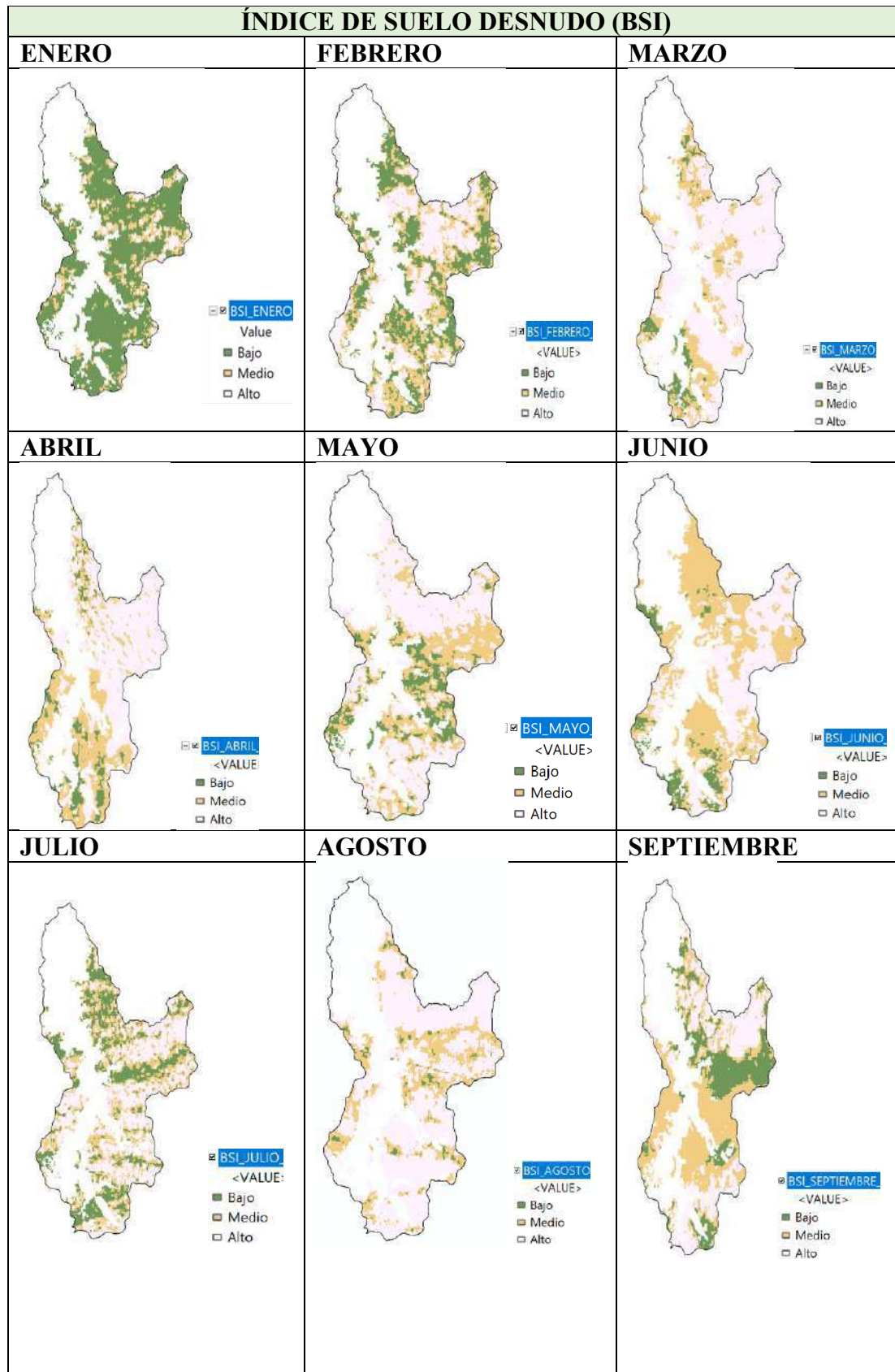
Un valor alto en el índice BSI suele indicar la presencia de suelo desnudo, ya sea debido a la ausencia de vegetación, disturbios del suelo (como la labranza o erosión) o áreas recientemente quemadas. El BSI puede ser útil en diversas aplicaciones, como la monitorización de la erosión del suelo, la planificación agrícola, la gestión de recursos naturales y la evaluación de áreas afectadas por incendios forestales u otros disturbios.

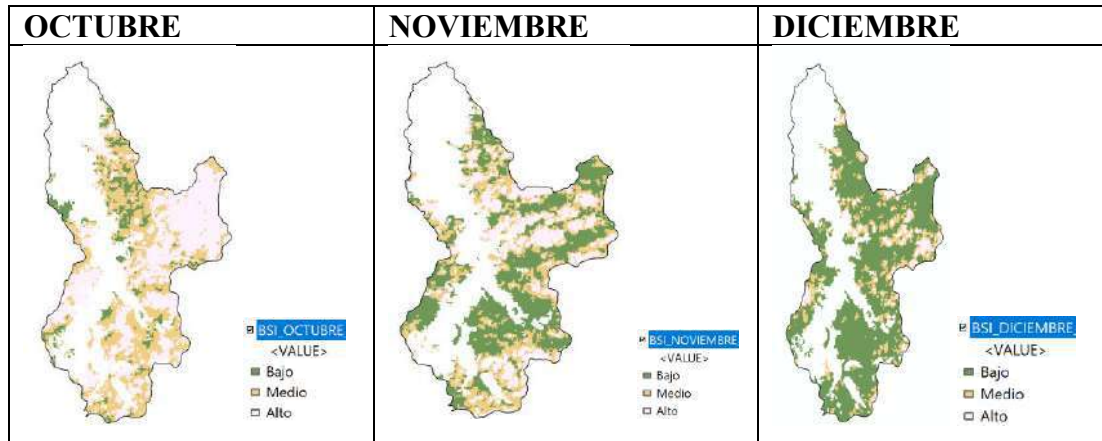
Su fórmula es:

$$BSI = \frac{((Red + SWIR) - (NIR + Blue))}{((Red + SWIR) + (NIR + Blue))}$$

Se determinó que el índice BSI (*Bare Soil Index*) presento valores con rangos entre -1 y 1, siendo los valores positivos indicativos de mayor presencia de suelo desnudo y los valores negativos de mayor presencia de vegetación o agua. Con estos resultados se puede manifestar que los meses que mantuvieron los valores altos de BSI se establecieron entre Julio, Agosto y Octubre, por otro lado, los meses de Enero, Noviembre y Diciembre fueron los que menor BSI tuvieron por lo que visualmente se observa mayores zonas en color verde. A nivel general el BSI mantiene una relación con base a la temporalidad que se presenta a lo largo del año tomando en cuenta que las condiciones ambientales siempre están sujetas a cambios y durante meses en específico estos cambios se vuelven más notorios, repitiéndose el ciclo año tras año (Figura 38).

Figura 38. Índice de suelo desnudo (BSI) año 2021





De acuerdo con los resultados del índice de suelo desnudo (BSI) de la microcuenca del río Cebadas, en el primer semestre del año no se observó una marcada presencia de suelo desnudo, lo cual refleja en una cobertura vegetal de forma sostenida, mientras que para el segundo semestre del año se aprecia ciertas zonas que han presentado reducción en cobertura vegetal y zonas desnudas.

5.3 Monitoreo del agua mediante índices espectrales

Se utilizó el Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI, *Normalized Difference Water Index*) es un indicador utilizado en teledetección para detectar la presencia y cambios en cuerpos de agua, como lagos, ríos, embalses o humedales.

5.3.1 Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)

El NDWI se calcula utilizando bandas espectrales específicas, generalmente del infrarrojo cercano (NIR) y del verde o azul. La fórmula exacta puede variar, pero en términos generales, funciona restando el valor de reflectancia en el infrarrojo cercano del valor de reflectancia en la banda verde o azul y dividiendo esa diferencia por la suma de esos valores. Esto ayuda a destacar la presencia de agua, ya que el agua tiende a absorber luz en la región del infrarrojo cercano y reflejar menos luz en comparación con otras superficies como la tierra o la vegetación. Un valor alto en el NDWI generalmente indica la presencia de agua, mientras que valores más bajos o negativos suelen asociarse con la tierra firme o áreas sin agua.

El NDWI es útil en la detección y monitoreo de cuerpos de agua, cambios en la cobertura de agua y en la gestión de recursos hídricos. También se aplica en la

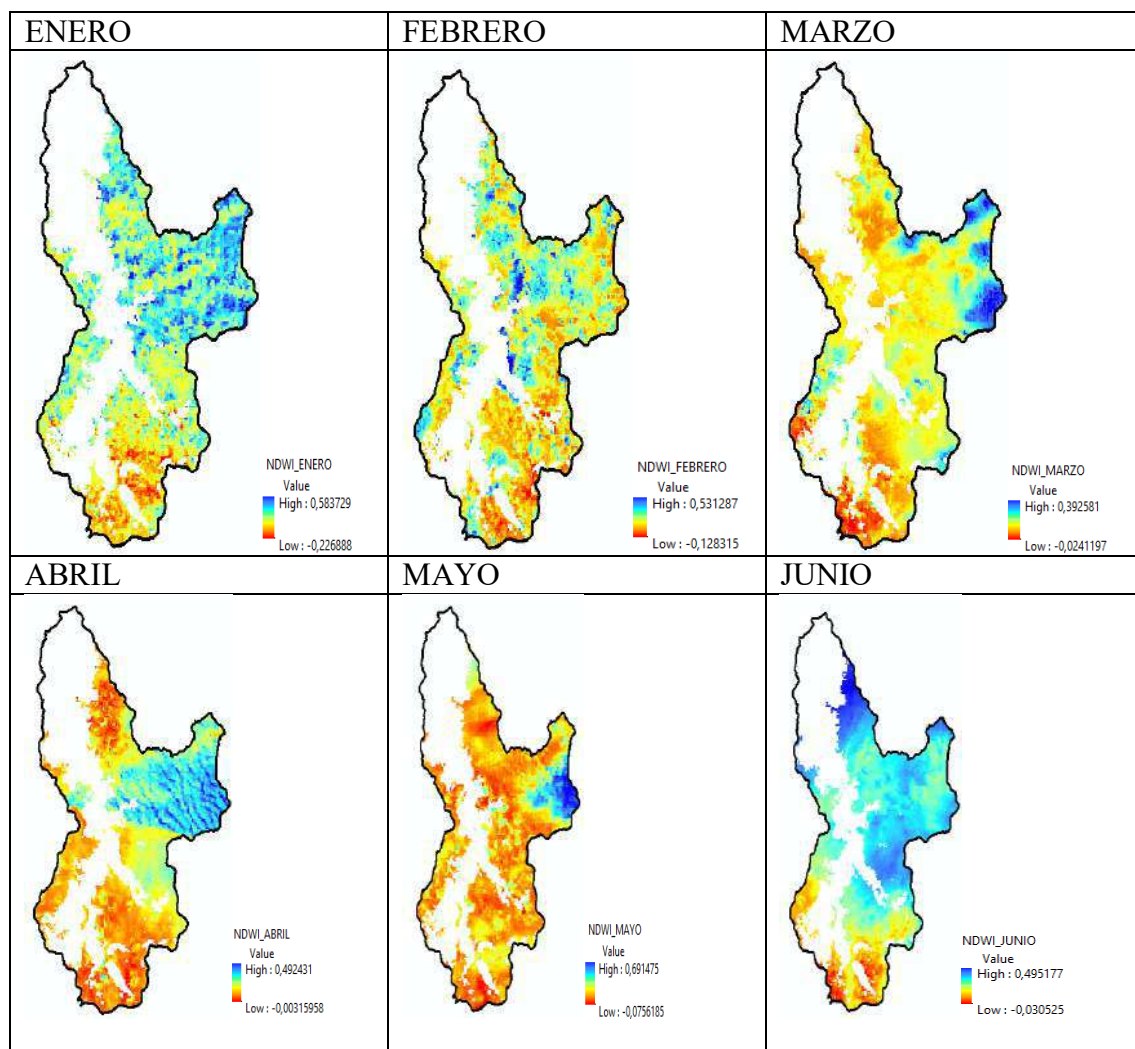
evaluación de la salud de humedales, la identificación de inundaciones y la cartografía de cuerpos de agua para diversos fines ambientales y de planificación

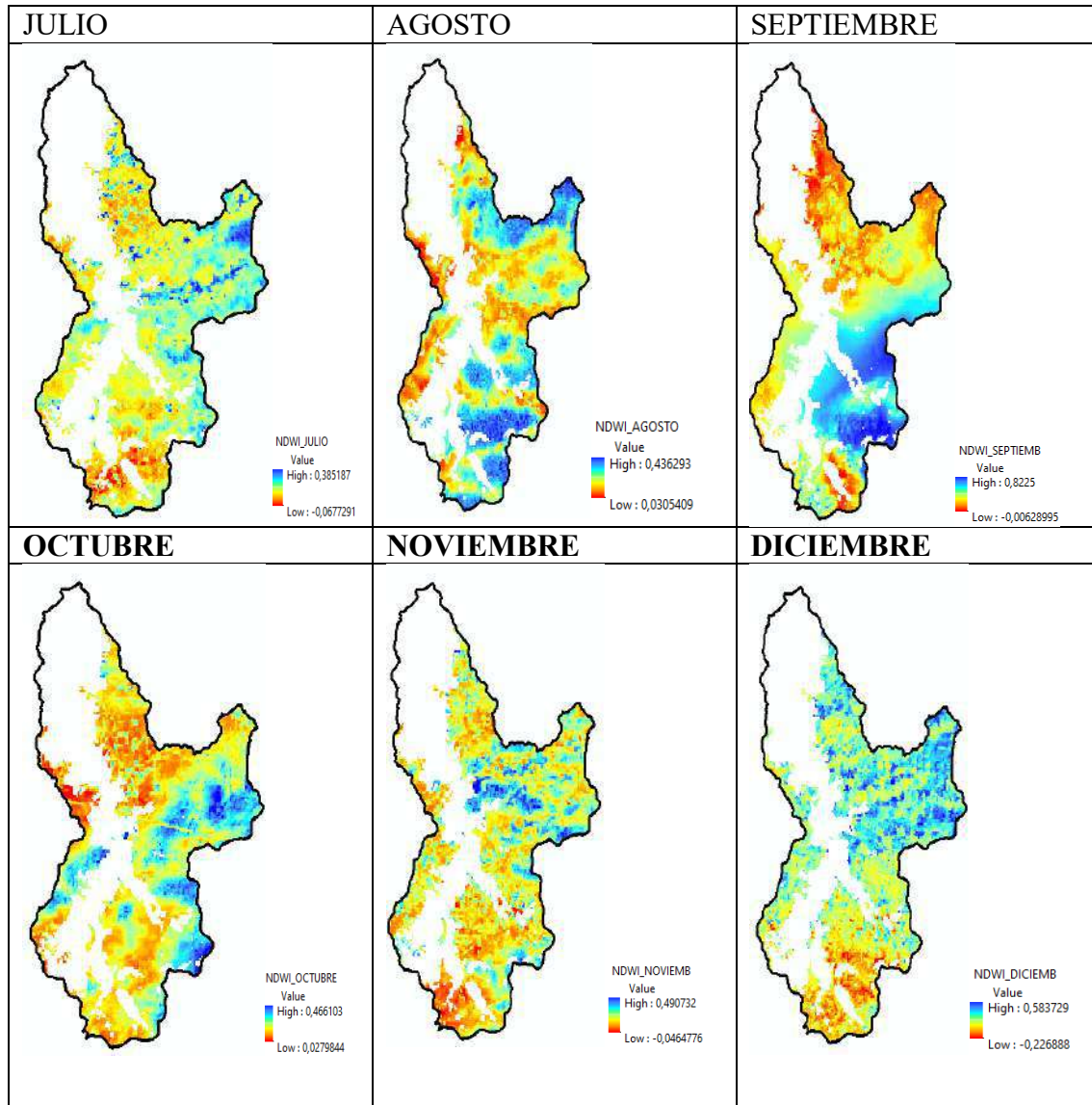
Su fórmula es la siguiente:

$$NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)}$$

Los valores NDWI el mes de septiembre presento el valor más alto con un rango de -0,006 a 0,822 y el valor más bajo fue en julio con un rango de -0,067 a 0,385. Con estos se puede manifestar valores mayores a 0,5 muestran concentraciones o masas de agua, mientras tanto los valores inferiores muestran zonas secas, con presencia de vegetación o suelo desnudo (Figura 39).

Figura 39. Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI) de la microcuenca del río Cebadas





5.4 Conclusiones

- Se emplearon técnicas de teledetección a través de los índices espectrales NDVI, NDWI, EVI, BSI, los cuales demostraron ser una herramienta precisa y factible para evaluar y interpretar los distintos fenómenos asociados al cambio climático y a la intervención antrópica; evidenciando un retroceso en la vegetación del páramo de la microcuenca del río Cebadas, la cual se halla influenciada por el avance de la frontera agrícola y el cambio climático. Este dato concuerda con estudios que manifiestan que en los Andes ecuatorianos

existe una fuerte presión en las partes altas del páramo lo cual impacta en el ecosistema.

- El NDVI en el margen izquierdo y derecho de la cuenca muestran valores superiores a 0,5 que implica que la vegetación herbácea en esa área es bastante densa y saludable, sin embargo el índice EVI define de mejor manera las zonas con mayor verdor en el mes de mayo que concluye la época lluviosa en el margen oriental de la Subcuenca del río Chambo, es decir que podemos afirmar que la vegetación se regenera en las épocas lluviosas y baja su verdor en la época seca, con estos resultados es posible detectar polígonos con vegetación sana en temporalidades trimestrales, semestrales y anuales.
- El índice NDWI muestra que la zona más húmeda de la microcuenca del río Cebadas se localiza al Noreste y sureste con valores mayores a 0,5 que indica presencia de bofedales y zonas con cantidades de agua alta, lo que lo convierte en una zona prioritaria de conservación.

CAPÍTULO VI

CONSIDERACIONES GENERALES



CAPITULO 6

6 CONSIDERACIONES GENERALES

Mediante la caracterización florística la microcuenca del río Cebadas presenta una diversidad florística de nivel medio en donde predominan las especies de *Calamagrostis intermedia*, con alrededor de 9217 individuos, seguida por *Agrostis perennans*, con 4481 individuos por lo que la zona se encuentra dominada por pajonales. Se registró alrededor de 42 especies vegetales pertenecientes a 23 familias y 39 géneros, en un rango altitudinal que oscila entre 3300 y 3600. Como complemento de la investigación se aplicó el estudio etnobotánico en donde se determinó el conocimiento de las comunidades acerca de la utilidad de las especies vegetales de la zona, se determinó a la especie *Calamagrostis intermedia* perteneciente a la familia Poaceae, conocida comúnmente como paja es utilizada como forraje para el ganado, además se utiliza el tallo y la raíz como medicina, por otra parte la especie *Valeriana microphylla* es muy utilizada de forma medicinal para problemas intestinales.

La caracterización del suelo determina las propiedades fisicoquímicas que componen este recurso e incluso aquellos elementos que se encuentran de forma deficiente en el mismo, por lo que se determinó que existen suelos de textura franco-arcillosa con un nivel medio - alto de contenido de materia orgánica, lo cual es el resultado de los procesos eruptivos por los cuales tuvo que pasar la zona de estudio a lo largo del tiempo.

El agua de las fuentes hídricas contribuye y aportan al caudal de la microcuenca del río Cebadas y aguas más abajo a la subcuenca del río Chambo, dentro de los análisis del recurso hídrico se asevera que existen bajos niveles de oxígeno disuelto en el agua debido a la contaminación del agua, además se obtuvo alto contenido de nitratos que puede ser un indicador de problemas de contaminación debido a la utilización de fertilizantes agrícolas, desechos animales, aguas residuales y otros desechos orgánicos.

El monitoreo de la vegetación, suelo y agua mediante la aplicación de la teledetección que a través del uso de índices espectrales muestra el cambio que experimenta la vegetación, suelo y agua a través del tiempo, la microcuenca del río Cebadas por lo general posee vegetación medianamente sana en alrededor de 37873 hectáreas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Garavito, M., & Ramirez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (Issue August).
- Aguirre, N., Luna, T., Eguiguren, P., & Aguirre, Z. (2016). *Mapeo de actores del Parque Nacional Podocarpus: implicaciones para el monitoreo de la biodiversidad* (Issue March).
- Alcaraz Ariza, F. J. (2013). Fundamentos de la clasificación de la vegetación. *Geobotánica*, 10, 14.
- Almeida-Lenero, L., Hooghiemstra, H., Cleef, A. M., & Van Geel, B. (2005). Holocene climatic and environmental change from pollen records of lakes Zempoala and Quila, central Mexican highlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 136(1–2), 63–92. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2005.05.001>
- Araújo Monteiro Lobo, R. A., Bastos Nigro Monteiro Lobo, A. C., Morais de Oliveira, A. F., & Cavalcanti Andrade, L. de H. (2022). Ethnobotany as a parameter for the study of cultural mimicry among Roma people. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 21(4), 530–547. <https://doi.org/10.37360/blacpma.22.21.4.32>
- Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., Cárdenas, A., & Velástegui, A. (2009). Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización climática en el Ecuador. *EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA*. Quito., 150. <http://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=43576>
- Caranqui, J., Lozano, P., & Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33–45. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- Caranqui, J., Wilfrido, H., Fabian, S., & Cristian, P. (2015). *Jorge Caranqui, *Wilfrido Haro, *Fabian Salas, *Cristian Palacios*. 1–11. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
- Carla Moreno, María Isabel González, & José Antonio Egido. (2015). Influencia Del Manejo Sobre La Calidad Del Suelo. *ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana*, 2(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v2i1.8>
- Chamorro, G. I. (2011). Guía de Hidrometría: Estimación del caudal por el Método de Flotadores. *Ministerio Del Ambiente: Dirección Regional de Lima, I*(Lima, Perú), 18. http://www.senamhi.gob.pe/usr/cdc/AFORO_X_FLOTADORES.pdf
- Chaves Hernández, P. (2010). *INVENTARIO FLORÍSTICO PRELIMINAR DE PLANTAS ANGIOSPERMAS PRESENTES EN EL ECOSISTEMA DE PARAMO DEL PARQUE NACIONAL Presentado como requisito para optar al título de*. <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis638.pdf>
- Chávez Muyulema, N. (2021). *PDOT Final GAD CEBADAS 2021* diseño.
- Ciancaglini, N. (2000). Guía para la determinación de textura de suelos por método

- organoléptico. INTA EEA San Juan, 10.
[http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO_R001_Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO_R001_Guía_para_la_determinación_de_textura_de_suelos_por_método_organoléptico.pdf)
- Cortés, D., Pérez, J., & Camacho Tamayo, J. (2013). Relación espacial entre la conductividad eléctrica y algunas propiedades químicas del suelo. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16(2), 401–408.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n2.2013.912>
- Cotler, H., Garrido, A., Bunge, V., & Cuevas, M. L. (2010). Las cuencas hidrográficas de México: priorización y toma de decisiones. In *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. (Issue January 2010).
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/priorizacion.pdf>
- De la Hoz, M. F., Oliet, J. A., Abellanas, B., Cuadros, S., Fernandez, P., & Zamora, R. (2004). *MANUAL DE ORDENACIÓN DE BOSQUES DE ANDALUCÍA* (Consejería).
https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Documentos_Tecnicos/manual_ordenacion_montes_andalucia/manual_ord_montes.pdf
- Dobriyal, P., Badola, R., Tuboi, C., & Hussain, S. A. (2017). A review of methods for monitoring streamflow for sustainable water resource management. *Applied Water Science*, 7(6), 2617–2628. <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0488-y>
- Ferro-Díaz, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *Ecovida*, 5(1), 139–186. <http://www.bionica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Garcia, M., Sanchez, F., Marin, R., Guzman, H., Verdugo, N., Dominguez, E., Vargas, O., Panizzo, L., Sanchez, N., Gomez, J., & Cortes, G. (2021). El agua. El Medio Ambiente. *Revista de Colombia*, 35–189. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18771/43827_55586.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gisbert, J., Ibáñez, S., & Moreno, H. (2008). La textura de un suelo. *Universidad Politécnica de Valencia*, 4(1), 1–8.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7775/Textura.pdf>
- Guadarrama, R., Kido, J., Roldán, G., & Salas, M. (2016). Contaminación de agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 1–10.
https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N5_1.pdf
- Guambo, A. V. (2016). *Valoración Económica Ambiental Del Servicio Hidrológico De La Microcuenca Del Río Cebadas Del Cantón Guamote, Provincia De Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4760>
- Guanquiza Tello, Lucas; Antúnez Sánchez, A. (2019). La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador. Necesidad de su reversión desde las políticas públicas con enfoque bioético — e environmental contamination in the water-bearing to

- Ecuador . Need of his reversion from the public policies with focus. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 5, 1053–1079. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941756001/>
- Guerrero, C. J. M. (2012). *Universidad técnica de babahoyo*.
- Guerrero, P. (2002). *GUÍA ETNOGRÁFICA Sistematización de datos sobre la diversidad y la diferencia de las culturas*. [https://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11741/Guía etnográfica sistematización de datos.pdf?sequence=1](https://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11741/Guía_etnográfica_sistematización_de_datos.pdf?sequence=1)
- HALLOY, S., CUELLO, S., CARILLA, J., LIZÁRRAGA, S., CARRIZO, J., & GRAU, A. (2020). Flora altoandina de HUACA HUASI GUÍA VISUAL. *Instituto de Ecología Regional – CONICET – UNT – Tucumán, Argentina. Ediciones Del SUBTRÓPICO- Fundación ProYungas*. <https://condesan.org/download/flora-altoandina-de-huaca-huasi/>
- ICC. (2017). Manual de Medición de Caudales. *Instituto Privado de Investigacion Sobre Cambio Climatico*, 24. <https://bityl.co/7FYT>
- Izurieta, R., Calles, A., Estévez, J., & Ochoa, T. (2019). Calidad del Agua en Ecuador. In *Calidad del agua en las américas*. https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/10/Calidad-de-agua-en-las-Américas_2019.pdf
- Loto, D. E., Gasparri, I., Azcona, M., García, S., & Spagarino, C. (2018). Estructura y dinámica de bosques de palo santo en el Chaco Seco. *Ecología Austral*, 28(1), 064–073. <https://doi.org/10.25260/ea.18.28.1.0.615>
- Lozano-Contreras, G., & Schnetter, R. (1976). Estudios Ecologicos En El Paramo De Cruz Verde, Colombia Ii. Las Comunidades Vegetales. *Caldasia*, 11(54), 53–68. <http://www.jstor.org/stable/43406047>
- MAAE-Acuerdo Ministerial 097-A. (2015). Registro Oficial Suplemento 387 de 4 de Noviembre de 2015. *Libro VI, Anexo 5*, 184. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112183.pdf> http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/red_monitoreo/informacion/norma_ecuato_calidad.pdf
- MAATE. (2015). *Mapa Interactivo Ambiental – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. <https://www.ambiente.gob.ec/mapa-interactivo-ambiental/>
- MAE. (2012). Leyenda Ecosistemas Ecuador 2. In *Subsecretaría de Patrimonio Natural*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf
- Manrique, M. (2004). Programa de entrenamiento en servicio PES Determinación de eficiencias de conducción y distribución. *Programa de Entrenamiento En Servicio PES II, ETAPA II*, 69.
- Mena, P., Castillo, A., Flores, S., Hofstede, R., Josse, C., Lasso, S., Galo, M., Ochoa, N., & Ortiz, D. (2011). *Páramo Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado*.

- Molinillo, M., & Monasterio, M. (2002). Patrones De Vegetacion Y Pastoreo En Ambientes De Paramo Vegetation and Grazing Patterns in Paramo Environment. *Ecotropicos*, 15(1), 19–34.
- Monsonis, M. (2017). *Uso De la Teledetección y los Sig en la vigilancia de la Calidad del Agua*. 165.
- Morocho, C., & Chunchu, G. (2019). BOSQUES LATITUD CERO Publicado por Editorial Universidad Nacional de Loja bajo licencia Creative Commons 4.0 Consultor ambiental-MAE-SUIA-0280-CI y Ex docente la Universidad Nacional de Loja, Ecuador Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una re. *Bosques Latitud Cero*, 9(2), 71–75.
- Muñoz Araque, R. de J. (1978). *El análisis de suelos y su interpretación*. 69–88. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/22521>
- Muñoz, P. (2013). Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación. *Centro de Información de Recursos Naturales*, 15. [http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema Índices de vegetación%2C Pedro Muñoz A.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/26389/Tema%20Indice%20de%20vegetacion%2C%20Pedro%20Mu%C3%B1oz%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Murillo, F. J., & Martinez Garrido, C. (2010). *Investigación Etnográfica*.
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda. *Organización Mundial de La Salud*, 4, 608. <https://bit.ly/7FYT>
- Palacios, W. A. (2009). Elementos para el monitoreo de la flora y la vegetación. In *Cinchonia* (Vol. 9, pp. 105–108).
- Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K., & Grabherr, G. (2015). MANUAL PARA EL TRABAJO DE CAMPO DEL PROYECTO GLORIA* APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIMAS. MÉTODOS BÁSICO, COMPLEMENTARIOS Y ADICIONALES 5ª EDICIÓN. *Landscape Ecology*, 978-92-79-47948-9. <https://doi.org/10.2777/37575>
- PDYOT. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. 554. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000280001_PDyOT FINAL - 160516 13y50_16-05-2016_19-06-53.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000280001_PDyOT_FINAL-160516_13y50_16-05-2016_19-06-53.pdf)
- Pérez Calix, E. (2022). *Los inventarios florísticos en la conservación y restauración*. Crónica y El Portal Comunicación Veracruzana IIECOL INSTITUTO ECOLOGÍA, A.C. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/1831-los-inventarios-floristicos-en-la-conservacion-y-restauracion>
- Pinos-Morocho, D., Morales-Matute, O., & Durán-López, M. E. (2021). Suelos de páramo: Análisis de percepciones de los servicios ecosistémicos y valoración económica del contenido de carbono en la sierra sureste del Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 157–179. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.8>

- Rodriguez, W., Escartin, E., & Valcarce Ortega, R. M. (2022). *STADO ACTUAL DEL EMPLEO DE LA TELEDETECCIÓN PARA EL ESTUDIO DE LAS VARIACIONES ESPACIALES Y TEMPORALES DE LOS ECOSISTEMAS RELACIONADOS CON EL AGUA*. October. <https://www.researchgate.net/publication/364848711%0AESTADO>
- Rojas, C., Cardozo, A., Hernández, L., Lapp, M., Rodríguez, H., Ruiz, T., & Torrecilla, P. (2006). *BOTÁNICA SISTEMÁTICA FUNDAMENTOS PARA SU ESTUDIO*. Universidad Central de Venezuela, 242. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Botanica/Botanica_Sistematica/GUIA_DE_BOTANICA_SISTEMATICA_I.pdf
- Sánchez-M, R., Rangel-Ch, O., & Aguirre-C, J. (1989). Estudios Ecologicos En La Cordillera Oriental Iv: Aspectos Sinecologicos De La Brioflora De Los Depositos Turbosos Paramunos *Caldasia*. <https://www.jstor.org/stable/44243537>
- Sanchez, E., & Ortiz, L. (2016). Escenario ambientales y sociales de la minería a cielo abierto. *Centro de Investigación En Biotecnología (Ceib), UAEM.*, 10(20), 27–34. <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/272/447>
- SENAGUA. (2018). *Guía Técnica para la delimitación de Áreas de Protección Hídrica*.
- Soler, P. E., Berroterán, J. L., & Gil, J. L. (2012). Índice valor de importancia , diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela Índice valor de importancia , diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los. *Agronomía Trop.*, January 2012. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Gil-26/publication/290436874_Indice_valor_de_importancia_diversidad_y_similaridad_floristica_de_especies_lenosas_en_tres_ecosistemas_de_los_llanos_centrales_de_Venezuela/links/569820d408aec79ee32b7337/Indice-valor
- Soliz, F., & Maldonado, A. (2012). Guía de Metodologías Comunitarias Participativas. In *Universidad Andina Simón Bolívar* (Issue 5).
- Sotelo Ruiz, E. D., González Hernández, A., Cruz Bello, G., Moreno Sánchez, F., & Cruz Cárdenas, G. (2019). Los Suelos Del Estado De México Y Su Actualización a La Base Referencial Mundial Del Recurso Suelo 2006. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 2(8), 71–84. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i8.538>
- Tapia, C. (2009). ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MONITOREO PARTICIPATIVO DE CAUDALES EN LOS AFLUENTES DE LA MICROCUENCA ALTA DEL RIO GUARGUALLA PARA CONOCER LA OFERTA HÍDRICA. In *Bifurcations* (Vol. 45, Issue 1). <http://dx.doi.org/10.1016/j.refiri.2017.07.010%0Ahttp://coop-ist.cirad.fr%0Ahttp://www.theses.fr/2014AIXM5048%0Ahttp://www.cairn.info/revue-management-et-avenir-2010-6-page-84.htm%0Ahttp://www.cairn.info/bifurcations--9782707156006-page-349.htm%0Ahttp://w>
- Torres Andrade, G. F. (2014). Tratamiento De Aguas Residuales Mediante La Combinación De Técnicas Avanzadas De Oxidación Y Biofiltros

[UNIVERSIDADUNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
TESIS DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA]. In *Universidad De Las Palmas
De Gran Canaria*.
https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/11899/4/0699295_00000_0000.pdf

- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (2009). CHAPTER 11: Time-dependent Restricted-active-space Self-consistent-field Theory for Electron Dynamics on the Attosecond Timescale. *RSC Theoretical and Computational Chemistry Series*, 2018-Janua(13), 386–423. <https://doi.org/10.1039/9781788012669-00386>
- Vargas, L., Torres, O., & Carrillo, G. (2018). Comportamiento de la Resistencia al desgaste erosivo de recubrimientos de alúmina. *Respuestas*, 23(1), 6–12. <https://doi.org/10.22463/0122820x.1323>
- Vargas, O., Vilma, J., Castellanos, L., & Mora, J. (2004). *Proyecto paramo andino propuesta de actividades de investigación para los páramos de colombia*. June, 1–85.
- Villagrán, C., & Squizzato, T. (2017). A reflection about homero's flora, vegetation and ethnobotany. *Gayana. Botánica*, 74(1), 200–220.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) liderado por el Ing. Byron Vaca Ph.D, al Decanato de Investigaciones (DDI), a los funcionarios y autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Cebadas y demás entidades gubernamentales y no gubernamentales y de manera especial a las comunidades por abrirnos las puertas y brindarnos el apoyo para el cumplimiento de los componentes del proyecto de investigación denominado *“DETERMINAR EL USO EFICIENTE DE ESPECIES VEGETALES ALTOANDINAS BIOPURIFICADORAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CEBADAS, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”*.

Estimados investigadores y estudiantes de la Facultad de Recursos Naturales (FRN) nuestra gratitud eterna por el valioso aporte investigativo y calidad humana que le brindaron al desarrollo del proyecto. Todo su esfuerzo ha contribuido inmensamente en la elaboración del presente libro que guarda en cada una de sus páginas vuestra dedicación y constancia en las tareas encomendadas, sin ustedes no sería posible la presentación de esta obra que constituye un gran aporte a la ciencia y la academia.

El proyecto de investigación del cual es producto el presente libro representa el esfuerzo y la entrega de un gran equipo de investigación que busca la conservación de los recursos naturales y despertar en la sociedad el interés para generar un mundo mejor.

¡Muchas Gracias!



ISBN: 978-9942-621-83-2



9 789942 621832