



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL CARBONO CAPTURADO EN
EL SUELO DE LOS BOFEDALES DE LA RESERVA DE
PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO**

PATRICIO XAVIER LOZANO RODRÍGUEZ

**Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo,
presentado ante el Instituto de Postgrado y Educación Continua de la
ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:**

**MAGISTER EN FORMULACIÓN, EVALUACIÓN Y GERENCIA
DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO**

Riobamba – Ecuador

Julio 2017



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, denominado “**Valoración económica del carbono capturado en el suelo de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo**”, de responsabilidad del Ingeniero Patricio Xavier Lozano Rodríguez ha sido prolijamente revisado, y se autoriza su presentación.

TRIBUNAL:

PhD. Fredy Bladimir Proaño Ortiz

PRESIDENTE

FIRMA

PhD. Juan Manuel García Samaniego

DIRECTOR

FIRMA

MsC. Pamela Andrea Paula Alarcón

MIEMBRO

FIRMA

MsC. José Fernando Romero Cañizares

MIEMBRO

FIRMA

Riobamba, Julio de 2017

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Patricio Xavier Lozano Rodríguez, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, y que el patrimonio intelectual generado por el mismo, pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Patricio Xavier Lozano Rodríguez.

CI. 060300904-4

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Patricio Xavier Lozano Rodríguez, declaro que el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de maestría.

Riobamba, Julio de 2017.

Patricio Xavier Lozano Rodríguez.

CI. 060300904-4

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios y mi familia, quienes con todo su amor, luz, y presencia han guiado y motivado cada paso de mi existencia, principalmente en los momentos difíciles que he tenido que afrontar.

A ustedes.

AGRADECIMIENTO

Al proyecto de investigación institucional SIV25-ESPOCH, por brindar el espacio para el desarrollo del presente trabajo.

A los miembros del tribunal, Juan Manuel, Pamela, Fernando y Brian, por ofrecer todo su conocimiento, colaboración y asistencia para la culminación del presente trabajo.

A los integrantes del proyecto de investigación institucional SIV25-ESPOCH, especialmente a José y Fernando, por brindar su contingente y entusiasmo en el cumplimiento de las actividades previstas en el presente trabajo.

A los representantes de la Dirección Provincial de Ambiente de Chimborazo y la Jefatura de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, por facilitar la autorización para desarrollar las actividades de muestreo del presente trabajo.

Gracias a todos ustedes porque han contribuido de manera fundamental al planteamiento y desarrollo del presente trabajo de investigación.

Patricio

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE GRÁFICOS	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii

CAPÍTULO I

1. Introducción	1
1.1 Problema de investigación	3
<i>1.1.1 Planteamiento del problema</i>	5
<i>1.1.2 Sistematización del problema</i>	5
1.2 Justificación	5
1.3 Objetivos	6
<i>1.3.1 Objetivo General</i>	6
<i>1.3.2 Objetivo Específicos</i>	6
1.4 Hipótesis	7
<i>1.4.1 Hipótesis Alternativa</i>	7
<i>1.4.2 Hipótesis Nula</i>	7

CAPÍTULO II

2. Marco de Referencia	8
2.1 Conservación de la biodiversidad	8
<i>2.1.1 Alternativas de conservación</i>	9
2.2 Ecosistemas de bofedales.....	10
2.3 Servicios ecosistémicos	12
<i>2.3.1 Captura de carbono del suelo</i>	13
2.4 Valoración económica de servicios ecosistémicos	14
<i>2.4.1 Métodos de valoración económica desde la economía ambiental</i>	15

CAPÍTULO III

3. Diseño de la investigación	18
3.1 Caracterización del lugar	18

3.1.1 Localización.....	18
3.1.2 Ubicación geográfica	18
3.1.3 Caracterización climática.....	18
3.2 Materiales.....	19
3.2.1 Materiales de escritorio.....	19
3.2.2 Equipos	19
3.2.2.1 Equipos de campo.....	19
3.2.2.2 Equipos de laboratorio	19
3.2.2.3 Equipos de escritorio	20
3.3 Metodología.....	20
3.3.1 Objetivo 1: Caracterizar los principales rasgos biofísicos y antrópicos de los bofedales de estudio en la RPFCh.....	20
3.3.1.1 Etapa de definición del área de estudio.....	20
3.3.1.2 Etapa de caracterización de la flora de los bofedales.....	21
3.3.1.3 Etapa de caracterización de la fauna de los bofedales	21
3.3.1.4 Etapa de caracterización de la intervención antrópica sobre los bofedales..	23
3.3.2 Objetivo 2: Determinar la cantidad de carbono orgánico que almacena el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh	24
3.3.2.1 Etapa de análisis físico-químico del suelo de los bofedales.....	24
3.3.2.2 Etapa de análisis microbiológico del suelo de los bofedales	26
3.3.2.3 Etapa de cuantificación del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales	28
3.3.3 Objetivo 3: Desarrollar el análisis económico-financiero del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh.	29
3.3.3.1 Etapa de valoración económica de la actividad de almacenamiento de carbono	29
3.3.3.2 Etapa de valoración económica de venta de leche.....	29
3.3.3.3 Etapa de análisis económico- financiero.....	30

CAPÍTULO IV

4. Resultados y discusión.....	31
4.1. Caracterización biofísica y antrópica de los bofedales de estudio en la RPFCh	31
4.1.1. Área de estudio	31
4.1.1.1. Bofedal Cruz del Arenal 1	31
4.1.1.2. Bofedal Casa Cóndor.....	32

4.1.1.3. Bofedal Cruz del Arenal 2	33
4.1.1.4. Bofedal Culebrillas	34
4.1.1.5. Bofedal Puente Ayora 2	35
4.1.1.6. Bofedal Pachancho	36
4.1.1.7. Bofedal Puente Ayora 1	37
4.1.1.8. Bofedal Puente Ayora 3	38
4.1.1.9. Bofedal Cooperativa Santa Teresita	39
4.1.1.10. Bofedal Cóndor Samana	40
4.1.1.11. Bofedal Los Hieleros	41
4.1.1.12. Bofedal Portal Andino	42
4.1.1.13. Bofedal Lazabanza	43
4.1.1.14. Bofedal Pampas Salasaca.....	44
4.1.1.15. Bofedal Mechahuasca.....	45
4.1.1.16. Bofedal Río Blanco	46
4.1.1.17 Resumen de áreas de estudio	47
4.1.2. Flora	48
4.1.2.1 Inventario	48
4.1.2.2 Índices de biodiversidad de flora.....	52
4.1.3 Fauna	56
4.1.3.1 Inventario	56
4.1.3.2 Índices de biodiversidad	62
4.1.4 Intervención antrópica.....	71
4.1.4.1 Presiones y fuentes de presión.....	71
4.1.4.2 Integración de amenazas	82
4.2. Cantidad de carbono orgánico que almacena el suelo de los bofedales de estudio de la RPFCh.....	86
4.2.1 Caracterización del suelo de los bofedales	86
4.2.1.1 Análisis físico-químico de suelos (calicatas).....	86
4.2.1.2 Análisis microbiológico	89
4.2.2 Cuantificación de la cantidad de carbono que almacena el suelo de los bofedales	
93	
4.2.2.1 Bofedal Cruz del Arenal 2	93
4.2.2.2 Bofedal Casa Cóndor.....	94
4.2.2.3 Bofedal Cruz del Arenal 1	95

4.2.2.4 Bofedal Culebrillas	96
4.2.2.5 Bofedal Puente Ayora 2	97
4.2.2.6 Bofedal Pachancho	98
4.2.2.7 Bofedal Puente Ayora 1	99
4.2.2.8 Bofedal Puente Ayora 3	100
4.2.2.9 Bofedal Cooperativa Santa Teresita	101
4.2.2.10 Bofedal Cóndor Samana	102
4.2.2.11 Bofedal Los Hieleros	103
4.2.2.12 Bofedal Portal Andino	104
4.2.2.13 Bofedal Lazabanza.....	105
4.2.2.14 Bofedal Pampas Salasaca.....	106
4.2.2.15 Bofedal Mechahuasca	107
4.2.2.16 Bofedal Río Blanco	108
4.2.2.17 Carbono orgánico total de los bofedales de estudio	109
4.2.2.18 Acumulación de materia orgánica en calicata a 1 metro.....	110
4.2.2.19 Acumulación de materia orgánica por área de estudio	111
4.2.2.20 Humedad del suelo por área de estudio	112
4.2.3 Correlaciones.....	113
4.3. Desarrollar el análisis económico-financiero del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh.....	119
4.3.1 Valoración económica	119
4.3.1.1 Bofedal Cruz del Arenal 2	119
4.3.1.2 Bofedal Casa Cóndor.....	120
4.3.1.3 Bofedal Cruz del Arenal 1	121
4.3.1.4 Bofedal Culebrillas	122
4.3.1.5 Bofedal Puente Ayora 2	123
4.3.1.6 Bofedal Pachancho	124
4.3.1.7 Bofedal Puente Ayora 1	125
4.3.1.8 Bofedal Puente Ayora 3	126
4.3.1.9 Bofedal Cooperativa Santa Teresita.....	127
4.3.1.10. Bofedal Cóndor Samana	128
4.3.1.11 Bofedal Los Hieleros	129
4.3.1.12 Bofedal Portal Andino	130
4.3.1.13 Bofedal Lazabanza.....	131

4.3.1.14 Bofedal Pampas Salasaca.....	132
4.3.1.16 Bofedal Río Blanco	134
4.3.1.17 Análisis de la valoración económica del carbono orgánico y producción de leche en los bofedales de la RPFCh	135
4.3.1.18 Correlación grado de amenaza- valoración económica	136
4.3.2 Análisis de rentabilidad	137
4.3.2.1 Rentabilidad de la actividad de almacenamiento de carbono.....	137
4.3.2.2 Rentabilidad de la producción de leche	140
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-4. Datos generales del bofedal Cruz del Arenal 2	32
Tabla 2-4. Datos generales del bofedal Casa Cóndor	32
Tabla 3 -4. Datos generales del bofedal Cruz del Arenal 1	33
Tabla 4-4 Datos generales del bofedal Culebrillas	34
Tabla 5-4. Datos generales del bofedal Puente Ayora 2	35
Tabla 6-4. Datos generales del bofedal Pachancho	36
Tabla 7-4 Datos generales del bofedal Puente Ayora 1	37
Tabla 8-4. Datos generales del bofedal Puente Ayora 3	38
Tabla 9-4. Datos generales del bofedal Coop. Santa Teresita	39
Tabla 10-4. Datos generales del bofedal Cóndor Samana	40
Tabla 11-4. Datos generales del bofedal Los Hieleros	41
Tabla 12-4. Datos generales del bofedal Portal Andino	42
Tabla 13-4. Datos generales del bofedal Lazabanza	43
Tabla 14-4. Datos generales del bofedal Pampas Salasaca	44
Tabla 15-4. Datos generales del bofedal Mechahuasca	45
Tabla 16-4. Datos generales del bofedal Río Blanco	46
Tabla 17-4 Datos generales de las áreas de estudio	47
Tabla 18-4. Inventario de flora por área de estudio	48
Tabla 19-4. Inventario de flora de los bofedales	51
Tabla 20-4. Índices de biodiversidad de flora	52
Tabla 21-4. Inventario de aves por área de estudio	56
Tabla 22-4. Inventario de mamíferos por área de estudio	59
Tabla 23-4. Inventario de anfibios por área de estudio	60
Tabla 24-4. Inventario de aves del ecosistema bofedal	61
Tabla 25-4. Inventario de mamíferos del ecosistema bofedal	62
Tabla 26-4. Inventario de anfibios del ecosistema bofedal	62
Tabla 27-4. Índices de biodiversidad de aves	62
Tabla 28-4. Índices de biodiversidad de mamíferos	67
Tabla 29-4. Evaluación Cruz del Arenal 2	71
Tabla 30-4. Evaluación Casa Cóndor	72
Tabla 31-4. Evaluación Cruz del Arenal 1	72
Tabla 32-4. Evaluación Culebrillas	73
Tabla 33-4. Evaluación Puente Ayora 2	74
Tabla 34-4. Evaluación Pachancho	74
Tabla 35-4. Evaluación Puente Ayora 1	75

Tabla 36-4. Evaluación Puente Ayora 3	76
Tabla 37-4. Evaluación Coop. Santa Teresita	76
Tabla 38-4. Evaluación Cóndor Samana	77
Tabla 39-4. Evaluación Los Hieleros	78
Tabla 40-4. Evaluación Portal Andino	78
Tabla 41-4. Evaluación Lazabanza	79
Tabla 42-4. Evaluación Pampas Salasaca	80
Tabla 43-4. Evaluación Mechahuasca	80
Tabla 44-4. Evaluación Río Blanco	81
Tabla 45-4. Integración de las fuentes de presión en los bofedales	82
Tabla 46-4. Integración de las presiones sobre los bofedales	83
Tabla 47-4. Análisis de amenazas en los bofedales	84
Tabla 48-4. Análisis físico del suelo de los bofedales	86
Tabla 49-4. Análisis químico del suelo de los bofedales	87
Tabla 50-4. UFC/g de suelo de los bofedales	89
Tabla 51-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Cruz del Arenal 2	94
Tabla 52-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Casa Cóndor	95
Tabla 53-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Cruz del Arenal 1	96
Tabla 54-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Culebrillas	97
Tabla 55-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Puente Ayora 2	98
Tabla 56-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Pachancho	99
Tabla 57-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Puente Ayora 1	100
Tabla 58-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Puente Ayora 3	101
Tabla 59-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Santa Teresita	102
Tabla 60-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Cóndor Samana	103
Tabla 61-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Los Hieleros	104
Tabla 62-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Portal Andino	105
Tabla 63-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Lazabanza	106
Tabla 64-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Pampas Salasaca	107
Tabla 65-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Mechahuasca	108
Tabla 66-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Río Blanco	109
Tabla 67-4. Carbono orgánico total de los bofedales en estudio	109
Tabla 68-4. Prueba de Friedman para acumulación de materia orgánica por área de estudio	111
Tabla 69-4. Prueba de Friedman para humedad del suelo por área de estudio	112
Tabla 70-4. Valoración económica del COT del bofedal Cruz del Arenal 2	119
Tabla 71-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Cruz del Arenal 2	120
Tabla 72-4. Valoración económica del COT del bofedal Casa Cóndor	120

Tabla 73-4. Valoración económica de la actividad ganadera del bofedal Casa Cóndor	121
Tabla 74-4. Valoración económica del COT del bofedal Cruz del Arenal 1	121
Tabla 75-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Cruz del Arenal 1	122
Tabla 76-4. Valoración económica del COT del bofedal Culebrillas	122
Tabla 77-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Culebrillas	123
Tabla 78-4. Valoración económica del COT del bofedal Puente Ayora 2	123
Tabla 79-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Puente Ayora 2	124
Tabla 80-4. Valoración económica del COT del bofedal Pachancho	124
Tabla 81-4. Valoración económica de la actividad ganadera del bofedal Pachancho	125
Tabla 82-4. Valoración económica del COT del bofedal Puente Ayora 1	125
Tabla 83-4. Valoración económica producción de leche del bofedal Puente Ayora 1	126
Tabla 84-4. Valoración económica del COT del bofedal Puente Ayora 3	126
Tabla 85-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Puente Ayora 3	127
Tabla 86-4. Valoración económica del COT del bofedal Coop Santa Teresita	127
Tabla 87-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Coop Santa Teresita	128
Tabla 88-4. Valoración económica del COT del bofedal Cóndor Samana	128
Tabla 89-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Cóndor Samana	129
Tabla 90-4. Valoración económica del COT del bofedal Los Hieleros	129
Tabla 91-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Los Hieleros	130
Tabla 92-4. Valoración económica del COT del bofedal Portal Andino	130
Tabla 93-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Portal Andino	131
Tabla 94-4. Valoración económica del COT del bofedal Lazabanza	131
Tabla 95-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Lazabanza	132
Tabla 96-4. Valoración económica del COT del bofedal Pampas Salasaca	132
Tabla 97-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Pampas Salasaca	133
Tabla 98-4. Valoración económica del COT del bofedal Mechahuasca	133
Tabla 99-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Mechahuasca	134
Tabla 100-4. Valoración económica del COT del bofedal Río Blanco	134
Tabla 101-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Río Blanco	135
Tabla 102-4. Comparación de ingresos globales	135
Tabla 103-4. Estado de resultados por almacenamiento de carbono	138
Tabla 104-4. Flujo neto de efectivo por almacenamiento de carbono	139
Tabla 105-4. Estado de resultados por venta de leche	141
Tabla 106-4. Flujo de efectivo por venta de leche	141

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4. Mapa de microlocalización del bofedal Cruz del Arenal 2	32
Gráfico 2-4. Mapa de microlocalización del bofedal Casa Cóndor	32
Gráfico 3-4. Mapa de microlocalización del bofedal Cruz del Arenal 1	33
Gráfico 4-4. Mapa de microlocalización del bofedal Culebrillas	34
Gráfico 5-4. Mapa de microlocalización del bofedal Puente Ayora 2	35
Gráfico 6-4. Mapa de microlocalización del bofedal Pachancho	36
Gráfico 7-4. Mapa de microlocalización del bofedal Puente Ayora 1	37
Gráfico 8-4. Mapa de microlocalización del bofedal Puente Ayora 3	38
Gráfico 9-4. Mapa de microlocalización bofedal Coop. Santa Teresita	39
Gráfico 10-4. Mapa de microlocalización del bofedal Cóndor Samana	40
Gráfico 11-4. Mapa de microlocalización del bofedal Los Hieleros	41
Gráfico 12-4. Mapa de microlocalización del bofedal Portal Andino	42
Gráfico 13-4. Mapa de microlocalización del bofedal Lazabanza	43
Gráfico 14-4. Mapa de microlocalización del bofedal Pampas Salasaca	44
Gráfico 15-4. Mapa de microlocalización del bofedal Mechahuasca	45
Gráfico 16-4. Mapa de microlocalización del bofedal Río Blanco	46
Gráfico 17-4. Curva de acumulación de especies de flora	53
Gráfico 18-4. Diversidad de flora por familia	54
Gráfico 19-4. Diversidad de flora por orden	54
Gráfico 20-4. Dendrograma de similitud de flora entre las áreas de estudio	55
Gráfico 21-4. Curva de acumulación de especies de aves	63
Gráfico 22-4. Diversidad de aves por familia	64
Gráfico 23-4. Diversidad de aves por orden	65
Gráfico 24-4. Dendrograma de similitud de aves entre las áreas de estudio	66
Gráfico 25-4. Curva de acumulación de especies de mamíferos	68
Gráfico 26-4. Diversidad de mamíferos por familia	68
Gráfico 27-4. Diversidad de mamíferos por orden	69
Gráfico 28-4. Dendrograma de similitud de mamíferos entre las áreas de estudio	70
Gráfico 29-4. Alcance de las fuentes de presión	82
Gráfico 30 -4. Alcance de las presiones	84
Gráfico 31-4. Valoración global de las presiones sobre los bofedales	85
Gráfico 32-4. UFC promedio/g suelo.	90
Gráfico 33-4. Caracterización microscópica de <i>Trichoderma pseudokoningii</i> .	91
Gráfico 34-4. Caracterización microscópica de <i>Penicillium canescens</i> .	92

Gráfico 35-4. Caracterización microscópica de <i>Harzia acremonoides</i> .	92
Gráfico 36-4. Caracterización microscópica de <i>Staphylotrichum coccosporum</i> .	93
Gráfico 37-4. Fotografía del bofedal Cruz del Arenal 2	93
Gráfico 38-4. Fotografía del bofedal Casa Cóndor	94
Gráfico 39-4. Fotografía del bofedal Cruz del Arenal 1	95
Gráfico 40-4. Fotografía del bofedal Culebrillas	96
Gráfico 41-4. Fotografía del bofedal Puente Ayora 2	97
Gráfico 42-4. Fotografía del bofedal Pachancho	98
Gráfico 43-4. Fotografía del bofedal Puente Ayora 1	99
Gráfico 44-4. Fotografía del bofedal Puente Ayora 3	100
Gráfico 45-4. Fotografía del bofedal Coop Santa Teresita	101
Gráfico 46-4. Fotografía del bofedal Cóndor Samana	102
Gráfico 47-4. Fotografía del bofedal Los Hieleros	103
Gráfico 48-4. Fotografía del bofedal Portal Andino	104
Gráfico 49-4. Fotografía del bofedal Lazabanza	105
Gráfico 50-4. Fotografía del bofedal Pampas Salasaca	106
Gráfico 51-4. Fotografía del bofedal Mechahuasca	107
Gráfico 52-4. Fotografía del bofedal Río Blanco	108
Gráfico 53-4. Dendograma de acumulación de materia orgánica	110
Gráfico 54-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica.	113
Gráfico 55-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica, Chimborazo	114
Gráfico 56-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica, Tungurahua	115
Gráfico 57-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica, Bolívar	116
Gráfico 58-4. Diagrama de dispersión humedad-materia orgánica	117
Gráfico 59-4. Diagrama de dispersión altitud-materia orgánica	118
Gráfico 60-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-valor económico COT/ha	136
Gráfico 61-4. Esquema de comercialización de carbono	137
Gráfico 62-4. Esquema de comercialización de leche	140
Gráfico 63-4. Acumulación de carbono orgánico en la RPFCh	160
Gráfico 64-4. Acumulación de carbono orgánico a 25 cm	161
Gráfico 65-4. Acumulación de carbono orgánico a 50 cm	161
Gráfico 66-4. Acumulación de carbono orgánico a 75 cm	163
Gráfico 67-4. Acumulación de carbono orgánico a 100 cm	163
Gráfico 68-4. Humedad del suelo de la RPFCh	164

RESUMEN

Este proceso consistió en la caracterización biofísica y antrópica del bofedal, la cuantificación del carbono orgánico en el suelo y la valoración económica del carbono orgánico. Los datos indican que el 75% de los bofedales corresponden a un régimen hidromórfico. La diversidad de flora y aves es media, y la de mamíferos y anfibios es baja. El grado de amenaza sobre este ecosistema es medio y está impulsado principalmente por el deterioro de fuentes de agua y pérdida de cobertura vegetal. Sin embargo, el suelo del bofedal acumula altos niveles de materia orgánica (7.27%/kg), que representa 97.324 t de carbono orgánico en una extensión de 519 ha, que acuerdo al análisis económico financiero supondrían un Valor Actual Neto de \$ 323 217 y una Tasa Interna de Retorno del 128%. Adicionalmente, se determinó que mientras el grado de amenaza (GA) se incrementa el valor económico (VE) del carbono orgánico disminuyen, por cuanto, $GA \text{ vs. } VE = -0.62$, de acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson. Por lo tanto estos valores viabilizan la implementación de un modelo de pago por servicios ecosistémicos a través de la comercialización de créditos de carbono.

PALABRAS CLAVE: <CIENCIAS EXACTAS>, <MEDIO AMBIENTE>, <SERVICIO ECOSISTÉMICO>, <CRÉDITOS DE CARBONO>, <BOFEDALES>

ABSTRACT

This process consisted on the biophysical and anthropic characterization of the wetlands, the quantification of the organic carbon in the soil and the economic valuation of the organic carbon. The data indicate that 75% of the wetlands correspond to a hydromorphic regime. The diversity of flora and birds is medium, and the diversity of mammals and amphibians is low. The threat level on this ecosystem is medium and is driven mainly by the deterioration of water sources and loss of vegetation cover. However, the soil of the wetland accumulates high levels of organic matter (7.27%/kg), which represents 97,324 t of organic carbon in an extension of 519 ha which according to the economic analysis would imply a Net Present Value of \$323 217 and an Internal Rate of Return of 128%. In addition, it was determined that while the threat level (TL) increases the economic valuation (EV) of the organic carbon decrease, because, TL vs. EV = -0.62, according to the Pearson Correlation Coefficient. Therefore, these values make possible the implementation of a payment model for ecosystem services through the commercialization of carbon credits.

KEYWORDS: <EXACT SCIENCES>, <ENVIRONMENT>, <ECOSTEMIC SERVICE>, <CARBON CREDITS>, <WETLANDS>

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Desde que la humanidad se organizó en sociedades, buscó la forma de proteger los recursos que permitían su supervivencia, por este motivo, las áreas naturales protegidas son el instrumento de conservación más antiguo y eficaz que salvaguarda en la actualidad el 14.7% de la superficie terrestre y el 4.1% de la superficie marina a nivel mundial (UNEP-WCMC & UICN, 2016). El paradigma que promueve los acuerdos internacionales para estos espacios es la conservación para el bienestar humano; el objetivo primario que orienta la gestión in situ de estos espacios es la conservación de la naturaleza, los servicios ecosistémicos, y los valores culturales asociados (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (b), 2013); y la estrategia que permite la ejecución de las actuaciones en estos espacios es el enfoque ecosistémico.

Entre los principales rasgos que caracterizan la importancia de los espacios naturales protegidos se encuentra la conservación de la composición, estructura y función de la biodiversidad, el mantenimiento de la diversidad de especies, hábitats y ecosistemas asociados, la generación de una superficie suficiente que mantenga la integridad y conectividad ecológica, el suministro de servicios ecosistémicos, el mantenimiento y recuperación de los atributos culturales de las poblaciones locales, el desarrollo de alternativas de turismo y uso público, la educación, participación e interpretación del patrimonio, el desarrollo de investigación científica y la contribución a la adaptación y mitigación del cambio climático y huella ecológica.

Por este motivo, la Constitución de la República del Ecuador en 1998 institucionalizó el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), y posteriormente la Constitución de la República de 2008 reconoció los derechos a la naturaleza. Uno de los subsistemas que conforman el SNAP es el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), del cual forma parte la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH), misma que fue creada en 1987. Comprende 52.683 ha, de las cuales el 69% tiene tenencia de tierra comunitaria, 27% privada y 4% estatal, y concurren tres pueblos de la nacionalidad Kichwa: Puruháes (Chimborazo), Warankas (Bolívar) y Kichwas de Tungurahua

(Tungurahua) (Ministerio del Ambiente del Ecuador (a), 2014). Posee 8 de los 91 ecosistemas continentales existentes en el país, siendo el ecosistema más extenso el herbazal húmedo montano alto superior del páramo, que representa un tercio de la superficie del área y alrededor del 50 % de la superficie del país (Ministerio del Ambiente del Ecuador (b), 2012).

La Reserva tiene como misión ser un área de conservación en la que la investigación, difusión y capacitación beneficia al ecosistema de páramo y a las poblaciones locales asentadas dentro del área, a través de la conservación, protección y recuperación de los ecosistemas asociados, el ordenamiento y desarrollo de las actividades turísticas y los emprendimientos micro-empresariales. Los objetos de conservación que orientan el manejo del área son los páramos, los humedales, los bosques, los sitios arqueológicos, la vicuña, el venado y el lobo de páramo (Ministerio del Ambiente del Ecuador (a), 2014).

Los principales servicios ecosistémicos que suministra la Reserva a las poblaciones locales asentadas, aledañas y cercanas al área son de abastecimiento, resaltando la importancia del páramo en la captación de agua para ciudades como Ambato, Riobamba y Guaranda, además de otras poblaciones como Tisaleo, Guano o Cajabamba; de regulación, destacando la importancia de los glaciares del volcán Chimborazo y Carihuirazo mismos que tienen un efecto directo en la regulación del clima local y regional, de igual forma, destacando la importancia de los bofedales para la regulación del agua y almacenamiento de carbono en los páramos (Castro, 2011); de soporte, destacando la importancia de la generación de biomasa que es aprovechada tanto por los animales silvestres y domésticos; y culturales, destacando la importancia científica y turística del área para la región y país, y la producción de camélidos domésticos (alpaca y llama) para la elaboración de productos utilitarios (Ministerio del Ambiente del Ecuador (a), 2014).

En la Reserva los bofedales son una tipología de humedal alto andino y representa un ecosistema asociado al páramo con alto valor ecológico, socio-cultural y económico, por cuanto, brindan hábitat para especies representativas del área como la vicuña (*Vicugna vicugna*), almacena y regula el agua que posteriormente es utilizada por las poblaciones locales, almacena carbono en el suelo y reduce la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, forma parte de objetos de estudio de instituciones de educación superior, son parte de sitios de visita por parte de turistas y sitios de respeto para poblaciones locales. Sin embargo de estos rasgos de importancia, los bofedales también son zonas que tienen

intervención antrópica. Por tanto, el presente trabajo aplica métodos que determina la valoración económica del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de la Reserva y su efecto por la intervención antrópica.

1.1 Problema de investigación

Ignorar los límites biofísicos en el planeta, de igual forma, desvalorizar la relación entre el ser humano y la naturaleza ha resultado en la paulatina degradación de los ecosistemas. El Índice de Planeta Vivo (IPV) evidencia la disminución de la biodiversidad del 52% entre 1970 y 2010. América Latina presenta la disminución más dramática con el 83%. La Huella Ecológica Global muestra una tendencia continuada de consumo excesivo. Para el 2010, fue de 2,6 hectáreas globales (hag) *per cápita* y la biocapacidad de la tierra fue de 1,7 hag *per cápita*, siendo el carbono (con un 53%) la principal causa de translimitación ecológica, esto conllevaría que para el año 2050 la humanidad necesite el equivalente a 2,9 planetas para mantener los supuestos de la gestión tradicional de la humanidad. Así se evidencia que el mundo se encuentra en el periodo del Antropoceno, en el cual las actividades humanas son el mayor factor de cambio a escala planetaria (World Wildlife Fund for Nature, 2014).

Este deterioro de los ecosistemas está repercutiendo de forma directa e indirecta sobre el bienestar humano, ya que compromete el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad de generar beneficios esenciales para las sociedades (Martín-López (a), Gómez-Baggethun, & Montes, 2009), por tanto, integra al debate del manejo de recursos naturales elementos que orientan a analizar las relaciones entre naturaleza y sociedad en doble vía: ¿cómo el ser humano afecta a la integridad de los ecosistemas? y ¿cómo éstos repercuten en el bienestar humano? Las respuestas a estas preguntas determinan que para impulsar procesos de conservación y aprovechamiento de los recursos naturales (en el que está implícita la sociedad), se debe entender a los seres humanos y ecosistemas como la conformación de un sistema integrado denominado socio-ecosistema, considerando además que el vínculo entre éste socio-ecosistema es multiescalar (Martín-López (b), González, Díaz, Castro, & García-Llorente, 2007) (Martín-López (c), Gómez-Baggethun, González, Lomas, & Montes, 2009).

Esta visión instrumental de los ecosistemas se ha revalorizado con el marco conceptual de Evaluación de Ecosistemas del Milenio (Millenium Ecosystem Assessment, 2003) (Montes & Sala,

2007), en donde se pone de manifiesto las estrechas relaciones entre biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Además se clasifican los servicios ecosistémicos en abastecimiento, regulación, culturales y de soporte. Al hacer este reconocimiento se supera el tradicional debate de conservación frente a desarrollo, por el paradigma de “conservación para el bienestar humano”. Esta propuesta incluye la valoración económica de los servicios ecosistémicos desde un punto de vista exclusivamente utilitarista, es decir, por la necesidad de valorar convenientemente el aporte que los sistemas ecológicos hacen a la economía, y con el objetivo de no descapitalizar a la sociedad del capital natural que sustenta su existencia (Goodland & Daly, 1996) y consecuentemente a ello, tomar las mejores decisiones técnico-políticas que permita la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Constanza, y otros, 1997) (Daily, y otros, 2000) (Lomas, Martín, Louit, Montoya, & Montes, 2005).

Este contexto no es ajeno a realidad de la Reserva, por cuanto, los gestores del área protegida han determinado que la principal problemática derivada de la presión demográfica, misma que está en detrimento de la conservación de los ecosistemas alto andinos, de los servicios que suministran estos, de la biodiversidad del área y de la calidad de vida de las poblaciones locales. Adicionalmente, la referida problemática está en contraposición de la visión del espacio natural, por cuanto, al 2019 se pretende posicionarla en el país como un área protegida manejada de forma integral, planificada y eficiente, bajo principios de conservación, gobernanza de los recursos naturales, e iniciativas de conectividad, que permiten mantener efectivamente sus paisajes, ecosistemas y especies, promoviendo el desarrollo socioeconómico de las poblaciones locales en el marco de las políticas estatales de desconcentración y descentralización, articulación y participación (Ministerio del Ambiente del Ecuador (a), 2014).

Para instrumentalizar este propósito se requiere de un proceso de investigación y entendimiento de la estructura, integridad y funcionamiento de los ecosistemas y de la dinámica de los servicios que suministra estos ecosistemas a las poblaciones locales, todo ello con el propósito de tomar decisiones que permitan identificar actuaciones de manejo que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de creación del área, la conservación de los valores del área, y el cumplimiento de los objetivos de manejo del área.

1.1.1 Planteamiento del problema

¿La intervención antrópica disminuye el valor económico del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de la Reserva?

1.1.2 Sistematización del problema

¿Cuáles son las principales características biológicas y físicas de los bofedales de la Reserva?

¿Cuál es el grado de intervención antrópica que tienen los bofedales de estudio en la Reserva?

¿Cuál es la cantidad de materia orgánica almacenada en el suelo de los bofedales de la Reserva?

¿Cuál es la cantidad de carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de la Reserva?

¿Cuál es el valor económico del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de la Reserva?

¿Cuál es el efecto de la intervención antrópica en la valoración económica del carbono orgánico capturado en el suelo de los bofedales de la Reserva?

1.2 Justificación

Los resultados del proyecto ESPOCH-SIV 25 “Evaluación de los servicios ecosistémicos que suministra la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo” evidencian que los bofedales de la Reserva en un escenario real se encuentran en Peligro Crítico de Colapso Ecosistémico, ocasionado principalmente por el 31% de reducción histórica de la extensión del ecosistema en un periodo aproximado de 50 años, y el uso inadecuado que se le está dando actualmente al ecosistema, por cuanto, tiene un 69% de grado de amenaza

medio-alto, que significa que el ecosistema está atravesando un proceso de degradación, mismo que se ve reflejado en la pérdida de hábitat, la reducción de cobertura vegetal, el deterioro de afluentes naturales de agua, y la acumulación de desechos inorgánicos (Andrade(a), 2016).

Ante esta situación, los gestores del área protegida y el equipo de investigación del proyecto SIV 25 requieren de estudios que permitan la formulación de alternativas de conservación y aprovechamiento sustentable de los bofedales de la Reserva, por tal motivo, el presente trabajo caracteriza el grado de amenaza de los bofedales, cuantifica el carbono orgánico que almacena el suelo de los bofedales y estima el valor económico del carbono orgánico almacenado en el suelo de este ecosistema.

Todo ello con el objetivo de determinar las relaciones que existen, en primera instancia, entre la intervención antrópica como variable independiente, y la cantidad de materia orgánica que almacena el suelo de los bofedales, como variable dependiente; en segunda instancia, entre la intervención antrópica como variable independiente y la valoración económica del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales, como variable dependiente. De esta manera brindar datos suficientes para sociabilizar con los pobladores locales y gestores del área, la posibilidad de impulsar y emprender iniciativas sustentables de conservación de este ecosistema.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

1.3.1.1 Establecer el valor económico del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de la RPFCh y su efecto por la actividad antrópica.

1.3.2 Objetivo Específicos

1.3.2.1 Caracterizar los principales rasgos biofísicos y antrópicos de los bofedales de estudio en la RPFCh.

1.3.2.2 Determinar la cantidad de carbono orgánico que almacena el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh.

1.3.2.3 Desarrollar el análisis económico-financiero del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh.

1.4 Hipótesis

A continuación se mencionan los dos tipos de hipótesis que se tomarán en cuenta para la presente investigación:

1.4.1 Hipótesis Alternativa

HA: La intervención antrópica disminuye significativamente el valor económico del carbono almacenado en el suelo de los bofedales de la RPFCh.

1.4.2 Hipótesis Nula

H0: La intervención antrópica no disminuye significativamente el valor económico del carbono almacenado en el suelo de los bofedales de la RPFCh.

CAPÍTULO II

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Conservación de la biodiversidad

Para (Boege, 2003) una de las formas con las que se puede lograr el desarrollo sostenible es a través de la gestión para la conservación de la diversidad biológica con respecto al manejo adecuado de los recursos existentes en un territorio. Se indica también que dichos recursos han ido tomando importancia los gobiernos de cada país, al hacer referencia que en la década de los 80's, tan solo el 10% de los bosques estaban administrados y gestionados por las poblaciones locales, pero en la primera década del año 2000, ya el 25% de los mismos se gestionaban por medio de la intervención local. Esto entonces, implica un cambio de enfoque sobre la conservación de la biodiversidad. Por su parte, el Convenio sobre Diversidad Biológica firmado en el año, identifica como una prioridad, la conservación in situ a través del involucramiento directo de las comunidades que se relacionan de forma directa con los recursos a ser conservados.

En lo que se refiere a la conservación de la biodiversidad, muchos autores describen un proceso importante conocido como el “enfoque de precaución”, que son todas las medidas que se llevan a cabo para reducir o mitigar los impactos ambientales antes de que éstos se generen. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza tiene como objetivo la evaluación de los impactos que tiene este enfoque relacionado con la gestión de los recursos y la implementación de la misma en las políticas ambientales (Cooney, 2005).

Es importante mencionar que este enfoque o principio se ha convertido en una herramienta de gobernanza. Con frecuencia, los mayores impactos sobre la biodiversidad no se derivan de los procesos desconocidos que se llevan a cabo sobre los ecosistemas, sino de la intensificación de actividades muy frecuentemente realizadas como la cosecha, tala de árboles y captura indiscriminada de especies animales. El enfoque de precaución por tanto ha sido ampliamente debatido y ha generado controversia en el mundo de la

conservación, ya que los críticos a éste, sustentan que muchos de los recursos que se consumen recaen sobre comunidades que no disponen de recursos económicos suficientes y que además, su subsistencia se ve íntimamente relacionada al consumo directo de ellos. Este principio busca la generación de un equilibrio entre la biodiversidad y su conservación y los intereses económicos que éstos implican a largo plazo, siendo para los últimos, un efecto negativo que puede suceder con mayor frecuencia, pero se convierte en una medida que propone líneas de acción para evitar que el ambiente sufra daños irreversibles a través de las actividades que el ser humano realiza día a día para existir (Cooney, 2005).

2.1.1 Alternativas de conservación

Los recursos naturales en la actualidad se están deteriorando de forma alarmante debido a la presión que ejercen las actividades humanas sobre el ambiente. Según la Valoración de los Ecosistemas del Milenio (Wunder, Wertz-Kanounnikoff, & Moreno-Sanchez, 2007) alrededor de dos tercios de los ecosistemas del planeta están amenazados, lo que implica que en menos de cincuenta años, el un tercio de ellos se encontrará en un estado crítico.

Según (Halffter, 1995), las reservas de biósfera son una alternativa a la conservación de los recursos naturales, puesto que genera una red de espacios protegidos donde se busca alternativas que permitan el uso sostenible de recursos, donde la investigación científica se desarrolla como un eje fundamental para monitorear las especies en peligro o amenazadas. Obviamente, el hecho de generar una estrategia enfocada a las reservas de biósfera, no discrimina lo social de lo natural, en efecto, para la conservación de los recursos naturales parten de la conservación de los culturales a través de una diversidad en el campo social.

El ordenamiento territorial se considera básico en la planificación de los espacios de reservas de biósfera. Estas incluyen en su espacio a las zonas núcleo y a las zonas de amortiguamiento e influencia donde las poblaciones locales coexisten con los recursos naturales de dicho espacio (Halffter, 1995). El crear una red de áreas protegidas implica también limitaciones en cuanto a conservación. Estas generalmente no contienen todas las especies existentes en un solo ecosistema debido a los cambios geográficos que se dan a medida que crece el territorio. Todo lo anteriormente descrito genera un sistema de

aislamiento dentro de las áreas protegidas, y afecta principalmente a especies animales con grandes desplazamientos pero en el corto plazo, afecta tanto a los recursos de flora como de fauna. Muchos científicos creen que una de las soluciones a dichas limitaciones es la creación de corredores ecológicos que unan dos o más áreas protegidas para compatibilizar los beneficios económicos derivados de ellos y sobre todo la conservación.

Según (Gerritsen & Morales, 2001) la conservación de los recursos también se mide desde un enfoque participativo, ya que, una estrategia para tal fin es la participación continua de los actores locales sobre todo en las áreas protegidas o en las reservas de biósfera. Esto implica que la toma de decisiones no solo se basa en los criterios emitidos por científicos expertos en conservación sino además en la población que reside dentro de los territorios y sobre la que las decisiones afectan de forma directa. Para definir mejor lo expuesto, es necesario identificar que los actores locales tienen el derecho de proponer metas en conjunto con los gestores de los espacios protegidos sobre el área de conservación donde tienen influencia.

2.2 Ecosistemas de bofedales

Conocidos también como “humedales altoandinos”, son “ecosistemas que tienen una condición hídrica de saturación permanente” (Centro de Información de Recursos Naturales, 2010) cuya característica es contar con una alta diversidad biológica con relación al entorno dentro de un mismo ecosistema. Estos espacios tienen una alta importancia, no solo en cuanto a lo natural se refiere, sino también con relación a lo cultural y económico, ya que forman parte de los modos de vida de poblaciones locales que dependen directamente de su existencia.

La Convención de Ramsar de 1971, fue una importante iniciativa para la conservación de los humedales principalmente como hábitat de especies de aves acuáticas. La importancia de los bofedales es hasta cierto punto, estratégica porque no solo son relevantes ambientalmente hablando, sino además prestan servicios ecosistémicos como generadores de agua.

En Chile, en el año de 2005 se aprobó la “Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales” y entre las acciones que se determinan en dicha

estrategia, se encuentra la generación de un sistema nacional de información sobre este ecosistema que permitirá una adecuada planificación, gestión y conservación del recurso, así como una óptima toma de decisiones (Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente, 2003).

Los bofedales o humedales altoandinos ocupan suelos de pantano y principalmente se los encuentra en los bordes externos de quebradas o lagunas sobre los 4300 m.s.n.m. Los bofedales nacen de zonas de inundación de los ríos o deshielos y se caracterizan por tener una vegetación en forma de esponja o colchón, que generalmente son sitio de alimentación de llamas, vicuñas y alpacas. También, dentro del paisaje que se puede observar en el ecosistema, la abundancia de aves acuáticas es predominante en los humedales altoandinos, muchas de ellas, son especies endémicas que se encuentran dentro de las estadísticas de riesgo o figuran como vulnerables (Caziani & Derlindati, 2002).

Los bofedales, dadas sus características, son considerados como reservas de agua dulce y mantienen el balance del nivel de agua en ríos, lagos y cuencas subterráneas. Los bofedales tienen gran capacidad de almacenar el agua que baja de los deshielos pero no retienen la misma en un cien por ciento. La vegetación se dispone a manera de cojines y la especie más predominante de flora son los juncos. Uno de los aportes más importantes de los humedales altoandinos es la captura del carbono, además de regular los caudales de los ríos y aguas subterráneas (Larraín, 2010). Según, (Contreras, 2007) los bofedales altoandinos cumplen con tres funciones primordiales: hidrológica, ecológica y social.

Es decir, son recursos plurifuncionales que suministran productos importantes que suelen ser o no comercializados y/o cumplen funciones para usos de subsistencia, desempeñando funciones ecológicas que sustentan la actividad económica, las cuales no son comercializadas o monetizadas ya que el apoyo a la actividad productiva es indirecto. Por esta razón no se suele valorar dichas funciones ecológicas. La dificultad para el reconocimiento de los valores de los humedales radica en que algunos servicios ambientales, recursos biológicos y valores recreativos poseen cualidades de lo que se denomina un bien público o de un bien común (CPR por sus siglas en inglés) y como tal suelen ser percibidos como gratuitos (Barbier *et al.*, 1997; de Groot *et al.*, 2007).

2.3 Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos se definen como los beneficios no directos que la sociedad o grupos humanos obtienen de los ecosistemas, muy relacionados a la conservación de los recursos biológicos y al control de los cambios del clima, muy trascendentes para la humanidad (Wunder, Wertz-Kanounnikoff, & Moreno-Sanchez, 2007).

Según (Anthelme, Meneses, & Dangles, 2014) los humedales cubren menos del 3% de la superficie terrestre pero aportan con alrededor del 40% de los servicios ambientales en un año. (Citado de Zedler & Kercher, 2005). Es evidente que los humedales están perdiendo alrededor del 50% de su área en los últimos años, lo cual genera una preocupación importante para su conservación.

Un servicio ecosistémico es “la capacidad de los procesos y componentes naturales para proporcionar bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas directa o indirectamente”, citado por (Camacho & Ruiz, 2012) en De Groot et al, 2002.

Según (Camacho & Ruiz, 2012), los servicios ecosistémicos se agrupan en cuatro categorías principales. La función de regulación que es la capacidad de sostener sistemas dentro de procesos vitales y ciclos biológicos. A esta función se la relaciona con la depuración del aire y limpieza del agua para prevención de inundaciones. La segunda función es la de hábitat donde los ecosistemas sirven como refugio para la reproducción de especies animales y vegetales permitiendo la diversidad genética en dichos procesos biológicos.

La función de reproducción tiene que ver con el autoabastecimiento de los requerimientos naturales de las especies para desarrollar una gran cantidad de biomasa. Esta función es una de las más importantes para el ser humano puesto que en muchos casos sirve como alimento o materia prima. La última función es la de información, contribuyendo al desarrollo de la salud de los seres humanos, principalmente a través de la recreación en espacios naturales.

Los servicios ecosistémicos promueven beneficios para los seres humanos porque implican procesos ecológicos que permiten la estrecha relación entre la sociedad y los recursos naturales. Estos servicios ecosistémicos se relacionan de forma directa con la

sostenibilidad, buscando así minimizar o eliminar los impactos ambientales que surgen de las actividades humanas (Carvajal, 2010).

2.3.1 Captura de carbono del suelo

La emisión del dióxido de carbono se ha acentuado más en las últimas décadas. Cada vez son mayores los estados de alarma con respecto a la salud del planeta en el que vivimos. Todo ello es generado por las actividades que realiza el ser humano y sobre todo por los avances que han tenido la industria y sus procesos para lograr satisfacer las necesidades inmediatas.

Los bosques por su parte son una importante red para la captura del carbono ya que han absorbido casi las dos terceras partes de las emisiones generadas por los seres humanos. Este se lo considera como un servicio ecosistémico al purificar el aire que respiramos. El cambio climático ha generado preocupación en las agendas ambientales, ya que cada vez son menos las especies presentes en los ecosistemas debido a la deforestación para obtención y comercialización de madera. La producción de carbono se ha visto afectada en su equilibrio por la modificación de la química de la atmósfera (Percy, Jandl, Hall, & Lavigne, 2003).

Otro ecosistema importante para la captura de carbono es el páramo ya que almacena el carbono de la atmósfera y por tanto, contribuye a mejorar las condiciones a las que nos hemos visto expuestos en los últimos años por el calentamiento global. El suelo de los páramos llamado andosol tiene un alto porcentaje de material orgánico que no es descompuesto de forma regular debido a las temperaturas extremas del ecosistema. El agua es retenida por la vegetación presente en el páramo y es soltada de a poco a través de los bofedales, regulando el flujo continuamente.

Debido a este proceso de retención de material orgánico, los suelos del páramo tienen la alta capacidad de almacenar carbono. Estudios demuestran incluso que el páramo retiene mayor cantidad de carbono, incluso más que las selvas tropicales. De aquí viene la importancia de la conservación del recurso páramo, ya que si se lo destruye o contamina, existe la posibilidad de que dicho carbono almacenado se descomponga y suba a la atmósfera como dióxido de carbono, que es ahora uno de los mayores retos al que nos

enfrentamos los seres humanos: el calentamiento global y las consecuencias ambientales y económicas que produce (Hofstede & Mena, 2002).

2.4 Valoración económica de servicios ecosistémicos

Todos los impactos que genera el ser humano sobre los recursos biológicos representan un esfuerzo tangible sobre la valoración de los mismos, generando el pago por los servicios ambientales cuando estos recursos se vuelven escasos. La estrategia consiste entonces en que quienes generen un beneficio del ecosistema en uso, paguen por la conservación de los recursos a quienes manejan ese espacio (Wunder, Wertz-Kanounnikoff, & Moreno-Sanchez, 2007).

Esto como estrategia busca generar la motivación de todos los actores a través de un incentivo económico para la conservación de la biodiversidad. Varios son los esfuerzos que se llevan a cabo alrededor del mundo. Un ejemplo importante es el caso de Catskills en Estados Unidos de América con relación a la conservación de cuencas, que en vez de invertir en acciones para mitigar la contaminación de las cuencas hidrográficas, se realizó el pago por los servicios ambientales para la preservación de las mismas.

En América Latina no es muy frecuente el pago por servicios ambientales. En pocos países que se lleva a cabo esta estrategia de conservación, se ha requerido la intervención de instituciones externas o privadas para que sirvan como mediadores en los procesos que se llevan a cabo en un determinado ecosistema. Es importante mencionar que el pago por servicios ambientales en la actualidad, si bien es cierto ha tomado cierto impulso por la preocupación de los gobiernos actuales sobre la conservación de la diversidad biológica, en muchos casos, este es financiado por los agentes externos y no por los compradores del servicio, es decir, no se paga a los proveedores del servicio ambiental que son quienes generan esfuerzos por conservar los recursos naturales en cuestión.

Estos pagos por los servicios ecosistémicos en muchos casos buscan mejorar las condiciones de la calidad de vida de los pobladores locales a través del cambio de los sistemas productivos. Esto que se menciona no es muy real dadas las presiones actuales a los recursos naturales (Wunder, Wertz-Kanounnikoff, & Moreno-Sanchez, 2007).

2.4.1 Métodos de valoración económica desde la economía ambiental

Se dice que el bienestar de las sociedades no solo depende de la producción económica que un país pueda generar, sino también de la calidad de los recursos naturales existentes en un determinado espacio, pero este enfoque no basta para valorizar dichos recursos y garantizar un uso adecuado de los mismos.

Esto puede llevar a la sobreexplotación. Por esta razón se ha visto la necesidad de implementar métodos que permitan valorar económicamente los impactos ambientales que generan las actividades productivas del ser humano. Para ello es importante destacar la relación costo beneficio de las decisiones públicas que afectan directamente el aprovechamiento de recursos naturales, el diseño de políticas ambientales que minimicen los impactos generados por las poblaciones, y finalmente la producción de información concreta que permita la toma de decisiones para las organizaciones que defienden los recursos naturales, dando a conocer la importancia del patrimonio existente (Osorio & Correa, 2000).

Los servicios ambientales desde una perspectiva económica se componen de diferentes valores que sirven para su análisis, los mismos que pueden ser excluidos o sumados para determinar el valor total del servicio (Lomas, Martín, Louit, Montoya, & Montes, 2005). A continuación se presenta una síntesis de dichos valores.

El valor de uso (VU) que hace referencia al precio que está determinado en los mercados por los agentes con vínculo al servicio. Este valor es de dos tipos: a) el valor de uso directo (VUD), determinado por el valor del consumo en el mercado (bienes y servicios); b) el valor de uso indirecto (VUI), el que no se relaciona con el precio del mercado, sino se deriva de las funciones que regulan los ecosistemas (servicios); y c) el valor de opción (VO) que hace referencia a la capacidad de poder postergar el uso del servicio ambiental para el futuro (bienes y servicios).

Por otra parte, el valor de no uso (VNU) al que le corresponde un precio que no está determinado por un mercado real, sino que se puede simular su caracterización, se relaciona directamente con la ética de conservación del recurso ya que se considera que la desaparición del mismo constituiría una gran pérdida para el planeta. Este valor puede

ser de dos tipos: a) el valor de legado (VL), relacionado con la sostenibilidad porque implica la propiedad del recurso a las generaciones futuras, y b) el valor de existencia (VE) que se corresponde con el valor que tienen las especies a los ecosistemas con características únicas por el simple hecho de formar parte del mismo (bienes y servicios).

Por tanto, según el autor, el valor económico total (VET) de los servicios ambientales está determinado por la sumatoria de todos los valores definidos. Entonces:

$$VET=VU+VNO=VDU+VIU+VO+VL+VE$$

La técnica usada para la valoración de los bienes y servicios ambientales es el análisis de los precios determinados por el mercado. La técnica de la función de producción se define en relación al valor del servicio ambiental por su costo de oportunidad, y la técnica de los costes de reposición, cuantifica el gasto promovido por la pérdida o deterioro de los sistemas ecológicos.

Cuando se utiliza un mercado sustituto, los métodos más usados son los siguientes: a) coste viaje, usados para dar valor a los desplazamientos de las personas cuando usan un servicio recreativo que es proporcionado por la naturaleza. Este cálculo se lo puede realizar de tres maneras: 1) el coste de viaje zonal que se basa en la estimación media para la visita desde las zonas del área de influencia a través de la aplicación de una encuesta in situ; 2) el coste de viaje individual, en el que a través de una encuesta directa se trata de determinar el coste exacto de acceso al lugar por medio del análisis de características socio económicas; y 3) modelos de elección discreta, que analiza la demanda individual del servicio en base a sus características. Otra técnica es b) el cálculo de los precios hedónicos que suele describir la caracterización del bien a través de atributos con relación al precio.

El método del coste de prevención de daños que se determina por la cuantificación de los valores de los servicios ecológicos con relación al gasto que implicaría su pérdida o deterioro. El método de coste de conservación identifica el gasto utilizado en la conservación de un espacio o los componentes bióticos del mismo.

Otro método usado es el de valoración contingente que se basa en el análisis de la voluntad de pago y la voluntad de renuncia a dicho bien a través de encuestas individuales. Finalmente, se analiza el método de la preferencia formulada que se basa en el criterio de caracterización amplia del recurso analizado. El determinar el valor económico de los servicios ambientales requiere, según lo descrito, el uso de datos de carácter biológico y socio económico en tiempo y dinero (Lomas, Martín, Louit, Montoya, & Montes, 2005).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Caracterización del lugar

3.1.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la jurisdicción de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, específicamente en 16 bofedales distribuidos en rangos altitudinales, gradiente de intervención, y provincia (Chimborazo, Tungurahua y Bolívar).

3.1.2 Ubicación geográfica

Las coordenadas proyectadas (UTM Zona 17S, Datum WGS84) de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo de acuerdo al (Ministerio del Ambiente del Ecuador (a), 2014) son: noroeste X: 724588 E – Y: 9851177 N; sureste X: 748675 E - Y: 9831139 N; noreste X: 754275 E – Y: 9850907 N y suroeste X: 731335 E – Y: 9830667 N. Con rangos altitudinales que van desde los 3800 a 6310 msnm.

3.1.3 Caracterización climática

En la zona es frecuente en los días más fríos y húmedos que ocurra precipitación en forma de nieve o escarcha en las zonas más altas. Se registra una precipitación promedio anual de 761 mm que varía entre 626 mm en las zonas menos lluviosas y los 896 mm en las zonas más húmedas.

La temperatura promedio del área es de 7 °C, en la zona este la temperatura promedio es de 9, 7 °C, mientras que en la zona oeste la temperatura promedio es de 4,3 °C. Diciembre

es considerado el mes ecológicamente más seco, a diferencia de marzo y abril que son los meses más lluviosos (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016).

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales de escritorio

Los materiales de escritorio utilizados para la realización de este proyecto de investigación se detallan a continuación:

- a) Libreta de campo
- b) Esferos
- c) Borradores
- d) Marcadores
- e) Lápices

3.2.2 Equipos

Los materiales de escritorio utilizados para la realización de este proyecto de investigación se detallan a continuación:

3.2.2.1 Equipos de campo

- a) GPS
- b) Cámara fotográfica
- c) Grabadora de voz
- d) Cámaras trampa
- e) Termómetro
- f) Hielera

3.2.2.2 Equipos de laboratorio

- a) Balanza analítica

- b) Estufa
- c) Mufla
- d) Peachímetro
- e) Conductímetro
- f) Cámara aislante

3.2.2.3 Equipos de escritorio

- a) Computador
- b) Impresora

3.3 Metodología

La presente es una investigación aplicada de tipo exploratoria, descriptiva y correlacional, que se llevó a cabo usando técnicas de revisión bibliográfica y de campo. Por la naturaleza de los datos que generó es una investigación primaria y metodológica, porque se indagó sobre aspectos teóricos y recogió datos para su análisis.

A continuación se detalla la metodología utilizada para el cumplimiento de los objetivos:

3.3.1 Objetivo 1: Caracterizar los principales rasgos biofísicos y antrópicos de los bofedales de estudio en la RPFCh

Para el cumplimiento de este objetivo se desarrolló las siguientes etapas:

3.3.1.1 Etapa de definición del área de estudio

Para identificar las de áreas de estudio de los bofedales se consideró los resultados de la clasificación supervisada propuesta por (Díaz, 2015), misma que utilizó imágenes satelitales del Landsat 7 ETM+ y para el proceso de combinación de bandas utilizó el Software ERDAS v13. A partir de aquella clasificación se seleccionaron de forma aleatoria 16 áreas de estudio: con rangos altitudinales bajos (menos de 4100 msnm) y con rangos altitudinales altos (mayores a 4101 msnm). Esta información fue procesada en el Software ArcGis 10.3 (Environmental Systems Research Institute, 2014).

3.3.1.2 Etapa de caracterización de la flora de los bofedales

a) Inventario

El inventario de flora se realizó en cada una de las áreas de estudio (16 bofedales) basándose en la metodología GLORIA adaptada para los páramos andinos por (Eguiguren & Ojeda, 2010). Las zonas de muestreo se seleccionaron de acuerdo a la experiencia en campo en los lugares que a simple vista evidenciaban una composición vegetal variada.

En cada zona identificada (3 por bofedal) se colocó una malla de frecuencia de 1×1 m, dividida en celdas de 0,10×0,10m lo que permitió obtener 100 celdillas de 0,1 x 0,1 m. Dentro de las parcelas se registró información referente al número de especies e individuos, esto sirvió para calcular los índices de biodiversidad y determinar la diversidad por familia y género.

b) Índices de biodiversidad

El cálculo de los índices de biodiversidad de Simpson, Shannon- Wiener, Margalef y similitud de Bray Curtis se realizó con el software Primer 5.0 (Clarke & Gorley, 2001).

Para el cálculo de la curva de acumulación de especies se utilizó el Software Past 2.17 (Hammer, Harper, & Ryan, 2013).

3.3.1.3 Etapa de caracterización de la fauna de los bofedales

a) Inventario

El inventario de fauna se realizó en cada una de las áreas de estudio (16 bofedales) basándose en la Metodología de Evaluación Ecológica Rápida (Sobrevilla & Bath, 1992) que incluye el análisis de información bibliográfica y salidas de campo, complementada con el Manual de Campo para el Monitoreo de Mamíferos Terrestres en Áreas de Conservación (Arévalo, 2001), utilizando los métodos que se describen a continuación:

a.1) Instalación de cámaras trampa

Se colocó 2 cámaras trampa distribuidas aleatoriamente en el área de cada bofedal, al tercer día se retiraron para la revisión de los registros fotográficos.

a.2) Registro de huellas en estaciones olfativas

Se instaló estaciones olfativas en sitios estratégicos en un transecto de 1km y a una distancia de 200 metros entre cada estación. Los cebos utilizados fueron: avena mezclada con atún y carne cruda.

a.3) Observación directa al azar

Se seleccionó sitios estratégicos a lo largo de la extensión de los bofedales de acuerdo a la experiencia en campo, para conseguir los registros visuales se establecieron 2 transectos de 1 km de largo, los cuales se recorrieron buscando puntos de observación con ayuda de binoculares. La información se registró en fichas de campo (ver anexo 1).

b) Identificación de especies

Para la identificación de huellas de mamíferos en general se utilizó las guías de campo del libro Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2007).

Para la identificación de anfibios se utilizó las guías de campo de anfibios de la (Fundación Ecológica Gustavo Orcés, 2008) y a través de las guías taxonómicas de anfibios de la (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2014).

De igual manera, las aves observadas se identificaron con ayuda del libro de Aves del Ecuador (Greenfield & Ridgely, 2006) y consultas a expertos.

c) Índices de biodiversidad

El cálculo de los índices de biodiversidad de Simpson, Shannon- Wiener, Margalef y similitud de Bray Curtis se realizó con el software Primer 5.0 (Clarke & Gorley, 2001).

Para el cálculo de la curva de acumulación de especies se utilizó el Software Past 2.17 (Hammer, Harper, & Ryan, 2013).

3.3.1.4 Etapa de caracterización de la intervención antrópica sobre los bofedales

La caracterización de la intervención antrópica se realizó a través de la técnica de observación directa en cada área de estudio (Puente, 2000), identificando las actividades que deterioran la integridad del ecosistema. La información fue recopilada en fichas (ver anexo 2).

Con la información levantada en campo se realizó lo siguiente:

a) Evaluación de presiones y fuentes de presión

La evaluación de presiones y fuentes de presión se realizó utilizando la Metodología Planificación para la Conservación de Áreas (Granizo & Tarsicio, 2006) que considera lo siguiente:

a.1) De las presiones se evalúa la severidad y el alcance.

a.2) De las fuentes de presión se evalúa la contribución y la irreversibilidad.

Las presiones y fuentes de presión se evaluaron de acuerdo a la escala 0 -1: baja; 1,1-2: media; 2,1-3: alta; y 3,1-4 muy alta (Granizo & Tarsicio, 2006), para revisar las equivalencias cualitativas (ver anexo 3).

b) Integración de amenazas

b.1) Análisis de fuentes de presión

El análisis de fuentes de presión en los bofedales se realizó con los resultados de las evaluaciones individuales de cada área de estudio, de esa forma se identifica que actividad antrópica (fuente de presión) ejerce mayor presión sobre este ecosistema, asignándole a cada valor el equivalente cualitativo (Granizo & Tarsicio, 2006).

b.2) Análisis de presiones

El análisis de presiones en los bofedales se realizó con los resultados de las evaluaciones individuales de cada área de estudio, de esa forma se identificó cuál de las presiones ejerce y tiene mayor representatividad sobre el ecosistema bofedal, asignándole a cada valor el equivalente cualitativo (Granizo & Tarsicio, 2006).

b.3) Análisis de amenazas

El análisis de amenazas en los bofedales se realizó con el valor global de las evaluaciones de fuentes de presión y presiones, de ese modo se asigna la categoría cualitativa para describir el grado de amenaza de cada área de estudio.

3.3.2 Objetivo 2: Determinar la cantidad de carbono orgánico que almacena el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh

Para el cumplimiento de este objetivo se desarrolló las siguientes etapas:

3.3.2.1 Etapa de análisis físico-químico del suelo de los bofedales

a) Recolección de muestras

Se emplearon los siguientes métodos:

a.1) Método de calicata

Este método se empleó para cuantificar y valorar el COT almacenado a 1 metro (Tenelema, 2016). Las calicatas se realizaron en áreas con cobertura vegetal representativa del lugar y áreas cercanas al centro del bofedal. El procedimiento aplicado es el siguiente:

- Se realizó una calicata en cada bofedal de 1.0 m largo x 1.0 m ancho x 1.0 m para la extracción de las muestras.
- Se delimitó los horizontes presentes en el perfil de suelos.

- Se etiquetó los perfiles con las profundidades encontradas.
- Para los datos de humedad y densidad aparente se introdujo cilindros en cada horizonte en el perfil del suelo.
- Se determinó la temperatura del suelo a diferentes profundidades donde se localizaron los horizontes con la utilización de un termómetro.
- Se procedió a recoger las muestras de cada horizonte con el uso de una bandeja o bolsa de plástico mediante la ayuda de una pala o piqueta.
- Se introdujo la muestra en un recipiente cerrado, posteriormente se etiquetó cada muestra de suelo.
- Se retiró los cilindros de humedad y densidad aparente de la pared del perfil.
- Finalmente se realizó el tapado de la calicata.

a.2) Método de barreno

Este método se empleó para determinar el efecto de la intervención antrópica sobre la materia orgánica, y la correlación de la humedad relativa con la materia orgánica. Se recolectó 20 muestras de suelo por cada área de estudio con un barreno a 30 cm de profundidad. (Salazar & Sánchez, 2012).

b) Procesamiento de muestras

b.1) Muestras calicatas

El análisis físico y químico se realizó utilizando la Metodología del Manual para Análisis de Suelo de la Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador (Carrera, 2001). Misma que plantea analizar las siguientes variables: potencial de Hidrógeno, materia orgánica, carbono orgánico, conductividad eléctrica, textura, estructura, porosidad, densidad aparente-real, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio, para ver el procedimiento completo (ver anexo 4).

Posteriormente se realizó el análisis de varianza no paramétrico (Friedman) y el análisis de conglomerados (dendograma de distancia Euclídea), utilizando el software InfoStat (Di Rienzo, y otros, 2016).

b.2) Muestras barrenado

De las muestras tomadas con el barreno se calculó: materia orgánica, humedad relativa y densidad aparente (Carrera, 2001). Posteriormente se realizó el análisis de correlación (Pearson) aplicando el software InfoStat (Di Rienzo, y otros, 2016).

c) Interpretación de resultados

La sistematización de resultados se recopiló en una ficha emitida por el Laboratorio de Suelos y la interpretación se realizó con la ayuda de la técnica responsable del laboratorio utilizando la Metodología del Manual para Análisis de Suelo de la Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador (Carrera, 2001). La información se complementó con la interpretación del tipo de suelo en función a su pH utilizando la guía propuesta por la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

3.3.2.2 Etapa de análisis microbiológico del suelo de los bofedales

a) Recolección de muestras

Se recolectó muestras compuestas de suelo con un barreno a 30 cm de profundidad hasta completar 2 kg (aproximadamente 20 submuestras). Este procedimiento se realizó en zigzag por cada área de estudio (Salazar & Sánchez, 2012).

Las muestras fueron transportadas en refrigeración al Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales para el respectivo análisis.

b) Cálculo de Unidades Formadoras de Colonias/g de suelo

Para el cálculo de UFC/g suelo se utilizó la técnica de conteo por dilución en placa con agar nutritivo como medio de crecimiento (Hurley, 2004), el procedimiento es el siguiente:

- Preparar medio de cultivo con agar nutritivo en un matraz, Erlenmeyer o botella de cultivo.

- Calentar hasta conseguir la disolución total.
- Esterilizar el medio de cultivo a 121°C durante 15 minutos.
- Una vez esterilizado el medio de cultivo dejarlo enfriar a 50°C aproximadamente.
- Vaciar el medio en cajas Petri en condiciones estériles en una campana de flujo laminar.
- Dejar enfriar y
- Gelificar el medio.
- Preparar la muestra de suelo y diluciones, e inocular cada caja
- Después de tres días de incubación proceder al conteo de colonias.
- Para el cálculo final de UFC se debe considerar la dilución con que se inoculó la caja.

El monitoreo de crecimiento de las UFC, se realizó por 15 días, los datos obtenidos fueron representados en el software Microsoft Excel (Microsoft, 2013).

c) Identificación de colonias de hongos

Para el conteo de hongos del suelo se utilizó la técnica de cuenta por dilución en placa (Hurley, 2004). El medio de crecimiento fue el agar de patata-dextrosa (PDA) y el antibiótico estreptomycinina para evitar el crecimiento de bacterias.

El monitoreo de crecimiento de hongos, se realizó por 15 días, periodo en el cual se aislaron los hongos que se presentaron con mayor frecuencia y que a simple vista presentaban coloración y estructura diferente para identificarlos en el microscopio con el lente de inmersión.

3.3.2.3 Etapa de cuantificación del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales

a) Cálculo del porcentaje de carbono orgánico del suelo de los bofedales

El porcentaje de carbono orgánico del suelo se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\% CO = \% MO * 0.58 \text{ (Carrera, 2001).}$$

Dónde:

CO= Carbono orgánico

MO= Materia orgánica

0.58= Valor constante

b) Cálculo del carbono orgánico total almacenado en el suelo de los bofedales

Para cuantificar la cantidad de carbono orgánico total almacenado en el suelo de los bofedales se aplicó la siguiente fórmula:

$$COT = \frac{\% CO}{100} * Da \left(\frac{g}{cm^3} \right) * \text{espezor horizonte orgánico}(cm) \text{ (Nadler, Meza, Torres, \& Jara, 2001).}$$

Dónde:

COT= Carbono orgánico total

CO= Carbono orgánico

Da = Densidad aparente

Los datos de COT obtenidos en g/cm², se convirtieron a T/ha y se multiplicaron por la extensión total de cada bofedal.

3.3.3 Objetivo 3: Desarrollar el análisis económico-financiero del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh.

Para el cumplimiento de este objetivo se desarrolló las siguientes etapas:

3.3.3.1 Etapa de valoración económica de la actividad de almacenamiento de carbono

Para la valoración económica del carbono almacenado en el suelo de los bofedales se revisó los precios que establece el mercado de carbono a nivel mundial (Banco Mundial, 2014), obteniendo una media de \$ 13.95, a partir de ese valor se estableció un precio de \$3 que representa el 21% de la media de precios y el 10% del valor referencial máximo \$27.80. Este valor fue multiplicado por la totalidad de toneladas de carbono almacenadas en el suelo.

3.3.3.2 Etapa de valoración económica de venta de leche

La valoración económica de venta de leche consideró los ingresos que se generarían por la venta de este producto en función a los litros producidos por el número de Unidades Animales que soportarían los bofedales de acuerdo a su capacidad de carga.

a) Cálculo de la capacidad de carga de UA en los bofedales

Se utilizó la metodología Manual de Manejo de Parcelas en Pastoreo de (Valencia, 2009), en el que se explica cómo calcular la capacidad de carga de un lugar basado en su producción forrajera y las necesidades alimentarias de cada Unidad Animal que lo ocupa.

b) Valoración económica por producción de leche

Para esta valoración se utilizó el siguiente precio: Litro de leche \$ 0.42 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador, 2016). Dicho valor se multiplicó por la totalidad de litros de leche que produciría el ganado en función a la capacidad de carga de los bofedales.

3.3.3.3 Etapa de análisis económico-financiero

Se aplicó los parámetros de evaluación de rentabilidad para proyectos de inversión, tomados de (Chávez, 2010) que considera los costos de inversión, amortizaciones, depreciaciones, ingresos y demás variables económicas y financieras que permitieron calcular el Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) de las dos actividades económicas analizadas previamente.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización biofísica y antrópica de los bofedales de estudio en la RPFCh

En este subcapítulo se describen las principales características biofísicas y antrópicas de los bofedales de estudio de la RPFCh. Información reflejada en inventarios de fauna y flora, análisis de biodiversidad y caracterización de la intervención antrópica.

4.1.1. Área de estudio

La extensión total de los bofedales en la RPFCh asciende a 2683,22 ha (Zambrano, 2016), para efectos de esta investigación se tomó como muestra un área de 519,59 ha, distribuidas en 16 áreas de estudio, Chimborazo (4 bofedales), Bolívar (6 bofedales) y Tungurahua (6 bofedales). Las altitudes varían desde los 3825 msnm hasta los 4442 msnm.

4.1.1.1. Bofedal Cruz del Arenal 2

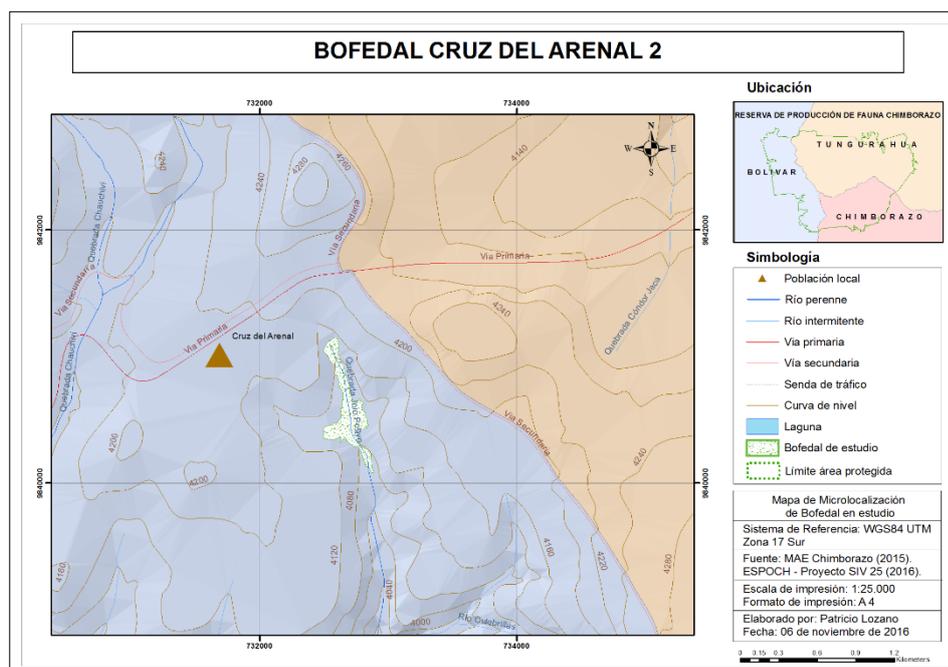


Gráfico 1-4. Mapa de microlocalización del bofedal Cruz del Arenal 2
 Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 1-4. Datos generales del bofedal Cruz del Arenal 2

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 732671 ; 9840421
Altitud	4120 msnm
Temperatura del suelo	10.2 °C
Tipo de bofedal	Altoandino
Fuente: Caracterización in situ, 2015	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016	

El bofedal Cruz del arenal 2 se localiza en la cuenca del Río Chimbo, en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Guanujo, específicamente en la comunidad Cruz del Arenal. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.2. Bofedal Casa Cóndor

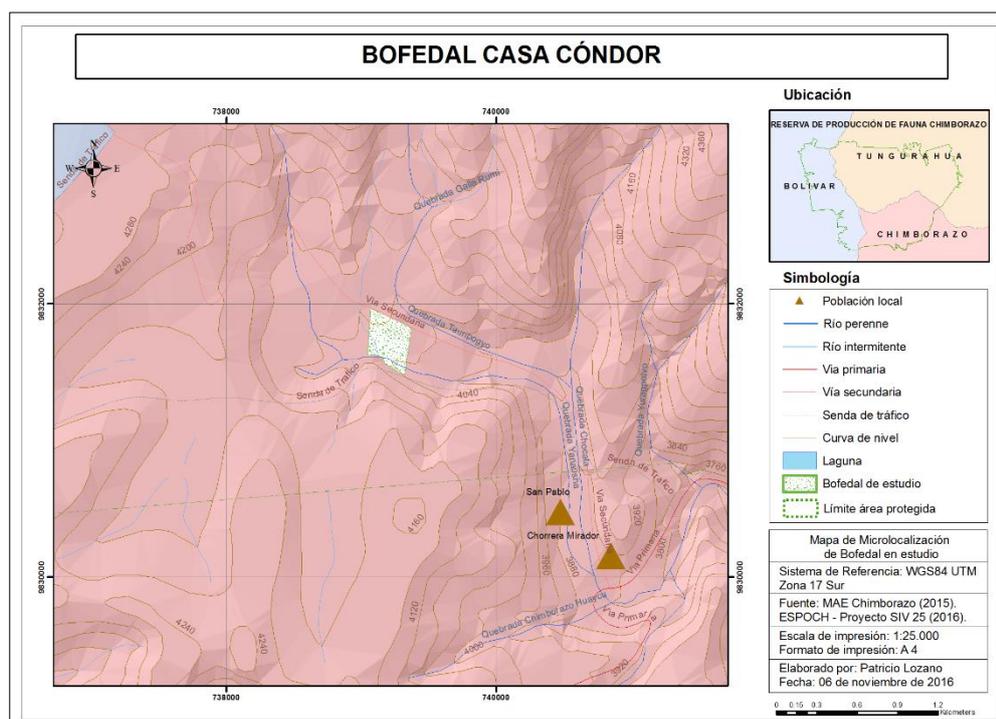


Gráfico 2-4. Mapa de microlocalización del bofedal Casa Cóndor
 Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 2-4. Datos generales del bofedal Casa Cóndor

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 739244 ; 9831672
Altitud	4008 msnm
Temperatura del suelo	7.9 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico
Fuente: Caracterización in situ, 2015	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016	

El bofedal Casa Cóndor se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia San Juan, específicamente en la comunidad Chorrera Mirador. Es de régimen hídrico méxico por cuanto la presencia de agua es temporal y depende de las precipitaciones.

4.1.1.3. Bofedal Cruz del Arenal 1

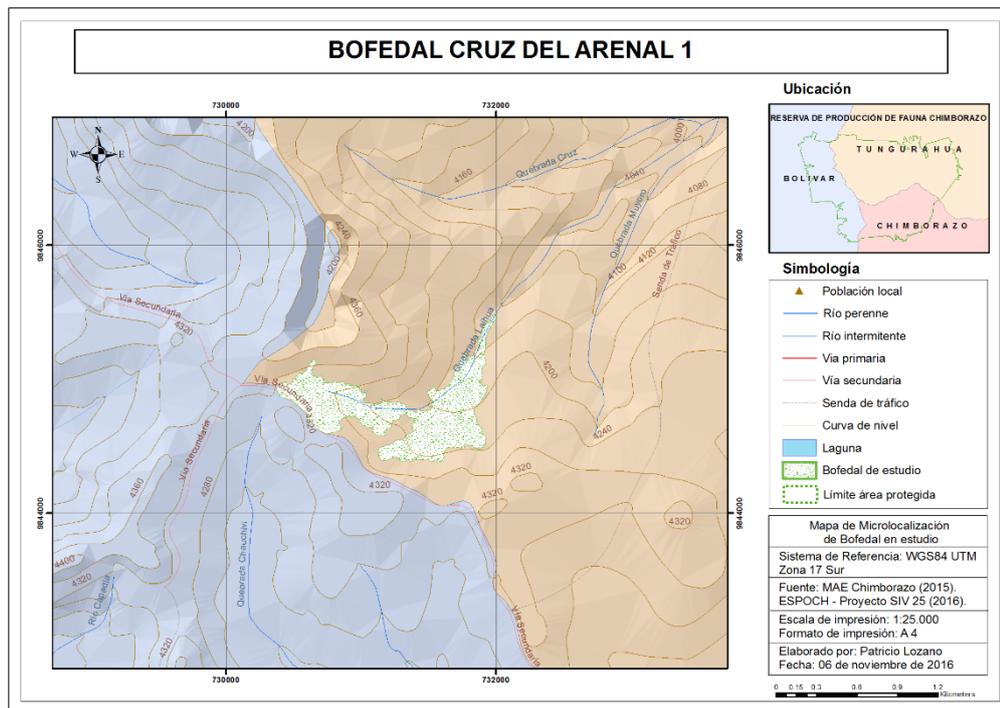


Gráfico 3-4. Mapa de microlocalización del bofedal Cruz del Arenal 1
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 3 -4. Datos generales del bofedal Cruz del Arenal 1

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 731162 ; 9844778
Altitud	4240 msnm
Temperatura del suelo	9.7 °C
Tipo de bofedal	Altoandino
Fuente: Caracterización in situ, 2015	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016	

El bofedal Cruz del Arenal 1 se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pilahuin. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.4. Bofedal Culebrillas

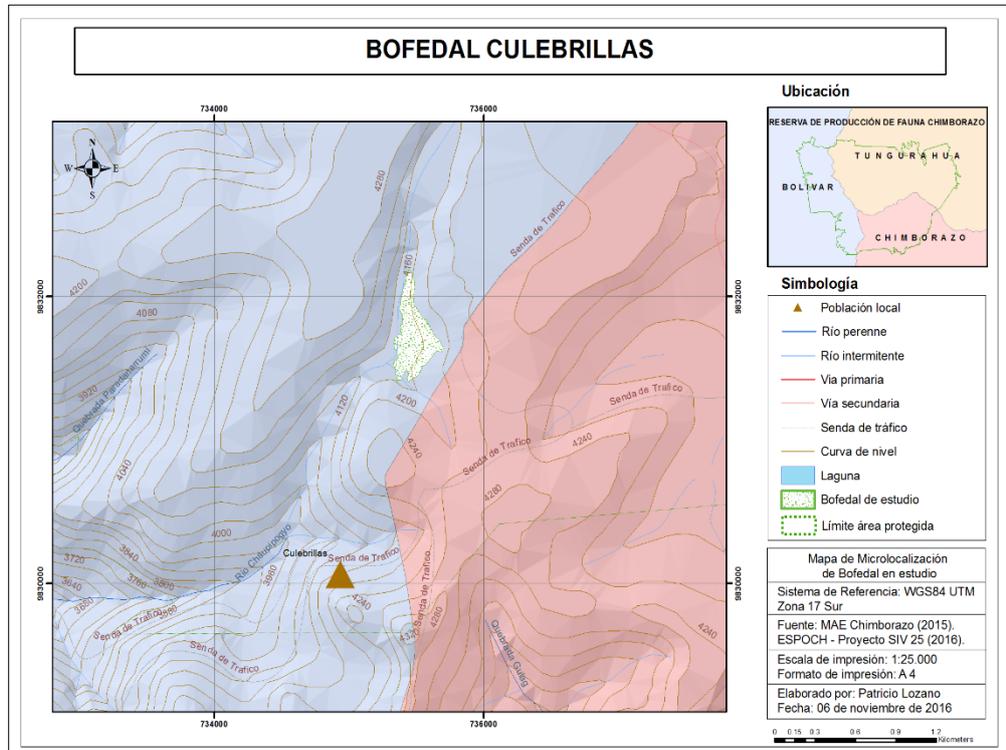


Gráfico 4-4. Mapa de microlocalización del bofedal Culebrillas
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 4-4 Datos generales del bofedal Culebrillas

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 735446; 9831848
Altitud	4160 msnm
Temperatura del suelo	11 °C
Tipo de bofedal	Altoandino

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Culebrillas se localiza en la cuenca del Río Chimbo, en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Guanujo. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.5. Bofedal Puente Ayora 2

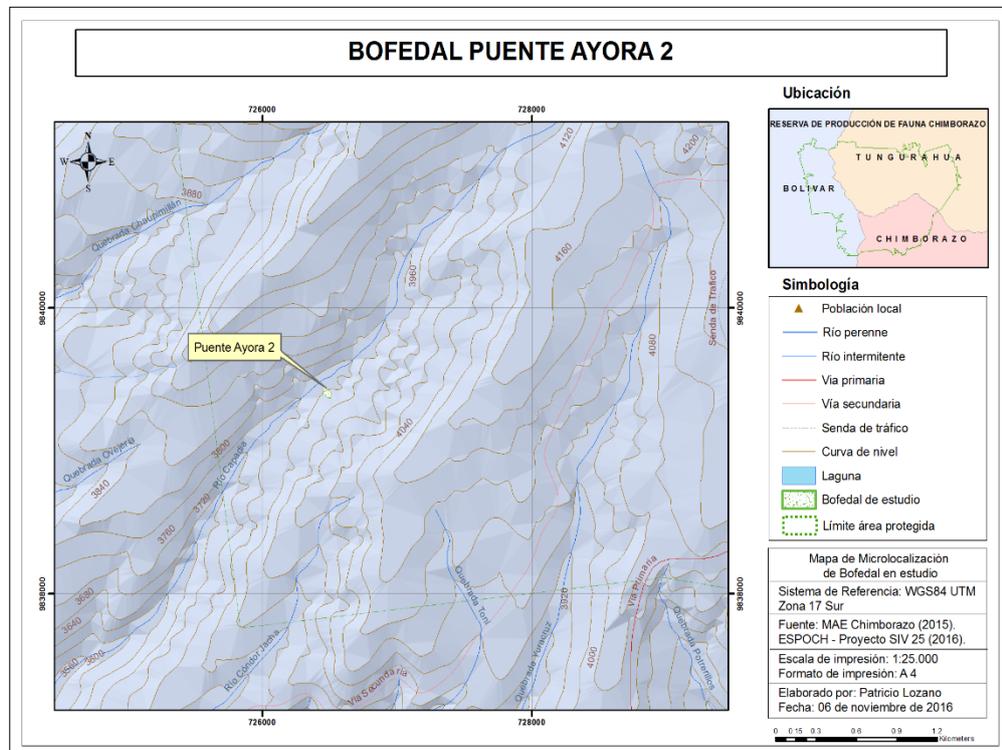


Gráfico 5-4. Mapa de microlocalización del bofedal Puente Ayora 2
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 5-4. Datos generales del bofedal Puente Ayora 2

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 726486 ; 9839401
Altitud	3842 msnm
Temperatura del suelo	8.7 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico
Fuente: Caracterización in situ, 2015	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016	

El bofedal Puente Ayora 2 se localiza en la cuenca del Río Chimbo, en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Guanujo, específicamente en la comunidad Puente Ayora. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.6. Bofedal Pachancho

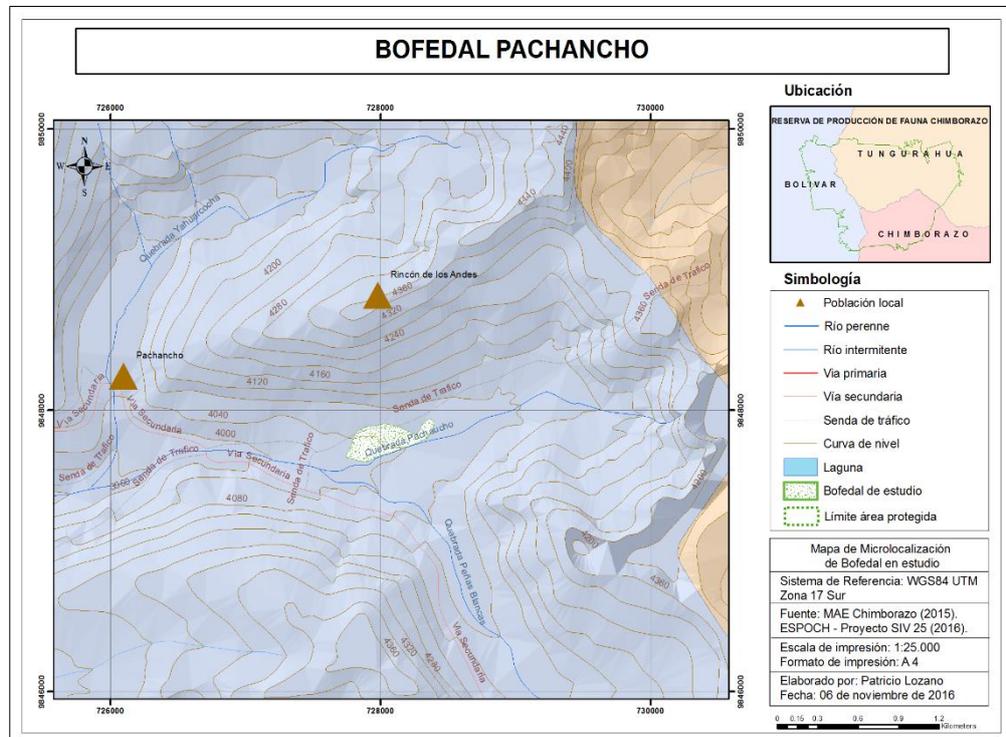


Gráfico 6-4. Mapa de microlocalización del bofedal Pachancho
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 6-4. Datos generales del bofedal Pachancho

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 728315 ; 9847854
Altitud	4040 msnm
Temperatura del suelo	9.1 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Pachancho se localiza en la cuenca del Río Chimbo, en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Salinas de Guaranda, específicamente en la comunidad Rincón de los Andes. Es de régimen hídrico méxico por cuanto la presencia de agua es temporal y depende de las precipitaciones.

4.1.1.7. Bofedal Puente Ayora 1

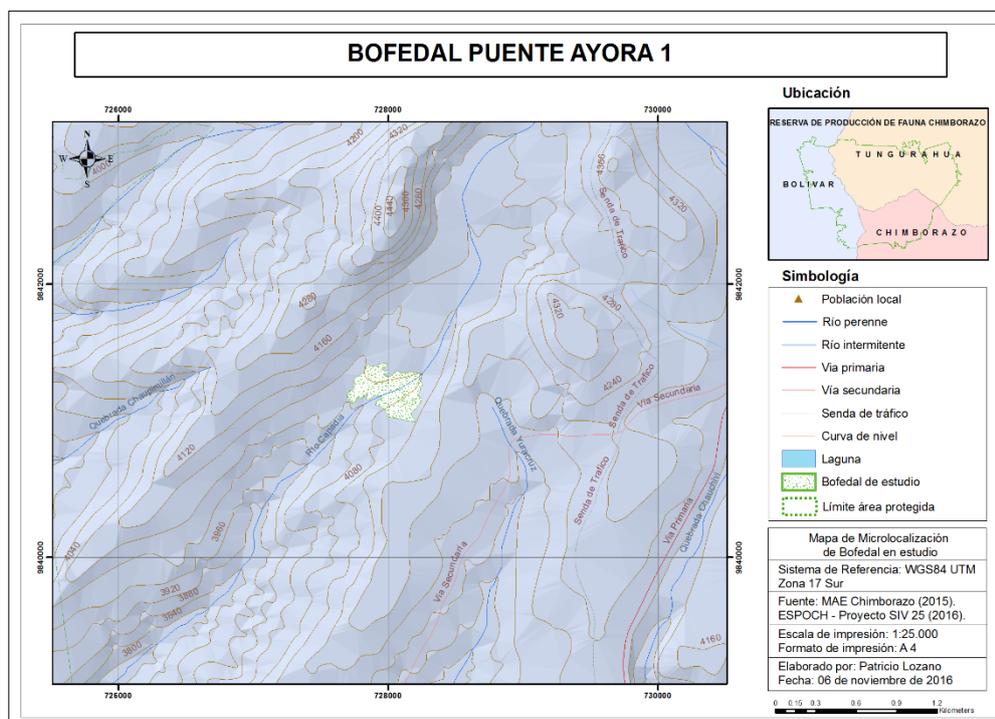


Gráfico 7-4. Mapa de microlocalización del bofedal Puente Ayora 1
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 7-4 Datos generales del bofedal Puente Ayora 1

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 728478 ; 9841941
Altitud	4105 msnm
Temperatura del suelo	8.6 °C
Tipo de bofedal	Altoandino

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Puente Ayora 1 se localiza en la cuenca del Río Chimbo, en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Guanujo, específicamente en la comunidad Puente Ayora. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.8. Bofedal Puente Ayora 3

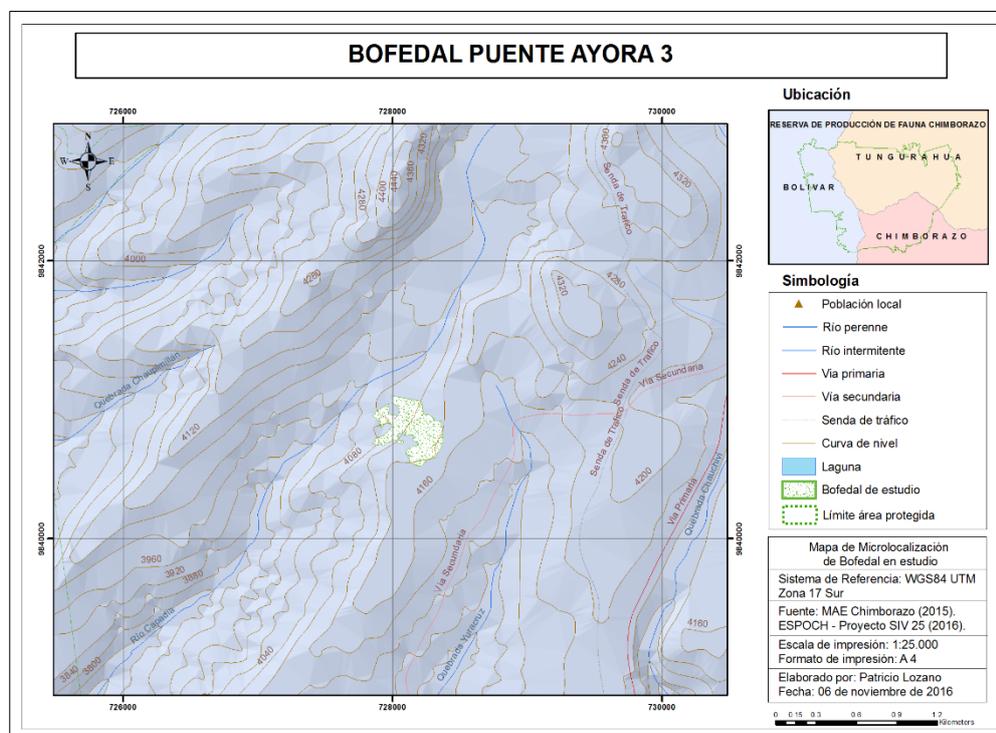


Gráfico 8-4. Mapa de microlocalización del bofedal Puente Ayora 3
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 8-4. Datos generales del bofedal Puente Ayora 3

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 728013 ; 9841127
Altitud	4120 msnm
Temperatura del suelo	8.5 °C
Tipo de bofedal	Altoandino

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Puente Ayora 3 se localiza en la cuenca del Río Chimbo, en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Guanujo, específicamente en la comunidad Puente Ayora. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.9. Bofedal Cooperativa Santa Teresita

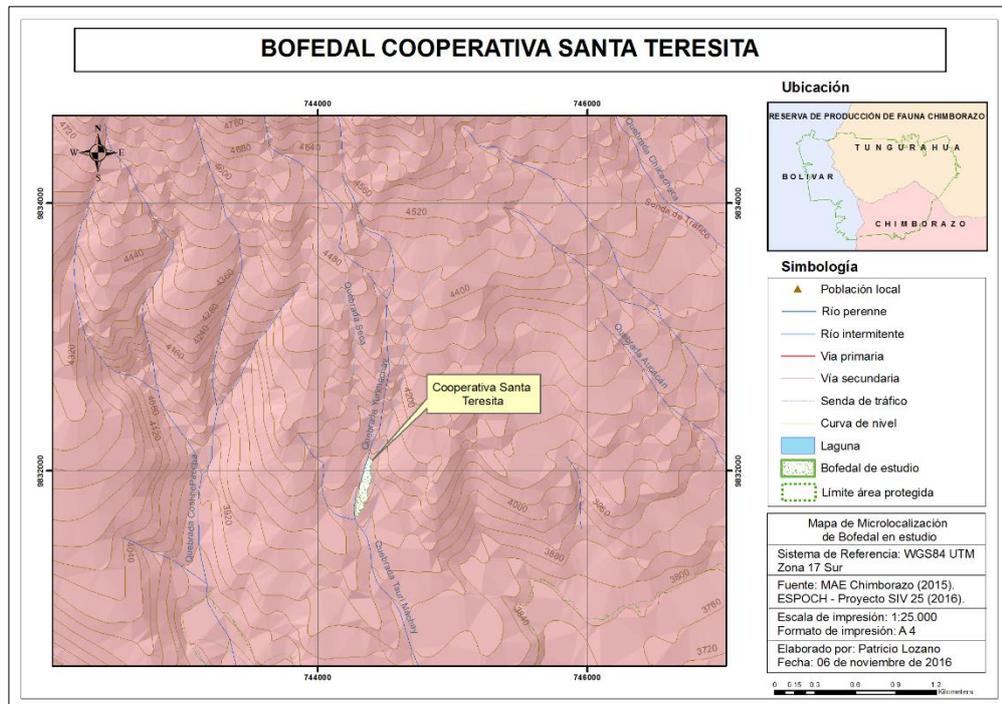


Gráfico 9-4. Mapa de microlocalización bofedal Coop. Santa Teresita
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 9-4. Datos generales del bofedal Coop. Santa Teresita

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 744365 ; 9831911
Altitud	4041 msnm
Temperatura del suelo	8 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Santa Teresita se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, parroquia San Juan, específicamente en la comunidad Cooperativa Santa Teresita. Es de régimen hídrico méxico por cuanto la presencia de agua es temporal y depende de las precipitaciones.

4.1.1.10. Bofedal Cónдор Samana

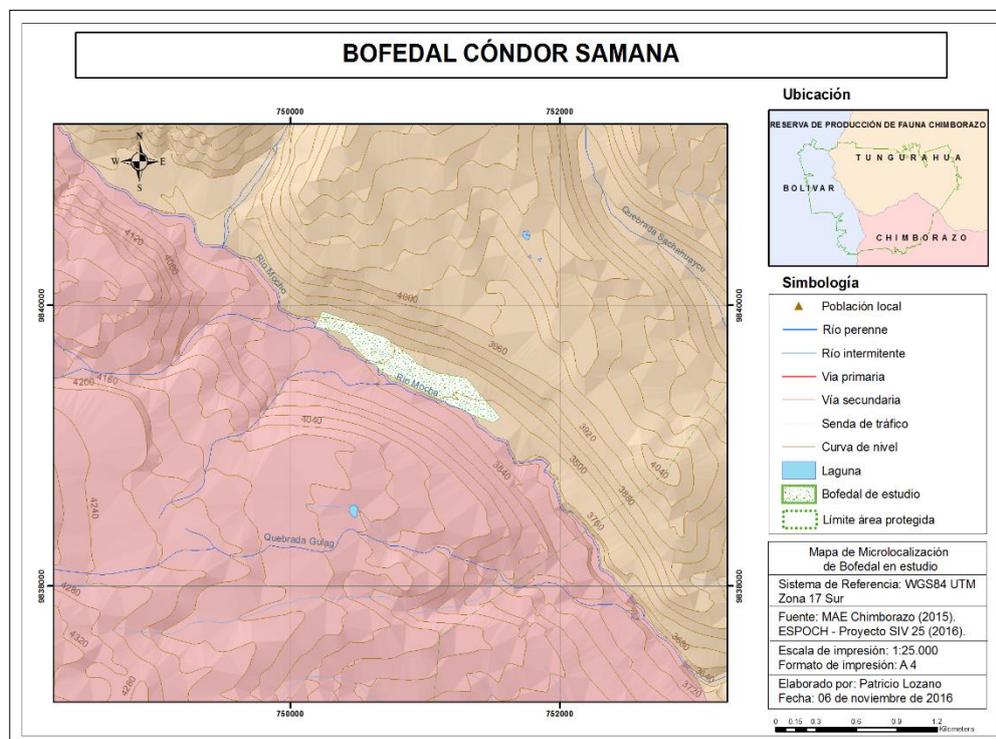


Gráfico 10-4. Mapa de microlocalización del bofedal Cónдор

Samana

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 10-4. Datos generales del bofedal Cónдор Samana

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 751109; 9839489
Altitud	3825 msnm
Temperatura del suelo	11.3 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Cónдор Samana se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Tungurahua, cantón Mocha, parroquia Mocha. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.11. Bofedal Los Hieleros

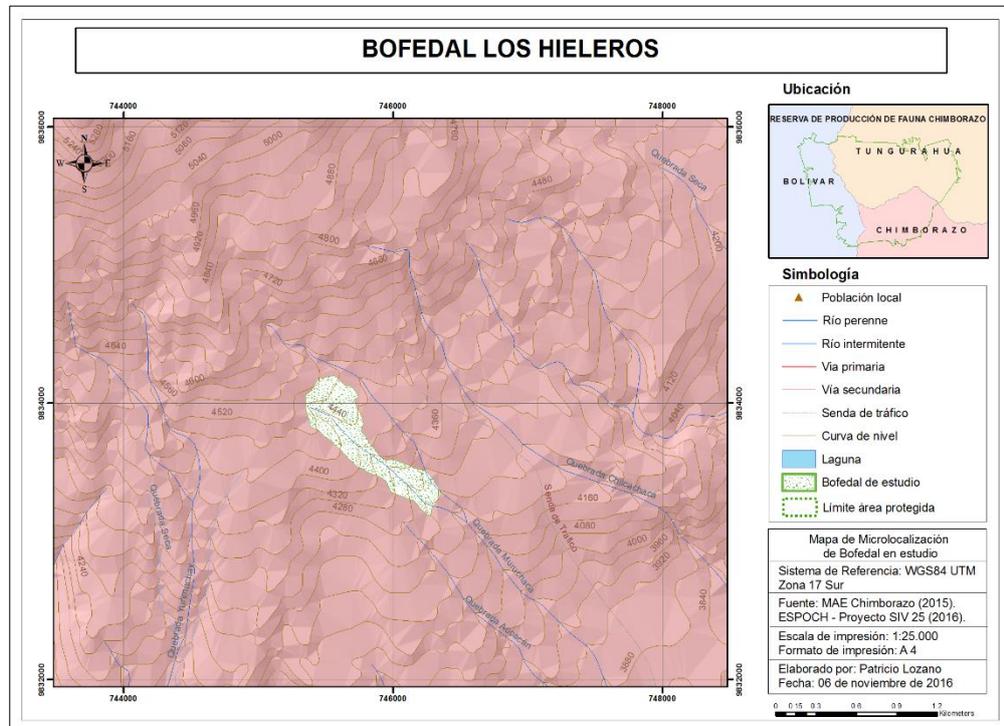


Gráfico 11-4. Mapa de microlocalización del bofedal Los Hieleros
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 11-4. Datos generales del bofedal Los Hieleros

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 745741 ; 9833916
Altitud	4442 msnm
Temperatura del suelo	8.8 °C
Tipo de bofedal	Altoandino

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Los Hieleros se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, parroquia San Andrés, específicamente en la comunidad Cuatro Esquinas. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.12. Bofedal Portal Andino

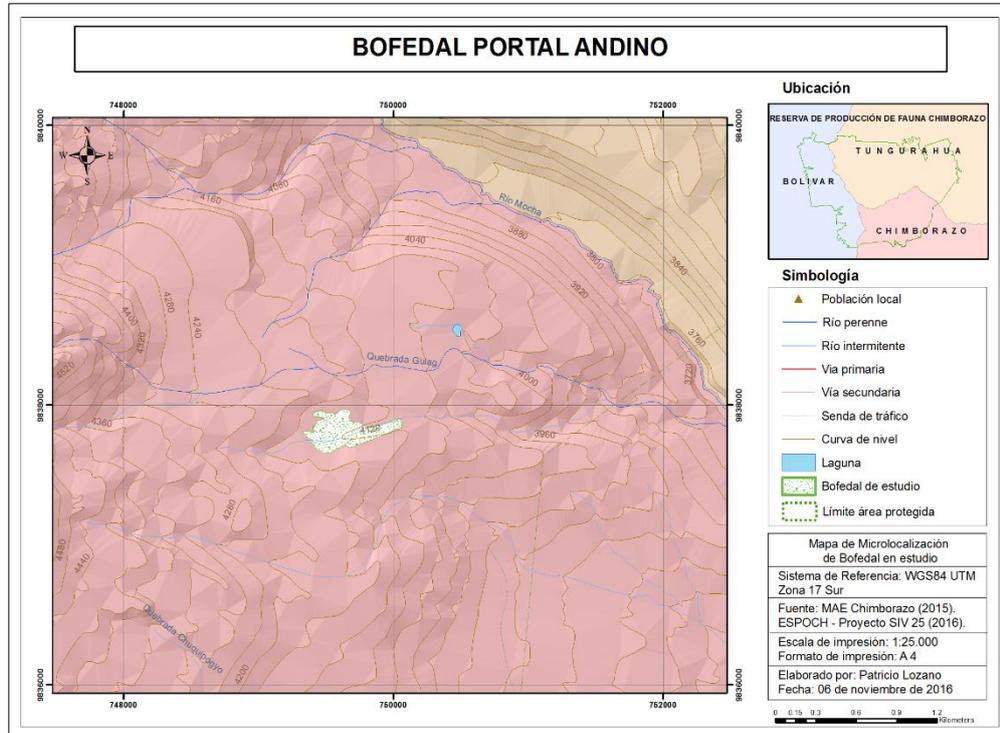


Gráfico 12-4. Mapa de microlocalización del bofedal Portal Andino
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 12-4. Datos generales del bofedal Portal Andino

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 750019 ; 9837891
Altitud	4120 msnm
Temperatura del suelo	8.9 °C
Tipo de bofedal	Altoandino

Fuente: Caracterización in situ, 2015
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Portal Andino se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, parroquia San Andrés, específicamente en la comunidad Cuatro Esquinas. Es de régimen hídrico méxico por cuanto la presencia de agua es temporal y depende de las precipitaciones.

4.1.1.13. Bofedal Lazabanza

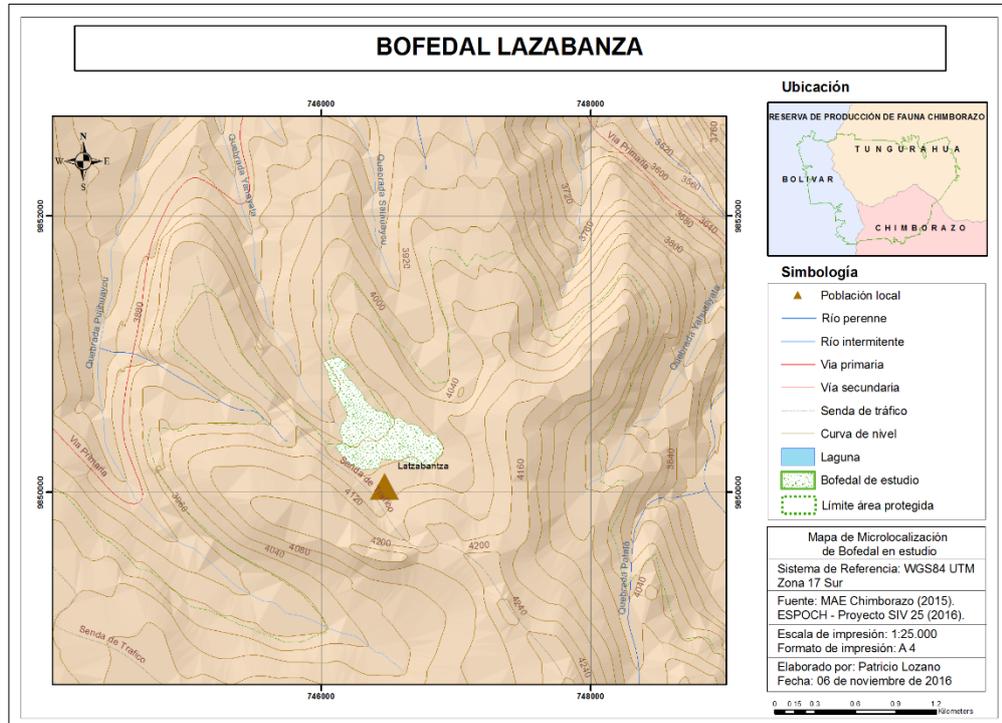


Gráfico 13-4. Mapa de microlocalización del bofedal Lazabanza
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 13-4. Datos generales del bofedal Lazabanza

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 746734 ; 9850338
Altitud	4039 msnm
Temperatura del suelo	10.7 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico
Fuente: Caracterización in situ, 2015	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016	

El bofedal Lazabanza se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pilahuin, específicamente en la comunidad Lazabanza. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.14. Bofedal Pampas Salasaca

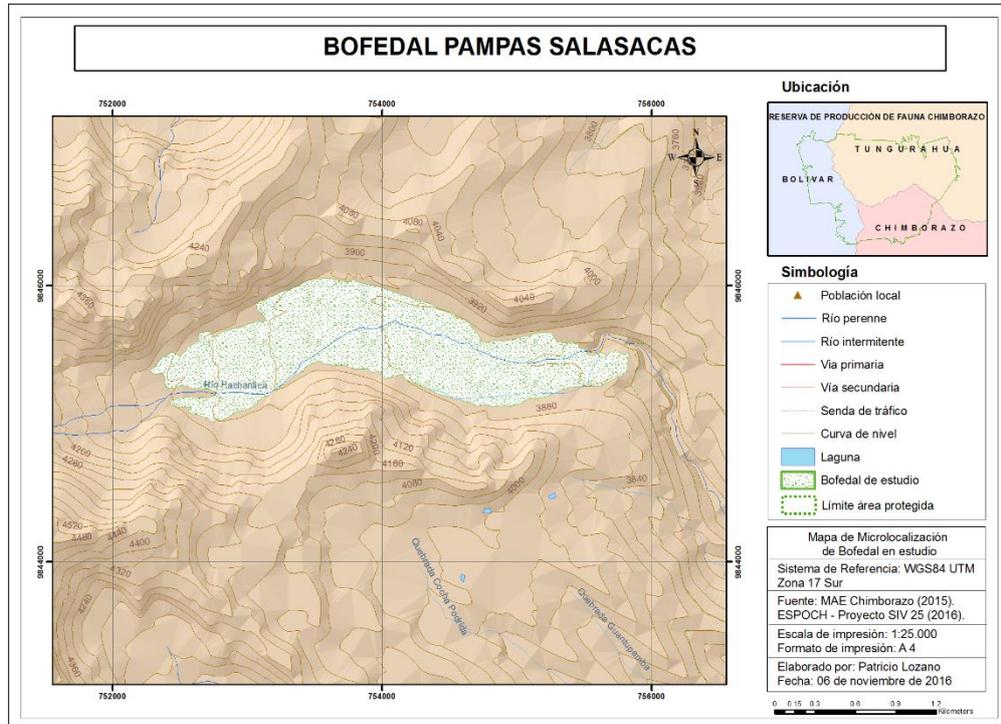


Gráfico 14-4. Mapa de microlocalización del bofedal Pampas Salasaca
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 14-4. Datos generales del bofedal Pampas Salasaca

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 754972 ; 9845283
Altitud	3854 msnm
Temperatura del suelo	9.7 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Pampas Salasaca se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Tungurahua, en los cantones de Mocha (parroquia Mocha) y Tisaleo (parroquia Quinchicoto). Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.15. Bofedal Mechahuasca

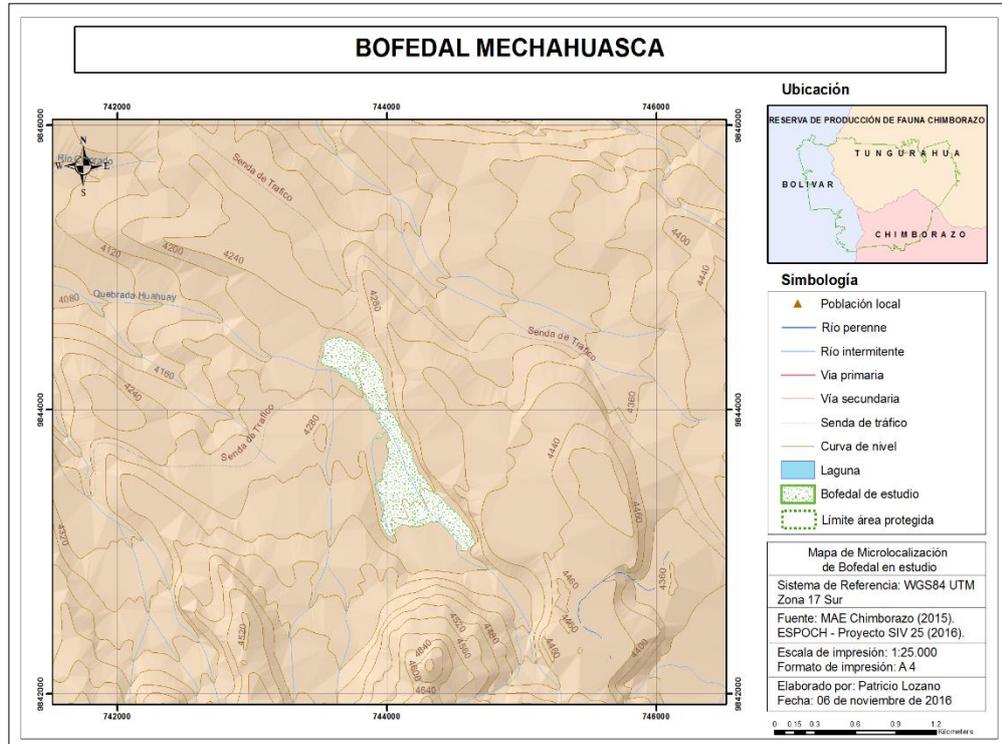


Gráfico 15-4. Mapa de microlocalización del bofedal Mechahuasca
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 15-4. Datos generales del bofedal Mechahuasca

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 743954 ; 9844037
Altitud	4240 msnm
Temperatura del suelo	7.7 °C
Tipo de bofedal	Altoandino

Fuente: Caracterización in situ, 2015

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Mechahuasca se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pilahuin, comunidad Río Colorado. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.16. Bofedal Río Blanco

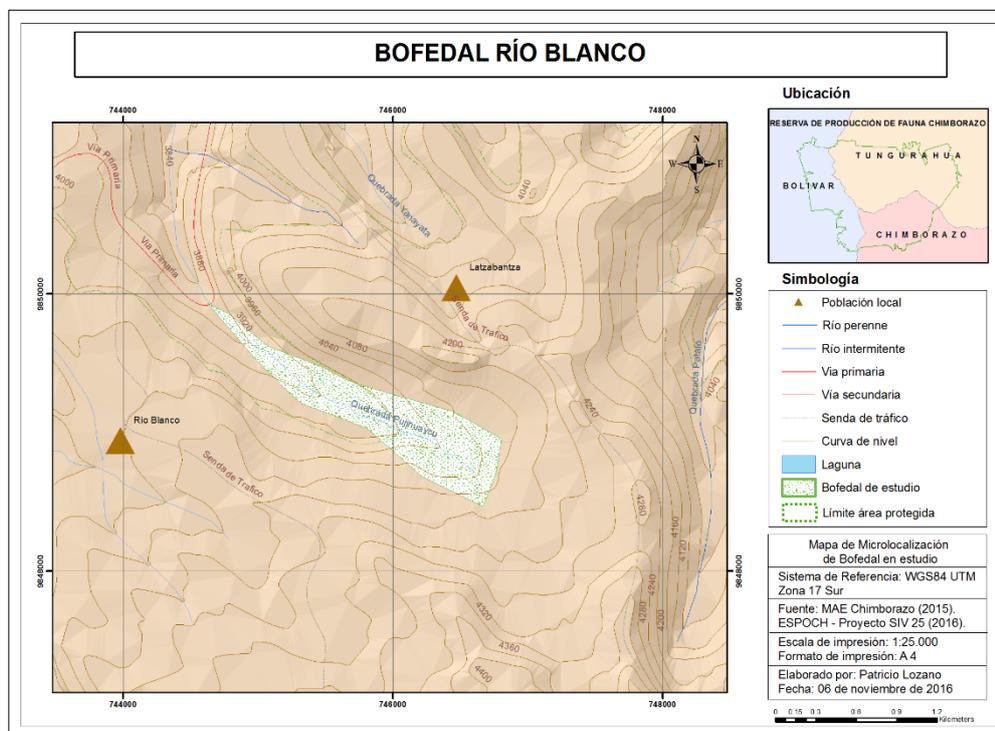


Gráfico 16-4. Mapa de microlocalización del bofedal Río Blanco
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Tabla 16-4. Datos generales del bofedal Río Blanco

Coordenadas UTM	ZONA 17 S 746179 ; 9849003
Altitud	4016 msnm
Temperatura del suelo	9.9 °C
Tipo de bofedal	Altiplánico
Fuente: Caracterización in situ, 2015	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016	

El bofedal Río Blanco se localiza en la cuenca del Río Pastaza, en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Río Blanco. Es de régimen hídrico údico por cuanto la presencia de agua es permanente y no depende de las precipitaciones.

4.1.1.17 Resumen de áreas de estudio

Tabla 17-4 Datos generales de las áreas de estudio

Bofedal	Altitud msnm	T° del suelo	Tipo	U. hidrográfica	Régimen hídrico
Cruz del Arenal 2	4120	10.2 °C	Altoandino	Río Chimbo	Hidromórfico
Casa cóndor	4008	7.9 °C	Altiplánico	Río Pastaza	Mésico
Cruz del Arenal 1	4240	9.7 °C	Altoandino	Río Pastaza	Hidromórfico
Culebrillas	4160	11 °C	Altoandino	Río Chimbo	Hidromórfico
Puente Ayora 2	3842	8.7 °C	Altiplánico	Río Chimbo	Hidromórfico
Pachancho	4040	9.1 °C	Altiplánico	Río Chimbo	Hidromórfico
Puente Ayora 1	4105	8.6 °C	Altoandino	Río Chimbo	Mésico
Puente Ayora 3	4120	8.5 °C	Altoandino	Río Chimbo	Mésico
Coop Santa Teresita	4041	8 °C	Altiplánico	Río Pastaza	Mésico
Cóndor Samana	3825	11.3 °C	Altiplánico	Río Pastaza	Hidromórfico
Los hieleros	4442	8.8 °C	Altoandino	Río Pastaza	Hidromórfico
Portal Andino	4120	8.9 °C	Altoandino	Río Pastaza	Hidromórfico
Lazabanza	4039	10.7 °C	Altiplánico	Río Pastaza	Hidromórfico
Pampas Salasaca	3854	9.7 °C	Altiplánico	Río Pastaza	Hidromórfico
Mechahuasca	4240	7.7 °C	Altoandino	Río Pastaza	Hidromórfico
Río Blanco	4016	9.9 °C	Altiplánico	Río Pastaza	Hidromórfico

Fuente: Caracterización in situ, 2015
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El 56 % de bofedales de estudio son de tipo altiplánico, es decir que se encuentran a altitudes inferiores a 4100 msnm, y el 44 % corresponde a aquellos bofedales localizados sobre los 4100 msnm, denominados altoandinos. La temperatura promedio del suelo de las áreas fluctúa entre 9.2 y 9.8 °C.

Es importante mencionar que el 75 % de estos bofedales son de régimen hídrico hidromórfico, es decir que poseen agua permanentemente, sin embargo existen áreas de en donde la intervención antrópica ha avanzado tanto que ya no se encuentra humedad. El 25 % corresponde a bofedales méxicos los cuales dependen de las precipitaciones para tener agua.

4.1.2. Flora

La caracterización de flora de los bofedales se realizó en cada área de estudio (16) y los resultados que se presentan a continuación corresponden al inventario por cada sitio, sin embargo para calcular los índices de biodiversidad se realizó la compilación del inventario por la totalidad de las áreas.

4.1.2.1 Inventario

a) Inventario por áreas de estudio

Tabla 18-4. Inventario de flora por área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	N. COMÚN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i>	Aljuiders	0	0	27	0	10	0	0	0	6	0	41	3	13	0	0	4
Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i>	SN	0	0	6	0	0	25	0	75	0	0	0	0	0	0	0	5
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Pajonal	0	0	13	2	3	4	0	1	6	0	2	5	10	0	0	4
Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i>	Sigse	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poaceae	<i>Deyeuxia rigescens</i>	Callo callo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	11
Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Almohadilla	3	0	0	0	0	0	0	55	0	0	40	0	85	0	83	23
Poaceae	<i>Festuca sp</i>	SN	39	37	17	5	23	0	21	23	0	15	15	11	10	31	6	0
Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Shunil Ucsha	0	0	6	30	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	3
Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i>	Gramma de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0
Cyperaceae	<i>Phylloscirpus acaulis</i>	SN	26	24	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	11	0	20	4
Poaceae	<i>Poa annua L.</i>	Pasto azul	15	33	0	3	0	15	8	10	0	42	0	13	35	23	0	0
Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i>	Ray grass	0	0	0	0	0	15	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Aetheolaena lingulata</i>	SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Chuquiragua	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	11	11	14
Asteraceae	<i>Cotula mexicana</i>	SN	27	0	29	15	16	0	22	32	0	20	0	11	5	0	30	9
Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	Urcutani	18	29	49	5	9	0	25	16	0	0	14	14	3	18	3	12

FAMILIA	ESPECIE	N. COMÚN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i>	Campana	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Loricaria thuyoides</i>	Camol yura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Asteraceae	<i>Lucilia conoidea</i>	SN	0	79	120	10	50	15	21	50	0	0	32	0	0	0	0	42
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	0	7	0	3	1	25	0	0	0	0	0	6	0	0	14	0
Asteraceae	<i>Werneria nubigena</i>	SN	0	0	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	0	0	12	0
Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>	Lirio	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20	0	0
Asteraceae	<i>Xenophyllum humile</i>	Almohadilla	0	0	0	0	0	0	0	0	38	62	0	0	0	0	0	24
Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	Quillo Tumbuzo	0	0	20	0	0	0	0	0	41	51	20	0	0	0	0	0
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i>	Yanatani	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	15	0	0
Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Sombrerito de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i>	Falso chocho	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	Trébol blanco	0	0	0	3	0	3	0	0	0	19	0	21	0	0	0	0
Scrophulariaceae	<i>Castilleja pumila</i>	Frutillo	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	13	0	7
Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i>	Almohadilla	9	23	34	39	20	25	36	75	70	73	48	18	38	49	80	34
Geraniaceae	<i>Geranium multipartitum</i>	Tulto	0	0	39	12	30	4	16	30	19	0	0	45	31	0	0	0
Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>	SN	0	0	0	0	4	0	0	0	6	0	15	0	19	0	0	0
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>	Adivinadora	0	0	0	19	0	0	21	0	26	0	36	0	0	0	26	49
Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	Cacho de venado	0	0	0	0	0	0	23	1	6	0	6	3	0	0	0	1
Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i>	Conejo quiwa	0	48	54	0	30	11	12	30	12	35	0	17	14	0	0	0
Ranunculaceae	<i>Caltha sagittata</i>	Flecha	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caryophyllaceae	<i>Cerastium latifolium</i>	SN	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	Cashajiwa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7	0	0	8	0	0
Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	Borrachera	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valerianaceae	<i>Valeriana rigida</i>	Urcu valeriana	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0

NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS POR ÁREA DE ESTUDIO 179 289 414 149 227 142 205 435 300 418 317 167 335 188 317 246

***A1:** Cruz del Arenal 2; **A2:** Casa cóndor; **A3:** Cruz del Arenal 1; **A4:** Culebrillas; **A5:** Puente Ayora 2; **A6:** Pachancho; **A7:** Puente Ayora 1; **A8:** Puente Ayora 3; **A9:** Coop Santa Teresita; **A10:** Cóndor Samana; **A11:** Los hieleros; **A12:** Portal Andino; **A13:** Lazabanza; **A14:** Pampas Salasaca; **A15:** Mechahuasca; **A16:** Río Blanco.

Fuente: (Tenelema, 2016)

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El inventario de flora por área de estudio indica que el bofedal Puente Ayora 3 posee el mayor número de individuos por especie (435 individuos) con presencia de las 12 especies inventariadas, la especie que se registra con mayor frecuencia en este bofedal es la almohadilla (*Plantago rígida*) con 75 registros. Cóndor Samana posee un registro de 418 individuos con presencia de 12 de las especies inventariadas, la mayor frecuencia en este bofedal al igual que el anterior es la almohadilla (*Plantago rígida*) con 73 registros.

Lazabanza posee un registro de 335 individuos con presencia de 15 de las especies inventariadas, la mayor frecuencia en este bofedal es la almohadilla (*Plantago rígida*) con 38 registros. Coop. Santa Teresita posee un registro de 300 individuos con presencia de 14 de las especies inventariadas, la mayor frecuencia en este bofedal es de la almohadilla también (*Plantago rígida*) con 70 registros.

El bofedal con menos registros de flora en su cobertura vegetal corresponde a Pachancho, con una totalidad de 142 individuos. En este bofedal únicamente se registraron 10 de las 40 especies inventariadas en la totalidad del ecosistema, esto se atribuye a la condición del bofedal (altamente intervenido), que influye directamente sobre la distribución de las especies de flora.

Los demás bofedales reflejan una similitud en cuanto al número de individuos registrados y las especies más recurrentes son la almohadilla (*Plantago rígida*), *Lucilia conoidea*, Yana tumbuzo (*Distichia muscoides*) y *Festuca sp.*

En ese contexto las familias Poaceae y Asteraceae se encuentran distribuidas en todas las áreas de estudio sin excepción, son familias típicas de los humedales altoandinos o bofedales (Medina & Mena, 2014). Tomando en consideración estos resultados se evidencia que existen variaciones entre la vegetación de un bofedal y otro. Sin embargo la flora típica de este ecosistema se encuentra ampliamente representada en la RPFCh.

b) Compilación del inventario de flora del ecosistema bofedal

Tabla 19-4. Inventario de flora de los bofedales

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO
Rosales	Rosaceae	<i>Alchemilla pinnata</i>	Aljuiders	104
Poales	Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i>	SN	111
Poales	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Pajonal	50
Poales	Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i>	Sigse	5
Poales	Poaceae	<i>Deyeuxia rigescens</i>	Callo callo	43
Poales	Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i>	Almohadilla	289
Poales	Poaceae	<i>Festuca sp</i>	SN	253
Poales	Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Shunil Ucsa	48
Poales	Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i>	Gramas de agua	42
Poales	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus acaulis</i>	SN	122
Poales	Poaceae	<i>Poa annua L.</i>	Pasto azul	197
Poales	Poaceae	<i>Lolium multiflorum</i>	Ray grass	65
Asterales	Asteraceae	<i>Aetheolaena lingulata</i>	SN	6
Asterales	Asteraceae	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Chuquiraga	69
Asterales	Asteraceae	<i>Cotula mexicana</i>	SN	216
Asterales	Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	Urcutani	215
Asterales	Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i>	Campana	24
Asterales	Asteraceae	<i>Loricaria thuyoides</i>	Camol yura	9
Asterales	Asteraceae	<i>Lucilia conoidea</i>	SN	419
Asterales	Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	56
Asterales	Asteraceae	<i>Werneria nubigena</i>	SN	58
Asterales	Asteraceae	<i>Werneria pygmaea</i>	Lirio	64
Asterales	Asteraceae	<i>Xenophyllum humile</i>	Almohadilla	124
Apiales	Apiaceae	<i>Azorella pedunculata</i>	Quillo Tumbuzo	132
Apiales	Apiaceae	<i>Eryngium humile</i>	Yanatani	67
Apiales	Apiaceae	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	Sombrerito de agua	5
Fabales	Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i>	Falso chocho	3
Fabales	Fabaceae	<i>Trifolium repens L.</i>	Trébol blanco	46
Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Castilleja pumila</i>	Frutillo	28
Lamiales	Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i>	Almohadilla	671
Geraniales	Geraniaceae	<i>Geranium multipartitum</i>	Tulto	226
Geraniales	Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>	SN	44
Gentianales	Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>	Adivinadora	177
Gentianales	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	Cacho de venado	40
Gunnerales	Gunneraceae	<i>Gunnera magellanica</i>	Conejo quiwa	263
Ranunculales	Ranunculaceae	<i>Caltha sagittata</i>	Flecha	4
Caryophyllales	Caryophyllaceae	<i>Cerastium latifolium</i>	SN	1
Lycopodiales	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa</i>	Cashajiwa	19
Ericales	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i>	Borrachera	1
Dipsacales	Valerianaceae	<i>Valeriana rigida</i>	Urcu valeriana	12

Fuente: (Tenelema, 2016)

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las especies más comunes en los bofedales pertenecen a la familia de las Asteráceas, Poáceas y las Plantagináceas, por lo tanto se constituyen en familias representativas en la cobertura vegetal de este ecosistema. En las áreas de estudio en las que el ser humano

desarrolla actividades pecuarias como la agricultura y la ganadería, el número de especies es menor que el de los sitios mejores conservados.

4.1.2.2 Índices de biodiversidad de flora

A continuación se presenta el resultado de cálculo de índices de biodiversidad de flora:

Tabla 20-4. Índices de biodiversidad de flora

ECOSISTEMA	BOFEDAL
Taxa_S	40
(N) Individuals	4328
(1-Lambda') Simpson_1-D	0,9374
(H'(loge)) Shannon_H	3,104
(d) Margalef	4,658
Fuente: Software Primer 5.0, 2016	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016	

a) Índice de dominancia de Simpson

Los resultados indican que en los bofedales existe el 0,9374 de especies de flora que dominan la composición vegetal. Especies como la almohadilla (*Plantago rígida*) domina en este ecosistema, seguida de especies como *Lucilia conoidea* y Yana tumbuzo (*Distichia muscoides*). En porcentajes más bajos se encuentran a especies como conejo quiwa (*Gunnera magellanica*) y *Festuca sp.*

Es importante mencionar que las especies dominantes son principalmente de tipo almohadillas que son parte de la vegetación típica de un bofedal de acuerdo a (Medina & Mena, 2014), existiendo el 93 % de probabilidad de que dos ejemplares tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

b) Índice de Equidad Shannon-Wiener

El 3,104 indica que existe una alta equidad en la composición de flora, por cuanto los factores ambientales de este ecosistema propician la existencia de una amplia cobertura vegetal caracterizada principalmente por especies de tipo almohadilla y vegetación herbácea.

c) Índice de Margalef

Del total de especímenes registrados en el inventario se obtiene un promedio de 4,65 individuos por cada especie, esto significa que este ecosistema cuenta con una diversidad media de plantas, considerando que valores mayores a 5 son indicativos de una alta diversidad.

d) Curva de acumulación de especies de flora

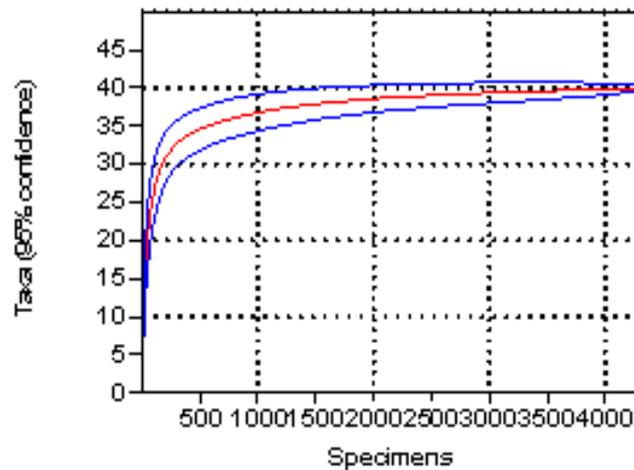


Gráfico 17-4. Curva de acumulación de especies de flora

Fuente: Software Past 2.17, 2016.

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). Bajo ese planteamiento en la gráfica se aprecia una asíntota a partir de aproximadamente los 3500 individuos registrados, esto indica que se realizó un esfuerzo de muestreo adecuado.

e) Diversidad de flora por orden y familia

Las familias de plantas con mayor número de especies en los bofedales son Asteraceae (28,56 %) y Poaceae (18,81%), seguidas de la familia Plantaginaceae (15,50 %), mientras que entre las familias con menor número de especies figuran: Ranunculaceae (0,09%), Caryophyllaceae (0,02%), y Ericaceae (0,02%).

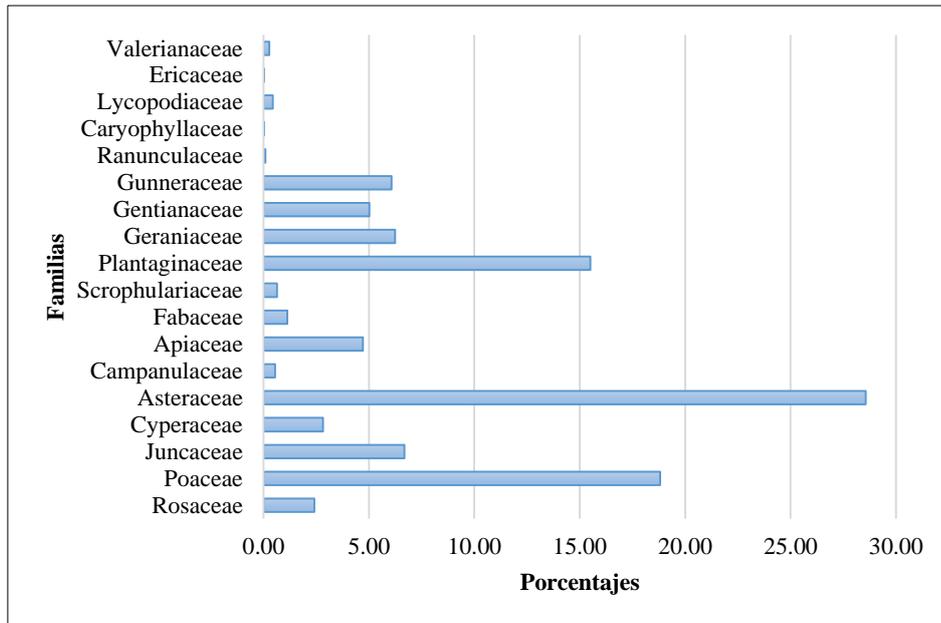


Gráfico 18-4. Diversidad de flora por familia
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Por otra parte los órdenes que predominan son: Asterales (29,11%) y Poales (28,30%), otro orden dominante es Lamiales (16,15%). Los demás órdenes tienen porcentajes inferiores al 6% de representatividad en los bofedales. Las especies que pertenecen a los órdenes dominantes son plantas herbáceas principalmente, en donde destacan especies como Yana tumbuzo (*Distichia muscoides*), *Lucilia conoidea* y almohadilla (*Plantago rígida*), ocupando la mayor parte de la cobertura vegetal de este ecosistema.

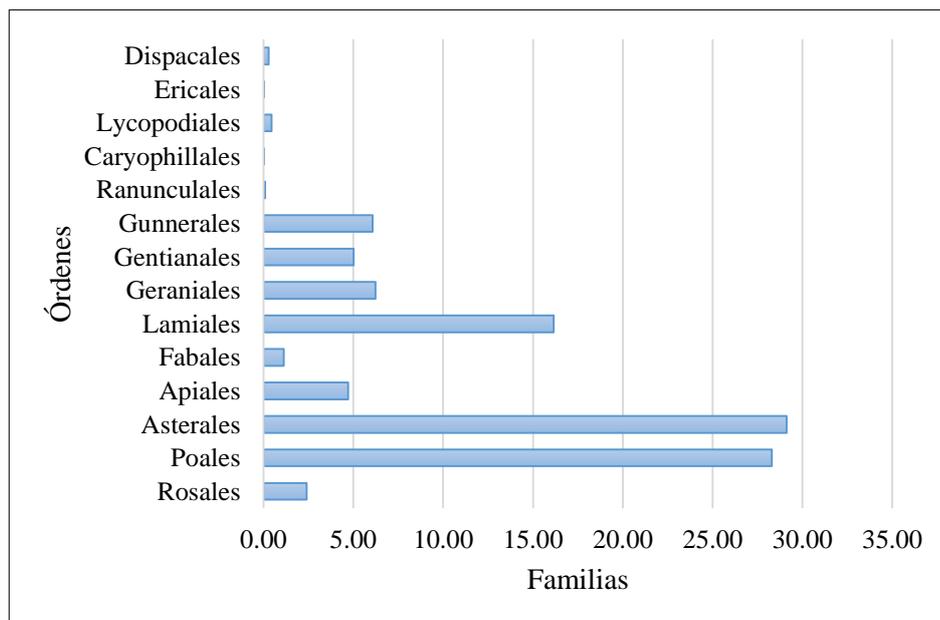


Gráfico 19-4. Diversidad de flora por orden
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

f) Índice de similitud de Bray Curtis para flora

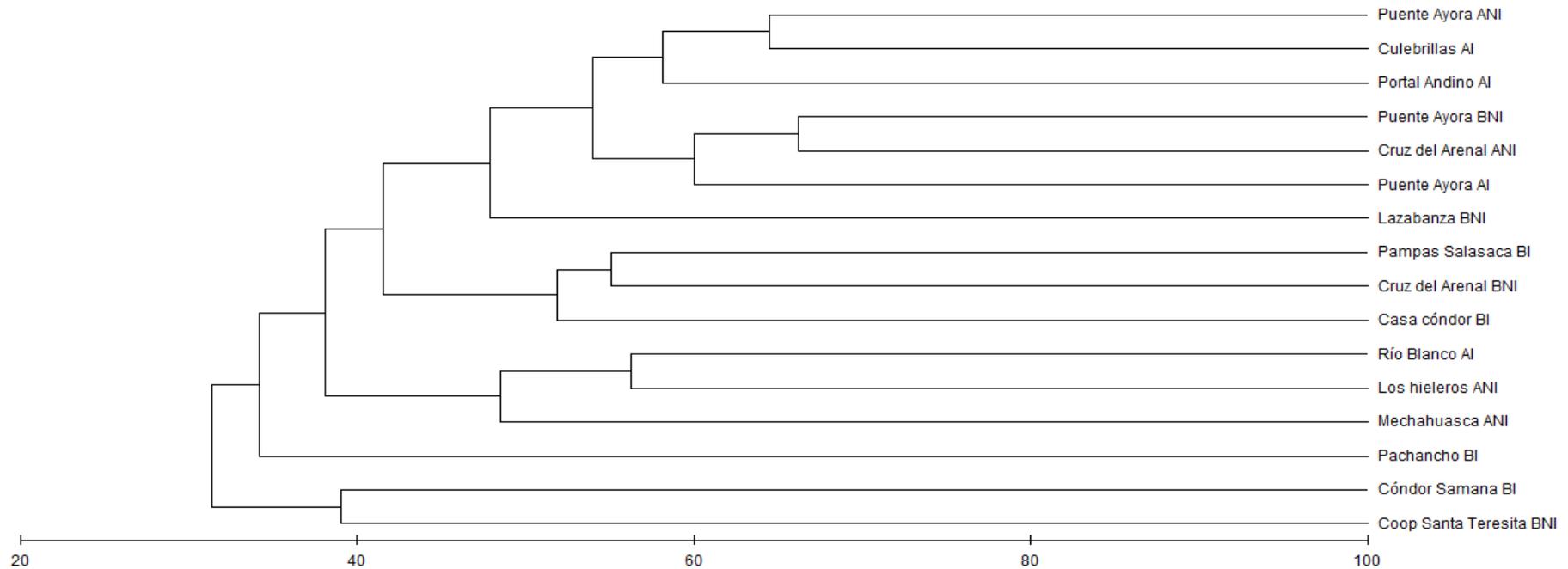


Gráfico 20-4. Dendrograma de similitud de flora entre las áreas de estudio

Fuente: Software Primer 5.0, 2016

De acuerdo a la gráfica se evidencia una similitud del 70% entre la flora del bofedal Puente Ayora 2 y Cruz del Arenal 1. Por otra parte los bofedales Córdoba Samana y Coop. Santa Teresita no son similares a los otros al tener alrededor del 30% de vegetación en común. Los demás bofedales tienen una similitud entre sí que va desde el 50% hasta el 60%, a excepción de Pachancho BI que difiere en un 65 % de la cobertura vegetal de los otros bofedales.

4.1.3 Fauna

El inventario de fauna al igual que el de flora se realizó en cada área de estudio (16), los resultados que se presentan a continuación corresponden a cada sitio y al final se muestra la compilación del inventario por la totalidad de la áreas de estudio.

4.1.3.1 Inventario

a) Inventario por áreas de estudio

a.1) Aves

Tabla 21-4. Inventario de aves por área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	N. COMÚN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
Falconidae	<i>Phalco boenus</i>																	
	<i>carunculatus</i>	Curiqingue	2	0	3	0	4	0	7	9	4	12	9	2	7	13	12	9
Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón Aplomado	2	0	2	1	0	0	1	1	2	3	2	1	0	2	0	0
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Gavilán de páramo	3	0	1	0	1	0	2	0	1	2	1	0	0	2	0	0
Accipitridae	<i>Geranoaetus</i>																	
	<i>melanoleucus</i>	Guarro	4	2	2	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	0
Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Ligle	3	0	1	0	0	1	2	3	2	5	1	0	2	6	4	5
Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina	6	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	0	1	0	0	0
Thinocoridae	<i>Attagis gayi</i>	Agachona grande	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	3	1	0
Anatidae	<i>Anas andium</i>	Pato serrano	0	0	1	2	0	0	0	0	1	2	1	0	1	2	0	0
Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrella del Chimborazo	2	0	1	0	0	0	3	4	1	5	2	2	4	2	3	4
Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colibrí colacinta	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0
Trochilidae	<i>Colibrí coruscans</i>	Colibrí rutilante	1	0	3	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
Trochilidae	<i>Chalcostigma stanyeli</i>	Colibrí de Stanley	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

FAMILIA	ESPECIE	N. COMÚN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita Negra	4	0	3	1	1	0	0	0	1	1	1	0	4	3	2	4
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tortolita orejuda	2	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	2	1	0	2
Furnariidae	<i>Asthenes wyatti</i>	Canastero de Wyatt	1	0	3	0	1	0	1	1	1	3	1	2	1	0	2	1
Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero flamulado	4	0	2	0	1	0	1	0	1	3	1	0	3	0	0	1
Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Chungui grande	2	0	4	0	0	0	1	1	0	0	1	3	1	0	0	1
Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>	Chungui chico	3	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	2	4	4	5	6
Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijereta Andina	2	0	4	3	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Grallaridae	<i>Grallaria quitensis</i>	Tororoí Leonado	5	0	2	3	1	0	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0
Tyrannidae	<i>Agriornis andicola</i>	Arriero coliblanco	3	0	5	0	0	0	1	1	2	2	0	1	0	1	0	0
Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpinus</i>	Dormilona de Páramo	2	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
Hirundinidae	<i>Notiochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	3	0	3	3	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	2	0
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina barranquera	3	0	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	2	0
Emberizidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero sencillo	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	2	1
Emberizidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	Frigilo Plomizo	4	0	3	2	0	0	1	1	0	2	1	0	1	0	1	0
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión Chingolo	3	4	2	2	0	0	1	1	0	4	2	1	0	4	3	2
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo Blanco	4	1	3	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	3	4	5
Turdidae	<i>Turdus chiguanco</i>	Mirlo Negro	3	1	1	3	0	1	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0
Motacilidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de Páramo	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	3	2	4
Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	Ratona de ciénega	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Frigilidae	<i>Carduellis magellanica</i>	Jilguero encapuchado	1	0	0	2	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	1	2
NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS POR ÁREA DE ESTUDIO			86	11	59	30	9	4	29	28	31	66	40	20	36	52	47	48

*A1: Cruz del Arenal 2; A2: Casa cóndor; A3: Cruz del Arenal 1; A4: Culebrillas; A5: Puente Ayora 2; A6: Pachancho; A7: Puente Ayora 1; A8: Puente Ayora 3; A9: Coop Santa Teresita; A10: Cóndor Samana; A11: Los hieleros; A12: Portal Andino; A13: Lazabanza; A14: Pampas Salasaca; A15: Mechahuasca; A16: Río Blanco.

Fuente: (Andrade, Inventarios de fauna, 2016)

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El inventario de aves por área de estudio indica que el bofedal Cruz del Arenal 2 posee el mayor número de individuos por especie (86 individuos) con presencia de las 32 especies inventariadas, la especie con mayor frecuencia en este bofedal es la gaviota andina (*Chroicocephalus serranus*) con 6 registros. Cóndor Samana posee un registro de 66 individuos con presencia de 24 de las especies inventariadas, la especie con mayor frecuencia en este bofedal es del curiquingue (*Phalcoeboenus carunculatus*) con 12 registros.

Cruz del Arenal 1 posee un registro de 59 individuos con presencia de 26 de las especies inventariadas, la mayor frecuencia en este bofedal es del arriero coliblanca (*Agriornis andicola*) con 5 registros. Pampas Salasaca BI posee un registro de 52 individuos con presencia de 17 de las especies inventariadas, la especie con mayor frecuencia en este bofedal es del curiquingue (*Phalcoeboenus carunculatus*) con 13 registros.

El bofedal con menos registros de aves corresponde a Pachancho, con una totalidad de 4 individuos. En este bofedal únicamente se registraron 3 de las 32 especies inventariadas en la totalidad del ecosistema, esto demuestra que el estado actual de este bofedal (altamente intervenido) influye directamente sobre la distribución de especies de aves.

Los demás bofedales reflejan una similitud en cuanto al número de individuos registrados y las especies más recurrentes son el curiquingue (*Phalcoeboenus carunculatus*), y el ligle (*Vanellus resplendens*). La similitud radica en que las especies de aves inventariadas se registraron en la mayoría de las áreas con menor o mayor frecuencia.

Tomando en consideración estos resultados se evidencia que el ecosistema bofedal de la RPFCH desde el punto de vista de aves se encuentra ampliamente representado. Sin embargo los sitios que poseen mayor afectación producto de actividades antrópicas tienen menos registros de especies.

a.2) Mamíferos

Tabla 22-4. Inventario de mamíferos por área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	N. COMÚN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de Páramo	6	0	11	2	1	1	3	2	3	7	12	4	3	5	5	5
Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	19	0	4	28	0	0	21	17	0	0	17	0	0	0	38	3
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	10	12	2	6	4	0	2	3	4	6	5	5	4	7	12	5
Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Ratón campestre delicado	2	0	0	1	0	2	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1
Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya andina	1	0	2	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	1
NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS POR ÁREA DE ESTUDIO			39	12	19	38	6	3	29	22	9	15	37	10	7	14	56	16

*A1: Cruz del Arenal 2; A2: Casa cóndor; A3: Cruz del Arenal 1; A4: Culebrillas; A5: Puente Ayora 2; A6: Pachancho; A7: Puente Ayora 1; A8: Puente Ayora 3; A9: Coop Santa Teresita; A10: Cóndor Samana; A11: Los hieleros; A12: Portal Andino; A13: Lazabanza; A14: Pampas Salasaca; A15: Mechahuasca; A16: Río Blanco.

Fuente: (Andrade, Inventarios de fauna, 2016)

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El bofedal Mechahuasca posee el mayor número de individuos por especie (56 individuos) con presencia de 4 de las especies inventariadas, la especie con mayor frecuencia en este bofedal es la vicuña (*Vicugna vicugna*) con 38 registros. Seguido de Cruz del Arenal que posee un registro de (39 individuos) con presencia de las 6 especies inventariadas, la especie con mayor frecuencia en este bofedal es la vicuña (*Vicugna vicugna*) con 6 registros. Culebrillas AI posee un registro de 38 individuos con presencia de 5 de las especies inventariadas, la especie con mayor frecuencia en este bofedal al igual que el anterior es la vicuña (*Vicugna vicugna*) con 28 registros.

Los bofedales con menor número de individuos por especie son: Pachancho por registrar 3 individuos con presencia únicamente de 1 de las especies inventariadas. Lazabanza por registrar 7 individuos con presencia únicamente de 2 de las especies inventariadas. Puente Ayora 2 por registrar 6 individuos con presencia de 3 de las especies inventariadas. Las vicuñas (*Vicugna vicugna*), conejos (*Sylvilagus brasiliensis*) y el lobo de páramo (*Lycalopex culpaeus*) son factores comunes de la mayoría de los bofedales estudiados.

a.3) Anfibios

Tabla 23-4. Inventario de anfibios por área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	N. COMÚN	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
Bufonidae	<i>Atelopus bomolochos</i>	Jambato de cuenca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
NÚMERO TOTAL DE INDIVIDUOS POR ÁREA DE ESTUDIO			0	1	2	3												

***A1:** Cruz del Arenal 2; **A2:** Casa cóndor; **A3:** Cruz del Arenal 1; **A4:** Culebrillas; **A5:** Puente Ayora 2; **A6:** Pachancho; **A7:** Puente Ayora 1; **A8:** Puente Ayora 3; **A9:** Coop Santa Teresita; **A10:** Cóndor Samana; **A11:** Los hieleros; **A12:** Portal Andino; **A13:** Lazabanza; **A14:** Pampas Salasaca; **A15:** Mechahuasca; **A16:** Río Blanco.

Fuente: (Andrade, Inventarios de fauna, 2016)
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En cuanto a anfibios, la única especie inventariada fue el jambato de cuenca (*Atelopus bomolochos*), en Río Blanco se registraron 3 individuos, en Mechahuasca 2 individuos y en Pampas Salasaca 1 individuo, hay que considerar que el rango bajo de distribución de esta especie se debe a que es una especie vulnerable y que en los sitios en los que se reporta su presencia las condiciones de humedad son muy altas.

b) Compilación del inventario de fauna del ecosistema bofedal

b.1) Aves

Tabla 24-4. Inventario de aves del ecosistema bofedal

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	Curiquingue	93
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón Aplomado	17
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Gavilán de páramo	13
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Guarro	14
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Ligle	35
Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	Gaviota andina	15
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Attagis gayi</i>	Agachona grande	13
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas andium</i>	Pato serrano	10
Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Estrellita del Chimborazo	33
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colibrí colacinta	6
Apodiformes	Trochilidae	<i>Colibrí coruscans</i>	Colibrí rutilante	8
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma stanyeli</i>	Colibrí de Stanley	7
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	Tortolita Negra	25
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tortolita orejuda	12
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes wyatti</i>	Canastero de Wyatt	18
Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero flamulado	17
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Chungui grande	14
Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>	Chungui chico	29
Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura andicola</i>	Tijereta Andina	12
Passeriformes	Grallariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Tororoí Leonado	16
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Agriornis andicola</i>	Arriero coliblanco	16
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola alpinus</i>	Dormilona de Páramo	8
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Notiochelidon murina</i>	Golondrina ventricafé	17
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina barranquera	13
Passeriformes	Emberizidae	<i>Catamenia inornata</i>	Semillero sencillo	10
Passeriformes	Emberizidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	Frigilo Plomizo	16
Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión Chingolo	29
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo Blanco	25
Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus chiguanco</i>	Mirlo Negro	14
Passeriformes	Motacilidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita de Páramo	21
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	Ratona de ciénega	7
Passeriformes	Frigilidae	<i>Carduellis magellanica</i>	Jilguero encapuchado	13

Fuente: (Andrade, Inventarios de fauna, 2016)

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las especies que mayor número de registros poseen son: curiquingue (*Phalcoboenus carunculatus*), ligle (*Vanellus resplendens*) y estrellita de Chimborazo (*Oreotrochilus chimborazo*). El estado de conservación de las aves inventariadas de acuerdo a la Lista Roja de aves (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2008) es de preocupación menor, únicamente el guarro (*Geranoaetus melanoleucus*) no posee datos suficientes para estar en una categoría de riesgo.

b.2) Mamíferos

Tabla 25-4. Inventario de mamíferos del ecosistema bofedal

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de Páramo	70
Carnívora	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	7
Artyodactila	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	147
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	87
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Ratón campestre delicado	11
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya andina	10

Fuente: (Andrade, Inventarios de fauna, 2016)
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En el contexto de totalidad de área de estudio las especies que mayor número de registros poseen son: vicuña (*Vicugna vicugna*), conejo (*Sylvilagus brasiliensis*) y el lobo de páramo (*Lycalopex culpaeus*). El estado de conservación de los mamíferos inventariados de acuerdo a la Lista Roja de especies amenazadas (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2008) es de preocupación menor, a excepción del lobo de páramo que se encuentra en una categoría de vulnerabilidad.

b.3) Anfibios

Tabla 26-4. Inventario de anfibios del ecosistema bofedal

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO
AMPHIBIA	Bufonidae	<i>Atelopus bomolochos</i>	Jambato de cuenca	6

Fuente: (Andrade, Inventarios de fauna, 2016)
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El estado de conservación del jambato de cuenca (*Atelopus bomolochos*) es peligro crítico (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2008).

4.1.3.2 Índices de biodiversidad

a) Índices de biodiversidad de aves

Tabla 27-4. Índices de biodiversidad de aves

ECOSISTEMA	BOFEDAL
Taxa_S	32
(N) Individuals	596
(1-Lambda') Simpson_1-D	0,9494
(H'(loge)) Shannon_H	3,248
(d) Margalef	4,851

Fuente: Software Primer 5.0, 2016
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

a.1) Índice de dominancia de Simpson

Los resultados indican que en los bofedales existe el 0,9494 de especies de aves dominantes, principalmente curiquingues (*Phalacrocorax carunculatus*), lo que significa que esta especie domina en este ecosistema, seguida de especies como el ligle (*Vanellus resplendens*) y estrellita de Chimborazo (*Oreotrochilus chimborazo*), en porcentajes más bajos encontramos a especies como el colibrí colacinta (*Lesbia victoriae*) y colibrí de Stanley (*Chalcostigma stanyeli*). Existe el 95 % de probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

a.2) Índice de Equidad Shannon-Wiener

El 3,248 indica que existe una alta equidad en la composición de avifauna, muy probablemente porque los factores ambientales de este ecosistema brindan las condiciones necesarias para que muchas especies encuentren en él su hábitat.

a.3) Índice de Margalef

Del total de individuos contados en las salidas de campo se obtiene una media de 4,34 individuos por cada especie, esto quiere decir que es una zona con una diversidad media de aves, considerando que valores mayores a 5 son indicativos de una alta diversidad.

a.4) Curva de acumulación de especies de aves

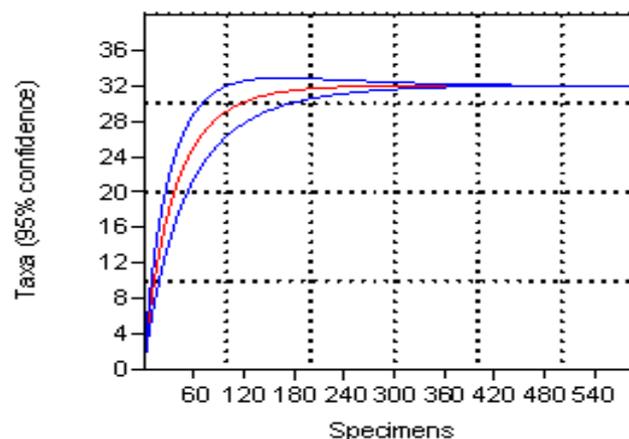


Gráfico 21-4. Curva de acumulación de especies de aves
Fuente: Software Past 2.17, 2016.

En la curva de acumulación de especies en el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (número de individuos registrados), mientras que en el eje Y se representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). En la gráfica se aprecia una asíntota a partir de los 240 individuos, esto indica que se realizó un esfuerzo de muestreo adecuado.

a.5) Diversidad de aves por orden y familia

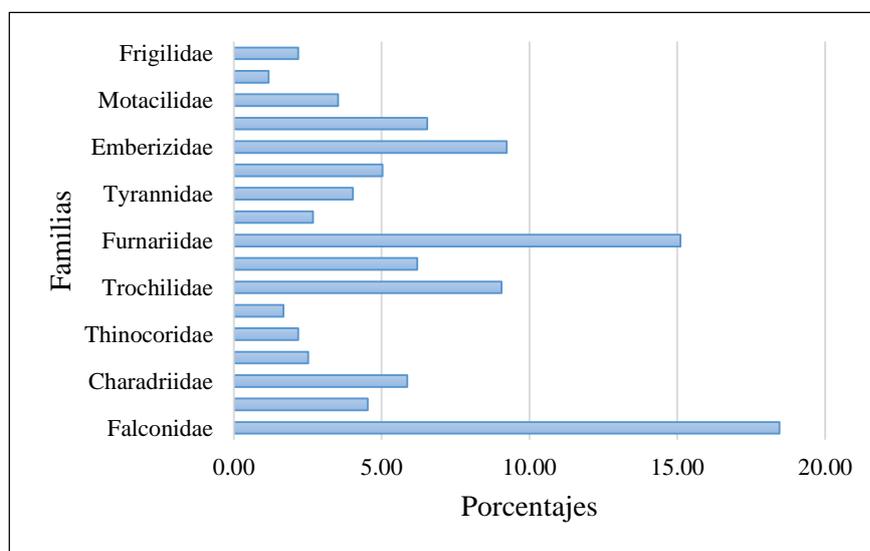


Gráfico 22-4. Diversidad de aves por familia

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las familias de aves con mayor número de especies en los bofedales son Falconidae (18,36%) y Furnariidae (15,10%), seguidas de la familia Emberezidae (9,23%), mientras que entre las familias con menor número de especies son Thinocoridae y Frigilidae (2,18%) respectivamente y Troglodytidae (1,17%).

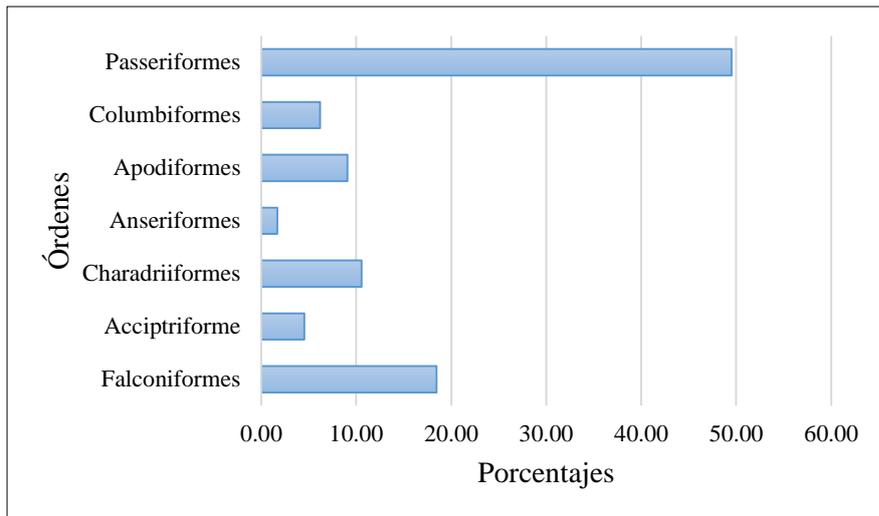


Gráfico 23-4. Diversidad de aves por orden
 Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Los órdenes que predominan son Passeriformes (49,50%) y Falconiformes (18,46%).

a.6) Índice de similitud de Bray Curtis para aves

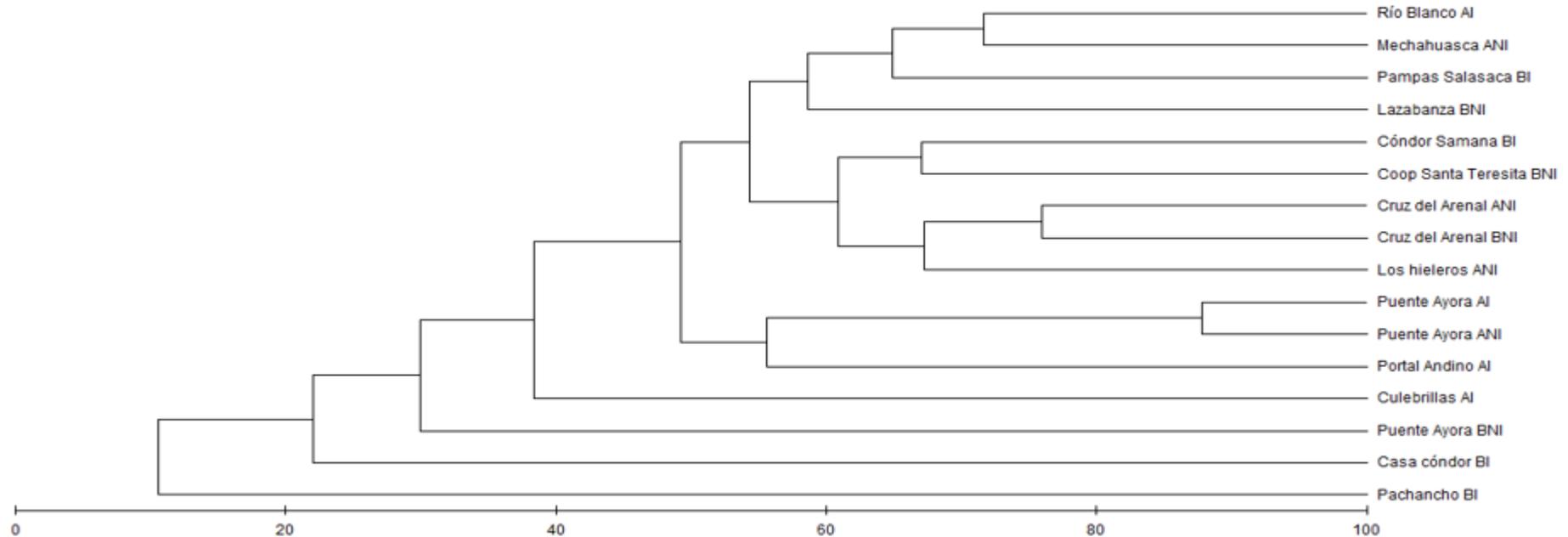


Gráfico 24-4. Dendrograma de similitud de aves entre las áreas de estudio.

Fuente: Software Primer 5.0, 2016

En el gráfico se aprecia que las áreas de estudio más similares en cuanto a la composición de avifauna son los bofedales de Puente Ayora 3 y Puente Ayora 1 con cerca del 90% de similitud, seguidos de Cruz del Arenal 1 y Cruz del Arenal 2 con cerca del 80% de similitud. Por otra parte los bofedales de Cónдор Samana y Coop Santa Teresita poseen cerca del 70% de similitud. El bofedal que difiere de los otros es Pachancho que tiene apenas el 15% de similitud respecto a los otros 15 bofedales. Esto evidencia que en los bofedales con mayor intervención el número de especies e individuos disminuye considerablemente.

b) Índices de biodiversidad de mamíferos

Tabla 28-4. Índices de biodiversidad de mamíferos

ECOSISTEMA	BOFEDAL
Taxa_S	6
(N) Individuals	332
(1-Lambda') Simpson_1-D	0,6905
(H'(loge)) Shannon_H	1,34
(d) Margalef	0,863

Fuente: Software Primer 5.0, 2016
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

b.1) Índice de dominancia de Simpson

Los resultados indican que en los bofedales existen el 0,690 de especies de mamíferos dominantes tales como las vicuñas (*Vicugna vicugna*), lo que significa que esta especie domina en este ecosistema, seguida de especies como el conejo (*Sylvilagus brasiliensis*) y el lobo de páramo (*Lycalopex culpaeus*). En bajos porcentajes se encuentra a especies como el ratón campestre delicado (*Akodon mollis*) y la zarigüeya andina (*Didelphis pernigra*). Existe el 69 % de probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie.

b.2) Índice de Equidad Shannon-Wiener

El 1,34 indica una baja equidad en la composición de mamíferos, tendiendo a ser menor que la de aves por cuanto las especies de fauna inventariadas poseen altos rangos de distribución y frecuentan otros tipos de ecosistemas.

b.3) Índice de Margalef

Del total de individuos contados en las salidas de campo se obtiene un promedio de 0,86 individuos por cada especie, esto quiere decir que es una zona con una baja diversidad de mamíferos considerando que valores inferiores a 2 son indicativos de aquello.

b.4) Curva de acumulación de especies de mamíferos

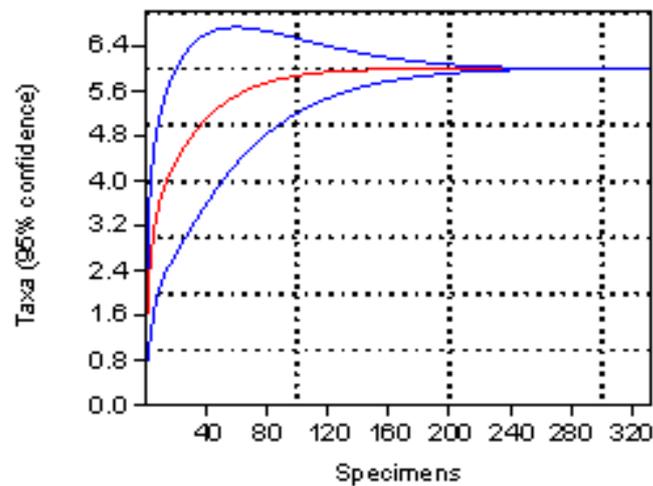


Gráfico 25-4. Curva de acumulación de especies de mamíferos
Fuente: Software Past 2.17, 2016.

El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota). Bajo ese planteamiento en la gráfica se aprecia una asíntota a partir de los 140 individuos registrados, esto indica que se realizó un esfuerzo de muestreo adecuado.

b.5) Diversidad de mamíferos por orden y familia

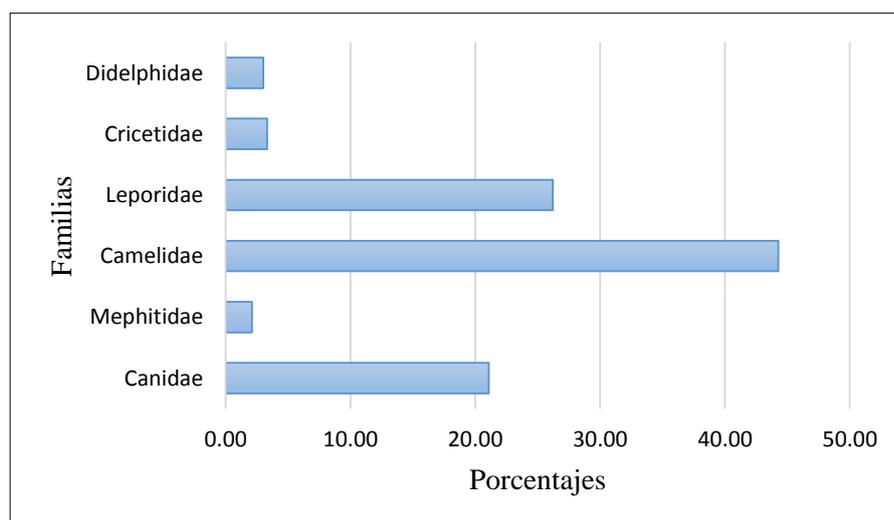


Gráfico 26-4. Diversidad de mamíferos por familia
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las familias de mamíferos con mayor número de especies en los bofedales son Camelidae (44,28%) y Leporidae (26.20%), seguidas de la familia Canidae (21,08%), mientras que

entre las familias con menor número de especies se encuentran Cricetidae (3,31%), Didelphidae (3,01%) y Mephitidae (2,11%).

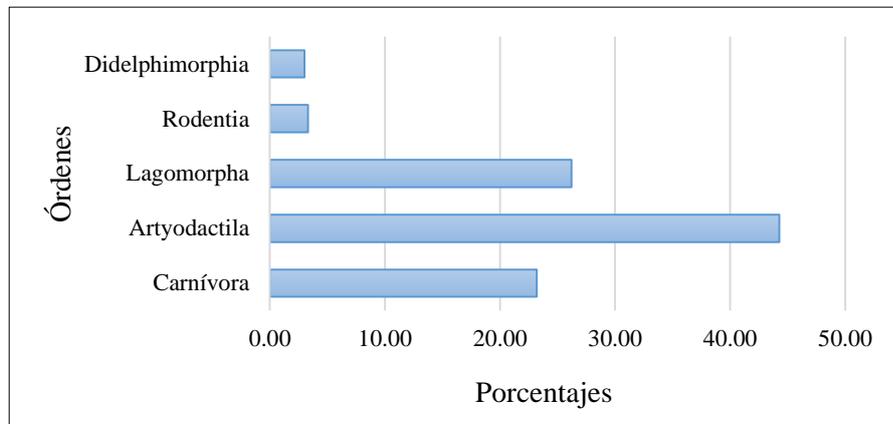


Gráfico 27-4. Diversidad de mamíferos por orden
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Los órdenes que predominan son: Artyodactila (44,28%), Lagomorpha (26,20%) y Carnívora (23,19%).

b.6) Índice de similitud de Bray Curtis para mamíferos

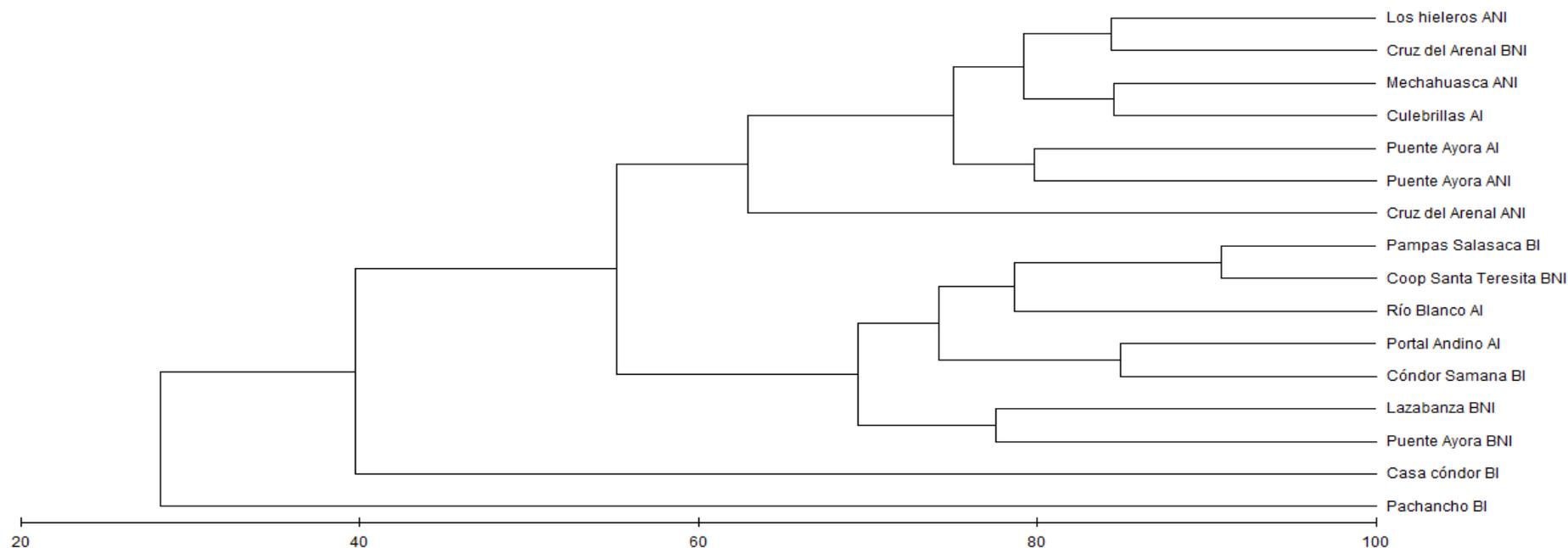


Gráfico 28-4. Dendrograma de similitud de mamíferos entre las áreas de estudio.

Fuente: Software Primer 5.0, 2016

En el gráfico se aprecia que las áreas de estudio más similares en cuanto a composición de mamíferos son los bofedales de Pampas Salasaca y Coop. Santa Teresita con cerca del 90% de similitud, seguidos de Los Hieleros, Cruz del Arenal 2, Mechahuasca y Culebrillas con cerca del 85% de similitud. El bofedal que difiere de los otros es Pachancho el cual tiene apenas el 30% de similitud respecto a los otros 15 bofedales. Esto evidencia de que en los bofedales con mayor intervención el número de mamíferos disminuye considerablemente al igual que en el caso de las aves.

4.1.4 Intervención antrópica

Se presentan los resultados del análisis de presiones y fuentes de presión que afectan a los bofedales.

4.1.4.1 Presiones y fuentes de presión

Los bofedales de la RPFCh se ven amenazados por diferentes factores, principalmente de origen antrópico, esto contribuye a la afectación directa e indirecta de la integridad de este ecosistema, los resultados presentados corresponden a cada área de estudio.

a) Presiones y fuentes de presión del bofedal Cruz del Arenal 2

Tabla 29-4. Evaluación Cruz del Arenal 2

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	2.1	1.9	2.0
Reducción de cobertura vegetal	1.0	0.9	1.0
Deterioro de afluentes naturales de agua	1.2	2.6	1.9
Acumulación de desechos inorgánicos	2.6	1.1	1.9
TOTAL	1.7	1.6	1.7
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	1.8	1.3	1.6
Tractorización de suelos	1.5	2.4	2.0
Canalización de agua	0.3	3.4	1.9
Construcción de viviendas	0.5	3.2	1.9
TOTAL	1.0	2.6	1.8

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 1,7 equivalente a MEDIO, esto significa que estas amenazas están degradando de forma moderada el bofedal. El alcance es de 1,6 MEDIO, es decir que las presiones tienen un alcance medio y afectan al bofedal en una escala que va del 25 al 50%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es BAJA con 1,0, es decir que las fuentes son contribuyentes moderados sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es ALTA con 2,6, esto significa que la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

b) Presiones y fuentes de presión del bofedal Casa Cóndor

Tabla 30-4. Evaluación Casa Cóndor

Presión	Severidad	Alcance	Valor global	
Pérdida de hábitat	3.5	3.7	3.6	3.6
Reducción de cobertura vegetal	2.7	3.6	3.2	3.2
Deterioro de afluentes naturales de agua	2.3	1.6	2.0	2.0
Acumulación de desechos inorgánicos	3.2	2.3	2.8	2.8
TOTAL	2.9	2.8	2.9	2.9
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	
Ganado ovino y vacuno	3.5	2.6	3.1	3.1
Tractorización de suelos	1.9	2.8	2.4	2.4
Canalización de agua	2.3	3.7	3.0	3.0
Construcción de viviendas	0.5	3.3	1.9	1.9
TOTAL	2.1	3.1	2.6	2.6

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 2,9, equivalente a ALTO, esto significa que estas amenazas están degradando seriamente el bofedal. El alcance es de 2,8, equivalente a ALTO, es decir que las presiones tienen un alcance mayor y afectan al bofedal en una escala que va del 50 al 75%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es ALTA con 2,1, es decir que las fuentes son altos contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es MUY ALTA con 3,1, esto significa que los impactos son permanentes, y que las dificultades (tiempo, logística, capacidades técnicas, entre otros) para revertirlos son demasiado costosos.

c) Presiones y fuentes de presión del bofedal Cruz del Arenal 1

Tabla 31-4. Evaluación Cruz del Arenal 1

Presión	Severidad	Alcance	Valor global	
Pérdida de hábitat	1.0	0.7	0.9	0.9
Reducción de cobertura vegetal	0.7	0.4	0.6	0.6
Deterioro de afluentes naturales de agua	0.2	0.3	0.3	0.3
Acumulación de desechos inorgánicos	0.3	0.4	0.4	0.4
TOTAL	0.6	0.5	0.5	0.5
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	
Ganado ovino y vacuno	1.1	1.7	1.4	1.4
Tractorización de suelos	0.6	1.0	0.8	0.8
Canalización de agua	0.7	1.7	1.2	1.2
Construcción de viviendas	0.8	3.1	2.0	2.0
TOTAL	0.8	1.9	1.3	1.3

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 0,6 equivalente a BAJO, esto significa que estas amenazas están degradando ligeramente el bofedal. El alcance es de 0,5 BAJO, es decir que las presiones tienen un alcance limitado y afectan al bofedal en una escala inferior al 25%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es BAJA con 0,8, es decir que las fuentes son pequeños contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es MEDIA con 1,9, esto significa que las dificultades, costos y tiempo para revertir los impactos son moderados.

d) Presiones y fuentes de presión del bofedal Culebrillas

Tabla 32-4. Evaluación Culebrillas

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	1.9	2.8	2.4
Reducción de cobertura vegetal	2.0	1.9	2.0
Deterioro de afluentes naturales de agua	1.8	1.6	1.7
Acumulación de desechos inorgánicos	0.8	0.5	0.7
TOTAL	1.6	1.7	1.7
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	2.2	1.6	1.9
Tractorización de suelos	0.6	0.4	0.5
Canalización de agua	2.6	3.4	3.0
Construcción de viviendas	2.4	3.2	2.8
TOTAL	2.0	2.2	2.1

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 1,6 equivalente a MEDIO, esto significa que estas amenazas están degradando de forma moderada a este bofedal. El alcance es de 1,7 MEDIO, es decir que las presiones tienen un alcance medio y afectan al bofedal en una escala que va del 25 al 50%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es MEDIA con 2,0, es decir que las fuentes son contribuyentes moderados sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es ALTA con 2,2, esto significa que la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

e) Presiones y fuentes de presión del bofedal Puente Ayora 2

Tabla 33-4. Evaluación Puente Ayora 2

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	0.4	0.5	0.5
Reducción de cobertura vegetal	1.6	1.8	1.7
Deterioro de afluentes naturales de agua	0.7	0.4	0.6
Acumulación de desechos inorgánicos	0.2	0.4	0.3
TOTAL	0.7	0.8	0.8
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	0.4	1.6	1.0
Tractorización de suelos	0.0	0.0	0.0
Canalización de agua	1.3	3.4	2.4
Construcción de viviendas	0.0	0.0	0.0
TOTAL	0.4	1.3	0.8

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 0,7 equivalente a BAJO, esto significa que estas amenazas están degradando ligeramente a este bofedal. El alcance es de 0,8 BAJO, es decir que las presiones tienen un alcance limitado y afectan al bofedal en una escala inferior al 25%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es BAJA con 0,4, es decir que las fuentes son pequeños contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es MEDIA con 1,3, esto significa que las dificultades, costos y tiempo para revertir los impactos son moderados.

f) Presiones y fuentes de presión del bofedal Pachanchu

Tabla 34-4. Evaluación Pachanchu

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	3.6	3.8	3.7
Reducción de cobertura vegetal	3.5	3.8	3.7
Deterioro de afluentes naturales de agua	3.4	3.1	3.3
Acumulación de desechos inorgánicos	3.0	2.7	2.9
TOTAL	3.4	3.4	3.4
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	3.2	3.0	3.1
Tractorización de suelos	3.5	3.1	3.3
Canalización de agua	2.1	3.4	2.8
Construcción de viviendas	3.5	3.8	3.7
TOTAL	3.1	3.3	3.2

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 3,4 equivalente a MUY ALTO, esto significa que estas amenazas están eliminando por completo este bofedal. El alcance

es de 3,4 MUY ALTO, es decir que las presiones están ampliamente distribuidas y afecten al bofedal en una escala mayor al 75 %.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es MUY ALTA con 3,1, es decir que las fuentes son contribuyentes muy altos sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es de igual forma MUY ALTA con 3,3, esto significa que los impactos son permanentes, y que las dificultades (tiempo, logística, capacidades técnicas, entre otros) para revertirlos son demasiado costosos.

g) Presiones y fuentes de presión del bofedal Puente Ayora 1

Tabla 35-4. Evaluación Puente Ayora 1

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	1.8	1.6	1.7
Reducción de cobertura vegetal	1.0	0.6	0.8
Deterioro de afluentes naturales de agua	2.4	2.9	2.7
Acumulación de desechos inorgánicos	0.7	0.9	0.8
TOTAL	1.5	1.5	1.5
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	2.5	1.9	2.2
Tractorización de suelos	1.5	2.4	2.0
Canalización de agua	2.3	3.1	2.7
Construcción de viviendas	1.7	3.2	2.5
TOTAL	2.0	2.7	2.3

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 1,5 equivalente a MEDIO, esto significa que estas amenazas están degradando de forma moderada al bofedal. El alcance es de 1,5 MEDIO. Es decir que las presiones tienen un alcance medio y afectan al bofedal en una escala que va del 25 al 50%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es MEDIA con 2,0. Es decir que las fuentes son contribuyentes moderados sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es ALTA con 2,7, esto significa que la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

h) Presiones y fuentes de presión del bofedal Puente Ayora 3

Tabla 36-4. Evaluación Puente Ayora 3

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	1.3	1.4	1.4
Reducción de cobertura vegetal	1.0	0.6	0.8
Deterioro de afluentes naturales de agua	2.4	2.9	2.7
Acumulación de desechos inorgánicos	1.0	1.2	1.1
TOTAL	1.4	1.5	1.5
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	2.1	1.9	2.0
Tractorización de suelos	1.5	3.0	2.3
Canalización de agua	1.9	2.7	2.3
Construcción de viviendas	1.7	3.2	2.5
TOTAL	1.8	2.7	2.3

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 1,4 equivalente a MEDIO, esto significa que estas amenazas están degradando de forma moderada al bofedal. El alcance es de 1,5 MEDIO, es decir que las presiones tienen un alcance medio y afectan al bofedal en una escala que va del 25 al 50%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es MEDIA con 1,8, es decir que las fuentes son contribuyentes moderados sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es ALTA con 2,7, esto significa que la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

i) Presiones y fuentes de presión del bofedal Coop. Santa Teresita

Tabla 37-4. Evaluación Coop. Santa Teresita

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	0.6	0.6	0.6
Reducción de cobertura vegetal	0.3	0.4	0.4
Deterioro de afluentes naturales de agua	0.4	0.7	0.6
Acumulación de desechos inorgánicos	0.8	0.6	0.7
TOTAL	0.5	0.6	0.6
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	0.4	1.0	0.7
Tractorización de suelos	0.2	0.8	0.5
Canalización de agua	0.3	1.4	0.9
Construcción de viviendas	0.3	0.9	0.6
TOTAL	0.3	1.0	0.7

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 0,5 equivalente a BAJO, esto significa que estas amenazas están degradando ligeramente a este bofedal. El alcance es de 0,6 BAJO, es decir que las presiones tienen un alcance limitado y afectan al bofedal en una escala inferior al 25%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es BAJA con 0,3, es decir que las fuentes son pequeños contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es BAJA con 1,0, esto significa que las dificultades, costos y tiempo permiten una fácil reversión de los impactos de las presiones.

j) Presiones y fuentes de presión del bofedal Cóndor Samana

Tabla 38-4. Evaluación Cóndor Samana

Presión	Severidad	Alcance	Valor global	
Pérdida de hábitat	1.7	1.3	1.5	
Reducción de cobertura vegetal	0.9	1	0.95	
Deterioro de afluentes naturales de agua	1.5	1.4	1.45	
Acumulación de desechos inorgánicos	0.8	0.7	0.75	
TOTAL	1.2	1.1	1.2	
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	
Ganado ovino y vacuno	2	1	1.5	
Tractorización de suelos	1.3	2	1.65	
Canalización de agua	1.5	2	1.75	
Construcción de viviendas	1	2	1.5	
TOTAL	1.5	1.8	1.6	

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 1,2 equivalente a MEDIO, esto significa que estas amenazas están degradando seriamente a este bofedal. El alcance es de 1,1 MEDIO, es decir que las presiones tienen un alcance elevado y afectan al bofedal en una escala que va del 25 al 50%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es MEDIA con 1,5, es decir que las fuentes son contribuyentes moderados sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es MEDIA con 1,6, esto significa que las dificultades, costos y tiempo para revertir los impactos son moderados esto significa que la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

k) Presiones y fuentes de presión del bofedal Los Hieleros

Tabla 39-4. Evaluación Los Hieleros

Presión	Severidad	Alcance	Valor global	
Pérdida de hábitat	0.8	0.8	0.8	0.8
Reducción de cobertura vegetal	1.0	1.0	1.0	1.0
Deterioro de afluentes naturales de agua	1.0	1.0	1.0	1.0
Acumulación de desechos inorgánicos	0.7	0.7	0.7	0.7
TOTAL	0.9	0.9	0.9	0.9
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	
Ganado ovino y vacuno	1.2	1.2	1.2	1.2
Tractorización de suelos	0.7	1.0	0.9	0.9
Canalización de agua	0.7	1.0	0.9	0.9
Construcción de viviendas	0.6	0.7	0.7	0.7
TOTAL	0.8	1.0	0.9	0.9

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 0,9 equivalente a BAJO, esto significa que estas amenazas están degradando ligeramente a este bofedal. El alcance es de 0,9 BAJO, es decir que las presiones tienen un alcance limitado y afectan al bofedal en una escala inferior al 25%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es BAJA con 0,8, es decir que las fuentes son pequeños contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es BAJA con 1,0, esto significa que las dificultades, costos y tiempo permiten una fácil reversión de los impactos de las presiones.

l) Presiones y fuentes de presión del bofedal Portal Andino

Tabla 40-4. Evaluación Portal Andino

Presión	Severidad	Alcance	Valor global	
Pérdida de hábitat	3.5	3.7	3.6	3.6
Reducción de cobertura vegetal	3.7	3.6	3.7	3.7
Deterioro de afluentes naturales de agua	3.2	3.0	2.9	2.9
Acumulación de desechos inorgánicos	1.3	1.2	1.3	1.3
TOTAL	2.9	2.9	2.9	2.9
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	
Ganado ovino y vacuno	3.2	3.4	3.3	3.3
Tractorización de suelos	3.9	3.6	3.8	3.8
Canalización de agua	2.0	2.2	2.1	2.1
Construcción de viviendas	3.1	3.1	3.1	3.1
TOTAL	3.1	3.1	3.1	3.1

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 2,9 equivalente a ALTO, esto significa que estas amenazas están degradando seriamente el bofedal. El alcance es de 2,9 ALTO, es decir que las presiones tienen un alcance elevado y afectan al bofedal en una escala que va del 50 al 75%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es MUY ALTA con 3,1, es decir que las fuentes son contribuyentes muy altos sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es de igual forma MUY ALTA con 3,1, esto significa que los impactos son permanentes, y que las dificultades (tiempo, logística, capacidades técnicas, entre otros) para revertirlos son demasiadas costosas.

m) Presiones y fuentes de presión del bofedal Lazabanza

Tabla 41-4. Evaluación Lazabanza

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	2.6	2.0	2.3
Reducción de cobertura vegetal	3.1	2.4	2.8
Deterioro de afluentes naturales de agua	2.2	3.7	3.0
Acumulación de desechos inorgánicos	2.4	3.4	2.9
TOTAL	2.6	2.9	2.7
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	3.0	2.4	2.7
Tractorización de suelos	2.0	2.3	2.2
Canalización de agua	3.4	3.6	3.5
Construcción de viviendas	3.6	3.4	3.5
TOTAL	3.0	2.9	3.0

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 2,6 equivalente a ALTO, esto significa que estas amenazas están degradando seriamente a este bofedal. El alcance es de 2,9 ALTO, es decir que las presiones tienen un alcance elevado y afectan al bofedal en una escala que va del 50 al 75%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es ALTA con 3,0, es decir que las fuentes son altos contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es ALTA con 2,9, esto significa que la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

n) Presiones y fuentes de presión del bofedal Pampas Salasaca

Tabla 42-4. Evaluación Pampas Salasaca

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	0.8	0.8	0.8
Reducción de cobertura vegetal	1.0	1.0	1.0
Deterioro de afluentes naturales de agua	1.0	1.0	1.0
Acumulación de desechos inorgánicos	0.7	0.7	0.7
TOTAL	0.9	0.9	0.9
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	1.2	1.2	1.2
Tractorización de suelos	0.7	1.0	0.9
Canalización de agua	0.7	1.0	0.9
Construcción de viviendas	0.6	0.7	0.7
TOTAL	0.8	1.0	0.9

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 0,9 equivalente a BAJO, esto significa que estas amenazas están degradando ligeramente a este bofedal. El alcance es de 0,9 BAJO, es decir que las presiones tienen un alcance limitado y afectan al bofedal en una escala inferior al 25%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es BAJA con 0,8, es decir que las fuentes son pequeños contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es BAJA con 1,0, esto significa que las dificultades, costos y tiempo permiten una fácil reversión de los impactos de las presiones.

o) Presiones y fuentes de presión del bofedal Mechahuasca

Tabla 43-4. Evaluación Mechahuasca

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat	0.7	0.5	0.6
Reducción de cobertura vegetal	0.7	0.5	0.6
Deterioro de afluentes naturales de agua	0.8	0.6	0.7
Acumulación de desechos inorgánicos	0.6	0.8	0.7
TOTAL	0.7	0.6	0.7
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global
Ganado ovino y vacuno	1.0	0.8	0.9
Tractorización de suelos	0.5	1.0	0.8
Canalización de agua	2.0	2.0	2.0
Construcción de viviendas	0.7	0.8	0.8
TOTAL	1.1	1.2	1.1

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 0,7 equivalente a BAJO, esto significa que estas amenazas están degradando ligeramente a este bofedal. El alcance es de 0,6 BAJO, es decir que las presiones tienen un alcance limitado y afectan al bofedal en una escala inferior al 25%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es MEDIA con 1,1, es decir que las fuentes son contribuyentes moderados sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es MEDIA con 1,2, esto significa que las dificultades, costos y tiempo para revertir los impactos son moderados.

p) Presiones y fuentes de presión del bofedal Río Blanco

Tabla 44-4. Evaluación Río Blanco

Presión	Severidad	Alcance	Valor global	
Pérdida de hábitat	2.1	1.9	2	
Reducción de cobertura vegetal	1.0	0.9	1.0	
Deterioro de afluentes naturales de agua	1.2	2.6	1.9	
Acumulación de desechos inorgánicos	2.6	1.1	1.9	
TOTAL	1.7	1.6	1.7	
Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Valor global	
Ganado ovino y vacuno	1.8	1.3	1.6	
Tractorización de suelos	1.5	2.4	2.0	
Canalización de agua	0.3	3.4	1.9	
Construcción de viviendas	0.5	3.2	1.9	
TOTAL	1.0	2.6	1.8	
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016				

Las amenazas de este bofedal tienen una severidad de 1,7, equivalente a MEDIO, esto significa que estas amenazas están degradando de forma moderada al bofedal. El alcance es de 1,6 MEDIO, es decir que las presiones tienen un alcance medio y afectan al bofedal en una escala que va del 25 al 50%.

En cuanto a la contribución que las fuentes de presión tienen sobre las presiones, es BAJA con 1,0, es decir que las fuentes son pequeños contribuyentes sobre la totalidad de las presiones. La irreversibilidad es ALTA con 2,6, esto significa que la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

4.1.4.2 Integración de amenazas

a) Fuentes de presión

El análisis de fuentes de presión en los bofedales se realizó con los resultados de las evaluaciones individuales de cada área de estudio, de esa forma se identifica que actividad antrópica (fuente de presión) ejerce mayor presión sobre este ecosistema, asignándole a cada valor el equivalente cualitativo (Granizo & Tarsicio, 2006).

Tabla 45-4. Integración de las fuentes de presión en los bofedales

F. presión	Ganado ovino y vacuno	Tractorización de suelos	Canalización de agua	Construcción de viviendas
Área de estudio				
Cruz del Arenal 2	Medio	Medio	Medio	Medio
Casa cóndor	Muy alto	Alto	Alto	Medio
Cruz del Arenal 1	Medio	Bajo	Medio	Medio
Culebrillas	Medio	Bajo	Alto	Alto
Puente Ayora 2	Bajo	Bajo	Alto	Bajo
Pachancho	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Muy Alto
Puente Ayora 1	Alto	Medio	Alto	Alto
Puente Ayora 3	Medio	Alto	Alto	Alto
Coop Santa Teresita	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Cóndor Samana	Medio	Medio	Medio	Medio
Los hieleros	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Portal Andino	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Muy Alto
Lazabanza	Alto	Alto	Muy Alto	Muy Alto
Pampas Salasaca	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Mechahuasca	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Río Blanco	Medio	Medio	Medio	Medio

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

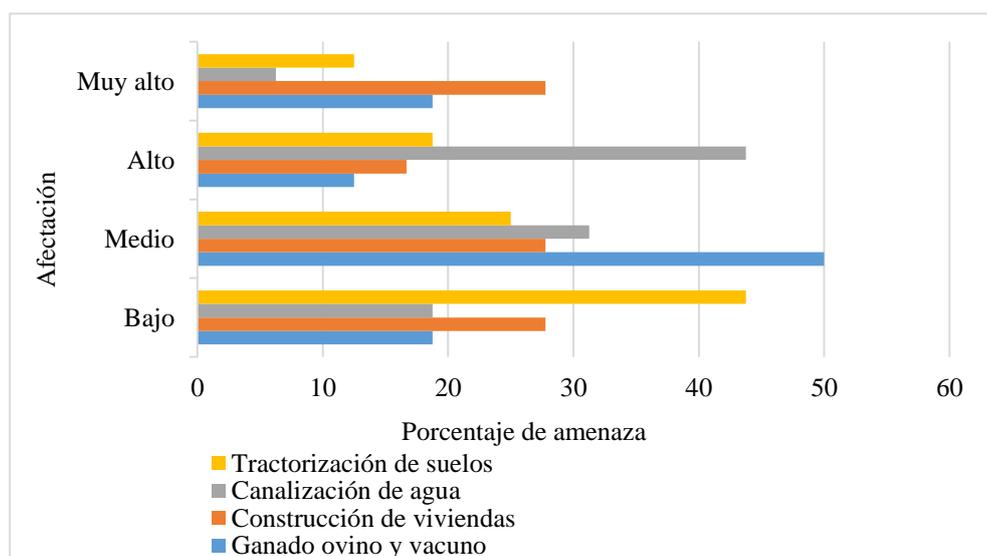


Gráfico 29-4. Alcance de las fuentes de presión

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las fuentes de presión se encuentran en menor y mayor escala en cada bofedal, por lo tanto de acuerdo al gráfico 29, el 50% de los bofedales poseen ganado ovino y vacuno en una escala “Media”; el 45% presenta canalización de agua en una escala “Alta”; el 45% ha sido tractorizado en una escala “Baja”, y finalmente el 28% posee construcciones en áreas no apropiadas en una escala “Muy alta”.

Esto evidencia que en la totalidad del ecosistema bofedal estas fuentes de presión se encuentran presentes a diferentes escalas teniendo efectos como: pérdida de hábitat, reducción de cobertura vegetal, deterioro de afluentes naturales de agua y acumulación de desechos inorgánicos.

b) Presiones

El análisis de presiones en los bofedales se realizó con los resultados de las evaluaciones individuales de cada área de estudio, de esa forma se identifica cuál de las presiones ejerce tiene mayor representatividad sobre el ecosistema bofedal, asignándole a cada valor el equivalente cualitativo (Granizo & Tarsicio, 2006).

Tabla 46-4. Integración de las presiones sobre los bofedales

Presiones	Perdida de hábitat	Reducción de cobertura vegetal	Deterioro de afluentes naturales de agua	Acumulación de desechos inorgánicos
Área de estudio				
Cruz del Arenal 2	Medio	Bajo	Medio	Medio
Casa cóndor	Muy alto	Muy Alto	Medio	Alto
Cruz del Arenal 1	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Culebrillas	Alto	Medio	Medio	Bajo
Puente Ayora 2	Bajo	Medio	Bajo	Bajo
Pachancho	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto
Puente Ayora 1	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Puente Ayora 3	Medio	Bajo	Alto	Medio
Coop Santa Teresita	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Cóndor Samana	Medio	Bajo	Medio	Bajo
Los hieleros	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Portal Andino	Muy Alto	Muy Alto	Alto	Medio
Lazabanza	Alto	Alto	Alto	Alto
Pampas Salasaca	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Mechahuasca	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Río Blanco	Medio	Bajo	Medio	Medio

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

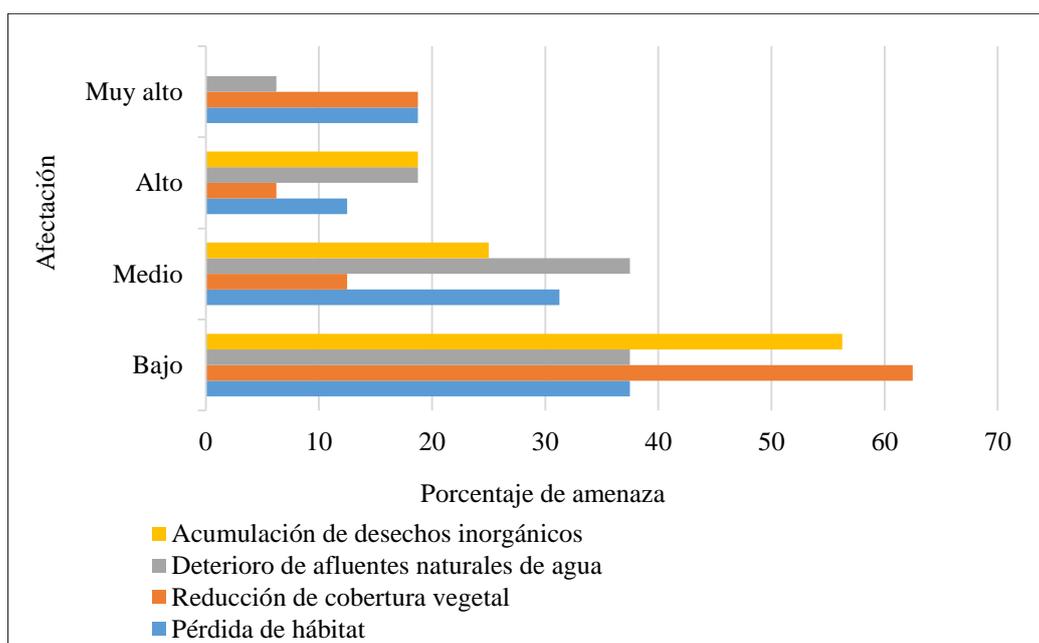


Gráfico 30 -4. Alcance de las presiones

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

De acuerdo al gráfico 30, el 62% de los bofedales presentan reducción de la cobertura vegetal en una escala “Baja”; el 56% posee acumulación de desechos orgánicos en una escala “Baja”; el 38% posee deterioro de afluentes naturales de agua en una escala “Media” y finalmente en el 38% se refleja pérdida de hábitat en una escala “Baja”.

c) Análisis de amenazas

El análisis de amenazas en los bofedales se realizó con el valor global de las evaluaciones de fuentes de presión y presiones, de ese modo se asigna la categoría cualitativa para describir el nivel de amenaza de cada área de estudio.

Tabla 47-4. Análisis de amenazas en los bofedales

Área de estudio	V_G_Fuentes de presión	V_G_Presiones	V_G_Amenazas	Equivalencia cualitativa
Cruz del Arenal 2	1.8	1.7	1.8	Media
Casa cóndor	2.6	2.9	2.8	Alta
Cruz del Arenal 1	1.3	0.5	0.9	Baja
Culebrillas	2.1	1.7	1.9	Media
Puente Ayora 2	0.8	0.8	0.8	Baja
Pachancho	3.2	3.4	3.3	Muy Alta
Puente Ayora 1	2.3	1.5	1.9	Media
Puente Ayora 3	2.3	1.5	1.9	Media
Coop Santa Teresita	0.7	0.6	0.7	Baja
Cóndor Samana	2.8	2.4	1.4	Media

Área de estudio	V_G_Fuentes de presión	V_G_Presiones	V_G_Amenazas	Equivalencia cualitativa
Los hieleros	1.6	1	0.9	Baja
Portal Andino	3.1	2.9	3.0	Alta
Lazabanza	3	2.7	2.9	Alta
Pampas Salasaca	2.8	2.4	0.9	Baja
Mechahuasca	1.6	1.3	0.9	Baja
Río Blanco	1.8	1.7	1.8	Media

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

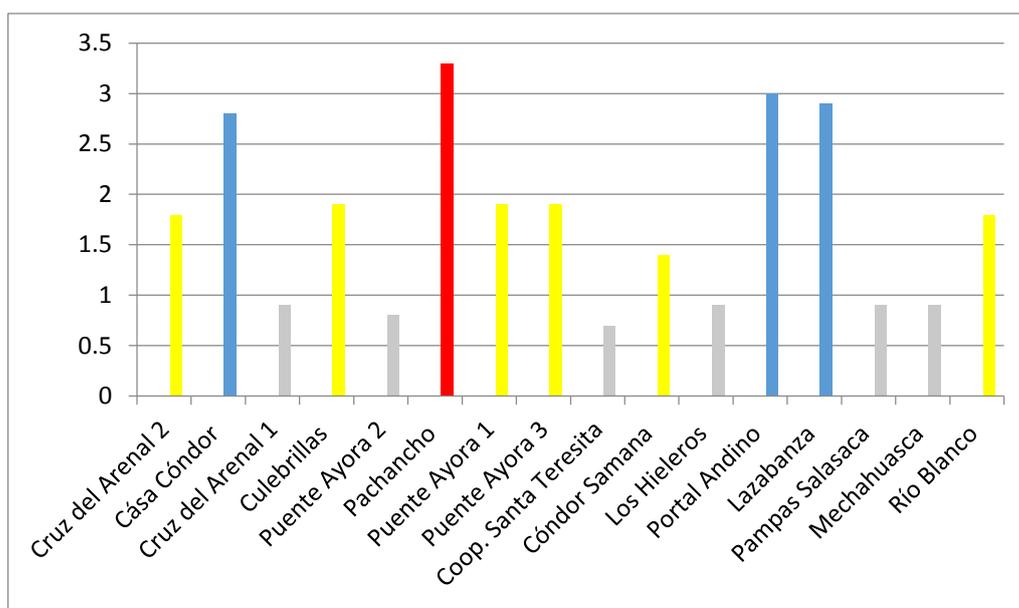


Gráfico 31-4. Valoración global de las presiones sobre los bofedales
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

De acuerdo a la valoración global de presiones y fuentes de presión: el 6 % de los bofedales se encuentra en la categoría MUY ALTA de afectación, este grupo recoge al bofedal Pachancho en donde el grado de alteración es prácticamente irreversible y la conversión del ecosistema es evidente, en virtud de que ya no posee la vegetación típica de un bofedal y por lo tanto la presencia de especies silvestres en estos sitios es muy baja.

Por el contrario, en la categoría BAJA recae el 38 % en donde se ubican los bofedales Cruz del Arenal 2, Coop Santa Teresita y Puente Ayora 2, Los Hieleros, Mechahuasca y Pampas Salasaca esto significa que estos bofedales poseen alteraciones mínimas. El 19 % corresponde a la categoría ALTA de alteración, este grupo de bofedales están pasando por un proceso muy serio de degradación por cuanto la cobertura vegetal típica está desapareciendo a causa del uso excesivo del suelo para actividades agrícolas y ganaderas. Finalmente con una degradación moderada el 38% de los bofedales se ubican en la categoría MEDIA de alteración.

4.2. Cantidad de carbono orgánico que almacena el suelo de los bofedales de estudio de la RPFCh

4.2.1 Caracterización del suelo de los bofedales

El análisis físico-químico del suelo de los bofedales se realizó por cada área de estudio (16), dentro de las variables físicas constan: textura, estructura, densidad aparente, densidad real, porosidad y humedad; dentro de las químicas constan: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

4.2.1.1 Análisis físico-químico de suelos (calicatas)

Tabla 48-4. Análisis físico del suelo de los bofedales

Áreas de estudio	Textura	Estructura	Densidad aparente g/cm ³	Densidad real g/cm ³	Porosidad %	Humedad %
Cruz del Arenal 2	Arenoso franco	Suelta	0.65	1.72	65.06	58.34
Casa cóndor	Arenoso franco	Suelta	0.41	1.40	70.21	49.71
Cruz del Arenal 1	Arenoso franco	Granular migajosa	0.31	1.13	74.73	75.55
Culebrillas	Arenoso franco	Suelta	0.42	1.55	76.09	70.31
Puente Ayora 2	Franco arenoso	Suelta	0.74	1.69	55.48	42.06
Pachancho	Arenoso	Suelta	0.90	1.88	53.98	27.21
Puente Ayora 1	Franco arenoso	Granular migajosa	0.68	1.80	64.07	46.93
Puente Ayora 3	Franco arenoso	Granular migajosa	0.79	1.89	58.83	44.42
Coop Santa Teresita	Arenoso franco	Granular migajosa	1.02	2.03	50.08	30.49
Cóndor Samana	Arenoso franco	Suelta	0.64	1.66	63.71	56.30
Los hieleros	Arenoso franco	Granular migajosa	0.82	1.80	57.98	42.97
Portal Andino	Arenoso franco	Granular migajosa	0.97	1.95	52.26	38.51
Lazabanza	Franco arenoso	Suelta	0.36	1.63	78.21	72.92
Pampas Salasaca	Arenoso franco	Granular migajosa	0.66	1.67	61.41	53.98
Mechahuasca	Arenoso franco	Suelta	0.44	1.35	67.56	63.91
Río Blanco	Arenoso franco	Suelta	0.63	1.72	63.91	54.49

Fuente: Análisis en Laboratorio de Suelos ESPOCH, 2016

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En promedio el 68,75 % de los suelos de los bofedales posee una textura de tipo arenosa franca que se caracteriza en que la proporción de arcilla y limo aumenta lo que le da cohesión. El 25% corresponde a una textura franco arenosa que se caracteriza por tener una composición proporcionada, tiene bastante arena pero tiene la suficiente cantidad de arcilla y limo para hacerlo ligeramente más coherente, y el 6.25 % corresponde a arena pura.

El 56.3 % de los suelos de los bofedales tienen una estructura suelta mientras que la otra parte se caracteriza por ser granular migajosa, esto se debe principalmente a que son suelos arenosos.

El suelo de los bofedales tiene una densidad aparente promedio de 0.65 g/cm³, una densidad real de 1.68 g/cm³, posee una porosidad promedio alta del 63.4 % y una humedad del 51.8 %. Para ampliar la información sobre la humedad del suelo ver anexo 6.

Los suelos arenosos retienen pocos nutrientes y son típicos de suelos de origen volcánico (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016). Es así que en virtud de las variables analizadas se puede concluir que estos suelos no son aptos para la agricultura.

Tabla 49-4. Análisis químico del suelo de los bofedales

ÁREAS DE ESTUDIO	pH	Cond. Elect.	M.O	NH4	P	K	Ca	Mg
		uS	%	Mg/L	Meq/100g			
Cruz del Arenal 2	5.5 Ac	113 No salino	3.72 M	27.06	32.29	0.55	25.98	8.67
Casa cóndor	5.3 Ac	409 No salino	13.51 A	24.31	29.45	0.31	12.07	3.62
Cruz del Arenal 1	4.9 Ac	204 No salino	29.01 A	30.74	23.24	0.46	11.09	5.99
Culebrillas	5.5 Ac	193 No salino	6.42 A	24.71	27.47	0.32	13.82	4.42
Puente Ayora 2	5.5 Ac	104 No salino	5.48 M	23.98	33.39	0.45	9.97	4.00
Pachancho	6.1 La	252 No salino	3.55 M	18.24	49.51	0.32	7.23	1.65
Puente Ayora 1	5.7 La	177 No salino	7.82 A	18.46	32.29	0.57	19.04	5.30
Puente Ayora 3	6.0 La	177 No salino	1.87 B	17.48	23.88	0.60	18.46	5.78

Coop Santa Teresita	5.7 La	125 No salino	2.56 B	17.40	26.59	0.35	10.88	2.96
Cóndor Samana	5.4 Ac	95 No salino	5.31 M	35.07	42.66	0.33	13.36	3.96
Los hieleros	5.3 Ac	103 No salino	3.21 M	19.10	42.37	0.31	12.19	3.48
Portal Andino	5.6 La	95 No salino	2.84 B	20.50	40.58	0.35	10.21	3.76
Lazabanza	5.0 Ac	215 No salino	2.56 B	31.28	29.97	0.45	9.28	2.96
Pampas Salasaca	4.9 Ac	185 No salino	5.26 M	35.87	34.01	0.78	31.12	9.05
Mechahuasca	5.4 Ac.	186 No salino	12.21 A	31.77	23.34	0.30	3.98	1.97
Río Blanco	5.7 La	165 No salino	8.18 A	23.84	31.42	1.00	21.43	11.70

***Alc:** Alcalino, **N:** Neutro, **La.:** Ligeramente ácido, **ac:** ácido **A:** alto, **M:** medio, **B:** bajo

Fuente: Análisis en Laboratorio de Suelos ESPOCH, 2016

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Los resultados de los análisis de suelo de los bofedales indican que generalmente son suelos ácidos con valores que oscilan entre 4.9 y 5.5 de pH, que de acuerdo a la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015) un suelo ácido acostumbra a presentar la superficie de color oscura y cuando se moja forma pozos enlodados, en este tipo de suelos escasean elementos como: Calcio, Magnesio, Molibdeno y Boro, y otras condiciones restringentes para las plantas.

En cuanto a conductividad eléctrica son suelos no salinos con un valor promedio de 227 μS , se caracterizan por ser suelos poco fértiles al no contener cantidades considerables de sales solubles, es importante mencionar que la acumulación de sales solubles en el suelo se atribuye principalmente a problemas de drenaje y a la acción de riegos continuados, seguidos de evaporación y sequía, lo que no sucede en los bofedales.

De acuerdo a la tabla de interpretación de (Carrera, 2001), se indica que los bofedales poseen suelos con altos niveles de materia orgánica, en virtud de que en este ecosistema el promedio obtenido es de 7.27 % y a partir del 6% se considera un nivel alto.

El análisis refleja bajos niveles de Nitrógeno con un promedio de 24.98 mg/L. Esto que indica que el proceso de nitrificación se desarrolla con normalidad en los bofedales al cumplir las siguientes condiciones: a) presencia de bacterias nitrificantes, b) pH de suelo 5,5 - 7,5 y c) suficiente disponibilidad de humedad y oxígeno en el suelo, por lo tanto el amonio no se acumula en el suelo.

Adicionalmente, el análisis refleja Altos niveles de Fósforo con un promedio de 32.65 mg/L, altos niveles de Potasio con un promedio de 0.46 Meq/100g, niveles medios de Calcio con un promedio de 14.38 Meq/100g y notables niveles de magnesio con un promedio de 4.95 Meq/100g.

4.2.1.2 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico que se describe a continuación fue generado en primera instancia sobre cada una de las áreas de estudio. Sin embargo la identificación de UFC formadoras de colonias de bacterias y colonias de hongos está planteado sobre la totalidad del ecosistema.

a) Unidades Formadoras de Colonias/g de suelo

Tabla 50-4. UFC/g de suelo de los bofedales

Muestra	Nombre	UFC por gramo de suelo		
		Dilución 10 ⁻⁵	Dilución 10 ⁻⁶	UFC Promedio
1	Cruz del Arenal 2	1.2 x 10 ⁵	1 x 10 ⁴	6.5 x 10 ⁴
2	Casa cóndor	1.8 x 10 ⁵	1 x 10 ⁴	9.5 x 10 ⁴
3	Cruz del Arenal 1	2.4 x 10 ⁵	2 x 10 ⁴	1.3 x 10 ⁵
4	Culebrillas	1.8 x 10 ⁵	5 x 10 ⁴	1.15 x 10 ⁵
5	Puente Ayora 2	0	1 x 10 ⁴	5 x 10 ³
6	Pachancho	1.7 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁵	1.55 x 10 ⁵
7	Puente Ayora 1	4.7 x 10 ⁵	3.4 x 10 ⁵	4.05 x 10 ⁵
8	Puente Ayora 3	7 x 10 ⁴	0	3.5 x 10 ⁴
9	Coop Santa Teresita	5 x 10 ⁴	3 x 10 ⁴	4 x 10 ⁴
10	Cóndor Samana	1 x 10 ⁴	0	5 x 10 ³
11	Los hieleros	8 x 10 ⁴	6 x 10 ⁴	7 x 10 ⁴
12	Portal Andino	7 x 10 ⁴	3 x 10 ⁴	5 x 10 ⁴
13	Lazabanza	1 x 10 ⁵	2 x 10 ⁴	6 x 10 ⁴
14	Pampas Salasaca	7.3 x 10 ⁵	1.6 x 10 ⁵	4.45 x 10 ⁵
15	Mechahuasca	3.1 x 10 ⁵	2.4 x 10 ⁵	2.75 x 10 ⁵
16	Río Blanco	3.2 x 10 ⁵	2.8 x 10 ⁵	3 x 10 ⁵

Fuente: Análisis en Laboratorio de Ciencias Biológicas ESPOCH, 2016
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Las muestras de suelo pertenecientes a las áreas de estudio Puente Ayora 1, Pampas Salasaca, Mechahuasca y Río Blanco, presentan el mayor número de Unidades

Formadoras de Colonias por g/suelo, mismas que se caracterizan por ser poblaciones de colores amarillentas y de morfología diferente, entre las que destacan circulares y con bordes irregulares, que identificados a través de microscopio corresponden a bacilos esporulados que usualmente constituyen el 25% de los suelos húmedos.

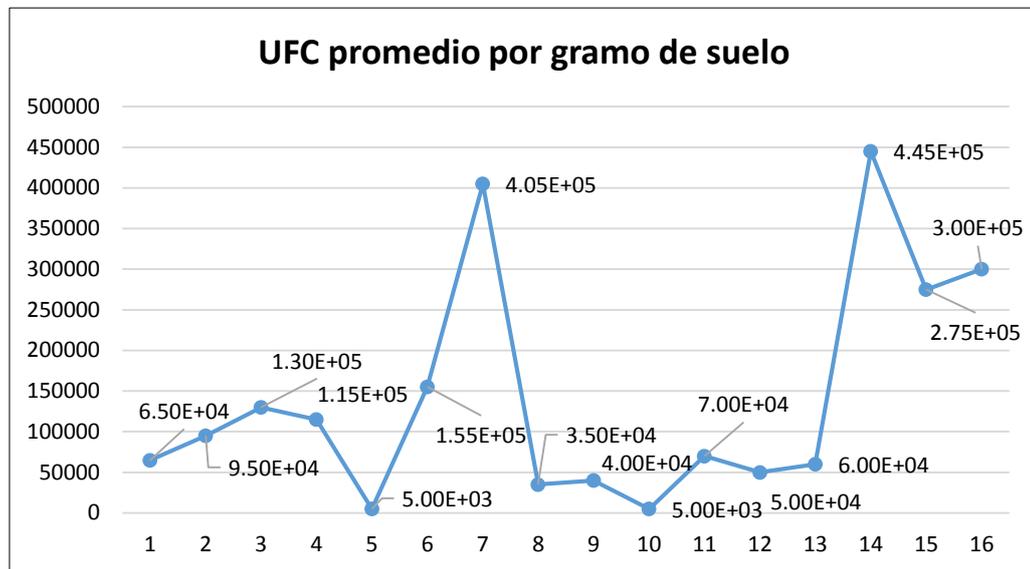


Gráfico 32-4. UFC promedio/g suelo.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Por el contrario, los otros sitios presentan menor cantidad de Unidades Formadoras de Colonias por g/suelo, esto puede atribuirse a que corresponden a bofedales que poseen menor humedad. Estas diferencias poblacionales muestran que los ambientes húmedos propician un mayor crecimiento de bacterias.

Una vez que se realizó la tinción de Gram, los resultados indican que el 73 % de las bacterias aisladas corresponden al grupo de Gram-negativas, que de acuerdo a (Algorta, 2004) poseen características tales como tener su pared externa con lipopolisacárido, que les otorga características patogénicas particulares y tóxicas, la presencia de este grupo bacteriano en el suelo de los bofedales puede atribuirse principalmente a las actividades antrópicas que se desarrollan en este ecosistema, como: ganadería, canalización de agua, y cambios en la composición vegetal producto de las actividades económicas pecuarias. También es importante considerar que algunas Gram- negativas forman parte de la flora normal del suelo, sin llegar a ser patógenas.

Por otra parte, los resultados indican que el 27% de las bacterias corresponden al grupo de Gram-positivas, que de acuerdo a (Macedo & Vola, 2006), la mayoría de especies de este grupo no son patógenos primarios y forman parte de la flora normal del suelo.

b) Colonias de hongos

Las colonias de hongos identificadas en los bofedales corresponden a grupos aislados del total de muestras procesadas, considerando su crecimiento adecuado en el medio de cultivo y por ser comunes en la mayoría de áreas de estudio, a continuación se describe cada especie identificada:

b.1) *Trichoderma pseudokoningii*

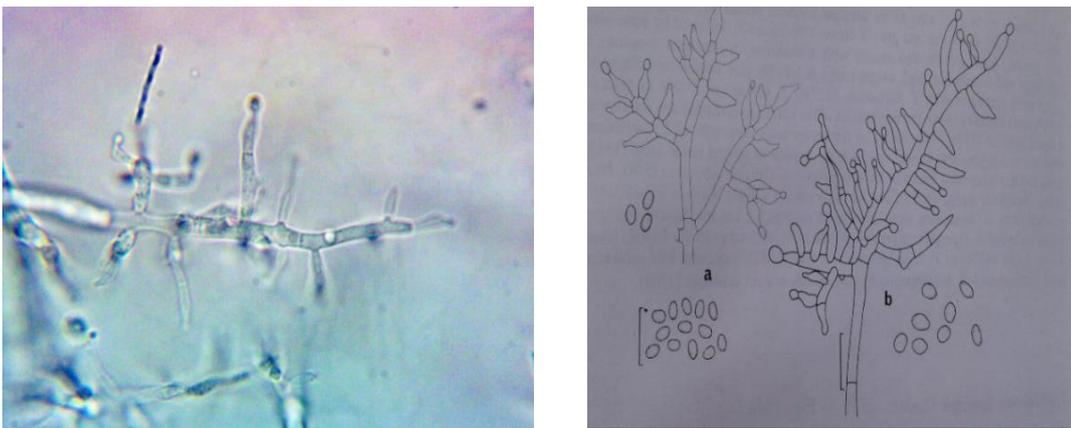


Gráfico 33-4. Caracterización microscópica de *Trichoderma pseudokoningii*.

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas ESPOCH, 2016

Las colonias aisladas llegan a medir de 3 a 5 cm de diámetro en cinco días a 20 ° C. Posee conidios con pared suave, las fiálidas en su mayoría surgen solas y distribuidas de forma lateral. El sistema de conidios es alargado en lugar de piramidal.

b.2) *Penicilium canescens*

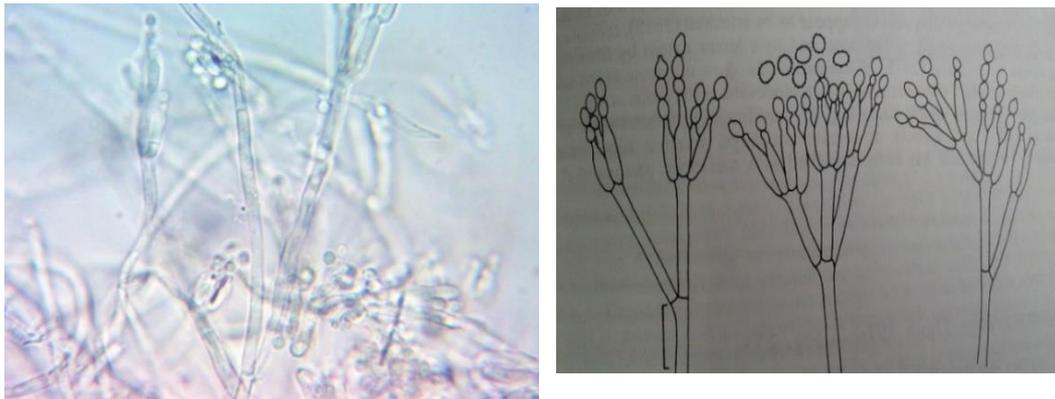


Gráfico 34-4. Caracterización microscópica de *Penicilium canescens*.

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas ESPOCH, 2016

Estas colonias presentan coloraciones gris-verdosas y con un crecimiento bastante limitado, llegando a medir de 3,5-4 cm de diámetro en un periodo que va de 10 a 13 días a 25 °C, por el reverso son de color anaranjado y con el pasar de los días se tornan de color café. Los conidios son conspicuos, de forma ovaladas al inicio, sin embargo a medida que crecen se hacen globosas formando columnas sueltas.

b.3) *Harzia acremonoides*



Gráfico 35-4. Caracterización microscópica de *Harzia acremonoides*.

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas ESPOCH, 2016

Estas colonias alcanzan 3,3 cm de diámetro en 5 días a 20 °C, se caracteriza por tener conidios a manera de ramificación, que llevan blastoconidia de pared gruesa, generalmente de color marrón, con bases estrechas.

b.4) *Staphylotrichum coccosporum*

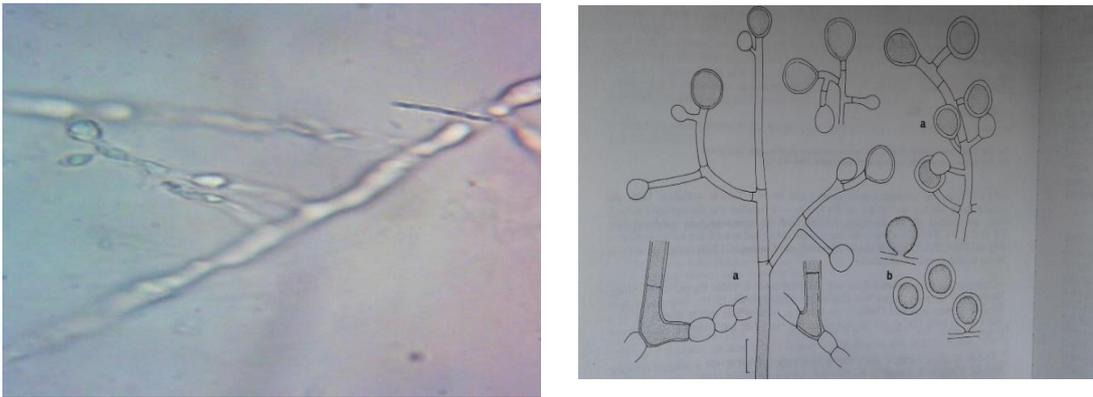


Gráfico 36-4. Caracterización microscópica de *Staphylotrichum coccosporum*.

Fuente: Laboratorio de Ciencias Biológicas ESPOCH, 2016

Estas colonias alcanzan de 2 a 8 cm de diámetro en cinco días a 25 °C, su coloración es amarillenta- anaranjadas, tornándose café en el reverso, posee conidióforos erectos que por lo general aparecen en la tercer semana de crecimiento.

4.2.2 Cuantificación de la cantidad de carbono que almacena el suelo de los bofedales

4.2.2.1 Bofedal Cruz del Arenal 2

En el gráfico 37 se muestra la microlocalización del bofedal Cruz del Arenal 2.



Gráfico 37-4. Fotografía del bofedal Cruz del Arenal 2

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 51 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Cruz del Arenal 2.

Tabla 51-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Cruz del Arenal 2

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
12.03	0-20	O	0.23	7.12	4.13	19.17	96.26	1 158.01
	20-50	O1	0.39	4.98	2.89	33.45		
	50-60	E	0.89	1.29	0.75	6.64		
	60-100	A	1.08	1.48	0.86	37.00		

***MO:** Materia orgánica; **CO:** Carbono orgánico; **COT:** Carbono orgánico total; **B:** Bajo; **M:** Medio; **A:** Alto; **MA:** Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 1 158.01 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 12.03 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 96.26 t. En promedio posee niveles medios de MO (3.72 % M) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 20 cm de profundidad.

4.2.2.2 Bofedal Casa Cóndor

En el gráfico 38 se muestra la microlocalización del bofedal Casa Cóndor.



Gráfico 38-4. Fotografía del bofedal Casa Cóndor
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 52 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Casa Cóndor.

Tabla 52-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Casa Cóndor

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
10.15	0-15	O	0.36	27.59	16.0	85.56	255.7	2 596.01
	15-30	E	0.42	5.66	3.28	20.70		
	30-60	O1	0.36	17.32	10.0	107.1		
	60-100	O2	0.53	3.47	2.01	42.36		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 2 596.01 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 10.15 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 255.7 t. En promedio posee un alto porcentaje de MO (13.51 % A) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 15 cm de profundidad.

4.2.2.3 Bofedal Cruz del Arenal 1

En el gráfico 39 se muestra la microlocalización del bofedal Cruz del Arenal 1.



Gráfico 39-4. Fotografía del bofedal Cruz del Arenal 1

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 53 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Cruz del Arenal 1.

Tabla 53-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Cruz del Arenal 1

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
56.02	0-40	O	0.19	73.24	42.4	318.1	435.5	24 400.67
	40-80	O1	0.16	22.92	13.2	85.67		
	80-85	E	0.73	1.51	0.87	3.18		
	85-100	O2	0.18	18.36	10.6	28.60		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 24 400.67 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 56.02 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 435.5 t. En promedio posee un alto porcentaje de MO (29.01 % A) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 40 cm de profundidad.

4.2.2.4 Bofedal Culebrillas

En el gráfico 40 se muestra la microlocalización del bofedal Culebrillas.



Gráfico 40-4. Fotografía del bofedal Culebrillas

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 54 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Culebrillas.

Tabla 54-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Culebrillas

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
13.40	0-30	O	0.19	8.26	4.79	26.76	83.10	1 113.52
	30-70	O1	0.25	6.32	3.66	36.86		
	70-90	E	1.03	0.62	0.36	7.40		
	90-100	O2	0.20	10.49	6.09	12.08		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 1 153.52 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 13.40 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 83.10 t. En promedio posee un alto porcentaje de MO (6.42 % A) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 30 cm de profundidad.

4.2.2.5 Bofedal Puente Ayora 2

En el gráfico 41 se muestra la microlocalización del bofedal Puente Ayora 2.



Gráfico 41-4. Fotografía del bofedal Puente Ayora 2

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 55 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Puente Ayora 2.

Tabla 55-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Puente Ayora 2

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
0.33	0-20	O	0.59	13.01	7.55	89.13	192.6	63.59
	20-35	E	0.85	3.62	2.10	26.90		
	35-70	O1	0.73	4.01	2.33	59.23		
	70-100	O2	0.78	1.29	0.75	17.43		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 63.59 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 0.33 hectáreas. Por unidad de hectárea almacenaría una cantidad de 192.6 t. En promedio posee niveles medios de MO (5.49 % A) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 20 cm de profundidad.

4.2.2.6 Bofedal Pachancho

En el gráfico 42 se muestra la microlocalización del bofedal Pachancho.



Gráfico 42-4. Fotografía del bofedal Pachancho

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 56 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Pachancho.

Tabla 56-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Pachancho

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm3)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
10.41	0-15	O	0.41	12.08	7.01	42.58	77.11	802.68
	15-45	A	0.93	0.87	0.51	14.12		
	45-65	A1	1.06	0.84	0.49	10.37		
	65-100	A2	1.20	0.41	0.24	10.04		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 802.68 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 10.41 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 77.11 t. En promedio posee niveles medios de MO (3.55 % M) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 15 cm de profundidad.

4.2.2.7 Bofedal Puente Ayora 1

En el gráfico 43 se muestra la microlocalización del bofedal Puente Ayora 1.



Gráfico 43-4. Fotografía del bofedal Puente Ayora 1
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 57 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Puente Ayora 1.

Tabla 57-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Puente Ayora 1

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
13.80	0-35	O	0.23	20.89	12.1	97.66	229.8	3 172.35
	35-40	E	0.71	2.50	1.45	5.18		
	40-75	A	0.81	6.59	3.82	108.7		
	75-100	A1	0.96	1.31	0.76	18.28		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 3 172.35 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 13.80 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 229.8 t. En promedio posee un porcentaje alto de MO (7.82 % A) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 35 cm de profundidad.

4.2.2.8 Bofedal Puente Ayora 3

En el gráfico 44 se muestra la microlocalización del bofedal Puente Ayora 3.



Gráfico 44-4. Fotografía del bofedal Puente Ayora 3

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 58 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Puente Ayora 3.

Tabla 58-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Puente Ayora 3

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
13.86	0-10	O	0.38	3.33	1.93	7.30	82.23	1 139.72
	10-50	A	0.79	1.79	1.04	32.88		
	50-80	A1	0.98	1.30	0.75	29.60		
	80-100	E	1.01	1.07	0.62	12.45		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 1 139.72 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 13.86 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 82.23 t. En promedio posee un porcentaje bajo de MO (1.87 % B) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 10 cm de profundidad.

4.2.2.9 Bofedal Cooperativa Santa Teresita

En el gráfico 45 se muestra la microlocalización del bofedal Cooperativa Santa Teresita.



Gráfico 45-4. Fotografía del bofedal Coop Santa Teresita

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 59 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Cooperativa Santa Teresita.

Tabla 59-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Santa Teresita

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
2.41	0-10	OA	0.72	4.18	2.42	17.39		
	10-50	IC	1.15	0.82	0.48	22.04	132.7	319.80
	50-100	A	1.20	2.68	1.55	93.26		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 319.80 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 2.41 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 132.7 t. En promedio posee un porcentaje bajo de MO (2.56 % B) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “OA” que va de 0 a 10 cm de profundidad.

4.2.2.10 Bofedal Cóndor Samana

En el gráfico 46 se muestra la microlocalización del bofedal Cóndor Samana.



Gráfico 46-4. Fotografía del bofedal Cóndor Samana

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 60 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Cóndor Samana.

Tabla 60-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Cónдор Samana

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm3)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
24.48	0-15	O	0.25	9.97	5.78	22.07		
	15-40	EO	0.60	3.78	2.19	33.13	136.1	3 333.74
	40-100	A	1.07	2.17	1.26	80.98		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 3 333.74 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 24.48 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 136.1 t. En promedio posee niveles medios de MO (5.31 % M) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 15 cm de profundidad.

4.2.2.11 Bofedal Los Hieleros

En el gráfico 47 se muestra la microlocalización del bofedal Los Hieleros.



Gráfico 47-4. Fotografía del bofedal Los Hieleros

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 61 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Los Hieleros.

Tabla 61-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Los Hieleros

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
30.65	0-25	O	0.21	10.25	5.94	30.74	67.88	2 080.42
	25-60	O1	0.68	1.36	0.79	18.73		
	60-90	A	1.05	0.84	0.49	15.26		
	90-100	A1	1.33	0.41	0.24	3.14		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 2 080.42 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 30.65 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 67.88 t. En promedio posee niveles medios de MO (3.22 % M) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 25 cm de profundidad.

4.2.2.12 Bofedal Portal Andino

En el gráfico 48 se muestra la microlocalización del bofedal Portal Andino.

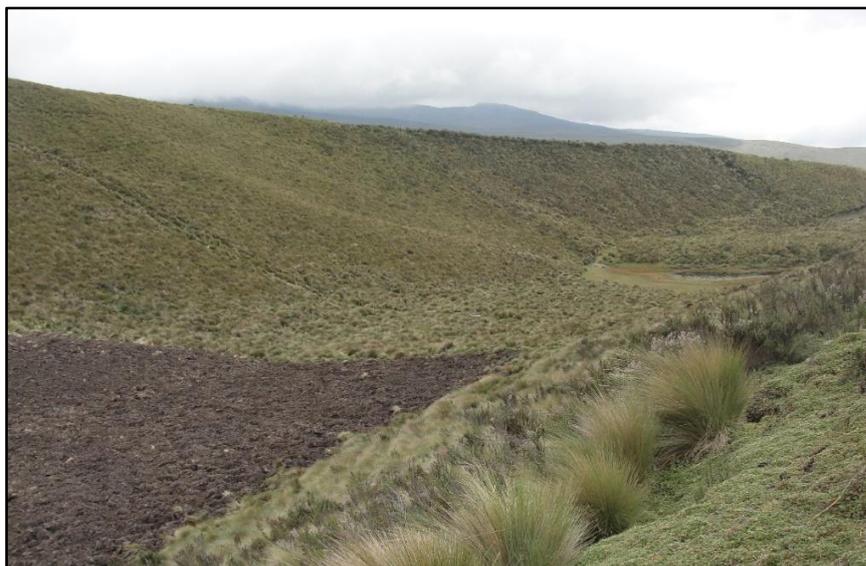


Gráfico 48-4. Fotografía del bofedal Portal Andino

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 62 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Portal Andino.

Tabla 62-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Portal Andino

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
11.42	0-15	O	0.37	6.33	3.67	20.44	113.4	1 295.60
	15-35	A	1.03	2.24	1.30	26.76		
	35-80	A1	1.22	1.51	0.88	48.04		
	80-100	A2	1.24	1.26	0.73	18.21		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 1 295.60 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 11.42 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 113.4 t. En promedio posee un bajo porcentaje de MO (2.84 % B) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 15 cm de profundidad.

4.2.2.13 Bofedal Lazabanza

En el gráfico 49 se muestra la microlocalización del bofedal Lazabanza.



Gráfico 49-4. Fotografía del bofedal Lazabanza

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 63 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Lazabanza.

Tabla 63-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Lazabanza

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
30.11	0-20	O	0.15	10.24	5.94	17.63	64.58	1 944.59
	20-40	O1	0.39	3.21	1.86	14.43		
	40-70	A	0.31	2.44	1.42	13.36		
	70-100	A1	0.61	1.82	1.05	19.15		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 1 944.59 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 30.11 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 64.58 t. En promedio posee niveles medios de MO (4.43 % M) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 20 cm de profundidad.

4.2.2.14 Bofedal Pampas Salasaca

En el gráfico 50 se muestra la microlocalización del bofedal Pampas Salasaca.



Gráfico 50-4. Fotografía del bofedal Pampas Salasaca

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 64 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Pampas Salasaca.

Tabla 64-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Pampas Salasaca

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
177.89	0-30	O	0.37	11.87	6.88	75.49		
	30-60	O1	0.52	1.77	1.02	16.13	145.1	25 817.08
	60-100	A	1.08	2.13	1.24	53.51		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 25 817.08 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 177.89 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 145.1 t. En promedio posee niveles medios de MO (5.26 % M) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 30 cm de profundidad.

4.2.2.15 Bofedal Mechahuasca

En el gráfico 51 se muestra la microlocalización del bofedal Mechahuasca.



Gráfico 51-4. Fotografía del bofedal Mechahuasca

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 65 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Mechahuasca.

Tabla 65-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Mechahuasca

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
	0-30	O	0.34	25.93	15.0	154.5		
38.96	30-40	EO	0.57	2.00	1.16	6.55	282.2	10 998.14
	40-100	O1	0.40	8.72	5.06	121.1		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 10 998.14 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 38.96 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 282.2 t. En promedio posee un porcentaje alto de MO (12.22 % A) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 30 cm de profundidad.

4.2.2.16 Bofedal Río Blanco

En el gráfico 52 se muestra la microlocalización del bofedal Río Blanco.



Gráfico 52-4. Fotografía del bofedal Río Blanco

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 66 se muestran los resultados de cálculo de carbono orgánico total del bofedal Río Blanco.

Tabla 66-4. Cantidad de carbono que almacena el bofedal Río Blanco

Extensión (ha)	Profundidad cm	Horizonte Tipo	D. aparente (g/cm ³)	MO (%)	CO (%)	COT (t/ha)	COT (t/ha)	COT Área total
73.67	0-20	O	0.37	23.81	13.8	100.9	231.9	17 088.10
	20-25	E	0.62	1.06	0.61	1.92		
	25-70	O1	0.76	3.90	2.26	76.99		
	70-100	A	0.76	3.94	2.29	52.11		

*MO: Materia orgánica; CO: Carbono orgánico; COT: Carbono orgánico total; B: Bajo; M: Medio; A: Alto; MA: Muy alto.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El suelo de este bofedal almacena 17 088.10 toneladas de carbono orgánico en la extensión de 73.67 hectáreas. Por unidad de hectárea almacena una cantidad de 231.9 t. En promedio posee un porcentaje alto de MO (8.18 % A) y el horizonte que concentra la mayor cantidad de CO es el “O” que va de 0 a 20 cm de profundidad.

4.2.2.17 Carbono orgánico total de los bofedales de estudio

En la tabla 67 se muestran las cantidades de carbono orgánico que almacenan los bofedales de estudio, para ampliar la información respecto a los contenidos de carbono en toda el área de la reserva ver anexo 5.

Tabla 67-4. Carbono orgánico total de los bofedales en estudio

Área de estudio	Extensión (ha)	Estado de amenaza	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)
Cruz del Arenal BNI	12.03	Medio	96.26	1 158.01
Casa cóndor BI	10.15	Alto	255.76	2 596.01
Cruz del Arenal ANI	56.02	Bajo	435.57	24 400.67
Culebrillas AI	13.40	Medio	83.10	1 113.52
Puente Ayora BNI	0.33	Bajo	192.68	63.59
Pachancho BI	10.41	Muy alto	77.11	802.68
Puente Ayora ANI	13.80	Medio	229.88	3 172.35
Puente Ayora AI	13.86	Medio	82.23	1 139.72
Coop Santa Teresita BNI	2.41	Bajo	132.70	319.80
Cóndor Samana BI	24.48	Alto	136.18	3 333.74
Los hieleros ANI	30.65	Bajo	67.88	2 080.42
Portal Andino AI	11.42	Alto	113.45	1 295.60
Lazabanza BNI	30.11	Alto	64.58	1 944.59
Pampas Salasaca BI	177.89	Alto	145.13	25 817.08
Mechahuasca ANI	38.96	Medio	282.29	10 998.14
Río Blanco AI.	73.67	Medio	231.95	17 088.10
Total	519.59	Medio	2 626.76	97 324.01

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

De acuerdo a las características del suelo de cada bofedal (16) los porcentajes de materia orgánica varían entre 1.8 y 29 % con una media de 7.21 % equivalente a un nivel alto de materia orgánica, esto se relaciona directamente con el porcentaje de carbono orgánico

cuya media es de 4.22%. Es así que la media de COT en los 16 bofedales es de 164.17 toneladas por unidad de hectárea, finalmente la suma de COT entre todos los sitios asciende a 92 348.03 toneladas un área de 519.59 ha (ver tabla 67-4).

4.2.2.18 Acumulación de materia orgánica en calicata a 1 metro

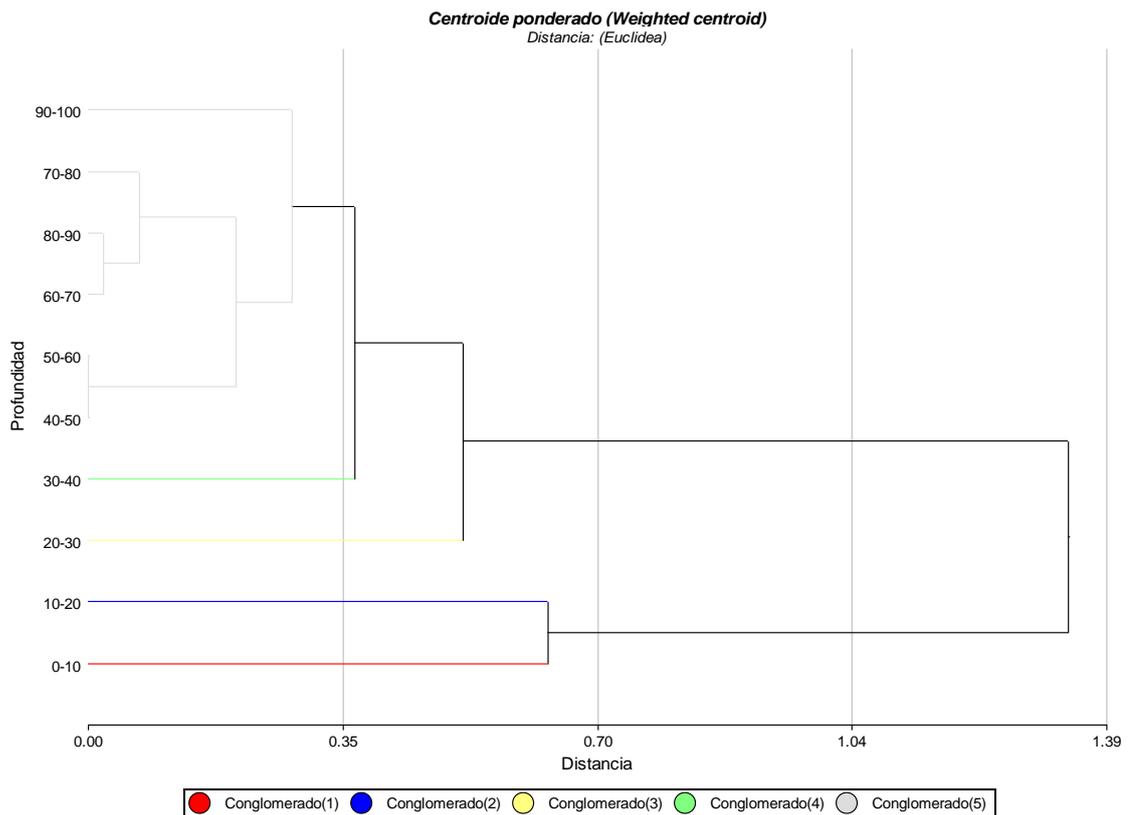


Gráfico 53-4. Dendrograma de acumulación de materia orgánica
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

De acuerdo al gráfico 53-4 se aprecia que la materia orgánica en los bofedales se acumula en mayores cantidades a una profundidad de 0 a 20 cm (conglomerado 1 y 2) ya que son los últimos conglomerados que se incluyen al clúster quedando a mayor distancia del resto, le sigue el conglomerado 3 que va de los 20 a 30 cm y el conglomerado 4 de 30 a 40 cm.

Finalmente se aprecia que a una profundidad de 40 a 60 cm el contenido de materia orgánica es menor que en el resto de profundidades, incrementándose gradualmente desde los 60 a los 100 cm.

4.2.2.19 Acumulación de materia orgánica por área de estudio

Tabla 68-4. Prueba de Friedman para acumulación de materia orgánica por área de estudio

(3)	(10)	(13)	(12)	(7)	(6)	(2)	(1)	(5)	(11)	(14)	(8)	(16)	(9)	(15)	(4)	T ²	p
4.50	9.75	11.00	10.50	7.00	6.63	4.00	4.00	5.25	10.25	12.25	8.25	14.38	9.00	14.25	5.00	3.46	0.0006

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 21.330

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n														
(1) Pachancho	16.00	4.00	4	A													
(2) Los Hieleros	16.00	4.00	4	A	B												
(3) Puente Ayora 3	18.00	4.50	4	A	B	C											
(4) Coop. Santa Teresita	20.00	5.00	4	A	B	C	D										
(5) Pampas Salasaca	21.00	5.25	4	A	B	C	D	E									
(6) Portal Andino	26.50	6.63	4	A	B	C	D	E	F								
(7) Cóndor Samana	28.00	7.00	4	A	B	C	D	E	F	G							
(8) Cruz del Arenal 2	33.00	8.25	4	A	B	C	D	E	F	G	H						
(9) Culebrillas	36.00	9.00	4	A	B	C	D	E	F	G	H	I					
(10) Lazabanza	39.00	9.75	4				C	D	E	F	G	H	I	J			
(11) Río Blanco	41.00	10.25	4					D	E	F	G	H	I	J			
(12) Puente Ayora 2	42.00	10.50	4							E	F	G	H	I	J		
(13) Puente Ayora 1	44.00	11.00	4									F	G	H	I	J	
(14) Mechahuasca	49.00	12.25	4											G	H	I	J
(15) Casa Cóndor	57.00	14.25	4												I	J	
(16) Cruz del Arenal 1	57.50	14.38	4													J	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.050$)

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 68-4 de acuerdo a la prueba de Friedman (ANOVA -NP) se evidencia diferencias significativas en las cantidades de materia orgánica entre bofedales ($p=0.0006$), siendo los bofedales Cruz del Arenal 1, Casa Cóndor y Mechahuasca (ubicados en la parte final de la lista) los que acumulan las mayores cantidades de materia orgánica, por otra parte los que menos acumulan son Puente Ayora 3, Los Hieleros y Pachancho.

4.2.2.21 Humedad del suelo por área de estudio

Tabla 69-4. Prueba de Friedman para humedad del suelo por área de estudio

(5) (16) (7) (4) (10) (3) (8) (1) (9) (11) (13) (14) (15) (12) (6) (2) T² p
 6.33 15.00 7.67 5.67 9.67 4.67 7.67 1.33 9.00 9.67 12.00 12.67 14.67 11.33 6.67 2.00 5.29 0.0001
 Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 15.283

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n													
(1) Pachancho	4.00	1.33	3	A												
(2) Coop. Santa Teresita	6.00	2.00	3	A	B											
(3) Portal Andino	14.00	4.67	3	A	B	C										
(4) Puente Ayora 2	17.00	5.67	3	A	B	C	D									
(5) Puente Ayora 3	19.00	6.33	3	A	B	C	D	E								
(6) Casa Cóndor	20.00	6.67	3		B	C	D	E	F							
(7) Puente Ayora 1	23.00	7.67	3			C	D	E	F	G						
(8) Los Hieleros	23.00	7.67	3			C	D	E	F	G	H					
(9) Pampas Salasaca	27.00	9.00	3			C	D	E	F	G	H	I				
(10) Cóndor Samana	29.00	9.67	3			C	D	E	F	G	H	I	J			
(11) Río Blanco	29.00	9.67	3			C	D	E	F	G	H	I	J	K		
(12) Culebrillas	34.00	11.33	3					E	F	G	H	I	J	K	L	
(13) Mechahuasca	36.00	12.00	3							G	H	I	J	K	L	
(14) Cruz del Arenal 2	38.00	12.67	3							G	H	I	J	K	L	
(15) Cruz del Arenal 1	44.00	14.67	3									I	J	K	L	
(16) Lazabanza	45.00	15.00	3										J	K	L	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

En la tabla 69-4 de acuerdo a la prueba de Friedman (ANOVA -NP) se evidencia diferencias significativas de humedad entre bofedales (p=0.0006), siendo los bofedales Lazabanza, Cruz del Arenal 1 y Cruz del Arenal 2 (ubicados en la parte final de la lista) los bofedales con mayor humedad en el suelo, por otra parte los que menos humedad poseen son Portal Andino , Coop. Santa Teresita y Pachancho.

4.2.3 Correlaciones

4.2.3.1 Correlación grado de amenaza- materia orgánica

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
G_amenaza	M_organica	184	-0.61	<0.0001

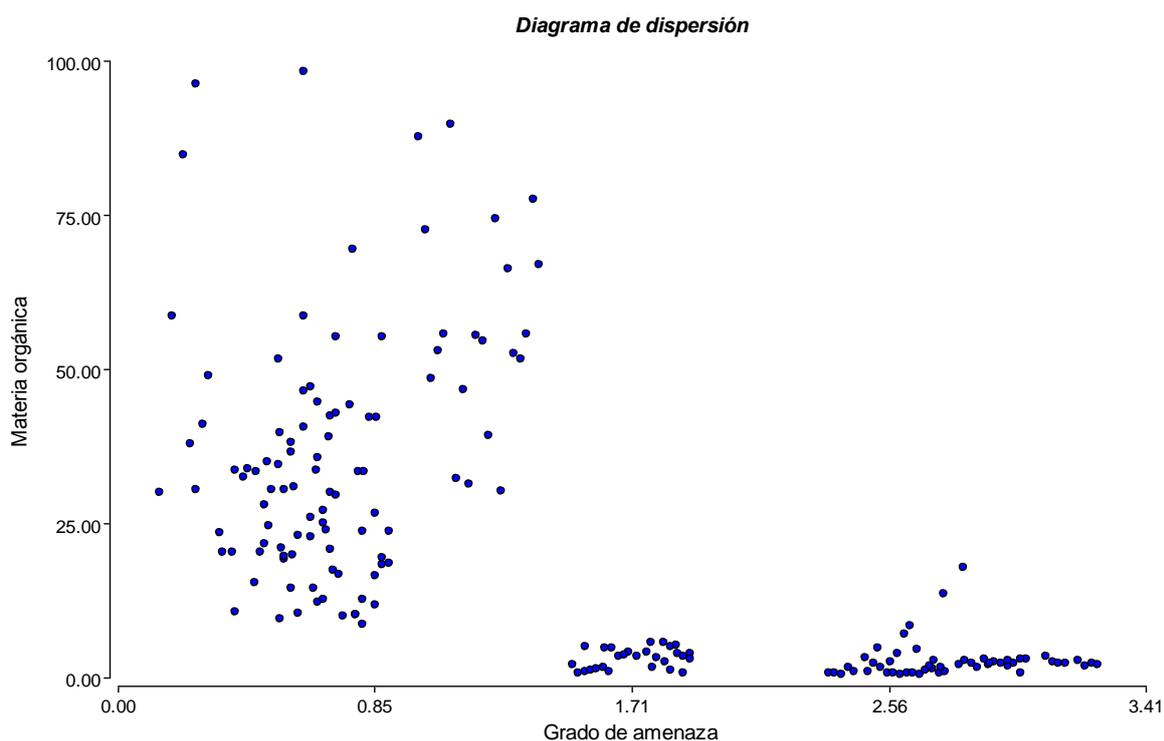


Gráfico 54-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica.
Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

El coeficiente de Pearson indica una correlación alta negativa de -0.61 con alta significancia, es decir que a mayor grado de intervención los porcentajes de materia orgánica tienden a ser menores, lo que permite afirmar que la actividad antrópica afecta a la cantidad de materia orgánica contenida en el suelo.

4.2.3.2 Correlación grado de amenaza- materia orgánica por provincias

Las correlaciones entre grado de amenaza y contenidos de materia orgánica por provincia son relevantes en virtud de que en cada provincia el manejo del territorio es diferente.

a) Provincia de Chimborazo

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
G_amenaza	M_organica	56	-0.81	<0.0001

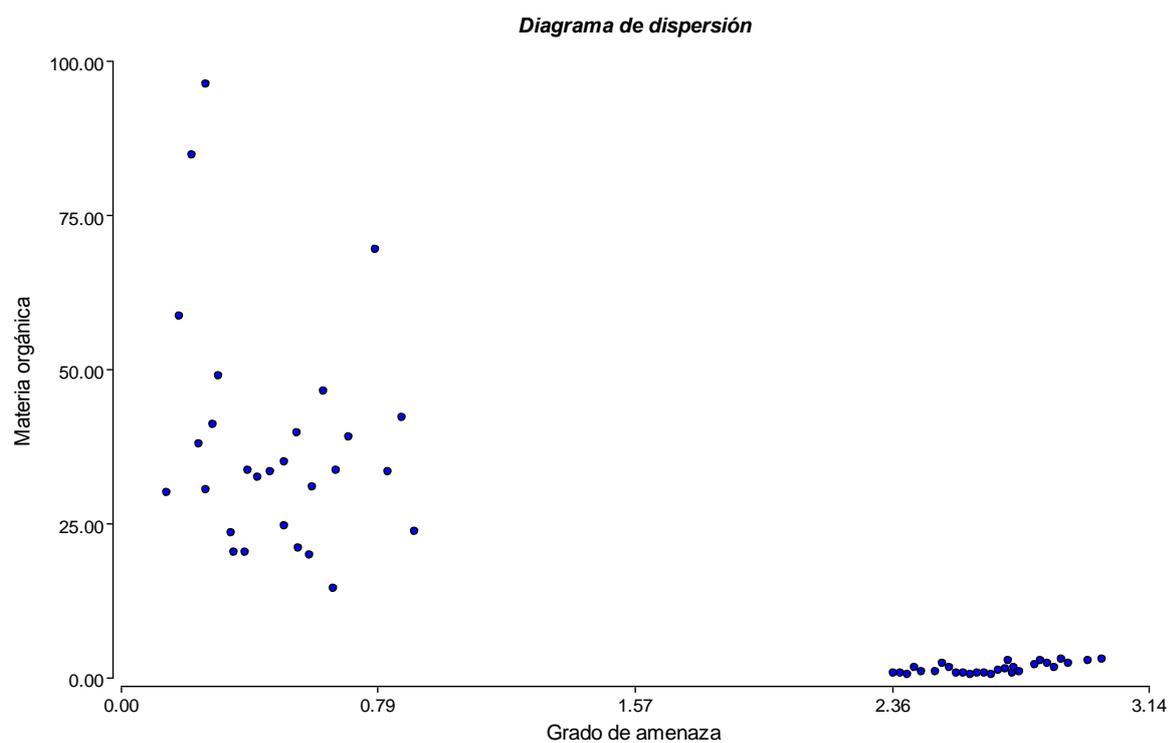


Gráfico 55-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica, provincia de Chimborazo.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

En la provincia de Chimborazo el coeficiente de Pearson indica una correlación alta negativa de -0.81 con alta significancia, es decir que a mayor grado de intervención los porcentajes de materia orgánica tienden a ser menores, en esta provincia el grado de amenaza alcanza valores cercanos a 3.14 equivalente a muy alto.

b) Provincia de Tungurahua

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
G_amenaza	M_organica	76	-0.27	0.0165

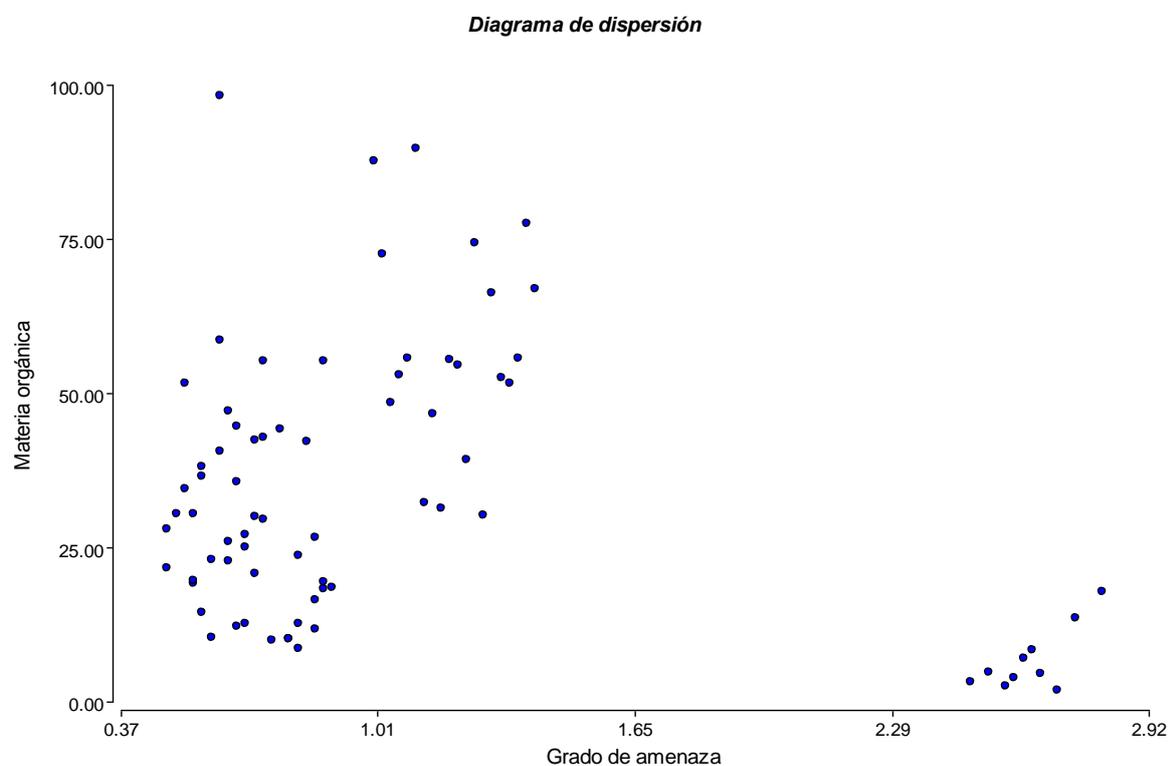


Gráfico 56-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica, provincia de Tungurahua.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

En la provincia de Tungurahua el coeficiente de Pearson indica una correlación baja negativa de -0.27 con significancia, es decir que en el caso de esta provincia la correlación no es determinante como en el caso de Chimborazo, probablemente porque el grado de amenaza alto (entre 2.29 y 2.92) recoge una cantidad mínima de datos, la mayoría de datos se concentra en grado de amenaza bajo y medio sin superar el 1.65.

c) Provincia de Bolívar

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
G_amenaza	M_organica	52	-0.64	<0.0001

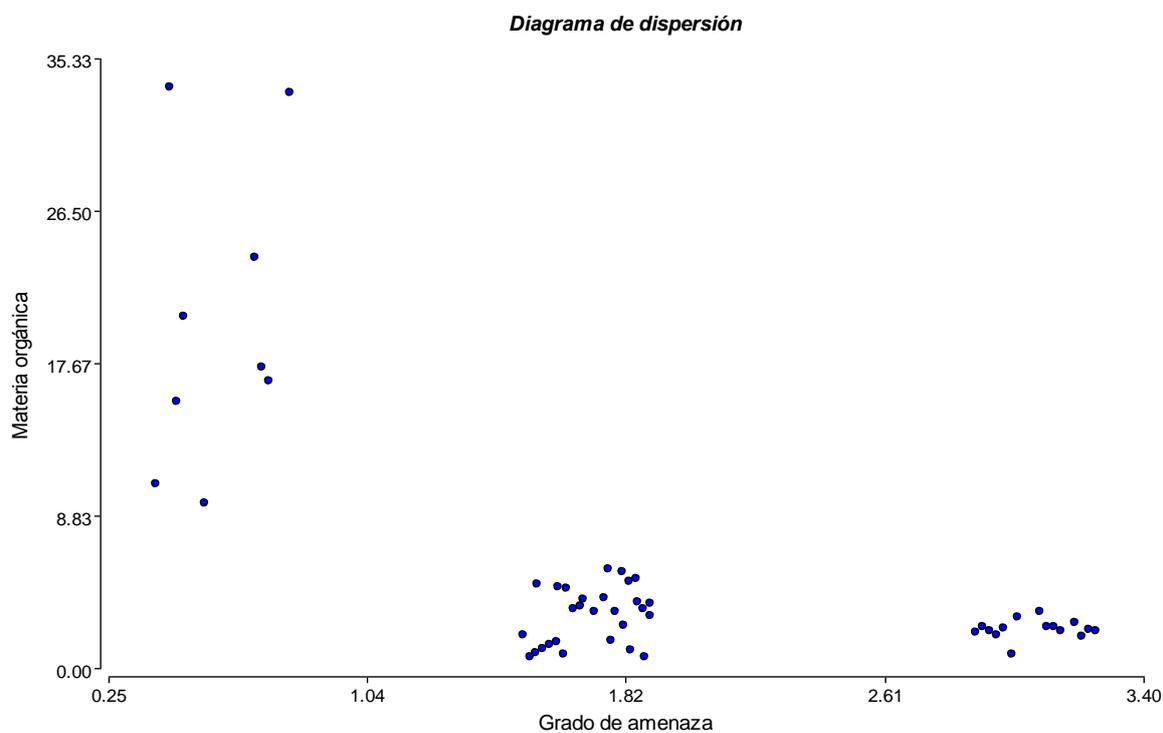


Gráfico 57-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-materia orgánica, provincia de Bolívar.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

En la provincia de Bolívar el coeficiente de Pearson indica una correlación alta negativa de -0.64 con alta significancia, es decir que a mayor grado de intervención los porcentajes de materia orgánica tienden a ser menores, en esta provincia el grado de amenaza alcanza valores cercanos a 3.40 equivalente a muy alto.

4.2.3.3 Correlación humedad- materia orgánica

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Humedad	M_organica	184	0.40	<0.0001

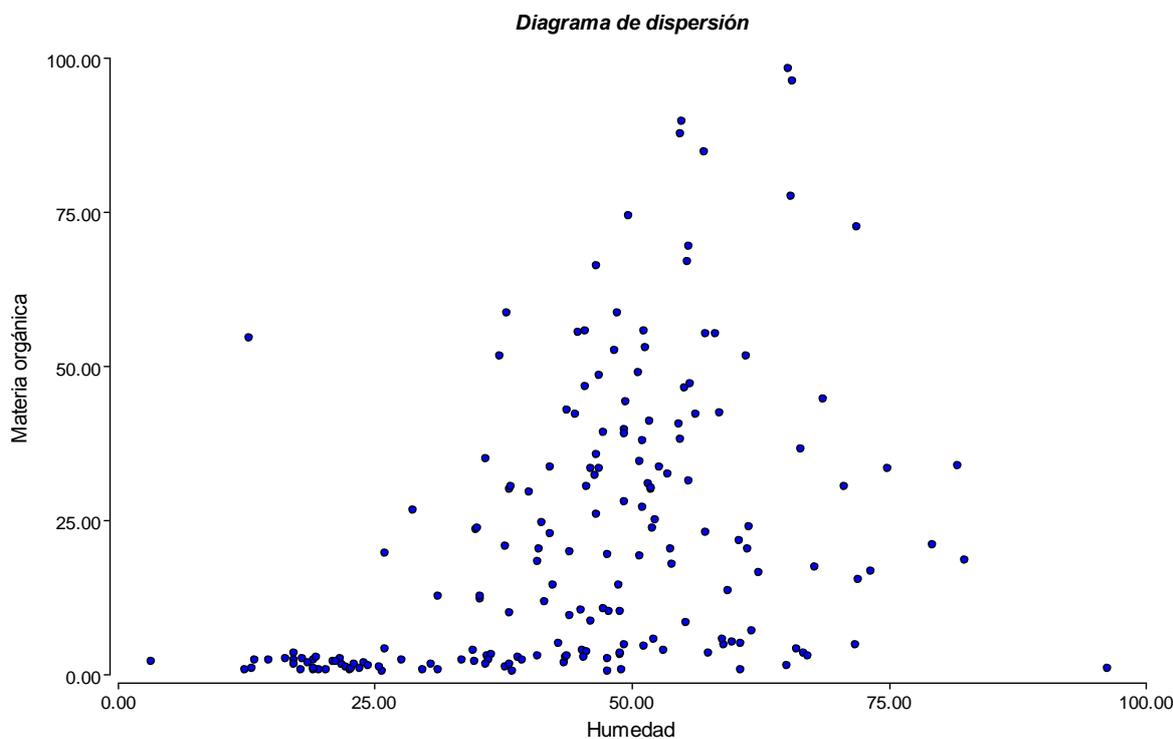


Gráfico 58-4. Diagrama de dispersión humedad-materia orgánica.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

El coeficiente de Pearson indica una correlación media positiva de 0.40 con alta significancia, es decir que a mayor humedad los porcentajes de materia orgánica tienden a incrementarse; en efecto, en el gráfico 58 se aprecia la tendencia existente, sin embargo también hay datos que no evidencian de manera clara dicha correlación, por lo tanto se afirma que si bien es cierto la humedad contribuye a que existan mayores contenidos de materia orgánica en el suelo, éste no es el único factor que incide en la situación.

4.2.3.4 Correlación altitud- materia orgánica

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
M_organica	Altitud	184	0.04	0.6256

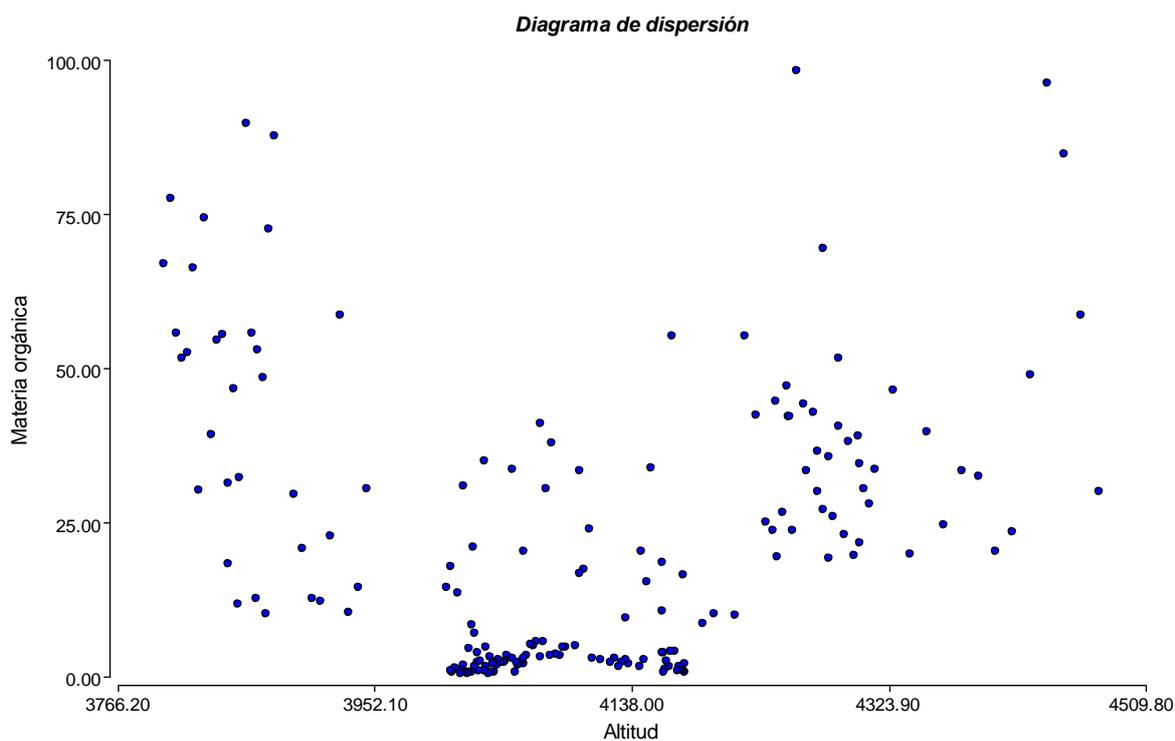


Gráfico 59-4. Diagrama de dispersión altitud-materia orgánica.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

El coeficiente de Pearson indica una correlación baja negativa de -0.04 no significativa, es decir que la altitud de los bofedales de estudio que va desde los 3825 a los 4442 msnm con una diferencia de 617 m entre el más bajo y el más alto no incide en los contenidos de materia orgánica.

4.3. Desarrollar el análisis económico-financiero del carbono orgánico almacenado en el suelo de los bofedales de estudio en la RPFCh

En este subcapítulo se estima el valor económico del carbono orgánico que almacena el suelo de los bofedales de estudio (16) de la RPFCh, la estimación se realiza con los precios establecidos en el mercado de carbono, además se hace una comparación con los ingresos generados por producción de leche.

4.3.1 Valoración económica

4.3.1.1 Bofedal Cruz del Arenal 2

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 70 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 70-4. Valoración económica del COT del bofedal Cruz del Arenal 2

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
12.03	96.26	1 158.01	3.00	288.78	3 474.02

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 288.78 USD por hectárea, al acumular 1 158.01 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 3 474.02 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

Los ingresos económicos que se generan por la actividad ganadera fueron calculados tomando como referencia la capacidad de carga animal que tiene cada bofedal en función a la capacidad de producción forrajera (Valencia, 2009), en este caso la capacidad de carga de Cruz del Arenal 2 para tener una producción óptima es de 0.3 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 1.3 L al día.

Tabla 71-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Cruz del Arenal 2

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	1.3	Diaria	0.42	0.53	193.76
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016					

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 193.76 USD.

4.3.1.2 Bofedal Casa Cóndor

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 72 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 72-4. Valoración económica del COT del bofedal Casa Cóndor

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
10.15	255.76	2 596.01	3.00	767.29	7 788.04
* COT: Carbono orgánico total					
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016					

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 767.29 USD por hectárea, al acumular 255.76 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 7 788.04 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Casa Cóndor para tener una producción óptima es de 2.6 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 9.8 L al día.

Tabla 73-4. Valoración económica de la actividad ganadera del bofedal Casa Córdor

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	9.8	Diaria	0.42	4.12	1 504.76

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 1 504.76 USD.

4.3.1.3 Bofedal Cruz del Arenal 1

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 74 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 74-4. Valoración económica del COT del bofedal Cruz del Arenal 1

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
56.02	435.57	24 400.67	3.00	1 306.71	73 202.01

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 1 306.71 USD por hectárea, al acumular 24 400.67 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 73 202.01 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Cruz del Arenal 1 para tener una producción óptima es de 1.6 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 5.9 L.

Tabla 75-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Cruz del Arenal 1

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	5.9	Diaria	0.42	2.47	902.35

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 902.35 USD.

4.3.1.4 Bofedal Culebrillas

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 76 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 76-4. Valoración económica del COT del bofedal Culebrillas

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
13.4	83.10	1 113.52	3.00	249.29	3 340.55

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 249.29 USD por hectárea, al acumular 1 113.52 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 3 340.55 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Culebrillas para tener una producción óptima es de 0.4 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 1.4 L al día.

Tabla 77-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Culebrillas

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	1.4	Diaria	0.42	0.59	215.66

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 215.66 USD.

4.3.1.5 Bofedal Puente Ayora 2

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 78 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 78-4. Valoración económica del COT del bofedal Puente Ayora 2

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
0.33	192.68	63.59	3.00	578.05	190.76

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 578.05 USD por hectárea, sin embargo al acumular 63.59 t en una extensión total inferior a una hectárea, el ingreso total es de 190.76 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Puente Ayora 2 es la más baja de todos los bofedales por tener una extensión pequeña, siendo capaz de mantener únicamente a 0.01 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 0.04 L al día.

Tabla 79-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Puente Ayora 2

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	0.04	Diaria	0.42	0.01	5.42

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 5.42 USD.

4.3.1.6 Bofedal Pachancho

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 80 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 80 -4. Valoración económica del COT del bofedal Pachancho

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
10.41	77.11	802.68	3.00	231.32	2 408.05

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 231.32 USD por hectárea, al acumular 802.68 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 2 408.05 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Pachancho para tener una producción óptima es de 2.7 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 10 L al día.

Tabla 81-4. Valoración económica de la actividad ganadera del bofedal Pachancho

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	10	Diaria	0.42	4.20	1 531.84

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 1 531.84 USD.

4.3.1.7 Bofedal Puente Ayora 1

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 82 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 82-4. Valoración económica del COT del bofedal Puente Ayora 1

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
13.8	229.88	3 172.35	3.00	689.64	9 517.04

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 689.64 USD por hectárea, al acumular 229.88 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 9 517.04 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Puente Ayora 1 para tener una producción óptima es de 0.4 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 1.4 L al día.

Tabla 83-4. Valoración económica producción de leche del bofedal Puente Ayora 1

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	1.4	Diaria	0.42	0.61	221.90

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 221.90 USD.

4.3.1.8 Bofedal Puente Ayora 3

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 84 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 84-4. Valoración económica del COT del bofedal Puente Ayora 3

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
13.86	82.23	1 139.72	3.00	246.69	3 419.16

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 246.69 USD por hectárea, al acumular 1 139.72 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 3 419.16 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Puente Ayora 3 para tener una producción óptima es de 0.4 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 1.5 L.

Tabla 85-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Puente Ayora 3

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	1.5	Diaria	0.42	0.61	222.84

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 222.84 USD.

4.3.1.9 Bofedal Cooperativa Santa Teresita

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 86 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 86-4. Valoración económica del COT del bofedal Coop Santa Teresita

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
2.41	132.70	319.80	3.00	398.09	959.39

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 398.09 USD por hectárea, al acumular 132.70 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 959.39 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Cooperativa Santa Teresita es una de las más bajas de todos los bofedales por tener una extensión pequeña, siendo capaz de mantener únicamente a 0.1 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 0.3 L al día.

Tabla 87-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Coop Santa Teresita

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	0.3	Diaria	0.42	0.11	38.60

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 38.60 USD.

4.3.1.10. Bofedal Cóndor Samana

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 88 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 88-4. Valoración económica del COT del bofedal Cóndor Samana

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
24.48	136.18	3 333.74	3.00	408.55	10 001.22

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 408.55 USD por hectárea, al acumular 3 333.74 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 10 001.22 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Cóndor Samana para tener una producción óptima es de 6.3 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 23.6 L al día.

Tabla 89-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Cóndor Samana

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	23.6	Diaria	0.42	9.93	3 624.52

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 3 624.52 USD.

4.3.1.11 Bofedal Los Hieleros

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 90 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 90-4. Valoración económica del COT del bofedal Los Hieleros

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
30.65	67.88	2 080.42	3.00	203.63	6 241.27

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 203.63 USD por hectárea, al acumular 2 080.42 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 6 241.27 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Los Hieleros para tener una producción óptima es de 0.9 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 3.2 L.

Tabla 91-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Los Hieleros

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	3.2	Diaria	0.42	1.35	493.40

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 493.40 USD.

4.3.1.12 Bofedal Portal Andino

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 92 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 92-4. Valoración económica del COT del bofedal Portal Andino

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
11.42	113.45	1 295.60	3.00	340.35	3 886.81

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 340.35 USD por hectárea, al acumular 113.45 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 3 886.81 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Portal Andino para tener una producción óptima es de 2.9 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 11.0 L al día.

Tabla 93-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Portal Andino

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	11.0	Diaria	0.42	4.61	1 682.95

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 1 682.95 USD.

4.3.1.13 Bofedal Lazabanza

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 94 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 94-4. Valoración económica del COT del bofedal Lazabanza

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
30.11	64.58	1 944.59	3.00	193.75	5 833.77

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 193.75 USD por hectárea, al acumular 1 944.59 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 5 833.77 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Lazabanza para tener una producción óptima es de 7.8 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 29.2 L al día.

Tabla 95-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Lazabanza

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	29.2	Diaria	0.42	12.27	4 476.98

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 4 476.98 USD.

4.3.1.14 Bofedal Pampas Salasaca

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 96 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 96-4. Valoración económica del COT del bofedal Pampas Salasaca

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
177.89	145.13	25 817.08	3.00	435.39	77 451.24

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 435.39 USD por hectárea, al acumular 25 817.08 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 77 451.24 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Pampas Salasaca para tener una producción óptima es de 46.1 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 172.5 L al día.

Tabla 97-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Pampas Salasaca

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	172.5	Diaria	0.42	72.44	26 440.66

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 26 440.66 USD.

4.3.1.15 Bofedal Mechahuasca

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 98 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 98-4. Valoración económica del COT del bofedal Mechahuasca

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
38.96	282.29	10 998.14	3.00	846.88	32 994.41

* COT: Carbono orgánico total

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 846.88 USD por hectárea, al acumular 10 998.14 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 32 994.41 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Mechahuasca para tener una producción óptima es de 1.1 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 4.1 L al día.

Tabla 99-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Mechahuasca

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	4.1	Diaria	0.42	1.72	627.12
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016					

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 627.12 USD.

4.3.1.16 Bofedal Río Blanco

a) Valoración económica del carbono orgánico almacenado

En la tabla 100 se muestran los resultados de la valoración económica del carbono orgánico almacenado en este bofedal.

Tabla 100-4. Valoración económica del COT del bofedal Río Blanco

Extensión (ha)	COT (t/ha)	COT/área bofedal (t)	Precio por tonelada (USD)	Ingreso por ha (USD)	Ingreso total (USD/año)
73.67	231.95	17 088.10	3.00	695.86	51 264.30
* COT: Carbono orgánico total					
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016					

El ingreso económico que se generaría en este bofedal por almacenamiento de carbono orgánico es de 695.86 USD por hectárea, al acumular 17 088.10 t en la totalidad de su extensión el ingreso total ascendería a 51 264.30 USD al año.

b) Valoración económica de producción de leche

La capacidad de carga ganadera de Río Blanco para tener una producción óptima es de 2.1 UA en la totalidad de su extensión, por lo tanto la producción de leche es de 7.7 L al día.

Tabla 101-4. Valoración económica de producción de leche del bofedal Río Blanco

Rubro	Cantidad (L)	Frecuencia de producción	Precio unitario (USD)	Ingreso diario (USD)	Ingreso total (USD/año)
Leche	7.7	Diaria	0.42	3.25	1 186.36

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El ingreso económico que se genera en este bofedal por producción de leche es de 1 186.36 USD.

4.3.1.17 Análisis de la valoración económica del carbono orgánico y producción de leche en los bofedales de la RPFCh

En la siguiente tabla se presentan los resultados globales de la valoración económica del almacenamiento de carbono orgánico y de producción de leche en los bofedales de estudio.

Tabla 102-4. Comparación de ingresos globales

ID Bofedal	Extensión (ha)	Estado de amenaza	COT/área bofedal (t)	Ingresos por almacenamiento de CO (USD)	Ingresos por producción de leche (USD)
A1	12.03	Medio	1158.01	3 474.02	193.76
A2	10.15	Alto	2596.01	7 788.04	1 504.76
A3	56.02	Bajo	24400.67	73 202.01	902.35
A4	13.40	Medio	1113.52	3 340.55	215.66
A5	0.33	Bajo	63.59	190.76	5.42
A6	10.41	Muy Alto	802.68	2 408.05	1 531.84
A7	13.80	Medio	3172.35	9 517.04	221.90
A8	13.86	Medio	1139.72	3 419.16	222.84
A9	2.41	Bajo	319.80	959.39	38.60
A10	24.48	Alto	3333.74	10 001.22	3 624.52
A11	30.65	Bajo	2080.42	6 241.27	493.40
A12	11.42	Alto	1295.60	3 886.81	1 682.95
A13	30.11	Alto	1944.59	5 833.77	4 476.98
A14	177.89	Alto	25817.08	77 451.24	26 440.66
A15	38.96	Medio	10998.14	32 994.41	627.12
A16	73.67	Medio	17088.10	51 264.30	1 186.36
Total	519.59	Medio	97 324.01	291 972.03	43 369.12

*CO: Carbono orgánico

*A1: Cruz del Arenal 2; A2: Casa cóndor; A3: Cruz del Arenal 1; A4: Culebrillas; A5: Puente Ayora 2; A6: Pachancho; A7: Puente Ayora 1; A8: Puente Ayora 3; A9: Coop Santa Teresita; A10: Cóndor Samana; A11: Los hieleros; A12: Portal Andino; A13: Lazabanza; A14: Pampas Salasaca; A15: Mechahuasca; A16: Río Blanco.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

Los ingresos que se generarían en los bofedales por almacenamiento de carbono y por producción de leche dependen directamente de la extensión, cantidad de materia orgánica,

capacidad de producción de forraje y estado de amenaza de cada bofedal. Bajo ese planteamiento y una vez realizada la valoración económica se obtiene que los ingresos por almacenamiento de carbono orgánico en los bofedales de la RPFCh ascenderían a 291 972.03 USD/año, superando ampliamente a los ingresos generados por venta de leche 43 369.12 USD/año en un área total de 519.59 ha.

El almacenamiento de carbono orgánico generaría mayores ingresos económicos que las actividades ganaderas que tienen lugar en la mayoría de bofedales. Sin embargo las valoraciones económicas individuales de cada área de estudio (16) indican que en el 37.5 % de los bofedales los ingresos por actividades ganaderas superan a los ingresos por almacenamiento de carbono; mientras que en el 62.5 % de los bofedales los ingresos generados por almacenamiento de carbono superan a los ingresos por actividades ganaderas.

4.3.1.18 Correlación grado de amenaza- valoración económica

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson	p-valor
Grado_Amenaza_1	Valor económico	184	-0.62	0.0001

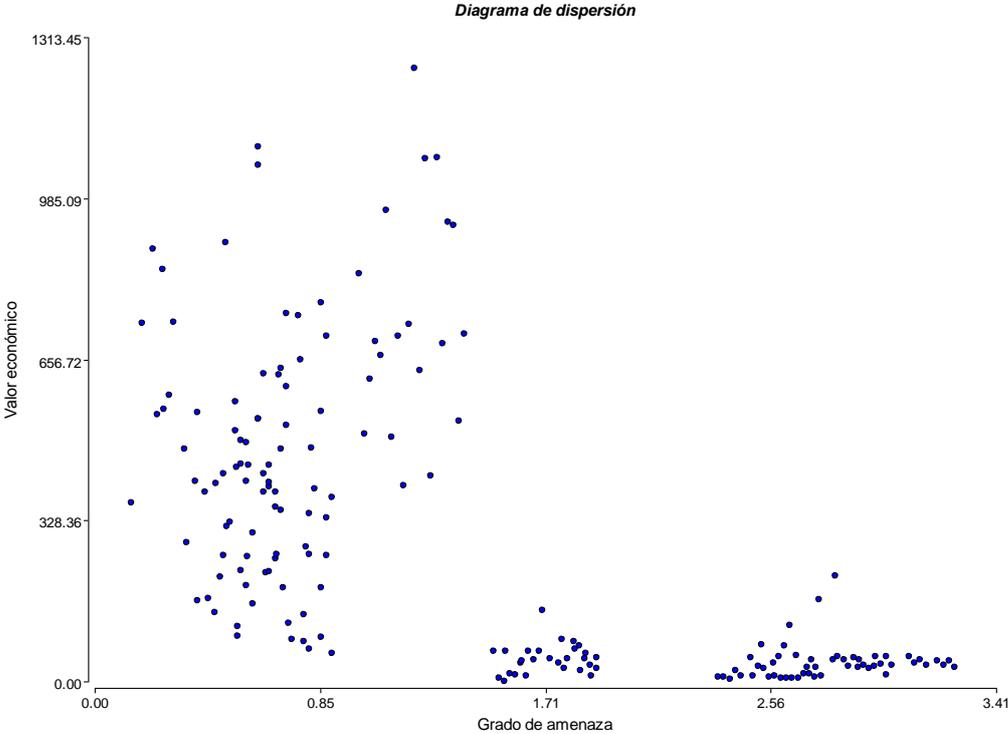


Gráfico 60-4. Diagrama de dispersión grado de amenaza-valor económico
 Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El coeficiente de Pearson indica una correlación alta negativa de -0.62, esto significa que cuando el grado de intervención antrópica aumenta el valor económico del carbono orgánico almacenado en el suelo disminuye, esto se refleja en el gráfico 60-4.

4.3.2 Análisis de rentabilidad

4.3.2.1 Rentabilidad de la actividad de almacenamiento de carbono

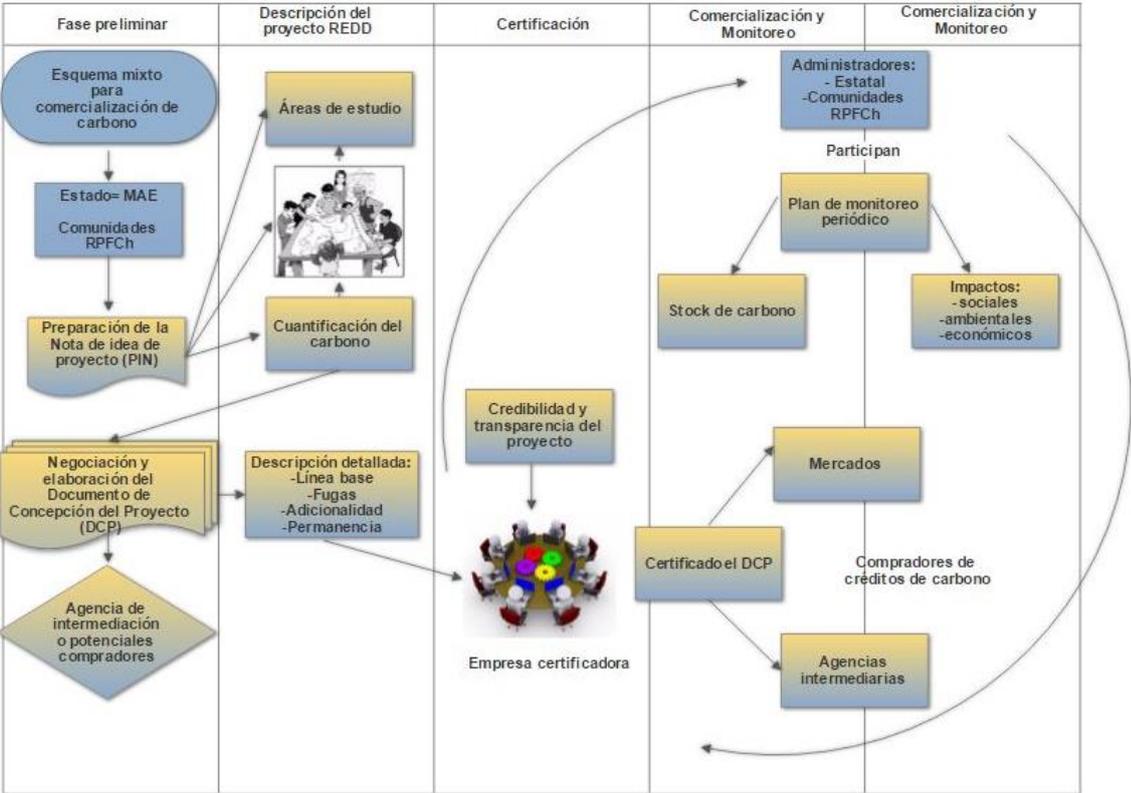


Gráfico 61-4. Esquema de comercialización de carbono.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

En el gráfico 61-4 se presenta el flujograma de la iniciativa de comercialización de carbono en el que se propone un esquema de constitución mixto conformado por el Ministerio de Ambiente y las comunidades de la RPFCh, quienes en conjunto deben preparar la información necesaria para la propuesta (áreas de estudio, participantes, cuantificación del carbono, entre otra información pertinente) que permita la elaboración del documento de concepción del proyecto (DCP) a través de una agencia de intermediación o potenciales compradores de créditos de carbono. Una vez que el DCP esté listo se debe contratar una empresa certificadora que verifique toda la información

contenida en dicho documento, después de obtener la certificación se deben buscar compradores de los créditos de carbono en mercados establecidos o a través de agencias intermediarias. El mantenimiento del proyecto en el mercado de carbono dependerá del plan de monitoreo ejecutado por los proveedores del servicio (MAE- comunidades RPFCh) en el que deben medir el stock de carbono almacenado en el suelo y el mejoramiento de indicadores sociales, ambientales y económicos que permitan obtener una nueva certificación y por lo tanto la continuidad del proyecto.

Bajo ese planteamiento para realizar el análisis de rentabilidad se parte de la identificación de las necesidades económicas en las que se incurriría al ejecutar esta iniciativa, describiendo la inversión inicial, costos, gastos, amortizaciones, depreciaciones e ingresos, estos rubros a su vez permiten calcular el estado de resultados y el flujo de caja que indican la viabilidad económica y financiera del almacenamiento de carbono. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

a) Estado de resultados proyectado

Tabla 103-4. Estado de resultados por almacenamiento de carbono

RUBROS / AÑOS DE VIDA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas Netas	\$ 291.972.0	\$ 306.570.6	\$ 321.899.1	\$ 337.994.1	\$ 354.893.83
(-) Costo de Producción	-\$ 94.374.00	-\$ 73.314.65	-\$ 77.085.83	-\$ 81.021.37	-\$ 111.379.4
(=) Utilidad Bruta	\$ 197.598.03	\$ 233.255.98	\$ 244.813.33	\$ 256.972.75	\$ 243.514.33
(-) Gastos de Administración	-\$ 5.025.04	-\$ 5.095.04	-\$ 5.168.54	-\$ 3.929.18	-\$ 4.010.21
(-) Gastos de Ventas	-\$ 26.000.00	-\$ 27.300.00	-\$ 28.665.00	-\$ 30.098.25	-\$ 31.603.16
(-) Gastos de distribución	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
(-) Gastos Financieros	-\$ 1.864.27	-\$ 1.564.92	-\$ 1.232.65	-\$ 863.82	-\$ 454.43
= Utilidad antes de Impuestos	\$ 164.708.73	\$ 199.296.03	\$ 209.747.15	\$ 222.081.50	\$ 207.446.53
(-) 15% Participación Trabajadores	-\$ 24.706.31	-\$ 29.894.40	-\$ 31.462.07	-\$ 33.312.22	-\$ 31.116.98
(-) 25% Impuesto a la Renta	-\$ 41.177.18	-\$ 49.824.01	-\$ 52.436.79	-\$ 55.520.37	-\$ 51.861.63
(=) Utilidad Neta	\$ 98.825.24	\$ 119.577.62	\$ 125.848.29	\$ 133.248.90	\$ 124.467.92

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El estado de resultados proyectado para los 5 primeros años de ejecución de esta actividad económica indica una utilidad de USD 98 825.24 para el primer año, incrementándose de forma considerable durante el periodo evaluado y al finalizar el año 5 las utilidades netas ascenderían a USD 124 467.72, que representan un incremento del 26% respecto a la utilidad neta del primer año.

b) Flujo neto de efectivo

Tabla 104-4. Flujo neto de efectivo por almacenamiento de carbono

RUBROS / AÑOS DE VIDA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas Netas		291.972.03	306.570.63	321.899.16	337.994.12	354.893.83
(-) Costo de Producción		-94.374.00	-73.314.65	-77.085.83	-81.021.37	-111.379.4
(=) Utilidad Bruta		197.598.03	233.255.98	244.813.33	256.972.75	243.514.33
(-) Gastos de Administración		- 5.025.04	- 5.095.04	-5.168.54	- 3.929.18	- 4.010.21
(-) Gastos de Ventas		- 26.000.00	- 27.300.00	- 28.665.00	- 30.098.25	- 31.603.16
(-) Gastos de distribución		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(-) Gastos Financieros (Intereses)		- 1.864.27	- 1.564.92	- 1.232.65	- 863.82	- 454.43
(=) Utilidad antes de Impuestos		164.708.73	199.296.03	209.747.15	222.081.50	207.446.53
(-) 15% Participación Trabajadores		- 24.706.31	- 29.894.40	- 31.462.07	- 33.312.22	- 31.116.98
(-) 25% Impuesto a la Renta		- 41.177.18	- 49.824.01	- 52.436.79	-55.520.37	- 51.861.63
(=) Utilidad Neta		98.825.24	119.577.62	125.848.29	133.248.90	124.467.92
(+) Depreciaciones		1.666.04	1.667.04	1.668.04	352.50	353.50
(+) Amortizaciones		2.200.00	2.200.00	2.200.00	2.200.00	2.200.00
(-) Pago Préstamo (Capital)		- 2.721.33	- 3.020.67	- 3.352.95	- 3.721.77	- 4.131.17
(+) Valor de Salvamento						542.90
(-) Inversiones						
Fija	- 34.835.0					
Diferida	- 11.000.0					
Capital de Trabajo	-38.904.4					
(=) Flujo Neto de Efectivo	-84.739.4	99.969.94	120.423.98	126.363.38	132.079.63	123.433.15
VAN	323.217					
TIR	128%					

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

El flujo neto de efectivo a través de los ratios de rentabilidad económica refleja un VAN de \$ 323 217 y una TIR del 128 %, es importante mencionar que la alta rentabilidad que refleja el almacenamiento de carbono está determinada porque los costos operativos de esta iniciativa no son altos.

4.3.2.2 Rentabilidad de la producción de leche

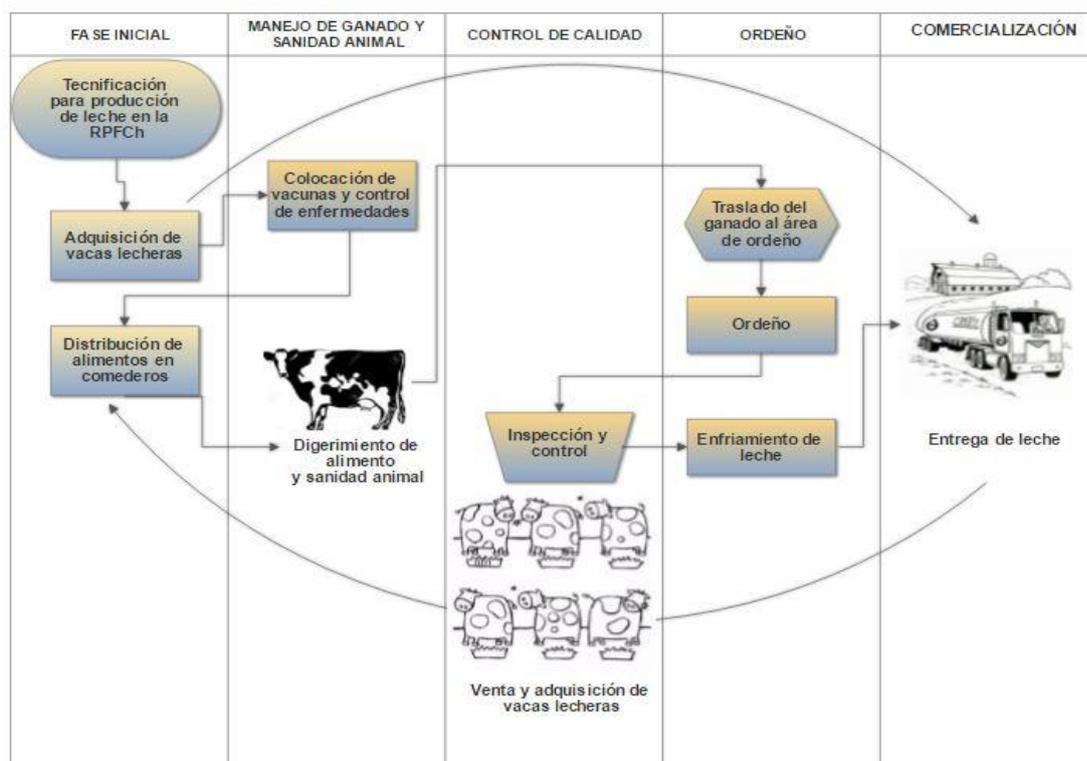


Gráfico 62-4. Esquema de comercialización de leche.

Elaborado por: Lozano Patricio, 2017

En el gráfico 62-4 se presenta el flujograma que explica las fases que tendría la tecnificación de la producción y comercialización de leche producida en los bofedales, en primera instancia se debe garantizar que las vacas tengan condiciones óptimas en cuanto a sanidad y control de enfermedades a través de colocación de vacunas que ayuden a cumplir este propósito. Una vez realizado el ordeño la leche debe pasar por la fase de inspección y control en la que el vaquero autorizará el enfriamiento de la leche para su posterior comercialización.

Para el análisis de rentabilidad económica de la producción de leche se considera la capacidad de carga que tienen los bofedales sin modificar la composición forrajera del suelo, en otras palabras este escenario muestra la productividad actual de quienes se dedican a esta actividad económica en los bofedales de la RPFCh, bajo ese planteamiento las unidades animales (UA) de ganado que soporta este ecosistema son 76 vacas que tendrían una producción de 101 849 litros de leche al año.

a) Estado de resultados proyectado

Tabla 105-4. Estado de resultados por venta de leche

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO					
RUBROS / AÑOS DE VIDA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas Netas	\$ 42.776.58	\$ 44.915.41	\$ 47.161.18	\$ 49.519.24	\$ 51.995.20
(-) Costo de Producción	-\$ 422.822.20	-\$ 443.687.76	-\$ 445.526.26	-\$ 447.456.64	-\$ 449.483.48
(=) Utilidad Bruta	-\$ 380.045.62	-\$ 398.772.35	-\$ 398.365.08	-\$ 397.937.40	-\$ 397.488.28
(-) Gastos de Administración	-\$ 25.677.97	-\$ 26.917.97	-\$ 28.219.97	-\$ 29.262.10	-\$ 30.697.56
(-) Gastos de Ventas	-\$ 3.500.00	-\$ 3.675.00	-\$ 3.858.75	-\$ 4.051.69	-\$ 4.254.27
(-) Gastos de distribución	-\$ 1.500.00	-\$ 1.575.00	-\$ 1.575.00	-\$ 1.575.00	-\$ 1.575.00
(-) Gastos Financieros	-\$ 2.307.56	-\$ 1.937.04	-\$ 1.525.75	-\$ 1.069.23	-\$ 562.48
= Utilidad antes de Impuestos	-\$ 413.031.15	-\$ 432.877.36	-\$ 433.544.55	-\$ 433.895.41	-\$ 434.577.59
(-) 15% Participación Trabajadores	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
(-) 25% Impuesto a la Renta	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
(=) Utilidad Neta	-\$ 413.031.15	-\$ 432.877.36	-\$ 433.544.55	-\$ 433.895.41	-\$ 434.577.59

Elaborado por: Lozano Patricio, 2016

De acuerdo a la tabla 105-4 los ingresos que se generan por producción de leche son bajos frente a la inversión inicial, gastos de administración, costos de producción y demás rubros que se deben asumir para tecnificar la producción, lo que hace que esta actividad económica no sea viable en los bofedales de la RPFCh.

b) Flujo neto de efectivo

Tabla 106-4. Flujo de efectivo por venta de leche

RUBROS / AÑOS DE VIDA	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas Netas		47.776.58	49.915.41	52.161.18	54.519.24	56.995.20
(-) Costo de Producción		-422.822	-443.687.7	-445.526.2	-447.456.	-449.483
(=) Utilidad Bruta		-375.045	-393.772.3	-393.365.0	-392.937	-392.488
(-) Gastos de Administración		-25.677.9	-26.917.97	-28.219.97	-29.262.1	-30.697.5
(-) Gastos de Ventas		-3.500.00	-3.675.00	-3.858.75	-4.051.69	-4.254.27
(-) Gastos de distribución		-1.500.00	-1.575.00	-1.575.00	-1.575.00	-1.575.00
(-) Gastos Financieros (Intereses)		-2.307.56	-1.937.04	-1.525.75	-1.069.23	-562.48
(=) Utilidad antes de Impuestos		-408.031	-427.877.3	-428.544.5	-428.895	-429.577
(-) 15% Participación Trabajadores		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(-) 25% Impuesto a la Renta		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(=) Utilidad Neta		-408.031	-427.877.	-428.544.5	-428.895.4	-429.577.5
(+) Depreciaciones		5.888.97	5.889.97	5.890.97	5.567.00	5.568.00
(+) Amortizaciones		520.00	520.00	520.00	520.00	520.00
(-) Pago Préstamo (Capital)		-3.368.42	-3.738.95	-4.150.23	-4.606.76	-5.113.50

(+) Valor de Salvamento						27.215.10
(-) Inversiones						
Fija	-62.060.00					
Diferida	-2.600.00					
Capital de Trabajo	-40.229.27					
(=) Flujo Neto de Efectivo	-104.889.27	- 404.990	-425.206.3	-426.283.8	-427.415	-401.388
VAN	-1.536.588.52					
TIR	-----					
Elaborado por: Lozano Patricio, 2016						

El flujo neto de efectivo a través de los ratios de rentabilidad económica refleja un VAN con valores negativos y una TIR inexistente, en consecuencia esta actividad económica no es viable.

CONCLUSIONES

a) La diversidad de plantas en los bofedales es media por cuanto se obtuvo un promedio de 4.6 individuos por cada especie, con dominancia de la familias: Asteraceae (28.5 %), Poaceae (18.8 %) y Plantaginaceae (15.5 %), estas familias forman parte de la cobertura vegetal de todas las áreas estudiadas y agrupan a especies típicas de los bofedales como *Plantago rígida* (almohadilla), *Lucilia conoidea*, *Distichia muscoides* (almohadilla) y *Festuca spp.*

a.1) En cuanto a fauna, la diversidad de aves es media con un promedio de 4.34 individuos por especie, con una dominancia de la familia Falconidae con el 18,36 %, seguidos de la familia Furnariidae con el 15.10 %. En el caso de mamíferos la diversidad es baja por cuanto el índice es de 0,86 individuos por especie con dominancia de la familia Camelidae con el 44,28 %.

b) El ecosistema bofedal está sufriendo cambios en su composición vegetal y por lo tanto en su funcionalidad, de acuerdo al análisis de amenazas la media de todas las áreas de estudio es de 1.7, equivalente a una categoría media de afectación, esto significa que las amenazas están deteriorando moderadamente al ecosistema bofedal con un alcance que va del 25 al 50 % del área.

c) El suelo del ecosistema bofedal no es apto para actividades agrícolas, considerando que posee niveles medios de Calcio y Magnesio, además se caracteriza por poseer altos niveles de materia orgánica (7.2%), son suelos ácidos un pH promedio de 5.2, tiene bajos niveles de Amonio y Potasio, con altos niveles de Fósforo. Al ser un suelo de origen volcánico el 68,75 % tiene una textura arenosa franca y es un suelo no salino con un valor promedio de 227 uS.

c.1) A través del análisis microbiológico del suelo se aprecia que las bacterias Gramnegativas dominan la composición de este en un 75%, lo que de algún modo indica que sí existe alteración en los bofedales, sin embargo no significa que todas sean patógenas en virtud de que muchas forman parte de la flora del suelo y otras

aparecen por el cambio en el uso y la introducción de especies foráneas. De acuerdo al monitoreo de crecimiento de UFC se apreció que en los ambientes húmedos el crecimiento de bacterias es mayor que el de hongos.

- d) El suelo de los bofedales al poseer altos niveles de materia orgánica acumula mayor cantidad de carbono orgánico, hecho que se ve reflejado en 97 324 t al año en una extensión de 519.59 ha que representan el área total estudiada.
- e) Los ingresos generados por almacenamiento de carbono orgánico es de \$ 291 972.03 USD/año, valoración que están directamente relacionadas con la extensión, cantidad de materia orgánica, y el grado de intervención antrópica de los bofedales en estudio.
- f) El análisis económico financiero de las dos actividades económicas demuestran que impulsar una iniciativa económica para la conservación del ecosistema bofedal sobre la base del almacenamiento de carbono orgánico en el suelo es integralmente la mejor opción, por cuanto, el flujo neto de efectivo a través de los ratios de rentabilidad económica refleja un Valor Actual Neto de \$ 323 217 y una Tasa Interna de Retorno del 128%. Esta alta rentabilidad del almacenamiento de carbono está determinada porque los costos operativos de esta iniciativa no son altos.
- g) El coeficiente de Pearson indica una correlación negativa alta de -0.61 entre el grado de amenaza y la valoración económica, con alta significancia, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa (HA): La intervención antrópica disminuye significativamente el valor económica del carbono almacenado en el suelo de los bofedales de la RPFCh, y se rechaza la hipótesis nula (H0): La intervención antrópica no disminuye significativamente el valor económico del carbono almacenado en el suelo de los bofedales de la RPFCh.

RECOMENDACIONES

- a) Se deben tomar medidas de control inmediatas sobre las actividades antrópicas que se realizan en los bofedales, en virtud de que el deterioro del suelo es uno de los factores que incide en la capacidad de captura y almacenamiento de carbono.
- b) Para complementar la valoración económica del almacenamiento de carbono en el ecosistema bofedal es necesario cuantificar la cantidad de carbono que almacena la vegetación de este ecosistema.
- c) Los resultados de esta investigación deberían ser considerados para el desarrollo de un modelo de uso sustentable de los bofedales de la RPFCh que permita impulsar procesos de conservación y mantener los servicios ecosistémicos que provee.
- d) Se debe impulsar la implementación de un modelo de pago por servicios ecosistémicos a través de la comercialización de créditos de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

- Algorta, G. (19 de Abril de 2004). *Bacilos Gram-negativos no exigentes*. Recuperado el 21 de Mayo de 2016, de <http://higiene.edu.uy/cefa/Libro2002/Cap%2022.pdf>
- Andrade, J. (2016). *Determinación del estado de conservación de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo*. Trabajo de titulación. Ingeniería en Ecoturismo, Riobamba. Recuperado el 13 de Agosto de 2016
- Andrade, J. (2016). *Determinación del estado de conservación de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo*. Trabajo de titulación. Ingeniería en Ecoturismo, Riobamba. Recuperado el 13 de Agosto de 2016
- Anthelme, F., Meneses, R., & Dangles, O. (2014). Métodos para estudiar el efecto del cambio climático sobre los bofedales y sus servicios ambientales inherentes. 49.
- Arévalo, J. (2001). *Manual de Campo para el Monitoreo de Mamíferos Terrestres en Áreas de Conservación*. Asociación Conservacionista de Monteverde, San José. Recuperado el 6 de Octubre de 2015
- Banco Mundial. (17 de Septiembre de 2014). *The world Bank*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2016, de <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/09/17/cost-pollution>
- Boege, E. (2003). *Manual para gestión ambiental comunitaria, uso y conservación de la biodiversidad de los campesinos indígenas de América Latina* (Vol. 2). Estudios Agrarios.
- Camacho, V., & Ruiz, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Biociencias*, 3-15.
- Carrera, G. (20 de Octubre de 2001). *Metodología del Manual para Análisis de Suelo de la Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador*. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de RELEASE: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/3.-Reporte-de-la-RELEASE.pdf>
- Carvajal, F. (2010). *Servicios ecosistémicos: su relación con la geografía y la toma de decisiones ambientales*. Colombia. doi:<http://doi.org/ISSN:0718-7130>

- Castro, M. (2011). *Una valoración económica del almacenamiento de agua y carbono en los bofedales de los páramos ecuatorianos – la experiencia en Oña-Nabón-Saraguro- Yacuambi y el Frente Suroccidental de Tungurahua*. Quito: EcoCiencia /Wetlands International.
- Caziani, S., & Derlindati, E. (2002). Humedales altoandinos del Noroeste de Argentina: su contribución a la biodiversidad regional. *Consejo de Investigaciones*, 1-13.
- Centro de Información de Recursos Naturales. (2010). *Caracterización base de vegas y bofedales altoandinos para una gestión sostenible de los recursos hídricos. Primera parte: Región de Antofagasta*. Santiago de Chile: Ministerio de Planificación.
- Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente. (2003). Manual para Guardaparques. *Las áreas silvestres protegidas y la conservación de espacios naturales*. Valdivia, Chile: Editorial San Marino.
- Chávez, C. (12 de Octubre de 2010). Análisis económico-Financiero. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Clarke, K., & Gorley, R. (25 de marzo de 2001). User manual tutorial PRIMER 5.0. *PRMER 5.0*. Plymouth Marine Laboratory. Recuperado el 19 de ABRIL de 2016
- Constanza, R., D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . Van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 253-260.
- Contreras, F. (2007). *Funciones de bofedales altoandinos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Cooney, R. (2005). *El principio de precaución en la conservación de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales*. (F. a. International, Ed.) UICN.
- Daily, G., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P., . . . Walter, B. (2000). The Value of Nature and the Nature of Value. *Science*, 395-396.
- Díaz, P. (23 de Enero de 2015). Caracterización ecológica de los Bofedales, como hábitat vital de las Vicuñas en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con la aplicación de herramientas de SIG y teledetección. Quito, Pichincha, Ecuador.

- Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). *Precios de leche y carne*. MAGAP, Quito. Recuperado el 17 de Septiembre de 2016, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/infoproductor-precios>
- Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2014). *Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo*. Quito: Dirección Nacional de Biodiversidad, Vida Silvestre y Áreas Protegidas.
- Ecuador. Ministerio del Ambiente (a). (2014). *Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo*. Quito: Dirección Nacional de Biodiversidad, Vida Silvestre y Áreas Protegidas.
- Ecuador. Ministerio del Ambiente (b). (2012). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Eguiguren, P., & Ojeda, T. (2010). *Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2016, de http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Eguiguren-Ojeda_2010_Diversidad-Flor%C3%ADstica-del-PNP_docx.pdf
- Environmental Systems Research Institute. (10 de Diciembre de 2014). Software Arcgis 10.3. *Arcgis 10.3*. España. Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de <http://www.esri.com/>
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2016). *Informe de estación meteorológica noviembre 2015- junio 2016*. Proyecto Evaluación de los servicios ecosistémicos de la RPFCH, ESPOCH, Riobamba. Recuperado el 28 de Junio de 2016
- Fundación Ecológica Gustavo Orcés. (21 de Mayo de 2008). *Anfibios Ecuador*. Recuperado el 16 de Octubre de 2015, de <http://www.anfibioswebecuador.ec/GenericErrorPage.htm?aspxerrorpath=/default.aspx>
- García, R. (2003). Utilización de pastos tropicales para la producción de leche y carne. *Pastos y forrajes*, 51-54.

- Gerritsen, P., & Morales, J. (2001). Conservación de la biodiversidad. El papel del desarrollo y la participación local. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 2.
- Goodland, R., & Daly, H. (1996). Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable. *Ecological Applications*, 1002-1017.
- Granizo, & Tarsicio. (2006). *Manual para la conservación de áreas, PCA*. The Nature Conservancy. Quito: a Flores.
- Greenfield, P., & Ridgely, S. (2006). *Libro de aves del Ecuador* (Vol. 1). Recuperado el 23 de Noviembre de 2016
- Halffter, G. (1995). *Reservas de biósfera y conservación de la biodiversidad en el siglo XXI*.
- Hammer, H., Harper, D., & Ryan, H. (4 de Mayo de 2013). Paleontological statistics software package for education and data analysis. *PAST 2.17*. Oslo, Noruega: Natural History Museum, University of Oslo . Recuperado el 6 de Febrero de 2016, de <http://folk.uio.no/ohammer/past/terms.html>
- Hofstede, R., & Mena, P. (2002). *Los beneficios escondidos del páramo: Servicios ecológicos e impacto humano*. Quito.
- Hurley, A. (2004). *Análisis microbiológicos*. Metodología, Michigan. Recuperado el 2 de Marzo de 2016
- Jackson, M. (2003). Análisis químico de suelos. (Omega, Ed.) 662. Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBLO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000015>
- Lal, R. (2001). Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ - enrichment. *Soil Till. Elsevier*, 43, 81-107. doi:10.1016/S0167-1987(97)00036-6
- Larraín, S. (2010). *Reservas Estratégicas de Agua Dulce*.
- Lomas, P., Martín, B., Louit, C., Montoya, D., & Montes, C. (2005). *Guía Práctica para la Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales de los*

Ecosistemas (Departamento Interuniversitario de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid ed.). Madrid: Ulzama digital.

Macedo, M., & Vola, M. (13 de Mayo de 2006). *Bacilos Gram-positivos aerobios*. Recuperado el 25 de Mayo de 2016, de <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/grampositivosaerobios.pdf>

Martín-López (a), B., Gómez-Baggethun, E., & Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. 229-258.

Martín-López (b), B., González, J., Díaz, S., Castro, I., & Garcia-Llorente, M. (2007). Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. *Ecosistemas*, 69-80.

Martín-López (c), B., Gómez-Baggethun, E., González, J., Lomas, P., & Montes, C. (2009). The Assessment of Ecosystem Services Provided by Biodiversity: Rethinking Concepts and Research Needs. *Handbook of Nature Conservation*, 1 - 22.

Medina, G., & Mena, P. (19 de Enero de 2014). *Biodiversity*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de La biodiversidad de los páramos en el Ecuador: <https://utplbiodiversity.wikispaces.com/file/view/biodiversidad.pdf>

Microsoft, C. (2013). Recuperado el 21 de Marzo de 2016

Millenium Ecosystem Assessment. (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for assesment*. Washington: EM.

Montes, C., & Sala, O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. LAS relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Ecosistemas*, 137 - 147.

Nadler, C., Meza, A., Torres, R., & Jara, M. (2001). *Medición del carbono almacenado en los bosques de la Reserva Nacinal Malleco, IX Región Chile*. Universidad Austral de Chile, Santiago. Recuperado el 2 de Septiembre de 2016, de http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/32_Nadler.PDF

- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (8 de Febrero de 2016). *FAO*. Obtenido de Suelos arenosos: <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-arenosos/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (17 de Marzo de 2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 21 de Marzo de 2016, de FAO: <http://www.fao.org/about/who-we-are/es/>
- Osorio, J., & Correa, F. (2000). Valoración económica de costos ambientales: marco conceptual y métodos de estimación. 159-193.
- Percy, E., Jandl, R., Hall, J., & Lavigne, M. (2003). *El papel de los bosques en el ciclo, la captura y almacenamiento de carbono*.
- Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (11 de Febrero de 2014). *Amphibia WEB*. Recuperado el 6 de Mayo de 2016, de <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/Anfibios/AnfibiosEcuador/Default.aspx>
- Puente, W. (2000). *Técnicas de Investigación. Técnica de observación directa*. México. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>
- Salazar, S., & Sánchez, S. (2012). *Guía para el muestreo de suelos*. Centro Investigación de Caña de Azúcar del Ecuador, Guayaquil. Recuperado el 8 de Noviembre de 2015, de <http://cincae.org/wp-content/uploads/2013/07/guia-para-muestreo-de-suelos.pdf>
- Sobrevilla, C., & Bath, P. (1992). *Evaluación ecológica rápida. Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe*. . The Nature Conservancy, Estados Unidos. Recuperado el 4 de Octubre de 2015
- Tenelema, M. (2016). *Caracterización de los suelos de los bofedales en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en base al grado de intervención en dos pisos altitudinales*. Trabajo de titulación. Ingeniería Agronómica, Riobamba. Recuperado el 14 de Agosto de 2016

- Tirira, D. (2007). *Mamíferos del Ecuador* (1 ed.). (D. Tirira, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: Publicación especial 2. Recuperado el 21 de Noviembre de 2015
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (b). (Mayo de 2013). *Fundamentos científicos de una Lista Roja de Ecosistemas de la UICN*. Obtenido de UICN Lista Roja de Ecosistemas: <http://iucnrle.org/>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2008). *Lista Roja de Aves*. UICN. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de <http://www.iucn.org/es/content/lista-roja-de-aves-del-2008-impacto-del-cambio-clim%C3%A1tico-en-la-nueva-evaluaci%C3%B3n>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2008). *Lista Roja de especies amenazadas*. UICN. Recuperado el 23 de Febrero de 2016, de https://cmsdata.iucn.org/downloads/the_2008_review_of_the_red_list_the_iucn_red_list_a_key_conservation_tool_factsheet.pdf
- Valencia, E. (16 de Octubre de 2009). Manual de manejo de parcelas en pastoreo. Ciudad de México, México. Recuperado el 31 de Agosto de 2016, de http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/vaquillas/manuales/manual_pastoreo.pdf
- Walkley, A., & Black, I. (2014). *Validación del método analítico de Walkley-Black, para la determinación de materia orgánica en suelos*. Universidad Santiago de Cali, Cali. Recuperado el 12 de Julio de 2016, de <http://revistas.usc.edu.co/index.php/Ingenium/article/download/384/342>
- World Wildlife Fund for Nature. (2014). *Informe Planeta Vivo 2014*. Suiza: WWF.
- Wunder, S., Wertz-Kanounnikoff, S., & Moreno-Sanchez, R. (2007). Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, 39-52.
- Zambrano, L. (2016). *Estudio multitemporal de cobertura vegetal y uso de suelo en la RPFCH*. Trabajo de titulación. Ingeniería Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Recuperado el 15 de Agosto de 2016

ANEXOS

ANEXO A: Ficha para registro de flora y fauna

Flora

Sitio de muestreo:		Fecha:		Altitud:	
Tipo de muestreo:					
Responsable:					
Transecto No:		Recorrido			
<u>Especie</u>	No	Hora inicio	Hora final	Condición climática	
N. común: N. científico: Familia:					
<i>(Fotografía)</i>					
No de especímenes observados:		Descripción:			
1. <u>Etología</u>					
1.1 Competencia intraspecífica:					
Obtención de alimento <input type="checkbox"/> Territorio <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>					
Descripción:					
1.3 Competencia interespecífica:					
Obtención de alimento <input type="checkbox"/> Luz <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>					
Descripción:					
1.4 Relaciones ecológicas					
1.4.1 Positivas:					
Mutualismo <input type="checkbox"/> Simbiosis <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>					
Descripción:					
1.4.2 Negativas:					
Parasitismo <input type="checkbox"/> Inquilinismo <input type="checkbox"/> Predación <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>					
Descripción:					
1.5 <u>Nicho ecológico</u>					
1.6 <u>Funcionalidad</u>					
Especie bandera <input type="checkbox"/> E. paragua <input type="checkbox"/> E. endémica <input type="checkbox"/> E. ingeniera <input type="checkbox"/>					
E. indicadora <input type="checkbox"/>					
Descripción:					

Fauna

Sitio de muestreo:		Fecha:		Altitud:
Tipo de muestreo:				
Responsable:				
Transecto No:		<u>Recorrido</u>		
<u>Especie</u>	No	Hora inicio	Hora final	Condición climática
N. común: N. científico: Familia:				
No de especímenes observados:	Descripción taxonómica:			
(Fotografía)				
1. <u>Etología</u>				
1.1 Nivel que ocupa en la cadena trófica				
Herbívoro <input type="checkbox"/> Carnívoro <input type="checkbox"/> Omnívoro <input type="checkbox"/> Carroñero <input type="checkbox"/>				
Descripción:				
1.2 Competencia intraspecífica:				
Obtención de alimento <input type="checkbox"/> Territorio <input type="checkbox"/> Pareja para reproducción <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>				
Descripción:				
1.3 Competencia interespecífica:				
Obtención de alimento <input type="checkbox"/> Luz <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>				
Descripción:				
1.6 Relaciones ecológicas				
1.6.1 Positivas:				
Mutualismo <input type="checkbox"/> Comensalismo <input type="checkbox"/> Simbiosis <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>				
Descripción:				
1.4.2 Negativas:				
Parasitismo <input type="checkbox"/> Inquilinismo <input type="checkbox"/> Predación <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>				
Descripción:				
<u>Nicho ecológico</u>				
1.6 <u>Funcionalidad</u>				
Especie bandera <input type="checkbox"/> E. paraguá <input type="checkbox"/> E. endémica <input type="checkbox"/> E. ingeniera <input type="checkbox"/>				
E. indicadora <input type="checkbox"/>				
Descripción:				

ANEXO B: Ficha de caracterización de amenazas

Presión	Severidad	Alcance	Valor global
Pérdida de hábitat			
Reducción de cobertura vegetal			
Deterioro de afluentes naturales de agua			
Acumulación de desechos inorgánicos			
Conversión del ecosistema			
TOTAL			
Fuente de presión			
Ganado ovino y vacuno			
Construcciones en áreas no apropiadas			
Canalización de agua			
Uso de maquinarias para actividades pecuarias			
TOTAL			

ANEXO C: Escala de la Metodología PCA para análisis de amenazas

a. Presiones

1) Severidad

La severidad es calificada de acuerdo con el grado de daño que está produciendo actualmente al objeto de conservación, o que se espera le ocasione en el período de planificación que nos hemos propuesto. La calificación se basa en los siguientes criterios:

“**Muy alta**”, es probable que la presión elimine una porción del objeto de conservación.

“**Alta**”, es probable que la presión deteriore seriamente una porción del objeto de conservación.

“**Media**”, es probable que la presión deteriore moderadamente una porción del objeto de conservación.

“**Baja**”, es probable que la presión deteriore ligeramente una porción del objeto de conservación.

2) Alcance

El alcance también es calificado utilizando como parámetro la extensión geográfica de la presión sobre el objeto de conservación, en el presente o en plazo futuro fijado durante nuestro ejercicio de planificación. Las calificaciones para el alcance son las siguientes:

“**Muy alto**”, es probable que la presión esté ampliamente distribuida y afecte todas las localizaciones (u ocurrencias) del objeto de conservación (más del 75%).

“**Alto**”, es probable que la presión tenga amplio alcance y afecte muchas localizaciones (50-75%).

“**Medio**” Es probable que la presión tenga un alcance local y afecte algunas localizaciones (25-50%).

“**Bajo**”, es probable que la presión tenga alcance limitado y afecte pocas localizaciones (menos de 25%).

b. Fuentes de presión

1) Contribución

“**Muy alto**”, la fuente es un contribuyente muy grande a la presión particular (el principal o uno de los principales).

“**Alto**”, la fuente es un contribuyente grande a la presión particular.

“**Medio**”, la fuente es un contribuyente moderado a la presión particular.

“**Bajo**”, la fuente es un contribuyente pequeño a la presión particular.

2) Irreversibilidad

“**Muy alto**”, cuando los impactos son permanentes, o cuando las dificultades (tiempo, logística, capacidades técnicas, etc.) o los costos para revertirlos son demasiados altos.

“**Alto**”, cuando la reversión se encuentra en los márgenes de lo posible, pero presenta dificultades, tiene un costo elevado y requiere de una alta inversión de tiempo.

“**Medio**”, cuando las dificultades, costos y tiempo para revertir los impactos son moderadas.

“**Bajo**”, cuando las dificultades, costos y tiempo permiten una fácil reversión de los impactos de la presión.

ANEXO D: Procedimiento para análisis físico- químico de suelos

LABORATORIO DE SUELOS

Análisis físico y químico de suelos (16 muestras) de los bofedales de la RPFCH

El análisis físico y químico se realizó utilizando la metodología del Manual para Análisis de Suelo de la Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador (RELASE, 2001).

ANÁLISIS FÍSICO

1. Potencial de hidrógeno

Para determinar el potencial de hidrógeno se cumplió con el siguiente procedimiento:

- 1.1 Codificar los vasos “boca ancha” (uno por cada muestra) para identificarlos fácilmente.
- 1.2 Utilizando la balanza analítica, colocar 20 g de cada muestra de suelo en los vasos “boca ancha”.
- 1.3 Colocar 50 mL de agua destilada en cada vaso.
- 1.4 Mezclar todo el material utilizando una cucharilla diferente para cada recipiente.
- 1.5 Dejar reposar la mezcla por 30 minutos.
- 1.6 Colocar las muestras una a una en el PH-metro, esperar a que se estabilice y registrar la respectiva lectura.

2. Materia orgánica

Para determinar el porcentaje de materia orgánica se cumplió con el siguiente procedimiento:

- 2.1 Utilizando la balanza analítica, pesar las cápsulas y codificarlas para para identificar fácilmente cada muestra.
- 2.2 Colocar en las cápsulas 5 g de cada muestra.
- 2.3 Poner las cápsulas en la estufa a 105 °C por 24 horas.
- 2.4 Retirar de la estufa y registrar lo siguiente:
 - Peso de la cápsula
 - Peso de la cápsula + los 5 g de suelo
 - Y el peso luego de retirar de la estufa (peso estufa)
- 2.5 Colocar las cápsulas en la mufla a 450 °C por 15 minutos.
- 2.6 Retirar las cápsulas de la mufla, esperar a que se enfríen y registrar el nuevo peso (peso mufla).
- 2.7 Con los datos obtenidos se realizan las siguientes operaciones:
 - $\text{Peso estufa} - \text{peso cápsula} = \text{peso estufa real (per)}$
 - $\text{Peso mufla} - \text{peso cápsula} = \text{peso mufla real (pmr)}$
- 2.8 Con los resultados de las operaciones se aplica la siguiente fórmula para obtener el porcentaje de materia orgánica: $[(5 - \text{per})/\text{pmr}] \times 100$

3. Conductividad eléctrica

Para determinar la conductividad eléctrica se cumplió con el siguiente procedimiento:

- 3.1 Codificar los vasos “boca ancha” para identificar fácilmente cada muestra.
- 3.2 Colocar las muestras de suelo en los vasos hasta llenar las $\frac{3}{4}$ partes del mismo.
- 3.3 Añadir agua destilada en cada vaso, la cantidad necesaria para conseguir una consistencia no muy líquida ni muy espesa y dejar reposar por 20 minutos.

3.4 Colocar las muestras una a una en el conductímetro, esperar a que se estabilice y tomar la respectiva lectura.

4. Textura

Para determinar la textura del suelo se cumplió con el siguiente procedimiento:

- 4.1 Colorar 100 g de cada muestra en los recipientes de boca ancha previamente codificados.
- 4.2 Colocar 10 mL del reactivo “hexametáfosfato de sodio” y 200 mL de agua en cada recipiente.
- 4.3 Mezclar con una cuchara diferente cada recipiente y dejar reposar por 24 horas.
- 4.4 Remover el contenido de cada recipiente con la cuchara y traspasar todo su contenido a los tubos de vidrio con ayuda de agua para que no quede ninguna partícula del material en el recipiente anterior.
- 4.5 Con el hidrómetro se procede a aforar el contenido con agua común a 1205 mL.
- 4.6 Agitar vigorosamente cada tubo durante un minuto.
- 4.7 Luego de agitar la suspensión se coloca el hidrómetro y se espera 40 segundos para registrar la primera lectura.
- 4.8 Dejar reposar la suspensión por dos horas.
- 4.9 Colocar el hidrómetro, esperar 40 segundos y tomar la segunda lectura.
- 4.10 Con los datos generados se realizan las siguientes operaciones:
 - % Arena= $[(100 - \text{primera lectura})/100] \times 100$
 - % Arcilla= $(\text{segunda lectura} - 100)/100$
 - % Limo= $[100 - (\% \text{ arena} + \% \text{ arcilla})]$
- 4.11 Con los porcentajes de arena, arcilla y limo se interpretan los datos en el triángulo de texturas.

ANÁLISIS QUÍMICO

5. Nitrógeno, fósforo y potasio (NPK)

Para determinar la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio se preparan las muestras de la siguiente forma:

- En la balanza analítica pesar 2,5 g de cada muestra y colocarlas en las botellas de “boca ancha”, previamente codificadas.
- Añadir 25 mL de reactivo “Olsen” en cada botella.
- Colocar las botellas en el agitador por 20 minutos.
- Retirar las botellas del agitador y traspasar su contenido de forma individual a un nuevo recipiente con ayuda de un embudo.

5.1 Nitrógeno (N)

- Del extracto de cada muestra se toma 0,5 mL de alícuota y se coloca en un vaso previamente codificado.
- Añadir 9,5 mL de fenol y 10 mL de cloro.
- Dejar en reposo de 5 a 10 minutos.
- Encerar el colorímetro.
- Colocar cada muestra en el colorímetro y esperar hasta que se estabilice presionando el botón de inicio las veces que sea necesario hasta que el dato que arroje se repita varias veces.
- El dato registrado se multiplica por el factor de dilución (Fd) y el resultado se expresa en Mg/L
- Fórmula: $Fd = \text{volumen total (20 mL)} / \text{alícuota (0,5 mL)}$

5.2 Fósforo (P)

- Del extracto de cada muestra se toma 0,25 mL de alícuota y se coloca en un vaso previamente codificado.
- Añadir 9,75 mL de agua destilada y 10 mL de reactivo “B”.
- Dejar en reposo de 5 a 10 minutos.
- Encerar el colorímetro.
- Colocar cada muestra en el colorímetro y esperar hasta que se estabilice presionando el botón de inicio las veces que sea necesario hasta que el dato que arroje se repita varias veces.
- El dato registrado se multiplica por el factor de dilución (Fd) y el resultado se expresa en Mg/L
- Fórmula: $Fd = \text{volumen total (20 mL)} / \text{alícuota (0,25 mL)}$

5.3 Potasio (K)

- Del extracto de la muestra tomar 1 mL de alícuota y colóquela en un vaso previamente codificado.
- Añadir 9 mL de agua destilada y 10 mL de óxido de lantano.
- Dejar en reposo de 5 a 10 minutos.
- Colocar la muestra en el espectrofotómetro de absorción atómica y registre la lectura.
- El dato registrado se multiplica por el factor de dilución (Fd) y el resultado se expresa en Mg/L
- Fórmula: $Fd = \text{volumen total (20 mL)} / \text{alícuota (1 mL)}$

6. Carbono

Para determinar la cantidad de carbono se realiza el siguiente procedimiento:

6.1 Se aplica la siguiente fórmula: % Materia orgánica x 0,58.

ANEXO E: Interpolación de contenidos de carbono orgánico en el suelo de la RPFCh

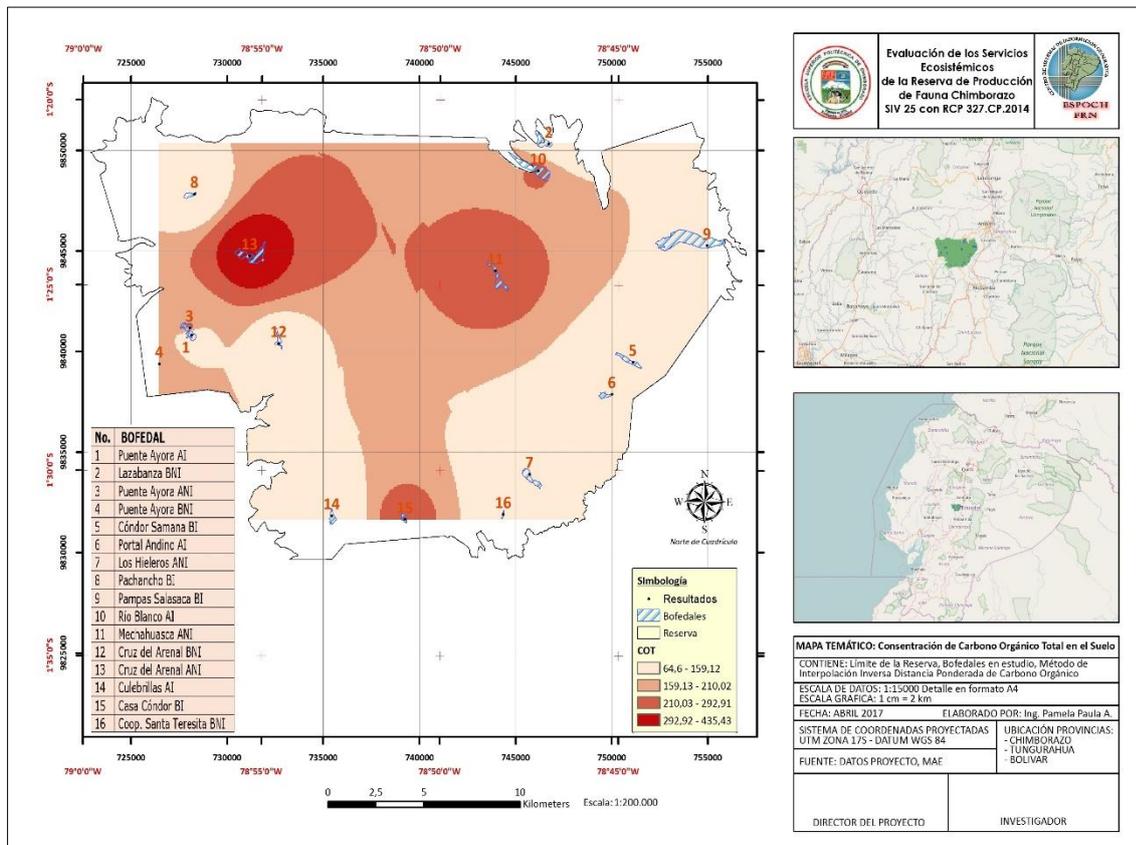


Gráfico 63-4. Acumulación de carbono orgánico en la RPFCh
Elaborado por: Paula Pamela, 2017

Las concentraciones más altas de carbono orgánico corresponden a las áreas entorno a los bofedales Cruz del Arenal 1, Mechahuasca y Casa Cóndor. Las áreas en color rojo corresponden a zonas que llegan hasta 435 t/ha de carbono y las áreas con colores menos fuertes los contenidos de carbono llegan hasta 64.6 t/ha.

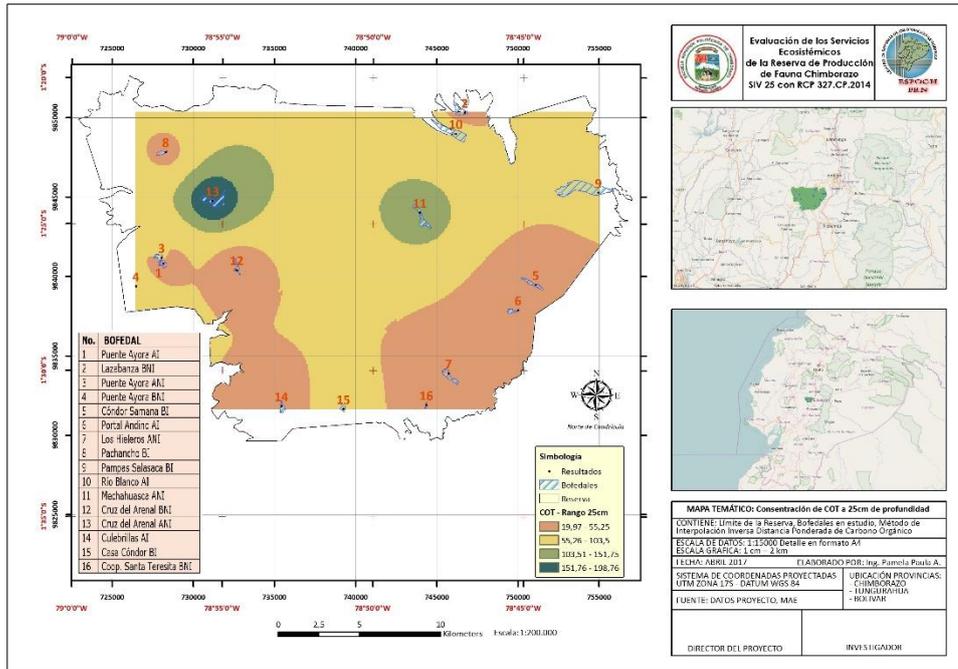


Gráfico 64-4. Acumulación de carbono orgánico a 25 cm
Elaborado por: Paula Pamela, 2017

De 0 a 25 cm de profundidad se registran valores que llegan hasta 198.76 t/ha de carbono orgánico (colores verdes), estas concentraciones se encuentran entorno a los bofedales Cruz del Arenal 1 y Mechahuasca. Las áreas con colores rojizos corresponden a los contenidos más bajos de carbono a esta profundidad que oscilan entre 19.97- 55.25 t/ha.

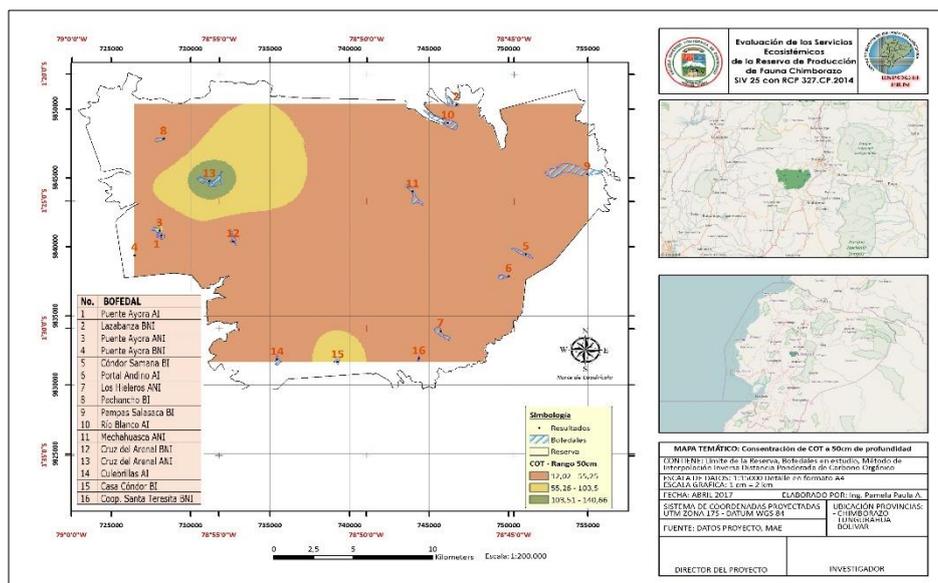


Gráfico 65-4. Acumulación de carbono orgánico a 50 cm
Elaborado por: Paula Pamela, 2017

De 26 a 50 cm de profundidad se registran valores que llegan hasta 140.66 t/ha de carbono orgánico (colores verdes), estas concentraciones se encuentran entorno a los bofedales Cruz del Arenal 1 y Casa Cóndor. Las áreas con colores rojizos corresponden a los contenidos más bajos de carbono a esta profundidad que oscilan entre de 12.02 – 55.25 t/ha.

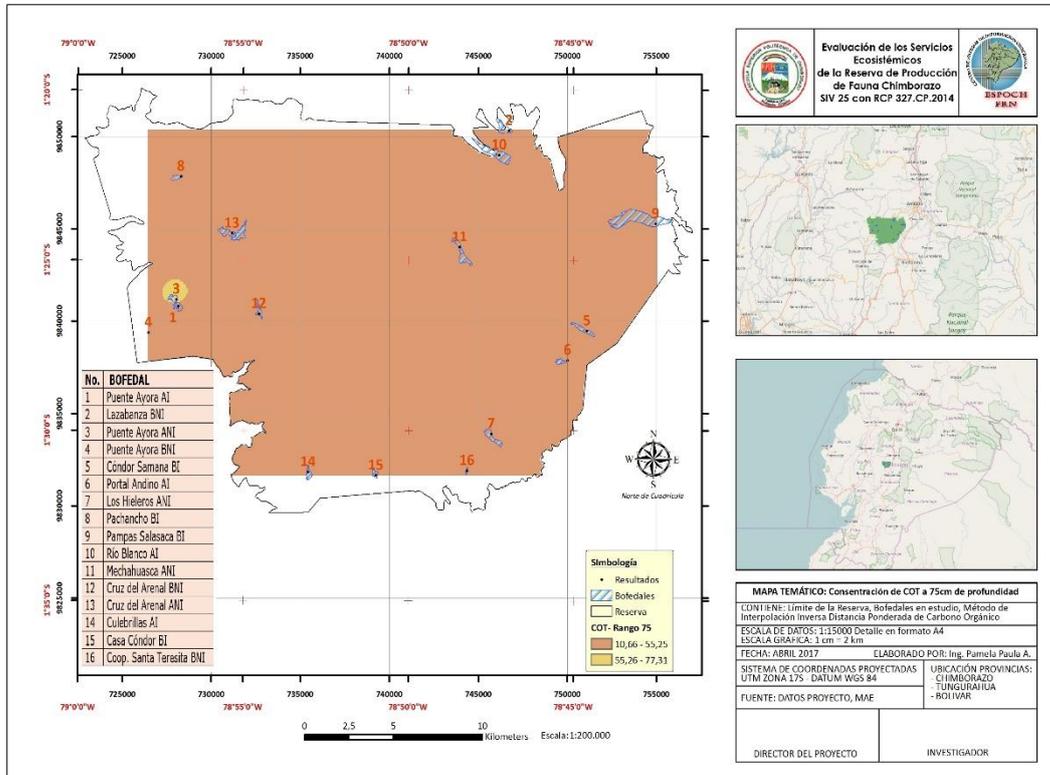


Gráfico 66-4. Acumulación de carbono orgánico a 75 cm

Elaborado por: Paula Pamela, 2017

De 51 a 75 cm de profundidad se registran valores que llegan hasta 77.31 t/ha de carbono orgánico (color amarillo), estas concentraciones se encuentran entorno al bofedal Puente Ayora 1. Las áreas con colores rojizos corresponden a los contenidos más bajos de carbono a esta profundidad que oscilan entre de 10.66 – 55.25 t/ha.

Evidentemente a esta profundidad los contenidos de CO son similares en toda la extensión de la reserva.

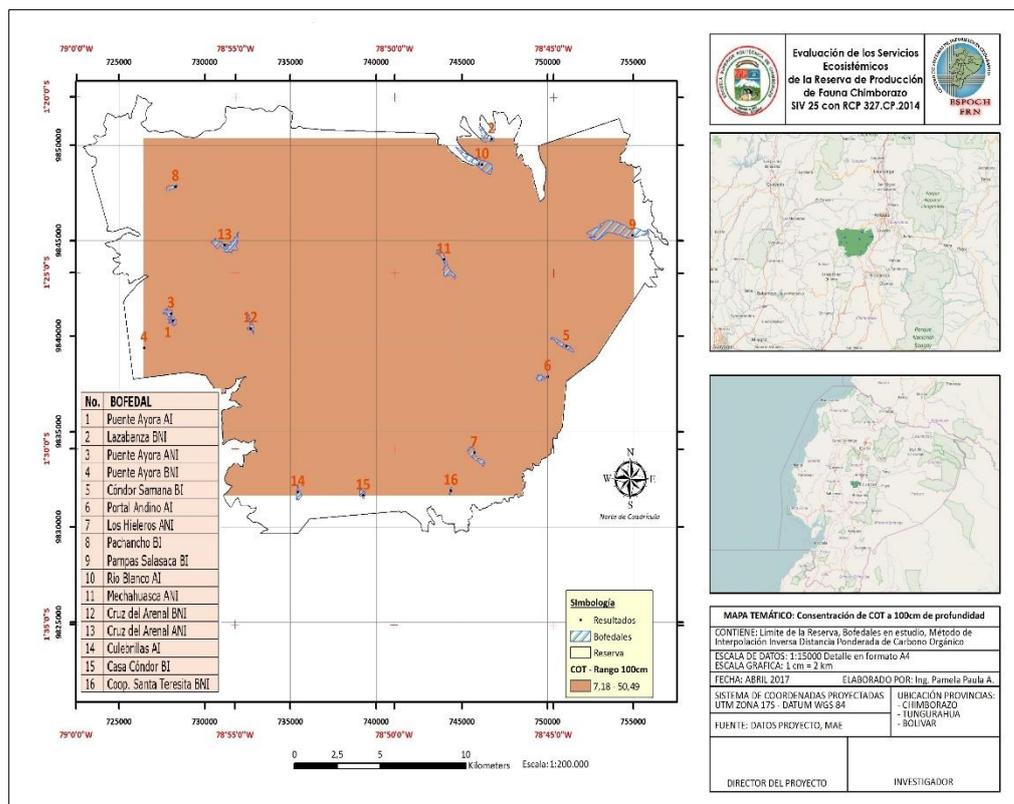


Gráfico 67-4. Acumulación de carbono orgánico a 100 cm

Elaborado por: Paula Pamela, 2017

De 76 a 100 cm de profundidad se registran valores que llegan hasta 50.49 t/ha de carbono orgánico (color rojizo). Evidentemente a esta profundidad los contenidos de CO son similares en toda la extensión de la reserva.

ANEXO F: Humedad del suelo de la RPFCh

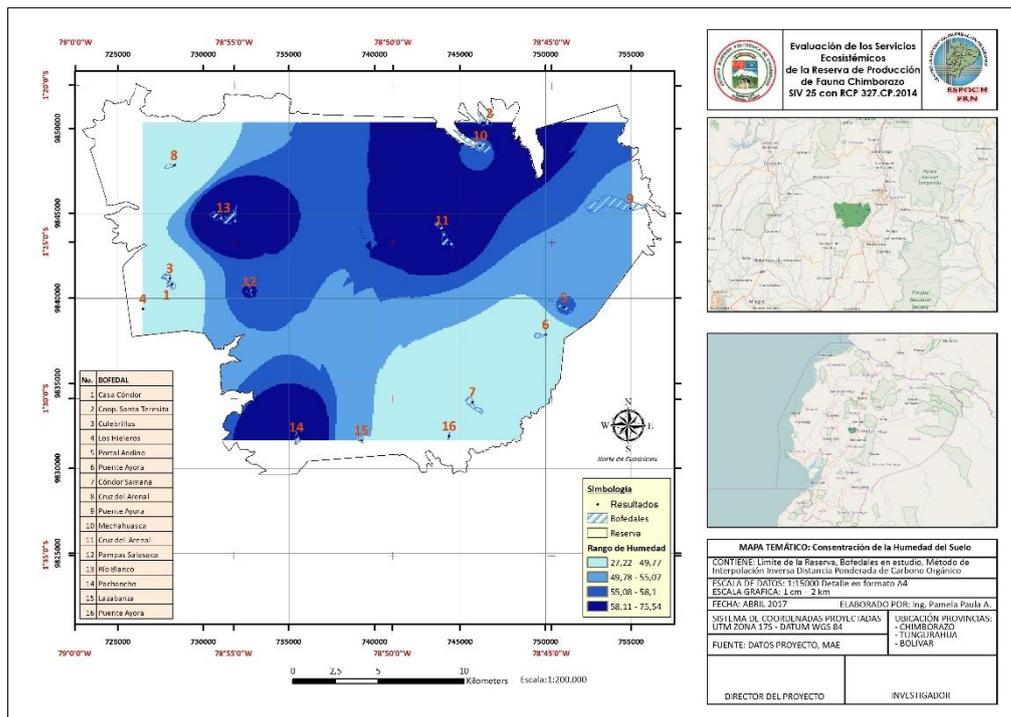


Gráfico 68-4. Humedad del suelo de la RPFCh

Elaborado por: Paula Pamela, 2017

Los suelos de los bofedales poseen una humedad máxima que oscila entre 58.11 a 75.54 % en las zonas de color azul, correspondientes a bofedales localizados en las provincias de Tungurahua y Bolívar, por otra parte los suelos de Chimborazo presentan los menores porcentajes de humedad con valores que oscilan entre 27.22 y 49.77 % (zonas de color celeste claro).