



INV MINERALES ECUADOR S.A.

MONITOREO BIOTICO DEL PROYECTO ESTRATÉGICO “LOMA LARGA”



Director

Blgo. Pedro Astudillo Webster, Ph. D.

Coordinacion:

Blgo. Santiago Barros

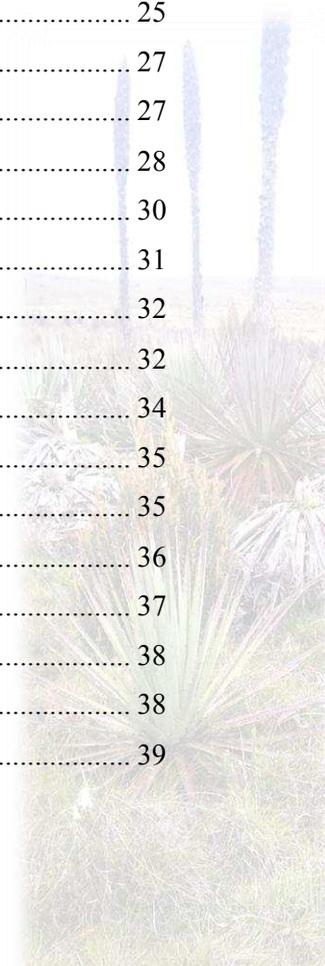
Cuenca – Ecuador

Julio 2020



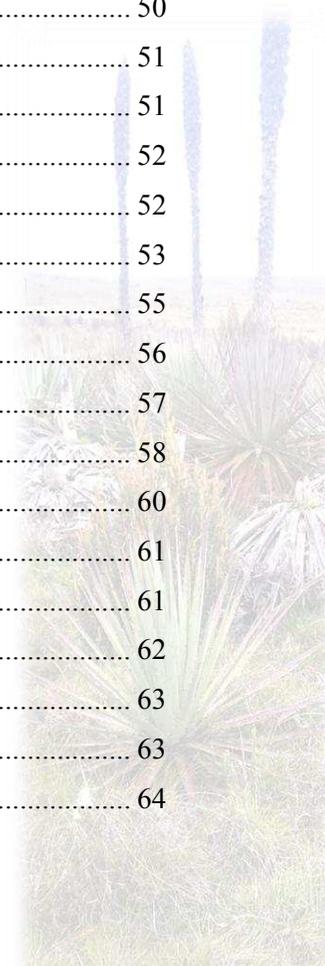
ÍNDICE DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	15
1.1 Justificación de selección de puntos de muestreo.....	16
1.2 Descripción del área de estudio.....	16
1.3 Tipos de vegetación	17
1.4 Tipos de ecosistema	17
1.5 Caracterización del paisaje.....	18
2 FLORA	18
2.1 Introducción.....	18
2.2 Objetivos.....	19
2.3 Sitios de muestreo	19
2.4 Caracterización del hábitat.....	21
2.5 Esfuerzo de muestreo	21
2.6 Criterios metodológicos	21
2.7 Fase de campo.....	22
2.8 Fase de gabinete.....	22
2.9 Análisis de datos	23
2.10 Análisis de Resultados	25
2.10.1 Riqueza y Abundancia	25
2.10.2 Índice de diversidad Shannon (H')	27
2.10.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad	27
2.10.4 Curvas de rango-abundancia	28
2.10.5 Cambios en la Comunidad	30
2.10.6 Índice de valor de importancia (IVI).....	31
2.10.7 Estado de conservación y endemismo	32
2.11 Discusión	32
2.12 Conclusiones.....	34
3 FAUNA TERRESTRE	35
3.1 Introducción.....	35
3.2 Analisis de Datos	36
3.3 Objetivos.....	37
4 MASTOFAUNA.....	38
4.1 Sitios de muestreo	38
4.2 Caracterización del hábitat de los transectos.....	39



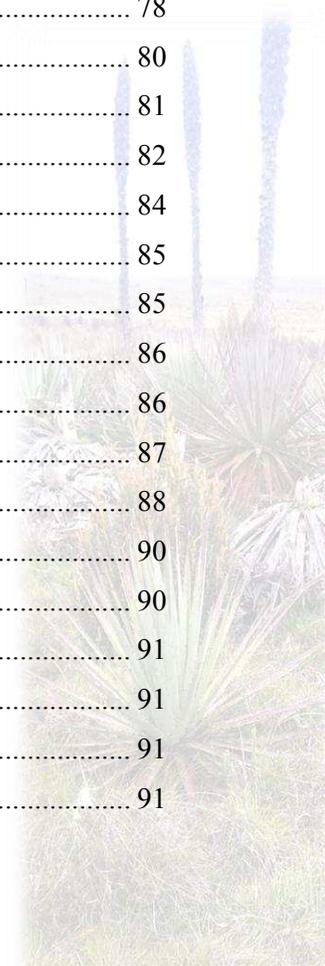


4.3 Esfuerzo de muestreo	39
4.4 Fase de campo.....	39
4.5 Fase de gabinete.....	40
4.6 Análisis de resultados	40
4.6.1 Riqueza y Abundancia	40
4.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')	41
4.6.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad	41
4.6.4 Curvas de rango-abundancia	43
4.6.5 Composición de gremios.....	45
4.6.6 Cambios en la comunidad (índice Jaccard)	45
4.6.7 Estado de conservación y endemismo	45
4.7 Discusión	46
4.8 Conclusiones.....	46
5 AVIFAUNA	48
5.1 Sitios de muestreo	48
5.2 Caracterización del hábitat de los transectos	49
5.3 Esfuerzo de muestreo	50
5.4 Fase de campo.....	50
5.5 Fase de gabinete.....	50
5.6 Análisis de resultados	51
5.6.1 Riqueza y Abundancia	51
5.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')	52
5.6.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad	52
5.6.4 Curvas de rango-abundancia	53
5.6.5 Cambios en la Comunidad	55
5.6.6 Composición de gremios.....	56
5.6.7 Estado de conservación y endemismo	57
5.7 Discusión	58
5.8 Conclusiones.....	60
6 HERPETOFAUNA.....	61
6.1 Sitios de muestreo	61
6.2 Caracterización del hábitat de los transectos	62
6.3 Esfuerzo de muestreo	63
6.4 Fase de campo.....	63
6.5 Fase de gabinete.....	64





6.6 Análisis de resultados	64
6.6.1 Riqueza y abundancia	64
6.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')	65
6.6.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad	66
6.6.4 Curvas de rango-abundancia	67
6.6.5 Estado de Conservación y endemismo	68
6.7 Discusión	68
6.8 Conclusiones	70
7 ENTOMOFAUNA.....	71
7.1 Sitios de muestreo	71
7.2 Caracterización del hábitat de los transectos	72
7.3 Esfuerzo de muestreo	73
7.4 Fase de campo.....	73
7.5 Fase de gabinete.....	74
7.6 Análisis de resultados	76
7.6.1 Riqueza y Abundancia	76
7.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')	76
7.6.3 Curva de acumulación de familias y estimadores de diversidad.....	76
7.6.4 Curvas de Rango-Abundancia.....	78
7.6.5 Cambios en la comunidad	80
7.6.6 Grupos Funcionales	81
7.7 Discusión	82
7.8 Conclusiones.....	84
8 FAUNA ACUÁTICA	85
8.1 Introducción.....	85
8.2 Objetivos.....	86
8.3 Sitios de muestreo	86
8.4 Justificación de los puntos de monitoreo.....	87
8.5 Caracterización del hábitat de las estaciones.....	88
8.6 Criterios metodológicos	90
8.7 Validación de la metodología.....	90
9 PECES	91
9.1 Esfuerzo de muestreo	91
9.2 Fase de campo.....	91
9.3 Fase de gabinete.....	91





9.4 Análisis de datos	91
9.5 Análisis de resultados	91
9.6 Discusión	92
10 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	93
10.1 Esfuerzo de muestreo	93
10.2 Fase de campo.....	93
10.3 Fase de gabinete.....	93
10.4 Análisis de datos	93
10.5 Análisis de resultados	97
10.5.1 Riqueza y abundancia	97
10.5.2 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad	97
10.5.3 Curva de rango – abundancia	98
10.5.4 Cambios en la comunidad	99
10.5.5 Índice BMWP	100
10.5.6 Índice ABI	101
10.5.7 Índice EPT	102
10.5.8 Índice QBR.....	103
10.6 Discusión	103
10.7 Conclusiones.....	106
11 BIBLIOGRAFÍA	107
12 ANEXOS	124





ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1 Área de estudio para el levantamiento de información del componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	20
Mapa 2. Área de estudio para el levantamiento de información del componente mastofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	38
Mapa 3. Área de estudio para el levantamiento de información del componente avifauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	48
Mapa 4. Área de estudio para el levantamiento de información del componente herpetofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	61
Mapa 5. Área de estudio para el levantamiento de información del componente entomofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	71
Mapa 6. Área de estudio para el levantamiento de información del componente Macroinvertebrados acuáticos y Peces en el Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020 ..	87





ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de parcelas de muestreo del componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	20
Tabla 2. Escala de abundancia - dominancia de Braun-Blanquet y porcentaje de cobertura usado por el componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	22
Tabla 3. Escala de abundancia - dominancia de Braun-Blanquet y porcentaje de cobertura usado por el componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	25
Tabla 4. Índice de Shannon para las localidades de control evaluados del componente Flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	27
Tabla 5. Sitios de muestreo correspondiente al componente mastofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" -junio 2020.....	39
Tabla 6. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente Mastofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	41
Tabla 7. Ubicación de transectos PC1-norte y PC2-sur correspondientes al componente avifauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	49
Tabla 8. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente avifauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	52
Tabla 9. Ubicación de transectos PC1-Norte y PC2-Sur correspondientes al componente herpetofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	62
Tabla 10. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente herpetofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	65
Tabla 11. Ubicación de las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur correspondientes al componente entomofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga"-junio 2020.....	72
Tabla 12. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente entomofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	76
Tabla 13. Ubicación de las estaciones de monitoreo para el componente Macroinvertebrados e Ictiofauna en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	88
Tabla 14. Porcentaje EPT para 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	102
Tabla 15. Valores QBR-And para 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.....	103



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de especies por familia para el componente Flora registradas en las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	26
Figura 2. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 2 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente Flora para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020	27
Figura 3. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 2 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente Flora para PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020	28
Figura 4. Curvas de rango-abundancia. Muestran la proporción de las especies de flora para PC1-Norte, proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies ver Anexo 5.	29
Figura 5. Curvas de rango-abundancia. Muestran la proporción de las especies de flora para PC2-Sur, proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies. Ver Anexo 5.	30
Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico. Muestra los cambios en la composición de la comunidad de Flora, basado en la cobertura de especies registradas en las localidades PC1-Norte y PC2-Sur en el área del proyecto estratégico "Loma Larga". Códigos de las especies ver Anexo 5.	31
Figura 7. Número de especies por familia para el componente mastofauna registradas en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	41
Figura 8. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) basados en las capturas de micromamíferos en PC1-MM (PC1-Norte). Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	42
Figura 9. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) basados en las capturas de micromamíferos en PC2-MM (PC2-Sur). Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	43
Figura 10. Curva Rango-Abundancia. Muestran la abundancia de las especies de pequeños mamíferos registrados en PC1-MM (PC1-Norte). Proyecto estratégico "Loma Larga" junio - 2020. Código de las especies:(PHHA) = Phyllotis haggardi, (AKMO). = Akodon mollis.	44
Figura 11. Curva Rango-Abundancia de pequeños mamíferos registrados en PC2-MM (PC1-Sur). Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies: (AKMO)= Akodon mollis, (MIMI)= Microryzomys minutus, (PHHA) = Phyllotis haggardi.	44
Figura 12. Composición gremial de los mamíferos registrados. Proyecto estratégico "Loma Larga" junio - 2020.	45
Figura 13. Número de especies por familia para el componente avifauna registradas en las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	51
Figura 14. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1(línea punteada roja) de la riqueza observada del componente avifauna para PC1. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	52



Figura 15. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1(línea punteada roja) de la riqueza observada del componente avifauna para PC2. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. 53

Figura 16. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de aves para PC1-Norte. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. Código de las especies: *Agriornis montanus* (AGMO), *Anthus bogotensis* (ANBO), *Asthenes flammulata* (ASFL), *Cinclodes albiventris* (CIAL), *Cistothorus platensis* (CIPL), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Geospizopsis unicolor* (GEUN), *Geranoaetus polyosoma* (GEPO), *Muscisaxicola alpinus* (MUAL). 54

Figura 17. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de aves para PC2-Sur, proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. Código de las especies: *Agriornis montanus* (AGMO), *Anthus bogotensis* (ANBO), *Asthenes flammulata* (ASFL), *Catamenia inornata* (CAIN), *Chalcostigma stanleyi* (CHST), *Cinclodes albiventris* (CIAL), *Cistothorus platensis* (CIPL), *Cnemarchus erythropygius* (CNER), *Diglossa humeralis* (DIHU), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Leptasthenura andicola* (LEAN), *Metallura baroni* (MEBA), *Ochthoeca fumicolor* (OCFU), *Oreotrochilus chimborazo* (ORCH), *Geospizopsis unicolor* (GEUN), *Turdus fuscater* (TUFU), *Xenodacnis parina* (XEPA). 55

Figura 18. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico. Muestra los cambios en la composición de la comunidad del componente avifauna, basado en la abundancia de las especies registradas en referencia a las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur, área del proyecto “Loma Larga”. Códigos de las especies: *Agriornis montanus* (AGMO), *Anthus bogotensis* (ANBO), *Asthenes flammulata* (ASFL), *Cinclodes albiventris* (CIAL), *Cistothorus platensis* (CIPL), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Geranoaetus polyosoma* (GEPO), *Muscisaxicola alpinus* (MUAL), *Chalcostigma stanleyi* (CHST), *Cnemarchus erythropygius* (CNER), *Diglossa humeralis* (DIHU), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Leptasthenura andicola* (LEAN), *Metallura baroni* (MEBA), *Ochthoeca fumicolor* (OCFU), *Oreotrochilus chimborazo* (ORCH), *Geospizopsis unicolor* (GEUN), *Turdus fuscater* (TUFU), *Xenodacnis parina* (XEPA). 56

Figura 19. Estructura trófica de la comunidad de aves para las localidades de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020. 57

Figura 20. Riqueza y abundancia para el componente herpetofauna registradas en los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. 65

Figura 21. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1(línea punteada roja) de la riqueza observada para anfibios PC1 - Norte. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020..... 66

Figura 22. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1(línea punteada roja) de la riqueza observada para anfibios, PC2 - Sur. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. 67

Figura 23. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de anfibios para PC1-Norte, proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. Código de las especies: *Pristimantis aff. orestes 1* (PROR1), *Gastrotheca pseustes* (GAPS), *Pristimantis cryophilus* (PRCR), *Pristimantis lutzae* (PRLU). 68



Figura 24. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de las familias del componente de entomofauna para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. 77

Figura 25. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1(línea punteada roja) de las familias del componente de entomofauna para PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. 78

Figura 26. Curva rango-abundancia. Muestran la abundancia de las familias del componente entomofauna para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. Códigos de las familias: SCIA(Sciaridae), CARA(Carabidae), TIPU(Tipulidae), MUSC(Muscidae), PHOR(Phoridae), CHIR(Chironomidae), APID(Apidae), DROS(Drosophilidae), TACH(Tachinidae), CALL(Calliphoridae), CECI(Cecidomyiidae), CERA(Ceratopogonidae), DOLI(Dolichopodidae), ICHN(Ichneumonidae), SPHA(Sphaeroceridae), SYRP(Syrphidae). 79

Figura 27. Curva rango-abundancia. Muestran la abundancia de las familias del componente entomofauna para PC2-Sur, proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. Códigos de las familias: PHOR(Phoridae), CHIR(Chironomidae), SCIA(Sciaridae), MUSC(Muscidae), TIPU(Tipulidae), CECI(Cecidomyiidae), NYMP(Nymphalidae), BIBI(Bibionidae), SYRP(Syrphidae), ICHN(Ichneumonidae), CERA(Ceratopogonidae), TACH(Tachinidae), MYCE(Mycetophilidae), AGRO(Agromyzidae), BRAC(Braconidae), CARA(Carabidae), SPHA(Sphaeroceridae), DOLI(Dolichopodidae), DIAP(Diapiidae), EMPI(Empididae), LYCA(Lycaenidae), PLAT(Platygastridae), SCEL(Scelionidae), ENCY(Encyrtidae), FIGI(Figitidae), MYMA(Mymaridae), PSYC(Psychodidae), PTER(Pteromalidae). 80

Figura 28. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico. Muestra los cambios en la composición de la comunidad del componente entomofauna, basado en la abundancia de las familias registradas en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur, área del proyecto estratégico "Loma Larga". Códigos de las familias: AGRO(Agromyzidae), APID(Apidae), BIBI(Bibionidae), BRAC(Braconidae), CALL(Calliphoridae), CARA(Carabidae), CECI(Cecidomyiidae), CERA(Ceratopogonidae), CHIR(Chironomidae), DOLI(Dolichopodidae), DROS(Drosophilidae), ENCY(Encyrtidae), FIGI(Figitidae), ICHN(Ichneumonidae), MYCE(Mycetophilidae), MYMA(Mymaridae), PHOR(Phoridae), SCEL(Scelionidae), SCIA(Sciaridae), SPHA(Sphaeroceridae), TIPU(Tipulidae). 81

Figura 29. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada, a través de 14 estaciones de monitoreo, del componente macroinvertebrados para el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. 98

Figura 30. Curva de rango-abundancia. Muestran la abundancia de los géneros de macroinvertebrados registradas en 14 estaciones monitoreadas en el proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. Código de los géneros: Hyalella (HYAL), Farrodes (FARR), Gigantodax (GIGA), Polypedilum (POLY), Oligochaeta desconocido (OLIG-D), Parametrioctenemus (PARA), Cricotopus (CRIC), Prionocyphon (PRIO), Anacroneuria (ANAC), Austrolimnius (AUST), Atopsyche (ATOP), Dugesia (DUGE), Claudioperla

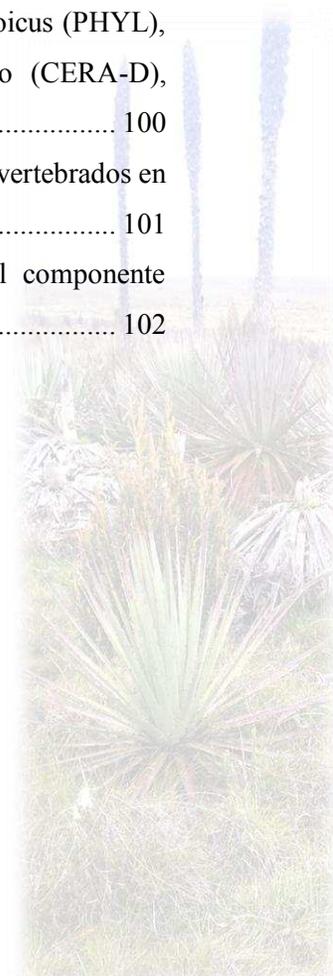


(CLAU), Glossiphonidae desconocido (GLOS-D), Contulma (CONT), Nectopsyche (NECT), Sphaerum (SPHA), Chironomidae desconocido (CHIR-D), Larsia (LARS), Andesiops (ANDE), Pheneps (PHEN), Heterelmis (HETE), Pseudosuccinea (PSEU), Staphylinidae desconocido (STAP-D), Hexatoma (HEXA), Neoelmis (NEOE), Tipulidae desconocido (TIPU-D), Stratiomyidae desconocido (STRA-D), Cyphon (CYPH), Cardiocladius (CARD), Limonia (LIMO), Rhantus (RHAN), Baetodes (BAET), Dactylolabis (DACT), Leptohyphes (LEPT), Phylloicus (PHYL), Smicridea (SMIC), Tipula (TIPU), Allopetalia (ALLO), Ceratopogonidae desconocido (CERA-D), Dytiscidae desconocido (DYTI-D), Elmidae desconocido (ELMI-D), Lymnaea (LYMN), Hexanchorus (HEXN), Hydrophilidae desconocido (HYDR-D), Marilia (MARI), Molophilus (MOLO). 99

Figura 31. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS) de la comunidad de macroinvertebrados, basado en la abundancia de los géneros registrados dentro del Proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020. Las diferentes figuras representan a las 14 estaciones monitoreadas. Los códigos de los géneros son: Hyalella (HYAL), Farrodes (FARR), Gigantodax (GIGA), Oligochaeta desconocido (OLIG-D), Cricotopus (CRIC), Prionocyphon (PRIO), Anaconeuria (ANAC), Austrolimnius (AUST), Atopsyche (ATOP), Dugesia (DUGE), Claudioperla (CLAU), Glossiphonidae desconocido (GLOS-D), Nectopsyche (NECT), Sphaerum (SPHA), Larsia (LARS), Andesiops (ANDE), Heterelmis (HETE), Pseudosuccinea (PSEU), Staphylinidae desconocido (STAP-D), Hexatoma (HEXA), Neoelmis (NEOE), Tipulidae desconocido (TIPU-D), Stratiomyidae desconocido (STRA-D), Cyphon (CYPH), Cardiocladius (CARD), Rhantus (RHAN), Baetodes (BAET), Leptohyphes (LEPT), Phylloicus (PHYL), Smicridea (SMIC), Tipula (TIPU), Allopetalia (ALLO), Ceratopogonidae desconocido (CERA-D), Dytiscidae desconocido (DYTI-D), Lymnaea (LYMN), Hexanchorus (HEXN). 100

Figura 32. Valores BMWP para 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. 101

Figura 33. Valores ABI para cada una de las 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. 102





ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Parcela PC1-MF1. Páramo de pajonal. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	124
Anexo 2. Parcela PC1-MF2. Páramo de humedal/almohadilla. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	125
Anexo 3. PC2-MF1. Páramo de pajonal. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	126
Anexo 4. PC2-MF2. Páramo de humedal/almohadilla. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	127
Anexo 5. Listado de especies registradas en el componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	128
Anexo 6. Número de especies por familia del componente flora para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	130
Anexo 7. Número de especies por familia del componente flora para PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	131
Anexo 8. Valores IVI para las especies de flora registradas en PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	132
Anexo 9. Valores IVI para las especies de flora registradas en PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	134
Anexo 10. Distribución de riqueza y abundancia de mamíferos para pequeños mamífero capturados con trampas Sherman (Cuantitativo) y medianos mamíferos registrados por medio de Rastros/observación (Cualitativo) en los transectos para los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	135
Anexo 11. Especies de Mamíferos con algún estado de conservación según la UICN y el Libro rojo de los mamíferos del Ecuador Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	136
Anexo 12. Registro fotográfico de especies, rastros y huellas de mamíferos. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	137
Anexo 13. Levantamiento de información en campo. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	138
Anexo 14. Distribución de riqueza y abundancia de aves en los transectos para los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.	139



Anexo 15. Registro fotográfico de aves de páramo durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico “Loma Larga”.....	140
Anexo 16. Fotografías de los transectos establecidos en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur para el componente avifauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico “Loma Larga”.....	143
Anexo 17. Fotografías del trabajo de campo para el componente avifauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico “Loma Larga”.....	145
Anexo 18. Distribución de riqueza y abundancia de herpetofauna en los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.....	146
Anexo 19. Listado de especies de herpetofauna y su categoría de amenaza. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.....	146
Anexo 20. Registro fotográfico de herpetofauna de páramo durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico “Loma Larga”.....	147
Anexo 21. Fotografías de los transectos establecidos en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur para el componente herpetofauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico “Loma Larga”.....	149
Anexo 22. Fotografías del trabajo de campo para el componente herpetofauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico “Loma Larga”.....	151
Anexo 23. Distribución de riqueza y abundancia de la entomofauna para los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico “Loma Larga” junio 2020.....	152
Anexo 24. Grupos funcionales correspondientes a las familias del componente entomofauna. Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.....	154
Anexo 25. Fotografías de los puntos de control norte y sur para el muestreo del componente entomofauna. Proyecto Estratégico “Loma Larga” durante junio 2020.....	155
Anexo 26. Abundancia de ictiofauna en las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020.....	157
Anexo 27. Tabla de los parámetros de calidad de agua a partir del puntaje del Biological Monitoring Working Party (BMWP).....	158
Anexo 28. Tabla de los parámetros de calidad de agua a partir del puntaje del Andean Biotic Index (ABI).....	159
Anexo 29. Tabla de identificación de la calidad de agua a partir del índice EPT.....	160



Anexo 30. Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR-And): ecosistemas de bosques.....	161
Anexo 31. Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR-And): ecosistemas de páramo.	162
Anexo 32. Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera propuestos para el QBR-And.....	163
Anexo 33. Abundancia de macroinvertebrados en las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020.....	164
Anexo 34. Tabla de los puntajes del índice BMWP para las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio - 2020.	166
Anexo 35. Tabla de los puntajes del índice ABI para las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio - 2020.	168
Anexo 36. Tabla de los valores por familia correspondiente a cada índice.....	170
Anexo 37. Fotografías de las estaciones de muestreo para macroinvertebrados e ictiofauna en el proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.	171
Anexo 38. Fotografías de campo y laboratorio (componente macroinvertebrados e ictiofauna).	175
Anexo 39. Registro fotográfico de algunas de las taxas de macroinvertebrados e ictiofauna encontrados en el proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.	177



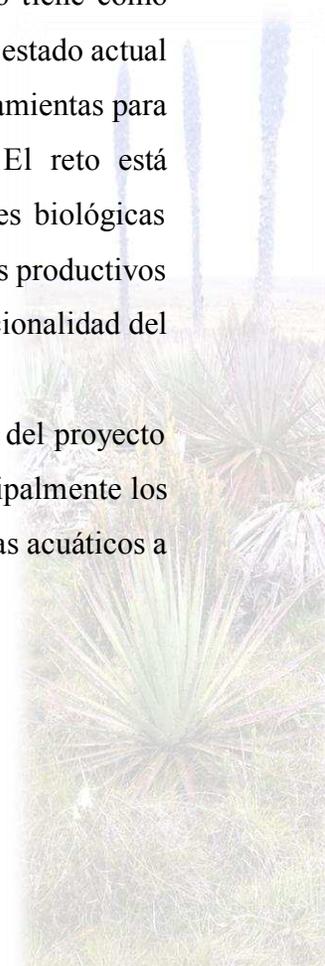


1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas altoandinos son una de las zonas con mayor endemismo y diversidad (Hofstede & Mena. 2000). Estos ecosistemas, incluyen hábitats que se encuentran a mayores elevaciones y que suponen zonas de gran importancia en la generación de servicios ambientales (Mena & Hofstede et al. 2006). El paisaje de páramo es el ecosistema característico de los altos-Andes (Neill 1999). Sin embargo, los hábitats de páramo se encuentran sujetos a procesos de cambio de uso de suelo generando pérdida de hábitat que resultan presiones sobre la biodiversidad (Hofstede & Mena. 2000). En este marco, los monitoreos bióticos se llevan a cabo para identificar y describir todos los elementos que integran el medio ambiente, así como su interrelación en un área determinada y, entender cómo podrían estar influenciados por las diferentes actividades humanas que se ejecuten en la zona evaluada (Mujica-Sánchez et al. 2009).

Dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” destacan las concesiones Cristal y Río Falso. La concesión Cristal tiene una extensión 2250 ha, se encuentra ubicada en los cantones Girón y en San Fernando; mientras que la concesión de Río Falso tiene una extensión de 3208 ha, ubicada en las parroquias Baños, Victoria del Portete del cantón Cuenca. En esta última, es donde se ubica la zona de implantación operativa del proyecto. En ese contexto, el presente estudio tiene como objetivo realizar una línea base de las comunidades biológicas, caracterizando así su estado actual dentro del área de influencia del polígono de implantación. Generando con esto herramientas para evaluar los posibles cambios en dichas comunidades a lo largo del tiempo. El reto está principalmente en entender cómo estas actividades influyen sobre las comunidades biológicas (Graham 2001; Graham & Blake 2001), con la finalidad de permitir que los proyectos productivos se mantengan en escenarios y entornos amigables garantizando así el sustento y funcionalidad del hábitat.

A continuación, se presentan información biológica del monitoreo realizado dentro del proyecto estratégico “Loma Larga”. En concreto, este nuevo estudio pretende describir principalmente los ecosistemas terrestres, a través de los componentes de flora y fauna, y los ecosistemas acuáticos a través de macroinvertebrados e ictiofauna.





1.1 Justificación de selección de puntos de muestreo

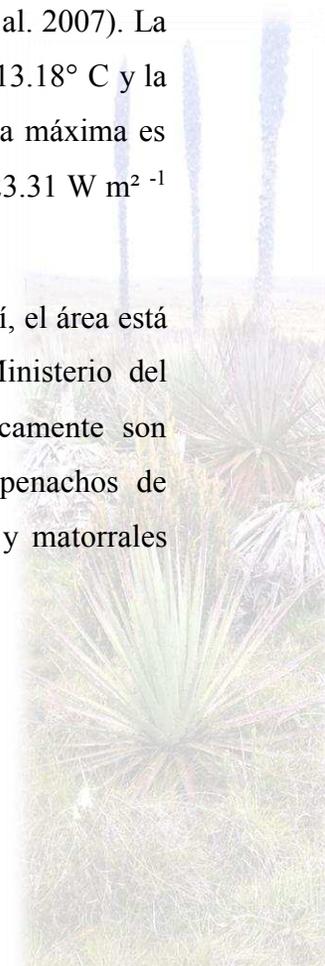
El diseño de estudio y la disposición de los puntos de muestreo han sido definidos en función del polígono de implantación del proyecto. Para todos los sitios de muestreo se busca representar una aproximación de hábitat conveniente para cada uno de los grupos biológicos evaluados. El área de estudio se caracteriza por un mosaico de hábitats abiertos que integran el ecosistema de páramo herbáceo. En ese sentido, todos los grupos biológicos fueron muestreados en función de la disponibilidad de los hábitats (eg., páramo herbáceo, humedales y cuerpos de agua) como así también la afinidad de los organismos para cada hábitat, de tal manera que se asegura un máximo de detecciones por cada especie monitoreada.

1.2 Descripción del área de estudio

El estudio fue realizado en los Andes del sur de Ecuador, en los páramos del proyecto estratégico “Loma Larga”; específicamente en la concesión minera Río Falso (X = 695944, Y = 9662584, Elevación = 3790 m). En esta localidad, está dispuesto el polígono de implantación del proyecto.

La precipitación anual en la zona oscila entre 1000 mm a 1400 mm (Jaramillo 2017); el período de intensificación de las lluvias, ocurre durante los meses de marzo a mayo; mientras que la precipitación mínima de lluvias sucede entre los meses de junio a agosto (Célleri et al. 2007). La temperatura mínima registrada en el área es de -0.9°C , la temperatura máxima es 13.18°C y la temperatura promedio es de 5.4°C , la humedad atmosférica mínima es 82.20%, la máxima es 99.85% y su promedio es de 95.23%. Finalmente, la radiación solar promedio de 123.31 W m^{-2} y la velocidad promedio de viento 4.85 m s^{-1} (Jaramillo 2017).

El área de estudio presenta intervención antropogénica mínima (Jaramillo 2017); así, el área está dominada por páramo herbáceo y la formación vegetal dominante según el Ministerio del Ambiente (2012) es “Herbazal de Páramo”. Los ecosistemas de páramo básicamente son dominados por gramíneas, el área de estudio está dominada por hierbas en penachos de *Calamagrostis intermedia*, asociada a arbustos con bajos perfiles de vegetación y matorrales dispersos (Baquero et al. 2004).





1.3 Tipos de vegetación

Según las clasificaciones de formaciones vegetales de Baquero et al. (2004) y Ministerio del Ambiente (2012), las asociaciones de especies herbáceas son las dominantes que caracterizan al páramo herbáceo de la región. Este tipo de asociación vegetal, generalmente es dominada por vegetación de gramíneas amacollas; en adición se pueden observar pequeños arbustos, hierbas formando almohadillas o tapices y algunas hierbas en forma de rosetas (Minga et al. 2016). *Calamagrostis intermedia*, asociada a *Festuca subulifolia* son las especies dominantes de los pajonales (Minga et al. 2016). El área de estudio, al igual que páramos cercanos, se observan diferentes formaciones vegetales, fácilmente se reconocen ambientes de pajonales, humedales y tapices de *Plantago rigida*, árboles dispersos del género *Polylepis* y hábitats lacustres (Minga et al. 2016).

El pajonal es la asociación vegetal que presenta mayor cobertura; aunque, este ambiente presenta una estructura compleja (Minga et al. 2016). Básicamente está caracterizado por penachos densos de especies herbáceas que intersectan hábitat semi-abiertos donde destacan especies de los géneros, *Gynoxys*, *Chuquiraga*, *Diplostephium*, *Hesperomeles*, *Brachyotum* y *Miconia*. La segunda formación vegetal llamativa en el área de estudio es el páramo de almohadillas. Es una asociación vegetal a manera de tapiz dominados por los géneros *Plantago* y *Oreobolus*, que normalmente ocupa lugares conocidos como turberas o ciénegas y, por lo tanto, este ambiente se encuentra básicamente en zonas húmedas característico de un hábitat abierto donde en ocasiones se observa especies arbustivas de baja altura (Neill 1999; Baquero et al. 2004; Minga & Verdugo 2007; Minga et al. 2016). Finalmente, el área de estudio también se caracteriza por hábitats lacustres que básicamente se desarrollan cercanos a cuerpos de agua o ciénegas y se encuentran dominados por especies herbáceas de hábito semiacuático (Minga et al. 2016).

1.4 Tipos de ecosistema

El área de estudio está constituida únicamente por el ecosistema herbazal de páramo (Ministerio del Ambiente 2012).





1.5 Caracterización del paisaje

El área es formada por pendientes y valles formados por eventos glaciarios del pleistoceno (Jantz & Behling 2012). Fácilmente la elevación rodea alrededor de 4000 m snm. Por lo tanto, el páramo herbáceo dominante está adaptada a condiciones de baja temperatura y fuertes vientos (Neill 1999). Sin embargo, en localidades de relativa de menor elevación el páramo herbáceo se vuelve estructuralmente más complejo y destacan formaciones vegetales leñosas semi-abiertas y cerradas. Además, el paisaje se caracteriza por planicies a manera de macizos que están interceptadas por pequeñas quebradas y, posee zonas alteradas principalmente por efectos del ganado cimarrón, así como quemas para promover pastos (Astudillo et al. 2018).

2 FLORA

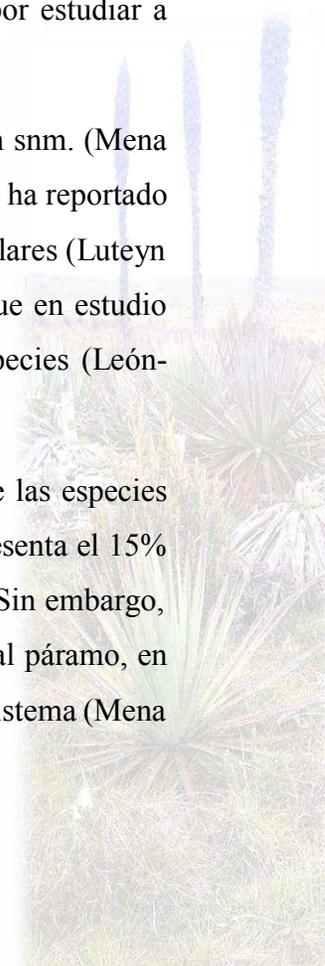
Porras, P. Paul.

2.1 Introducción

Los páramos son ecosistemas de alta montaña que se localizan en el neotrópico (Isch 2012). En Ecuador representan el 5% del territorio. La importancia biológica de esta área destaca por sus altos niveles de endemismo; sin embargo, figuran como una de los ecosistemas por estudiar a través de la región (Mena et al. 2001).

El páramo se desarrolla desde los 3500 m snm y se extiende hasta los 4000-4400 m snm. (Mena et al. 2011). La composición y riqueza florística de los páramos neotropicales que se ha reportado está alrededor de 125 familias, 500 géneros y más de 3400 especies de plantas vasculares (Luteyn 1999). Para varias localidades de páramos del Ecuador, la diversidad botánica sigue en estudio (Mena et al. 2011). Sin embargo, algunos estudios estiman alrededor de 1500 especies (León-Yáñez 2000).

En el páramo del neotrópico, el endemismo puede llegar al 60% (Luteyn 1992) de las especies vegetales. En el Ecuador se reporta alrededor de 628 especies endémicas, esto representa el 15% de toda la flora endémica del país y el 4% del total de su flora (Mena et al. 2011). Sin embargo, más de la mitad de especies endémicas también frecuentan ecosistemas diferentes al páramo, en consecuencia, únicamente 273 especies presentan distribución restringida a este ecosistema (Mena et al. 2011).





En los páramos ecuatorianos, las familias que registran mayor diversidad de especies endémicas son: Asteraceae y Orchidaceae. Asimismo, se identifican a los géneros *Gentianella*, *Epidendrum*, *Lysipomia*, *Draba* y *Lepanthes*, como los más ricos en especies endémicas para el Ecuador (Jørgensen & León-Yáñez 1999).

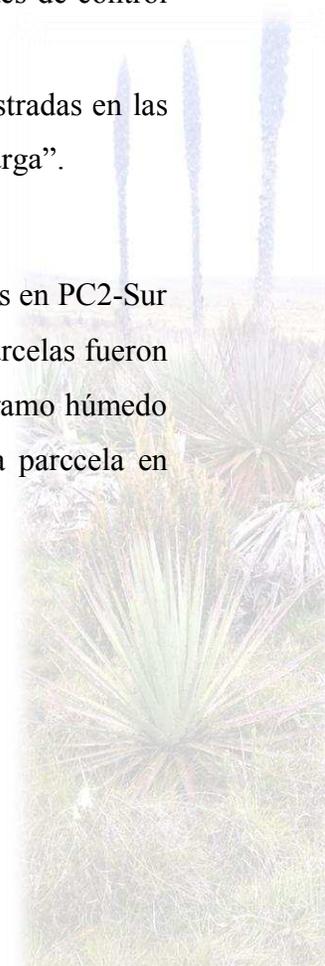
Algunas características específicas de los páramos como: alta irradiación solar, la incidencia de neblina y las bajas temperaturas; han obligado a las especies a desarrollar valiosos mecanismos de supervivencia que les permitan adaptarse y subsistir sobre todo a las temperaturas extremas (Hofstede & Mena 2000). En este contexto, algunas especies de plantas vasculares resultan importantes indicadores de las condiciones de los páramos. Destacan especies de los géneros *Cortaderia* y *Chusquea* que ocupan humedales con buenas condiciones de suelo. Mientras que, especies como *Lachemilla orbiculata*, son indicadores de suelos sometidos principalmente a actividades antropogénicas. En este sentido, la ecología de estas especies permite indagar acerca de la historia de uso de los suelos y simplificar la elección de metodologías para restauración y monitoreo biológico (Verweij 1995).

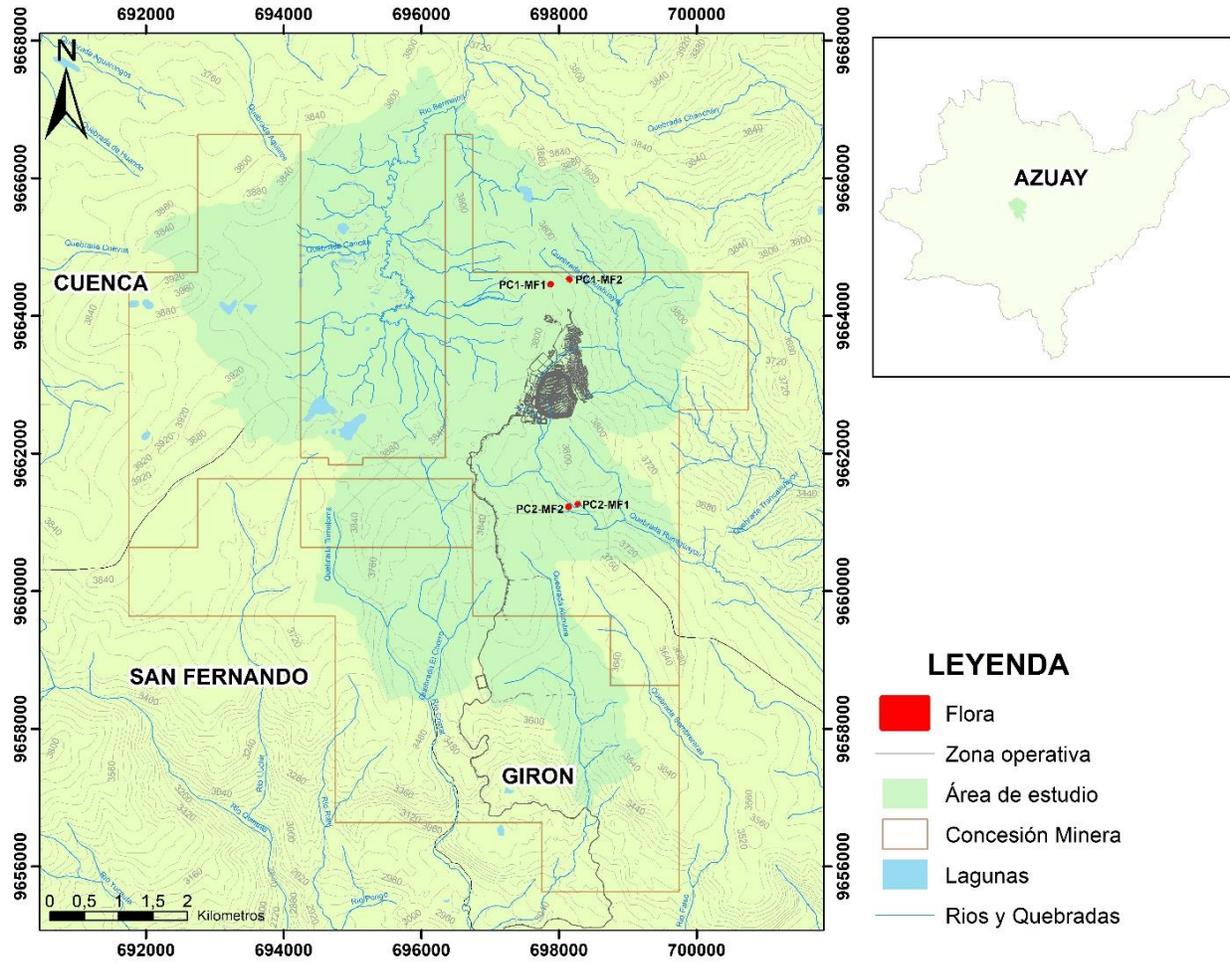
2.2 Objetivos

- Determinar la diversidad alpha y beta de la comunidad de flora en las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur en el proyecto estratégico “Loma Larga”.
- Determinar el índice de valor de importancia (IVI), de las especies de flora registradas en las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur en el proyecto estratégico “Loma Larga”.

2.3 Sitios de muestreo

En el páramo se instalaron cuatro parcelas y fueron ubicadas dos en PC1-Norte y, dos en PC2-Sur del área polígono de implantación del proyecto. Las áreas para la instalación de las parcelas fueron seleccionadas en función de la disponibilidad de hábitat (i.e., páramo herbáceo, páramo húmedo de almohadillas). En este contexto, por cada localidad de control se dispuso una parcela en páramo herbáceo y una en páramo húmedo de almohadillas (Mapa 1, Tabla 1).





Mapa 1 Área de estudio para el levantamiento de información del componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Tabla 1. Ubicación de parcelas de muestreo del componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Código Parcela	UTM – WGS 84 (17S)			Hábitat
		Coordenadas X	Coordenadas Y	Elevación (m)	
PC1-Norte	PC1-MF1	697876	9664459	3797	Pajonal
	PC1-MF2	698147	9664532	3754	Humedal/Almohadilla
PC2-Sur	PC2-MF1	698273	9661266	3670	Pajonal
	PC2-MF2	698138	9661228	3687	Humedal/Almohadilla



2.4 Caracterización del hábitat

PC1-Norte

PC1-MF1: Páramo de pajonal dispuesto en una pendiente moderada, dominado por hierbas en penachos de *Calamagrostis intermedia* y, en asociación con arbustos dispersos principalmente del género *Lupinus* (Anexo 1).

PC1-MF2: Páramo húmedo de almohadillas dominado por *Plantago rigida*. El punto está ubicado en una pendiente moderada con presencia de penachos de paja y pequeños arbustos, principalmente de *Valeriana microphylla* (Anexo 2).

PC2-Sur

PC2-MF1: Páramo de pajonal dominado por *Calamagrostis intermedia*, presenta arbustos del género *Monticalia* y rocas dispersas. El punto está ubicado en un sitio con pendiente moderada, cercano a una quebrada (Anexo 3).

PC2-MF2: Páramo húmedo de almohadillas dominado por *Plantago rigida* y, asociado con musgo del género *Sphagnum*, con pequeños arbustos dispersos y varias plantas herbáceas típicas de humedales con almohadilla (Anexo 4).

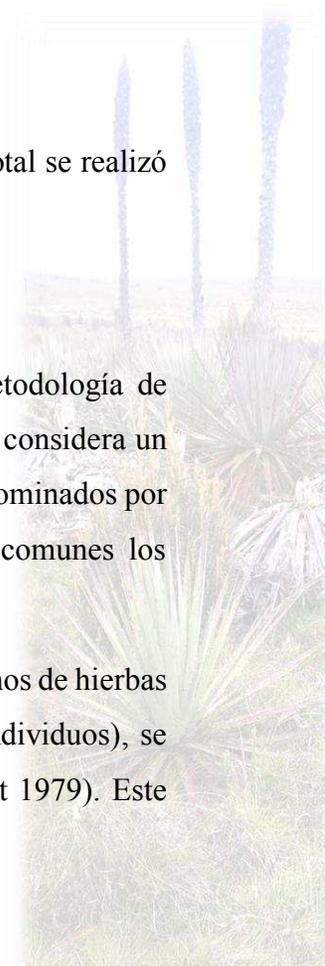
2.5 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo total de muestreo fue calculado en horas hombre por cada parcela, en total se realizó un esfuerzo de 8 horas hombre⁻¹ (dos personas por una hora).

2.6 Criterios metodológicos

Los datos de riqueza y composición florística fueron levantados mediante la metodología de parcelas de 5m × 5m (Gentry 1992; Phillips & Miller 2002). El uso de parcelas, se considera un método rápido y efectivo para el levantamiento de información en lugares abiertos dominados por especies herbáceas, específicamente en ecosistemas de alta montaña donde son comunes los pajonales con presencia de arbustos dispersos (Gentry 1992; Minga et al. 2016).

Considerando que el hábitat de páramo es un ecosistema dominado por densos penachos de hierbas que generan complejidad a la hora de obtener datos de abundancia (conteo por individuos), se utilizó el método de cobertura de especies herbáceas y arbustivas (Braun-Blanquet 1979). Este





método es sencillo, rápido y eficaz a la hora de levantar este tipo de información y representa las especies de acuerdo al porcentaje de cobertura dentro de la parcela.

2.7 Fase de campo

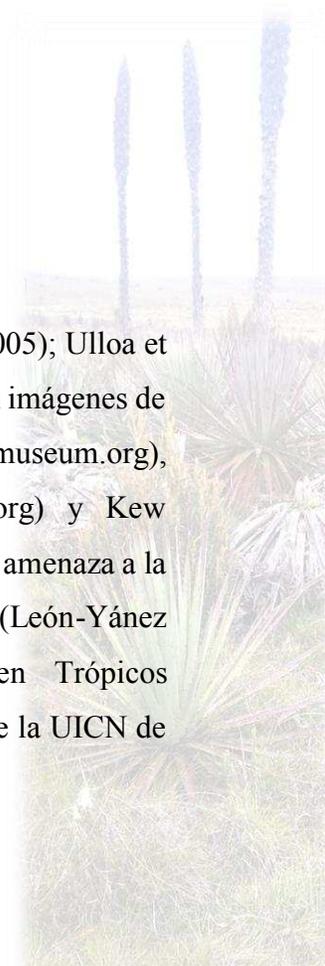
Las parcelas fueron divididas en 25 subparcelas de 1m². De estas, se escogieron cinco: las cuatro subparcelas de las esquinas y una subparcela en el centro (Gentry 1992). Cada subparcela fue monitoreada y se realizó un inventario de las plantas vasculares presentes. Las especies observadas fueron categorizadas de acuerdo al método de Braun-Blanquet; esta técnica combina la abundancia y la dominancia; donde los índices inferiores (“+” y “r”) registran abundancia, mientras que los índices superiores (“1”, “2”, “3”, “4” y “5”) tienen en cuenta la cobertura o dominancia (Alcaraz 2013; Tabla 2).

Tabla 2. Escala de abundancia - dominancia de Braun-Blanquet y porcentaje de cobertura usado por el componente flora. Proyecto estratégico “Loma Larga”- junio 2020.

Valor asignado (índice)	Representación
r	Un solo individuo, cobertura despreciable
+	Un solo individuo, cobertura muy baja
1	Cobertura menor al 5%
2	Cobertura >5 % al 25%
3	Cobertura >25% al 50%
4	Cobertura >50% al 75%
5	Cobertura >75%

2.8 Fase de gabinete

Para la identificación de especies, se utilizó las guías de campo de: Sklenár et al. (2005); Ulloa et al. (2005); Aguilar et al. (2009); Minga et al. (2016). Adicionalmente, se consultaron imágenes de colecciones de los de los herbarios digitales del Field Museum (<http://fml.fieldmuseum.org>), JSTOR Global Plants (<https://plants.jstor.org>), Trópicos (<http://www.tropicos.org>) y Kew Herbarium (<http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do>). Los datos sobre categorías de amenaza a la extinción, fueron consultados en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas de Ecuador (León-Yáñez et al. 2011); mientras que los datos de endemismo fueron revisados en Trópicos (<http://www.tropicos.org>). Adicionalmente, se consulto los datos de la Lista Roja de la UICN de las especies amenazadas (<https://www.iucnredlist.org/es/>).





2.9 Análisis de datos

Los análisis estadísticos aplicados se enfocaron en describir los cambios de la diversidad alfa y beta para las localidades de control evaluadas (PC1-Norte y PC2-Sur). Todos los análisis se realizaron en el programa R versión 4.0.2. (R Core Team 2020) utilizando los paquetes *vegan* 2.5-6 (Oksanen 2019), *MASS* (Venables 2002) y *BiodiversityR* (Kindt & Coe 2005).

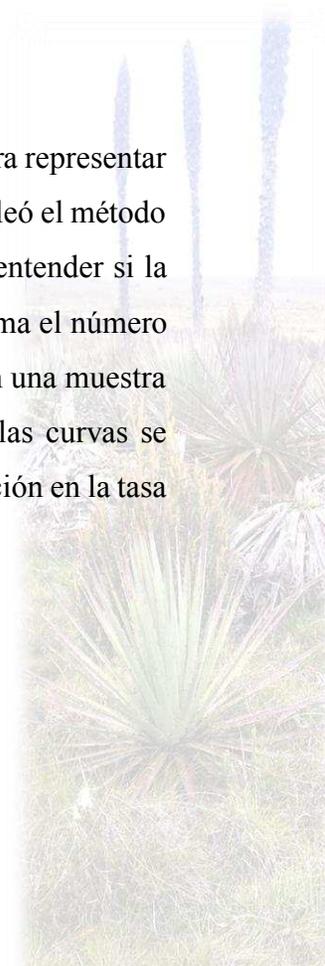
Diversidad alfa: La riqueza específica es considerada al total de especies que habitan en una comunidad homogénea (Sarkar 2002; Magurran 2013). En este marco, la riqueza fue considerada como el número total de especies registradas, mientras que, la abundancia relativa de especies se obtuvo a partir de la cobertura y medias de dominancia en función del método Braun-Blanquet (Mostacedo & Fredericksen 2000; Beltrán et al. 2009).

Índice Shannon – Wiener

Este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores de cero cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 2013).

Curvas de acumulación de especies

Para evaluar si la riqueza observada representa un esfuerzo de muestreo adecuado para representar la diversidad se realizaron análisis de acumulación de especies. En particular, se empleó el método de rarefacción que estandariza la riqueza observada a través de las muestras. Para entender si la riqueza representa la diversidad de la región se utilizó el estimador Chao 2, que estima el número de especies basado en incidencias, es decir, evalúa solo si la especie está presente en una muestra y cuántas veces ésta se repite en el conjunto de muestras (Espinosa 2003). Para las curvas se utilizaron las subparcelas de 1 m² para asegurar una mejor representación de la variación en la tasa de incremento de especies nuevas.





Curvas rango-abundancia

Estas curvas integran información relativa al número de especies y a su distribución de abundancias a través del conjunto de la comunidad. En el eje X se ordenan las especies en rangos, de las más abundantes hasta las más raras. El eje Y se encuentra el porcentaje de cobertura total (Carmona & Carmona 2013). Evaluando la abundancia relativa a cada especie es posible diferenciar las especies dominantes y en consecuencia brinda una idea clara de la estructura de la comunidad (Magurran 2013).

Diversidad Beta: Los cambios en la composición de la comunidad vegetal fueron evaluados mediante un análisis multidimensional no-métrico (NMDS, solución 2D) usando una matriz de tipo especie \times muestra para calcular la disimilitud usando la distancia de Bray & Curtis (Cayuela et al. 2011). El NMDS integró la abundancia de las especies (en función del método Braun-Blanquet). La ordenación vía análisis NMDS representa un espacio geométrico en que las especies que integran la comunidad se agrupan en función de la disimilitud de las muestras (e.g. parcelas). En este contexto, muestras más agrupadas representan comunidades menos disímiles con un menor reemplazamiento de especies (Whittaker 1972).

Índice de valor de importancia (IVI)

Para el desarrollo del IVI se utilizó la dominancia relativa y frecuencia relativa. El IVI se usa para determinar la importancia ecológica relativa de cada especie; es decir, el aporte que tienen las especies en la estructura dentro de una comunidad vegetal (Cottam & Curtis 1956; Sonco 2013).

Para la obtener la dominancia absoluta tanto de especies herbáceas como arbustivas, se usó el porcentaje promedio del método propuesto por Braun-Blanquet (1979). Para obtener una mejor representación a nivel de rango de cobertura, las especies asignadas como "r" fueron agrupadas con las asignadas con "+" utilizando únicamente el valor "+" (Wikum & Shanholtzer 1978; Braun-Blanquet 1979; ver Tabla 3). Por otra parte, el valor de frecuencia absoluta se obtuvo a través del número de subparcelas en las que se encuentra cada especie.

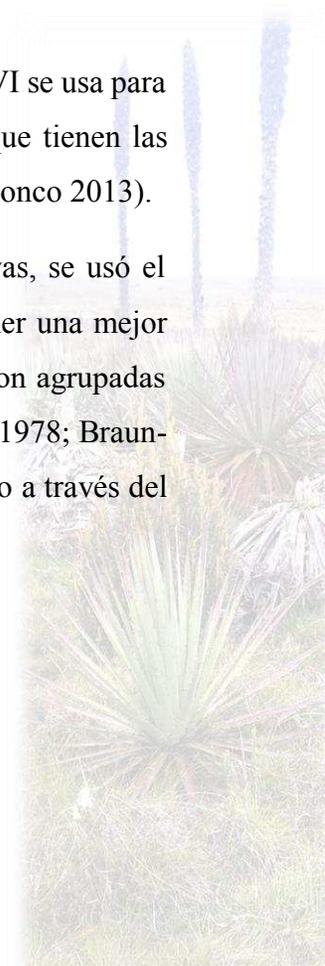




Tabla 3. Escala de abundancia - dominancia de Braun-Blanquet y porcentaje de cobertura usado por el componente flora.
 Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Escala de Braun-Blanquet	Rango de cobertura (%)	Promedio de rango de cobertura (%)
5	75-100	87.5
4	50-75	62.5
3	25-50	37.5
2	5-25	15
1	<5	2.5
+	Más individuos, cobertura muy baja	0.1

La fórmula para calcular el IVI es una suma de parámetros relativos donde se considera los valores de: abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (Sonco 2013).

La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$IVI = (Dr + Fr + Ar) \div 3$$

En donde la dominancia relativa es (*Dr*), la frecuencia relativa es (*Fr*) y la abundancia relativa es (*Ar*), cada una de ellas expresada en porcentaje. Sin embargo, especialmente cuando se trabaja con especies herbáceas, no es posible obtener estos tres parámetros. Para casos puntuales, se realiza el cálculo utilizando únicamente dos de estos parámetros independientemente de la combinación (Mostacedo & Fredericksen 2000). En este caso, la fórmula utilizada fue la siguiente:

$$IVI = (Dr + Fr) \div 2$$

2.10 Análisis de Resultados

2.10.1 Riqueza y Abundancia

En total se registró 64 especies de plantas vasculares, agrupadas en 42 géneros y 22 familias (Figura 1; Anexo 5).

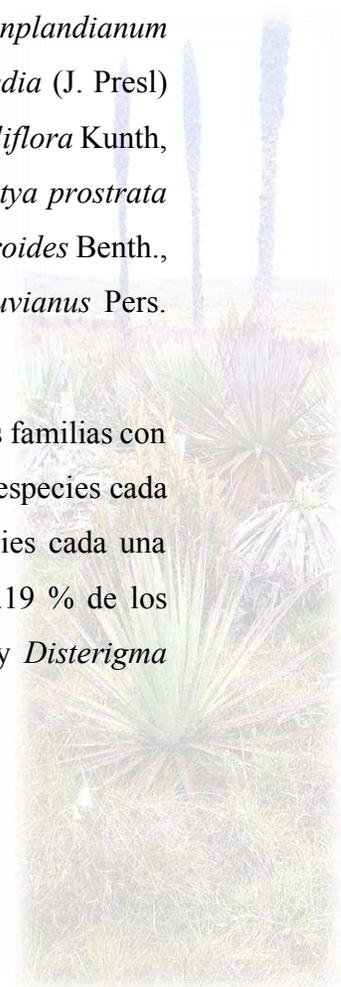




Figura 1. Número de especies por familia para el componente Flora registradas en las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

PC1-Norte: en total se registraron 42 especies asociadas a 33 géneros y 17 familias. Las familias con mayor registro fueron: Asteraceae con seis especies, Cyperaceae con seis especies y Poaceae con seis especies (Anexo 6). Las especies con mayor proporción fueron: *Paspalum bonplandianum* Fluggé (5.75 % de los registros), *Baccharis alpina* Kunth y *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. (4.32 % de los registros cada una), seguido por las especies: *Hypochaeris sessiliflora* Kunth, *Uncinia tenuis* Poepp. ex Kunth, *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude, *Pernettya prostrata* (Cav.) D.C., *Gentiana sedifolia* Kunth, *Halenia taruga-gasso* Gilg, *Bartsia pedicularoides* Benth., *Plantago rigida* Kunth, *Calamagrostis fibrovaginata* Lægaard y *Ranunculus peruvianus* Pers. (3.60 % de los registros cada una).

PC2-Sur: en total se registraron 39 especies asociadas a 31 géneros y 17 familias. Las familias con mayor registro fueron: Asteraceae con 11 especies; Cyperaceae y Poaceae con cinco especies cada una; y, Ericaceae, Gentianaceae, Hypericaceae y Melastomataceae con dos especies cada una (Anexo 7). Las especies con mayor proporción fueron *Eryngium humile* Cav. (7.19 % de los registros), *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. (6.48 % de los registros) y *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude (5.76 % de los registros).





2.10.2 Índice de diversidad Shannon (H')

La localidad PC2-Sur presentó una mayor equidad y por lo tanto mayor diversidad relativa con respecto a la localidad PC1-Norte (Tabla 4).

Tabla 4. Índice de Shannon para las localidades de control evaluados del componente Flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Riqueza	Shannon (H')
PC1-Norte	42	1.81
PC2-Sur	39	2.11

2.10.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

PC1-Norte: La curva de rarefacción alcanza al final su asíntota. Sin embargo, el valor de especies observadas representa el 88% de la riqueza estimada para la región (Riqueza observada = 42, Chao 2 = 48 ± 28.11 (media \pm SD); Intervalo de confianza del 95% [CI] = 56-40, Figura 2).

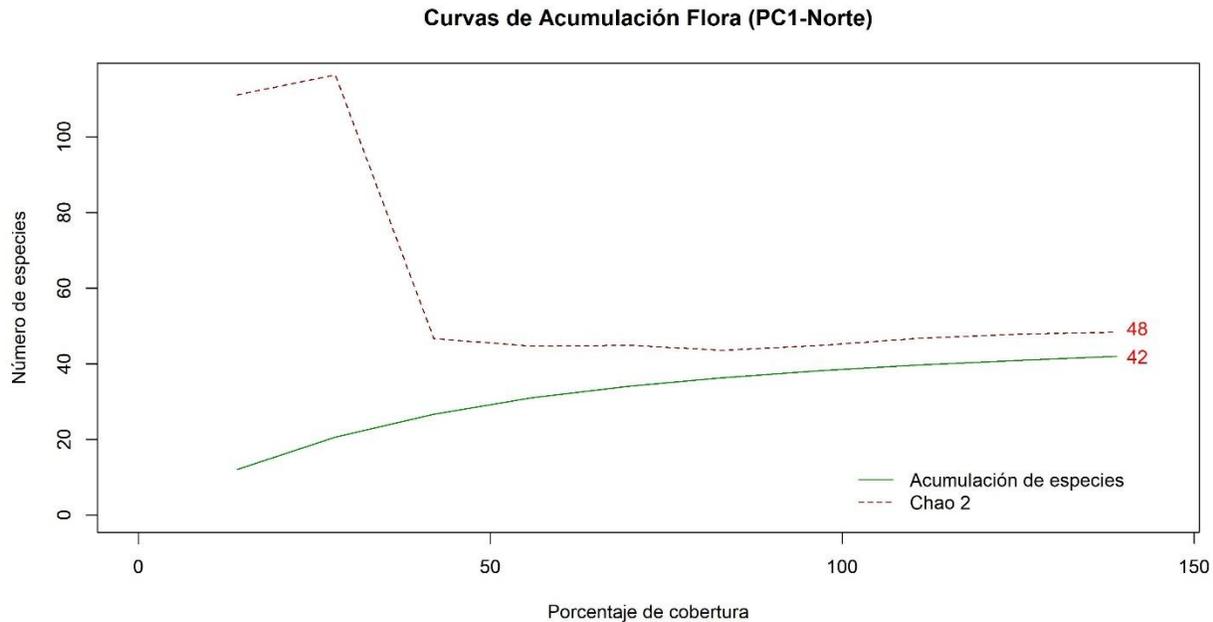


Figura 2. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 2 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente Flora para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020

PC2-Sur: De igual forma la curva de rarefacción alcanza al final su asíntota. Sin embargo, el valor de especies observadas representa el 80.96% de la riqueza estimada para la región (Riqueza





observada = 39, Chao 2 = 48 ± 18.31 (media \pm SD); Intervalo de confianza del 95% [CI] = 53-43; Figura 3).

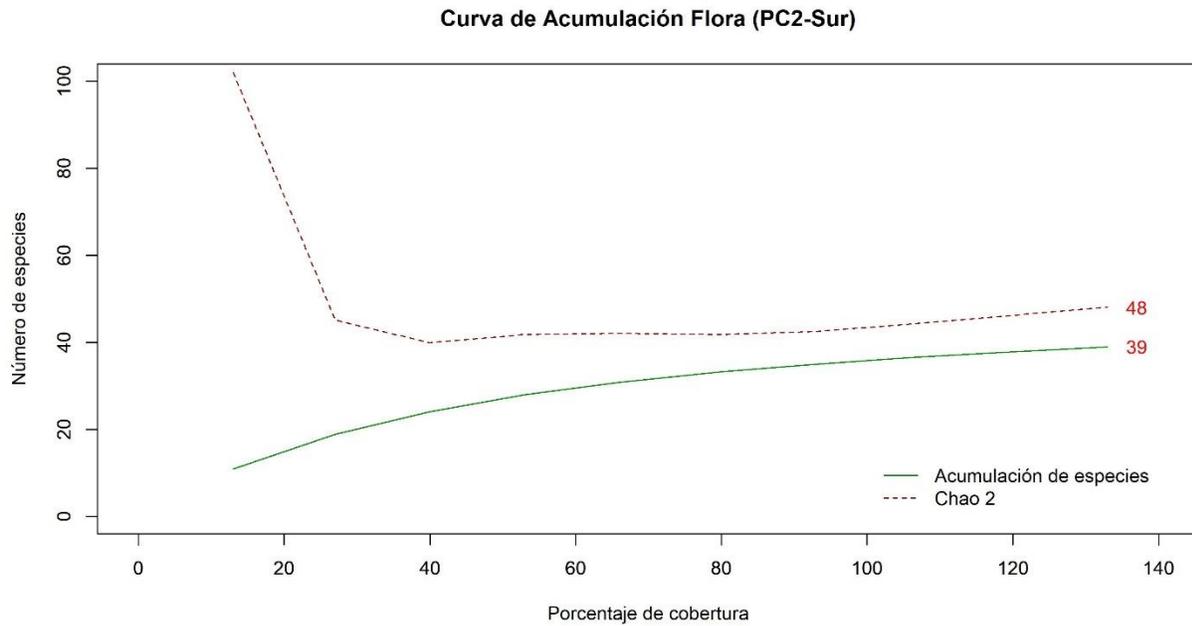


Figura 3. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 2 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente Flora para PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020

2.10.4 Curvas de rango-abundancia

PC1-Norte: La curva de rango-abundancia muestra que la comunidad de flora esta dominada principalmente por la especie *Plantago rigida* Kunth, y en menor grado, destacan *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud., *Paspalum bonplandianum* Fluggé y *Baccharis alpina* Kunth (Figura 4).



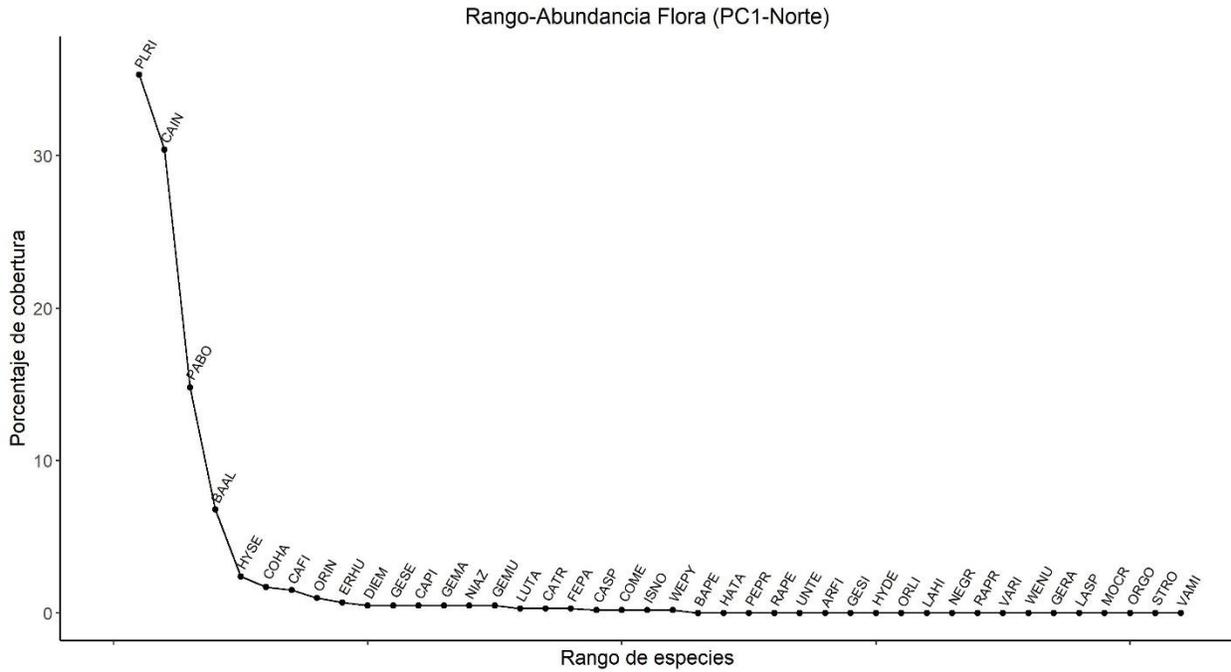


Figura 4. Curvas de rango-abundancia. Muestran la proporción de las especies de flora para PC1-Norte, proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies ver Anexo 5.

PC2-Sur: La curva de rango-abundancia muestra que la comunidad de flora esta dominada principalmente por la especie *Plantago rigida* Kunth, y en menor grado, destacan *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. y *Paspalum bonplandianum* Fluggé. (Figura 5)



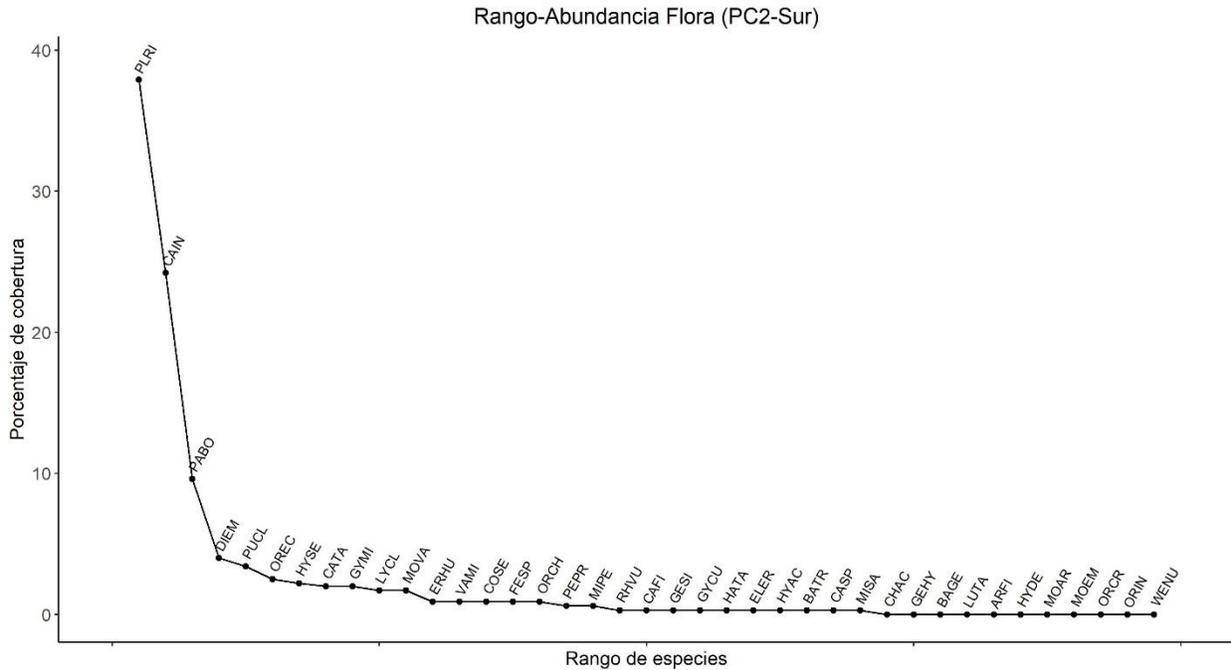
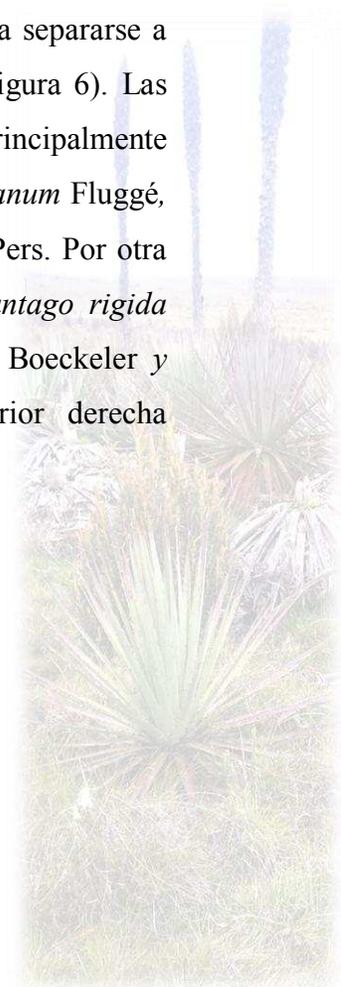


Figura 5. Curvas de rango-abundancia. Muestran la proporción de las especies de flora para PC2-Sur, proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies. Ver Anexo 5.

2.10.5 Cambios en la Comunidad

En general, la ordenación de la comunidad de flora muestra una ligera tendencia a separarse a través de las distintas parcelas evaluadas (NMDS solución 2D, estrés = 0.001; Figura 6). Las parcelas PC1-MF1 y PC2-MF1 se ubicaron del centro hacia la izquierda y están principalmente representadas por *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud., *Paspalum bonplandianum* Fluggé, *Arcytophyllum filiforme* (Ruiz & Pav.) Standl. y *Baccharis genistelloides* (Lam.) Pers. Por otra parte, las parcelas PC1-MF2 y PC2-MF2, representadas principalmente por *Plantago rigida* Kunth, *Baccharis alpina* Kunth, *Eryngium humile* Cav., *Rhynchospora vulcani* Boeckeler y *Bartsia pedicularoides* Benth. se separaron hacia la parte superior e inferior derecha respectivamente (Figura 6).



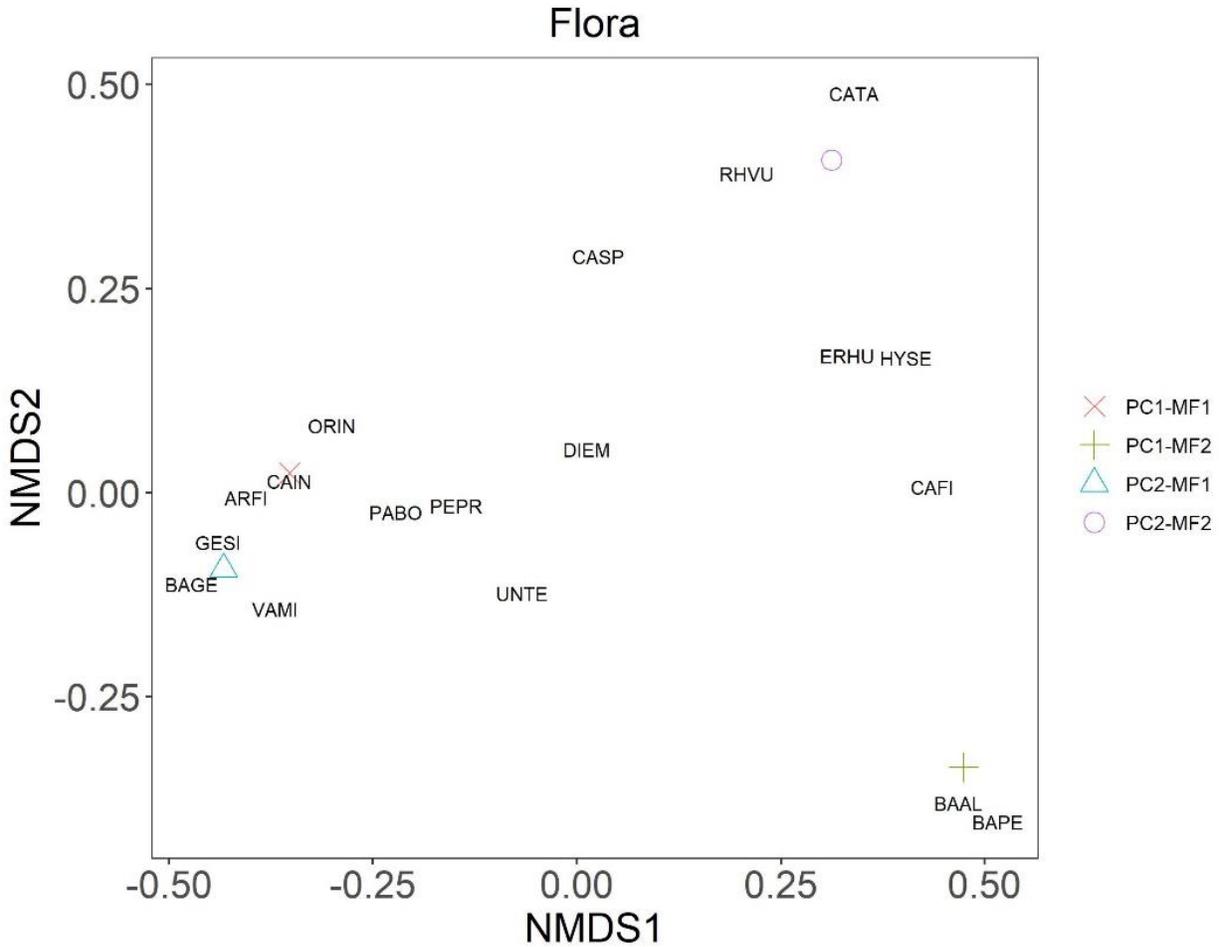


Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico. Muestra los cambios en la composición de la comunidad de Flora, basado en la cobertura de especies registradas en las localidades PC1-Norte y PC2-Sur en el área del proyecto estratégico "Loma Larga". Códigos de las especies ver Anexo 5.

2.10.6 Índice de valor de importancia (IVI)

PC1-Norte: las especies que destacan como importantes en la estructura y composición vegetal de esta zona fueron: *Plantago rigida* Kunth (IVI=19.42), *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. (IVI=17.36) y *Paspalum bonplandianum* Fluggé (IVI=10.29; Anexo 8).

PC2-Sur: destacan como especies importantes en la estructura y composición vegetal *Plantago rigida* Kunth (IVI=20.83), *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. (IVI=15.46) y *Paspalum bonplandianum* Fluggé (IVI=7.02; Anexo 9).





2.10.7 Estado de conservación y endemismo

PC1–Norte: en relación al estado de conservación de especies vegetales, en la zona la mayoría de las especies se encuentran en la categoría “No Evaluado” (NE). Las especies *Calamagrostis fibrovaginata* Lægaard y *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude se encuentran dentro de la categoría “Preocupación Menor” (LC) y *Halenia taruga-gasso* Gilg en la categoría “Casi Amenazado” (NT; UICN 2020).

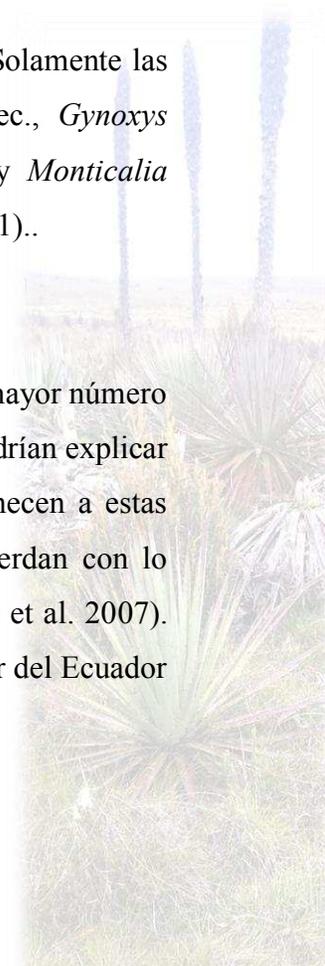
En cuanto al endemismo, casi todas de las especies registradas son de origen “Nativo”. Solamente, *Festuca parciflora* Swallen y *Halenia taruga-gasso* Gilg son especies de origen “Endémico” (León-Yáñez et al. 2011).

PC2–Sur: en relación al estado de conservación de especies vegetales, en la zona la mayoría de las especies se encuentran en la categoría “No Evaluado” (NE). Las especies *Gentianella hyssopifolia* (Kunth) Fabris, *Gynoxys miniphylla* Cuatrec., *Miconia pernettifolia* Triana y *Puya clava-herculis* Mez & Sodiro se encuentran en la categoría “Vulnerable” (VU); las especies *Calamagrostis fibrovaginata* Lægaard y *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drudese encuentran en la categoría “Preocupación Menor” (LC); y en la categoría de “Casi Amenazado” (NT) se encuentran las especies *Gynoxys cuicochensis* Cuatrec. y *Halenia taruga-gasso* Gilg (UICN 2020).

Para el endemismo, en esta zona la mayoría de especies son de origen “Nativo”. Solamente las especies *Gentianella hyssopifolia* (Kunth) Fabris, *Gynoxys cuicochensis* Cuatrec., *Gynoxys miniphylla* Cuatrec., *Halenia taruga-gasso* Gilg, *Miconia pernettifolia* Triana y *Monticalia empetroides* (Cuatrec.) C. Jeffrey son de origen “Endémico” (León-Yáñez et al. 2011)..

2.11 Discusión

Para el área de estudio las familias Asteraceae, Cyperaceae y Poaceae presentan el mayor número de especies. La dominancia de especies herbáceas en los ecosistemas de páramo, podrían explicar este patron, ya que un gran número de especies que presentan este hábito pertenecen a estas familias (Beltrán et al. 2009; Sklenár & Ramsay 2001). Estos resultados concuerdan con lo reportado por estudios realizados en la zona altoandina (Caranqui et al. 2016; Izco et al. 2007). Demostrando que esta es una característica propia de los ecosistemas andinos del sur del Ecuador y de la zona altoandina (Smith & Cleef 1988; Caranqui et al. 2016).





Por otro lado, nuestros datos presentan a *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud., como una de las especies más representativas, siendo este un patrón muy común para los páramos andinos (Caranqui et al. 2016). En adición, *Paspalum bonplandianum* Fluggé, *Baccharis alpina* Kunth y *Eryngium humile* Cav. fueron especies abundantes, demostrando que los páramos son ecosistemas botánicamente heterogéneos y que se consideran como uno de los sitios con mayor diversidad dentro del ecosistema de alta montaña (Rodríguez 2011; Sklenár et al. 2005; Minga et al. 2016).

La estimación de especies para PC1-Norte alcanza un 88%, mientras que para PC2-Sur, alcanza un 80.96%. Las curvas evidencian, a través del índice de rarefacción y del estimador Chao 2 que la mayoría de especies regionales han sido registradas por el monitoreo. Probablemente con mayor número de parcelas es posible acercarse al 100% de la estimación. Dentro de este marco, las escalas espaciales (área de muestreo) y temporal (presencia de flores que facilitan la identificación), mediante las cuales se llevan a cabo los estudios, son factores determinantes a la para representar la riqueza (Gray 2002; Jiménez-Valverde 2000).

Por otra parte, en función de las curvas de rango-abundancia, tanto para PC1-Norte como para PC2-Sur, los registros que presentan mayor proporción son especies propias de zonas de humedal y pajonal. La dominancia de *P. rigida* y *C. intermedia* como especies con mayor cobertura son características de los páramos de la región. Estas dos especies han sido reportadas como dominantes en asociaciones típicas de los ecosistemas de páramo herbáceo – páramo de pajonal y páramo húmedo de almohadilla (Chimbolema et al 2013; Minga et al. 2016).

En este sentido, la tendencia en separar la composición de la comunidad (ordenación NMDS) responde a los patrones de formaciones vegetales o tipos de ambiente monitoreados (Caranqui et al. 2016; Minga et al. 2016). Por ejemplo, las parcelas PC1-MF1 y PC2-MF1, corresponden a formaciones vegetales de pajonal, mientras que las parcelas PC1-MF2 y PC2-MF2 corresponden a páramo húmedo de almohadilla. A pesar de pertenecer una misma localidad de monitoreo PC1-MF2 y PC2-MF2, muestran una composición vegetal diferente. Sin embargo, *P. rigida* sobresale en las dos parcelas, especie típica de zonas de mayor humedad y que presenta diferentes asociaciones vegetales (Chimbolema et al. 2013; Minga et al. 2016), lo que puede explicar la variación entre estas parcelas. Dentro de este marco, los resultados apuntan a que el monitoreo realizado, como así también el esfuerzo de muestreo empleado, ha capturado la estructura y composición de los hábitats de páramo del área de estudio. Este último aspecto, se refleja en los



resultados del IVI, donde se reporta a *P. rigida* Kunth y *C. intermedia* (J. Presl) Steud. como especies determinantes en la estructura y composición del hábitat, característica típica de los páramos de la región (Chimbolema et al. 2013; Minga et al. 2016).

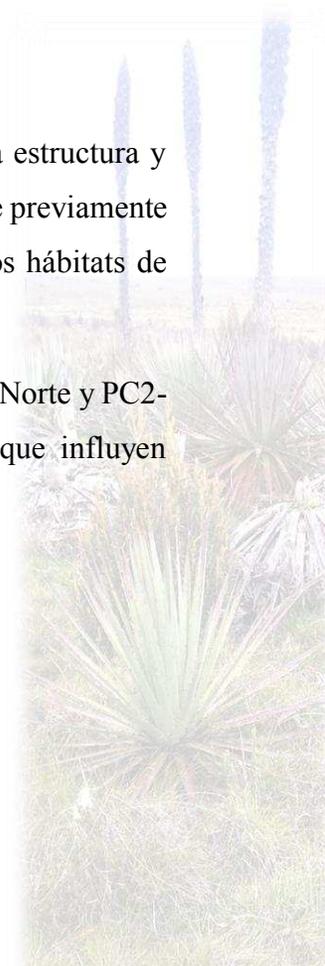
En cuanto a los estados de conservación, tanto para PC1-Norte como para PC2-Sur, la mayoría de especies no presentan una categoría de amenaza, esta situación impide una apreciación adecuada del estado de conservación de las especies en el área estudiada. Por otra parte, las especies designadas como “Preocupación Menor” (LC), presentan amplia distribución y sus poblaciones se mantienen estables. Finalmente, las especies denominadas como “Casi Amenazado” (NT) y “Vulnerable” (VU), resultan importantes y tienen que ser consideradas para el manejo y gestión de las actividades en el área.

Finalmente, de acuerdo con el endemismo en PC1-Norte y PC2-Sur, las especies registradas pertenecen a los géneros que previamente han sido reportados como endémicos en los ecosistemas de páramo (Mena et al. 2011), estos géneros son de amplia distribución en los páramos ecuatorianos. Solamente, el género *Miconia*, representado por la especie *M. pernettifolia* Triana, no fue registrado, esto puede deberse a que en la zona evaluada se encuentran pocas especies de dicho género.

2.12 Conclusiones

El presente monitoreo se reporta especies de flora típicas de la zona altoandina, la estructura y composición florística de la zona evaluada está definida por especies dominantes que previamente han sido reportadas como importantes dentro de las asociaciones que presentan los hábitats de páramos del sur del Ecuador.

Los resultados no muestran mayores diferencias entre la comunidad de flora de PC1-Norte y PC2-Sur. Sin embargo, los tipos de asociación presentan características particulares que influyen directamente en la composición de la comunidad.





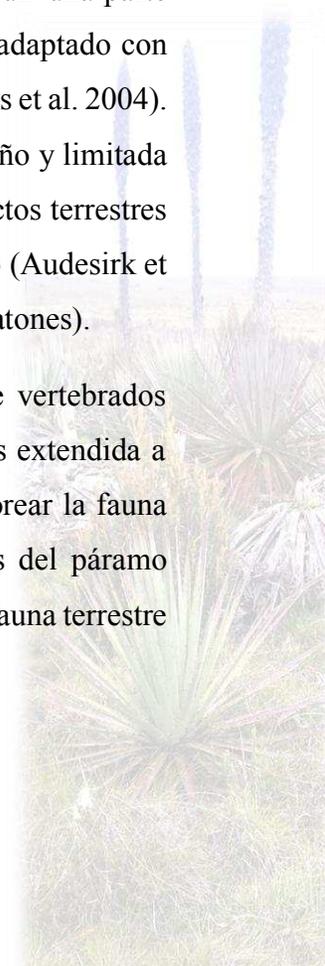
3 FAUNA TERRESTRE

3.1 Introducción

El páramo herbáceo es un ecosistema importante de los altos Andes tropicales debido a los altos niveles de diversidad y endemismo (Hofstede et al. 2014; Mena & Hofstede 2006). En el Ecuador, los páramos se distribuyen sobre los 3500 m snm, y están dominados por el páramo de pajonal (Hofstede et al. 2002), sin embargo, presenta una composición vegetal muy heterogénea en los que destacan herbazales, páramo de almohadillas, páramo arbustivo e inclusive bosquetes dominados por árboles del género *Polylepis* (Neill 1999). En este sentido, la fauna de la región se encuentra particularmente adaptada a cada uno de estos hábitats (Astudillo 2014). La fauna especialista o que preferentemente usa un tipo de hábitat es a menudo usada como indicadores de los cambios que pueden suceder en la funcionalidad de los ecosistemas (Tews et al. 2004).

Los páramos andinos son especialmente diversos para grupos de vertebrados medianos y pequeños (eg., aves, mamíferos, anfibios) y son los más estudiados particularmente en este ecosistema, ya que responde ágilmente a los cambios en la composición y estructura de los hábitats que integran el páramo herbáceo (Hofstede et al. 2002). Por otro lado, los insectos terrestres, a pesar de su menor diversificación (Simpson 1971; Jiménez-Rivillas et al 2018), pueden constituir una parte importante del ensamble de comunidades en los altos Andes. Los insectos se han adaptado con gran plasticidad a los procesos ecológicos de la región altoandina (Sturm 1998; Vargas et al. 2004). Sin embargo, en el páramo su representatividad es pequeña debido a su escaso tamaño y limitada oferta de recursos florares. En consecuencia, los servicios ecosistémicos de los insectos terrestres en sistemas de pastizales naturales de clima templado como lo es el páramo herbáceo (Audesirk et al. 2005) son reemplazados en su mayoría por vertebrados medianos (ej. colibríes, ratones).

Así, el páramo de la región se caracteriza por grandes niveles de endemismo de vertebrados terrestres (Jiménez-Rivillas et al 2018). Lamentablemente, la pérdida del hábitat es extendida a través de la región (Mena & Hofstede 2006). Por tal motivo, es importante monitorear la fauna terrestre con énfasis en vertebrados medianos que ocupan los diferentes hábitats del páramo herbáceo, para así asegurar un mejor entendimiento de las respuestas que presenta la fauna terrestre a los diferentes escenarios de actividades humanas que pueden alterar sus hábitats.





3.2 Análisis de Datos

Los análisis estadísticos se enfocaron en describir los cambios de la diversidad alfa y beta para las localidades de control (PC1-Norte y PC2-Sur). Todos los análisis se realizaron en el programa R versión 4.0.2 (R Core Team 2020) utilizando los paquetes *vegan* 2.5-6 (Oksanen 2019), *MASS* (Venables 2002) y *BiodiversityR* (Kindt & Coe 2005).

Diversidad alfa: Para la avifauna, herpetofauna y mastofauna la riqueza fue considerada como el número total de especies que fueron registradas, y la abundancia fue considerada como el número total de individuos registrados por especie. Sin embargo, para entomofauna, se considera a la riqueza como el número total de familias registradas; mientras que, la abundancia se considera como el número total de individuos registrados por familia (el nivel máximo de indentificación taxonómica fue familia). En grupos similares, por ejemplo, en insectos acuáticos, la estimación y cuantificación de la biodiversidad se puede realizar a escala de familia. En este contexto, resulta ser una conveniente variable de respuesta ya que corresponde a aproximaciones ágiles y sobre la diversidad presente (Martín-Piera 2000).

Índice Shannon – Wiener

Este es un índice de equidad y mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 2013).

Curvas de acumulación de especies

Para evaluar si la riqueza observada representa un esfuerzo de muestreo apropiado en representar la diversidad local, se realizaron análisis de acumulación de especies. En particular, se empleó el método de rarefacción que estandariza la riqueza observada a través de los individuos registrados. Para entender si la riqueza observada es representativa de la diversidad regional, se utilizó el estimador Chao 1. Este estimador predice el número de especies que podrían ser observadas con un modelo no paramétrico calculando el número extrapolado de especies observadas una vez (conteos únicos) y dos veces (conteos dobles) en base a 1000 permutaciones aleatorias (Chao 1984, Moreno 2001). En adición, para los componentes de aves y herpetos se ajustó la matriz de datos



en submuestras (en función de segmentos de 100 m y 10 m regulares respectivamente a través del transecto) para así representar de mejor manera la variación de especies nuevas por unidad de muestreo.

Curvas rango-abundancia

Para tener una idea clara de la estructura de la comunidad se evaluó la abundancia relativa a cada especie (Magurran 2013). Así, curvas rango-abundancia integran información relacionada al número de especies y a su distribución de abundancias a través del conjunto de la comunidad. En el eje X se ordenan las especies en rangos, de las más abundantes hasta las más raras. El eje Y se encuentra la abundancia total (Carmona & Carmona 2013).

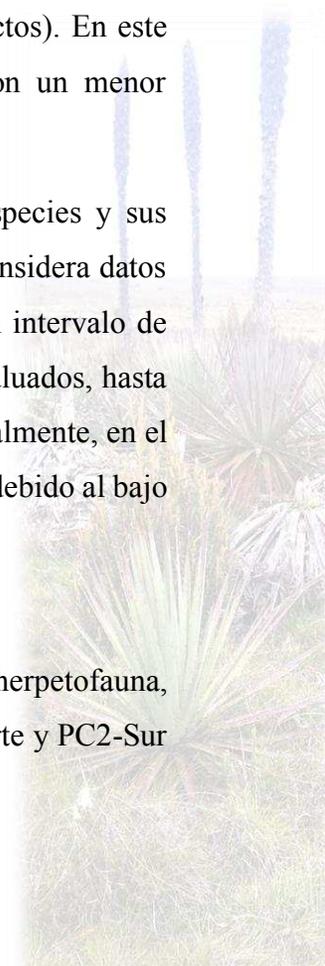
En el caso particular de herpetofauna para la localidad de control PC2-Sur No fue posible realizar este análisis debido al bajos numero de especies y sus abundancias registradas.

Diversidad Beta: Los cambios la composición de cada comunidad de fauna fueron evaluados mediante un análisis multidimensional no-métrico (NMDS, solución 2D). Este análisis parte de una matriz de tipo especie \times muestra para generar la distancia (disimilitud) de Bray & Curtis (Cayuela et al. 2011). El NMDS representa un espacio geométrico en que las especies que integran la comunidad se agrupan en función de la disimilitud de las muestras (e.g. transectos). En este contexto, muestras más agrupadas representan comunidades menos disímiles con un menor reemplazamiento de especies (Whittaker 1972).

En el caso particular del componente mastofauna, debido al bajo número de especies y sus abundancias (Anexo 10), se utilizó el índice Jaccard. Este coeficiente de similitud considera datos de presencia-ausencia (perspectiva cualitativa de la diversidad beta) y, muestra un intervalo de valores para que va de cero cuando no hay especies compartidas entre los sitios evaluados, hasta uno cuando los sitios tienen la misma composición de especies (Moreno 2001). Finalmente, en el caso de herpetofauna, no se realizó ningún análisis a escala de comunidad (NMDS) debido al bajo número de especies e individuos resgistrados (Anexo 18).

3.3 Objetivos

- Determinar la diversidad alpha y beta de la comunidad de vertebrados terrestres (herpetofauna, avifauna, mastofauna) e insectos terrestres en las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur en el proyecto estratégico “Loma Larga”.



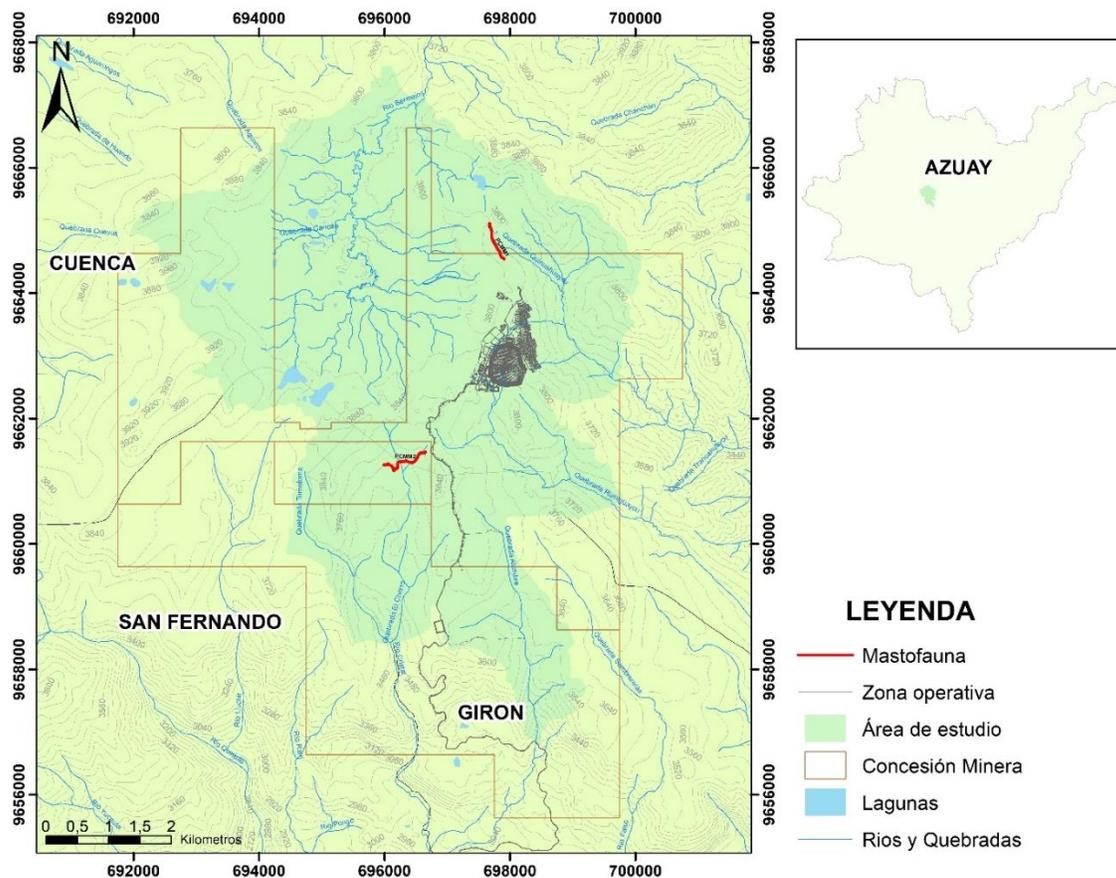


4 MASTOFAUNA

Fernández de Córdova, Javier

4.1 Sitios de muestreo

En total se ubicaron dos puntos para el monitoreo de mamíferos: zona PC1-Norte (PC1-MM) y zona PC2-Sur (PC2-MM). Cada punto estuvo dispuesto en función de los límites del polígono de implantación del proyecto (Mapa 2). En cada punto se estableció un transecto de 1 km de longitud y dentro de este se instalaron cuatro sub transectos. En cada sub transecto se dispusieron 10 trampas vivas tipo Sherman para capturar a los pequeños mamíferos (< 1 Kg). En adición, para los medianos y grandes mamíferos se hizo una búsqueda de rastros y huellas a lo largo de todo el transecto de cada localidad; aunque, no se contaron individuos y la información de las búsquedas solo integran en los listados de especies. Dentro de los transectos se consideraron todos los tipos de hábitat presentes de acuerdo a la estructura de la vegetación dominante: páramo herbáceo y páramo húmedo de almohadillas (Mapa 2, Tabla 5).



Mapa 2. Área de estudio para el levantamiento de información del componente mastofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.



Tabla 5. Sitios de muestreo correspondiente al componente mastofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" -junio 2020

Localidad de control	Código Transecto	UTM – WGS 84 (17S)			Hábitat	
			Coordenadas X	Coordenadas Y		Elevación (m)
PC1-Norte	PC1-MM	Inicio	697905	9664547	3779	Pajonal
		Fin	697674	9665114	3797	
PC2-Sur	PC2 MM	Inicio	696653	9661466	3805	Pajonal
		Fin	695990	9661264	3770	

4.2 Caracterización del hábitat de los transectos

PC1-Norte

PC1-MM: El hábitat de este transecto está caracterizado por un pajonal dominado por hierbas en penacho de *Calamagrostis intermedia* y, varios individuos dispersos de *Puya spp.* Además, presenta asociaciones arbustivas con especies representativas como *Hypericum aciculare*, *Loricaria spp.*, y árboles del género *Gynoxys*. Adicionalmente, se presentan áreas de páramo húmedo de almohadillas representadas por *Plantago rigida* y *Xenophillum spp.*

PC2-Sur

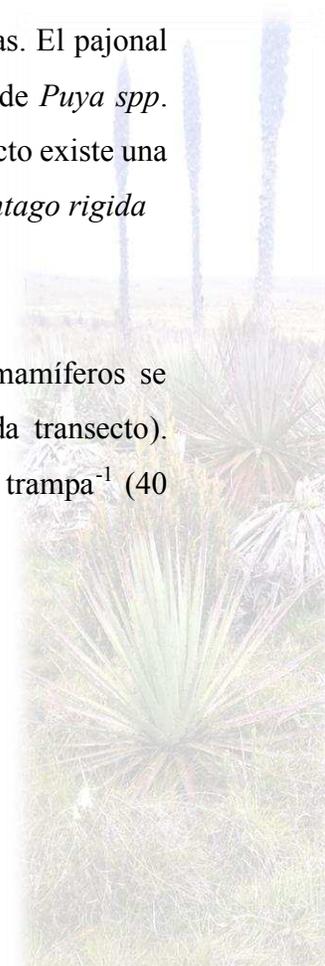
PC2-MM: Está caracterizado por un hábitat de pajonal asentado en pequeñas colinas. El pajonal está dominado por *Calamagrostis intermedia* en asociación con varios individuos de *Puya spp.* Además, presenta zonas arbustivas con especies *Hypericum aciculare*, en este transecto existe una pequeña área de páramo húmedo de almohadillas dominada principalmente por *Plantago rigida*

4.3 Esfuerzo de muestreo

Para el caso de las búsquedas de ratos y huellas de los medianos y grandes mamíferos se emplearon un total de ocho horas hombre⁻¹ (dos personas por dos horas en cada transecto). Mientras que, para los pequeños mamíferos se emplearon un total de 160 noches trampa⁻¹ (40 trampas por dos noches en cada transecto).

4.4 Fase de campo

Trampas Sherman





Para el estudio de micromamíferos no voladores se utilizaron 40 trampas tipo Sherman por localidad de muestreo (10 trampas por cada uno de los cuatro sub transectos). Cada uno de los sub-transectos tiene una longitud de 200 metros y están distribuidos de manera regular a lo largo de un transecto principal de 1 km, para así representar la heterogeneidad de los hábitats de páramo. Todas las trampas se ubicaron con una separación de ~20 m y estuvieron activas durante dos noches consecutivas (Suárez & Mena 1994). Como cebo o atrayente se utilizó una mezcla de avena, atún, pasta de maní y esencias de vainilla y coco (Wilson et al. 1996).

Transectos de Observación (búsqueda de ratros y huellas)

Para cubrir la mayor cantidad de tipos de hábitat disponibles a lo largo del transecto principal se usó la metodología de observación directa con dos observadores. Este método es recomendable para ecosistemas abiertos con hábitat heterogéneo como el páramo herbáceo (Tirira 1999) en donde se facilita la identificación de rastros (e.g., heces, pelos, osamentas y escarbaciones) y huellas de mamíferos medianos y grandes. Todas las búsquedas se realizaron en un rago de 4 m a lo ancho del transecto principal. Estos transectos fueron recorridos una sola vez entre las 10:00 am y 12:00 pm en días diferentes cada uno y, operados en condiciones favorables de clima (e.g, visibilidad, ausencia de lluvias). Adicionalmente, los registros esporádicos visualizados fuera de las horas de muestreo también fueron reportados.

4.5 Fase de gabinete

Todas las especies fueron identificadas en base a la guía de campo de mamíferos del Ecuador (Tirira 2017) y manipulados siguiendo las recomendaciones especificadas en *Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education* (Sikes 2016).

4.6 Análisis de resultados

4.6.1 Riqueza y Abundancia

En total se registraron siete especies de mamíferos agrupados en cinco familias y tres ordenes (Figura 7; Anexo 10).



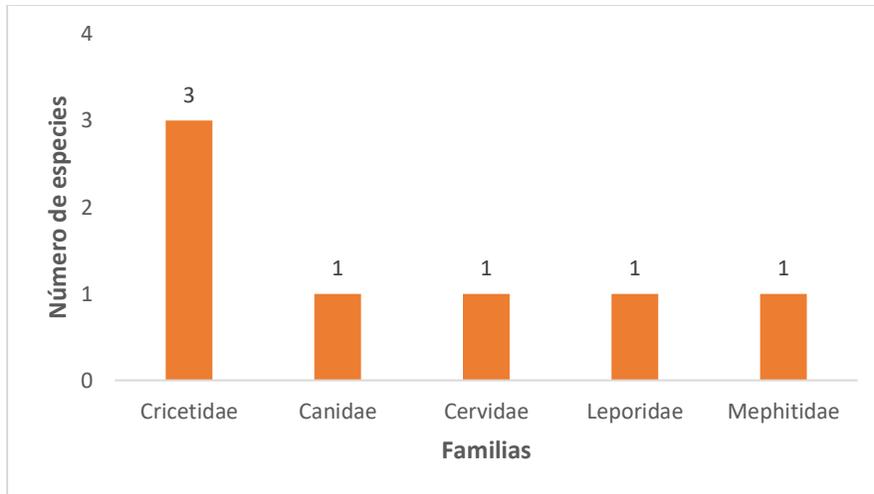


Figura 7. Número de especies por familia para el componente mastofauna registradas en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

4.6.1.1 Riqueza (búsquedas de rastros y huellas para medianos y grandes mamíferos)

De los cuales cuatro (55.26%) corresponden a medianos y grandes mamíferos (Anexo 10). En PC1-Norte se registró tres especies distribuidas en tres familias y dos órdenes. Mientras que, PC2-Sur en total se registró tres especies distribuidas en tres familias y tres órdenes.

4.6.1.2 Riqueza y Abundancia (capturas en trampas Sherman)

Los pequeños mamíferos representan el 44.74% de la riqueza de mamíferos registrada (Anexo 10). En total se registraron 17 individuos asociadas a tres especies de pequeños mamíferos.

4.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')

El índice de equidad de Shannon-Wiener indica que PC2-Sur es más diverso que PC1-Norte (ver Tabla 6; Anexo 10).

Tabla 6. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente Mastofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Riqueza	Abundancia	Índice Shannon
PC1-Norte	2	7	0.68
PC2-Sur	3	10	0.8

4.6.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

PC1-Norte: la curva de acumulación alcanza al final su asíntota. El valor de la riqueza observada es de dos especies y el estimador Chao representó el 100% de la riqueza observada (Riqueza





observada = 2, Estimador Chao 1 = 2 ± 0.16 [media \pm SD]; Intervalo de Confianza del 95% [CI] = 1.78. – 2.22; Figura 8).

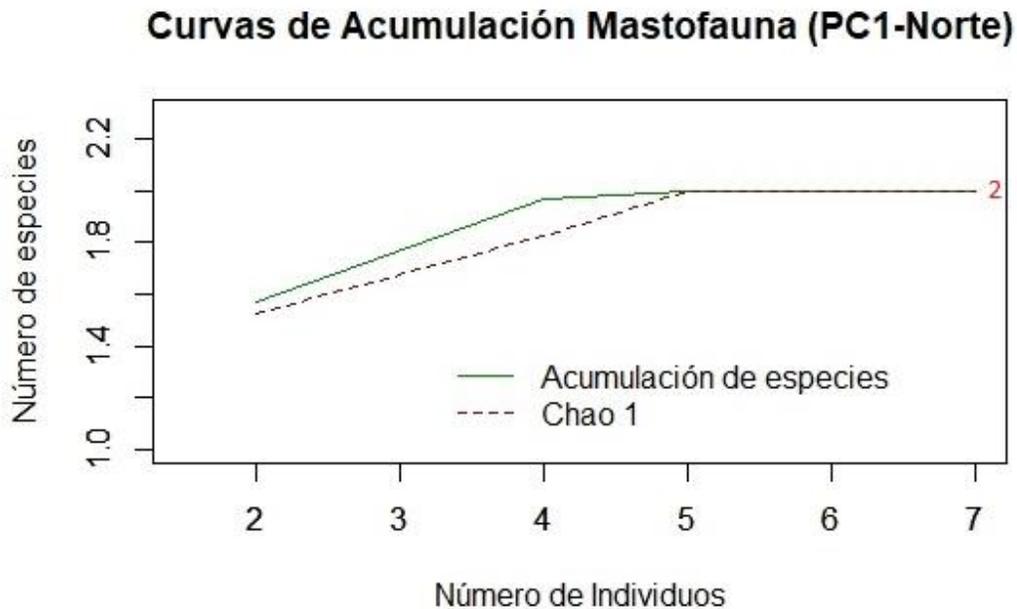


Figura 8. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) basados en las capturas de micromamíferos en PC1-MM (PC1-Norte). Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

PC2-Sur: la curva de acumulación de especies muestra una pendiente marcada, por lo tanto, no alcanza su asíntota definitiva. Sin embargo, el valor de la riqueza observada representa el 100% que la riqueza del estimador Chao 1 (Riqueza observada = 3, Estimador Chao 1 = 3 ± 0.6 [media \pm SD]; Intervalo de Confianza del 95% [CI] = 2.32. – 3.68; Figura 9).





Curva de Acumulación Mastofauna (PC2-Sur)

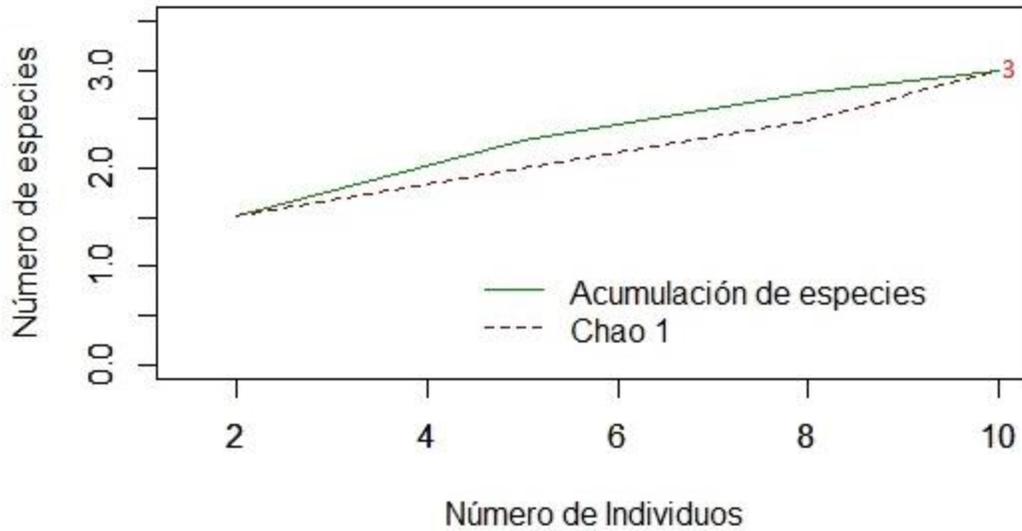


Figura 9. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) basados en las capturas de micromamíferos en PC2-MM (PC2-Sur). Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

4.6.4 Curvas de rango-abundancia

PC1-Norte: La curva de rango abundancia señala que no se destaca una especie dominante. Sin embargo, *Phyllotis haggardi* presenta más registros en relación a *Akodon mollis* (Figura 10).



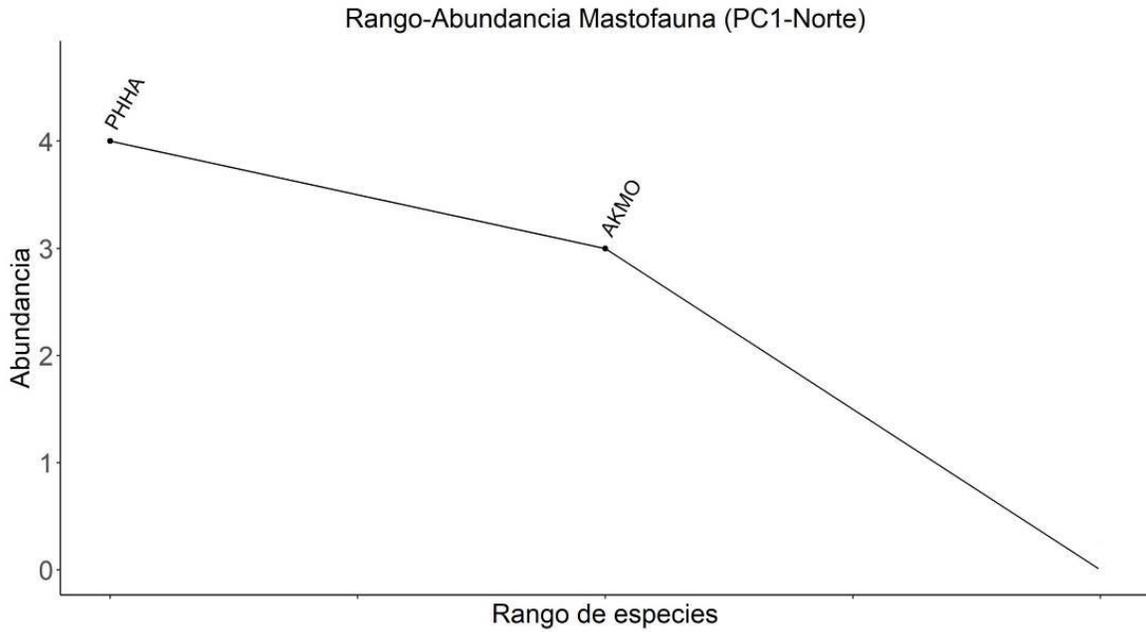


Figura 10. Curva Rango-Abundancia. Muestran la abundancia de las especies de pequeños mamíferos registrados en PC1-MM (PC1-Norte). Proyecto estratégico "Loma Larga" junio - 2020. Código de las especies: (PHHA) = *Phyllotis haggardi*, (AKMO) = *Akodon mollis*.

PC2-Sur: la curva de rango abundancia muestra que entre las especies de pequeños mamíferos *Akodon mollis* es la especie con mayor abundancia mientras que *Microryzomys minutus* y *Phyllotis haggardi* están presentes en menor proporción (Figura 11).

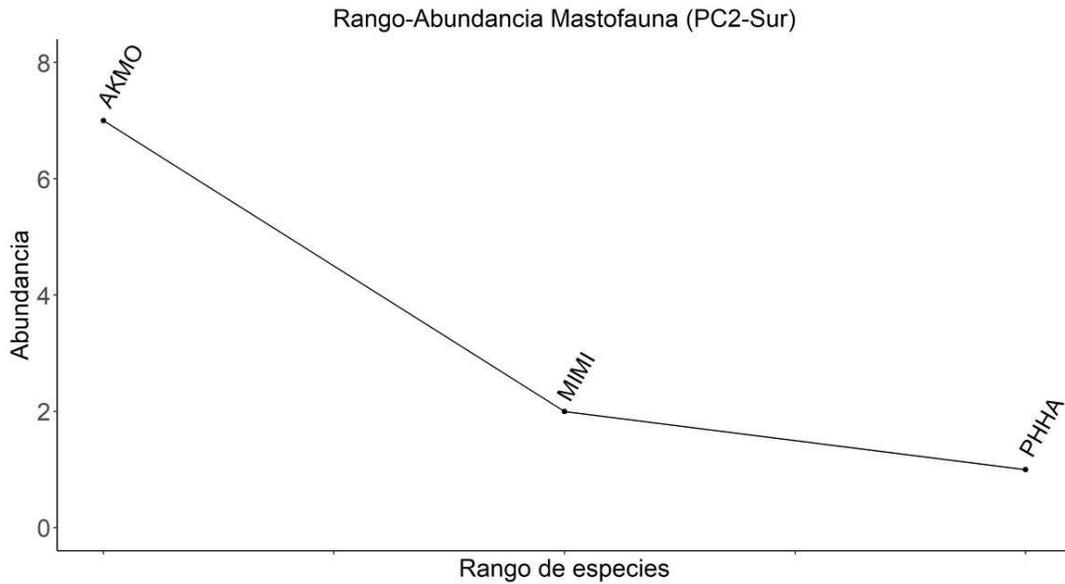
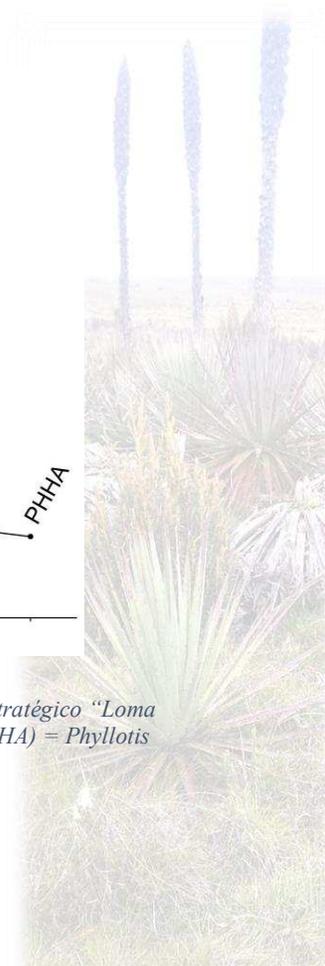


Figura 11. Curva Rango-Abundancia de pequeños mamíferos registrados en PC2-MM (PC1-Sur). Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies: (AKMO)= *Akodon mollis*, (MIMI)= *Microryzomys minutus*, (PHHA) = *Phyllotis haggardi*.





4.6.5 Composición de gremios

Con respecto a la composición gremial podemos observar que los omnívoros (*A. mollis*, *P. haggardi* y *M. minutus*) abarcan un 42.86% de la cadena trófica, mientras que los herbívoros (*O. ustus* y *S. andinus*) componen el 28.57%, y, finalmente los carnívoros (*L. culpaeus* y *C. semistriatus*) también con un 28.57% del total de los gremios alimenticios (Figura 12; Anexo 10).

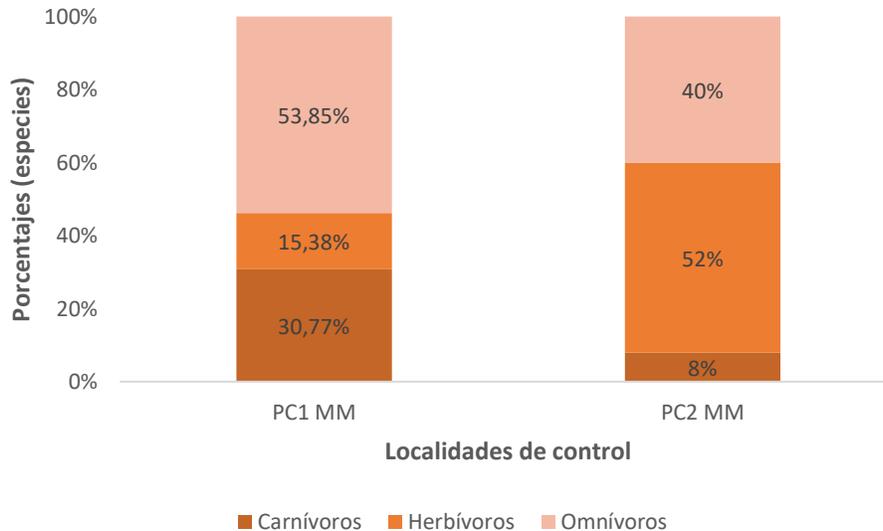


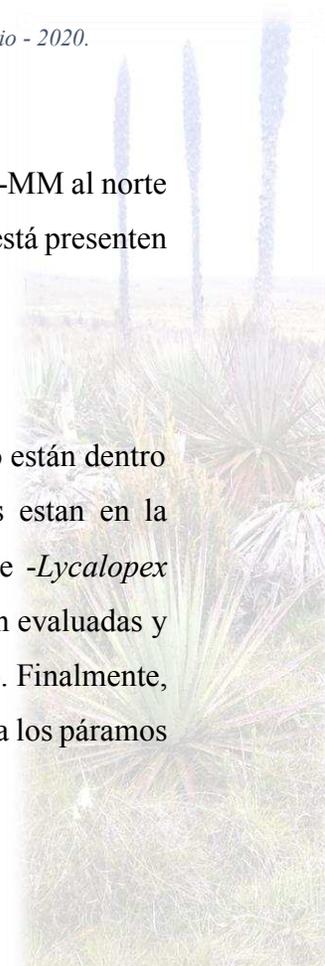
Figura 12. Composición gremial de los mamíferos registrados. Proyecto estratégico “Loma Larga” junio - 2020.

4.6.6 Cambios en la comunidad (índice Jaccard)

En general la comunidad de pequeños mamíferos de los dos transectos ubicados PC1-MM al norte (PC1-Norte) y PC2-MM al sur (PC2-Sur) son muy similares. El 88% de las especies está presente entre ambas localidades de monitoreo (Jaccard= 0.88).

4.6.7 Estado de conservación y endemismo

A escala global ninguna especie está dentro de categorías de amenaza; aunque cinco están dentro de las categorías evaluadas y son de “Preocupación Menor” (LC); dos especies están en la categoría “No Evaluada” (NE). Por otra parte, a escala nacional, solo una especie -*Lycalopex culpaeus*- está dentro de categorías de amenaza “Vulnerable” (VU), tres especies son evaluadas y son de “Preocupación Menor” (LC) y, dos están en la categoría “No Evaluada” (NE). Finalmente, una sola especie endémica fue reportada -*P. haggardi* (Cricetidae)- y está restringida a los páramos del Ecuador (Brito et al. 2013; Anexo 11).





4.7 Discusión

La diversidad observada sigue la tendencia general registrada en el área durante los últimos años (Barros et al. 2017). Sin embargo, en las zonas alto-andinas es posible registrar un mayor número de especies empleando una mayor representación espacial (Barnett 1999; Mena et al. 2011; Lee et al. 2015). La relativa baja diversidad observada puede tener relación directa con la etología, demografía poblacional, ecología, o condiciones climáticas (Módenes 2007; Morláns 2014) sin ser causa directa alguna actividad antrópica. En general los transectos estudiados no presentan diferencias marcadas en cuanto a la riqueza y abundancia de especies, evidencia que las dos localidades de control (PC1-Norte y PC2-Sur) podría estar representando una diversidad general más relacionada a toda el área de estudio. En este sentido, la estructura general de los mamíferos registrados involucra animales en diferentes escalas de la cadena trófica (predadores y presas) que indicaría que los ecosistemas se mantienen en equilibrio (Bergallo 1990; Powell 2012). Además, la presencia de pequeños roedores que cumplen funciones importantes como dispersores de semillas y como presas de carnívoros mayores como *Lycalopex culpaeus*.

El registro recurrente de *Phyllotis haggardi*, ratón endémico, podría sugerir que al menos en el área de estudio poblaciones tienden a ser estables (Naylor & Roach 2016). Finalmente, el registro de micromamíferos como *Akodon mollis* y *Microrhizomys minutus* que son característicos de la zona templada y alto andina (Mena et al 2011, Brito 2013), la evidencia registrada en las excretas de *Lycalopex culpaeus* y la presencia de medianos y grandes mamíferos muestran que el área tiene una buena representación de los mamíferos presentes en zonas andina y de páramo (Albuja et al. 2012).

4.8 Conclusiones

Los registros de las especies: *M. minutus* y *C. semistriatus*, que en monitoreos previos sus registros fueron escasos y eventuales, ponen en evidencia la importancia de los registros previos reportados para el área de estudio, en donde especies que no fueron registradas en este trabajo probablemente estén asociadas o presentes a sitios cercanos a la zona evaluada

En los transectos estudiados los registros para el Venado de páramo ecuatoriano, el lobo de páramo, el conejo andino y ahora el Zorrillo rayado siguen siendo relativamente bajas y es difícil establecer una aproximación del estado poblacional.





La mayor cantidad de grupos fecales en el caso del conejo andino, siempre están asociadas con los lugares en donde la paja tiene mayor tamaño y los conejos pueden construir sus refugios y galerías de tránsito. Esta evidencia podría señalar un páramo más desarrollado con un perfil de vegetación más alto.

El lobo de páramo es el único carnívoro grande permanente en las zonas de estudio. Entre sus presas principales destaca el conejo andino, especie de mayor registro en rastros y huellas, evidenciando una estructura de la comunidad estable, al menos desde la perspectiva de presa-predador.

Algunas áreas enfrentan problemas de perturbación, entonces se debería establecer diferentes parámetros de manejo (restauración, recuperación o zonas de exclusión) que permitan la ocupación de las especies de fauna nativa en el área.

En el área de estudio se identificaron especies que se encuentran dentro de las listas en categorías de amenaza a la extinción (Vulnerabe) a escala nacional; además, de una especie de roedor endémica. Estas especies son importantes al momento de elaborar estrategias para toma de decisiones en los planes de manejo del área.



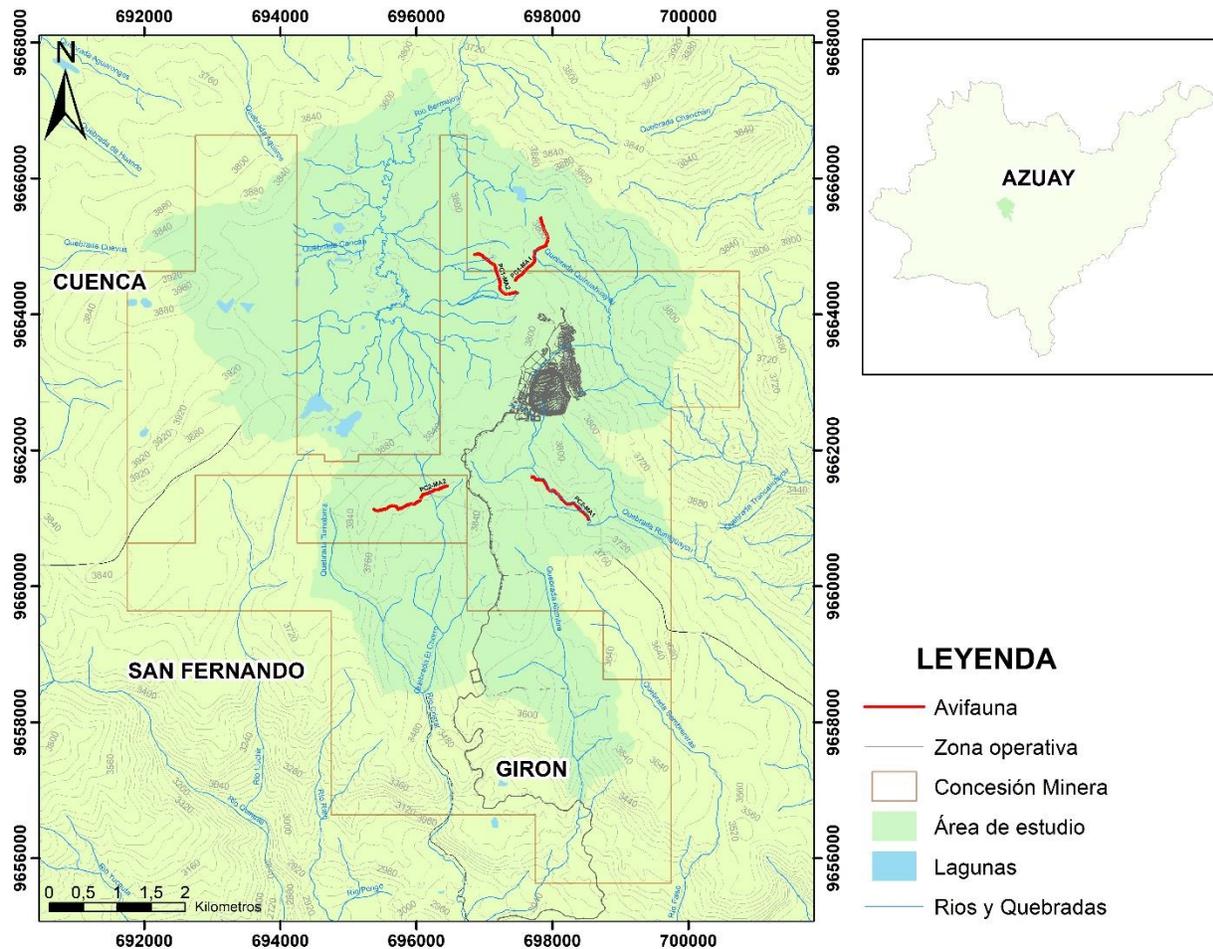


5 AVIFAUNA

Barros Q., Santiago; Landázuri P., Boris

5.1 Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo fueron ubicados en relación las localidades de control dispuestos al norte (PC1-Norte) y al sur (PC2-Sur) del polígono de implantación del proyecto. Las áreas para el establecimiento de los transectos fueron seleccionadas en función de la disponibilidad de hábitat para aves, intentando representar la heterogenidad de hábitats de páramo. En total, se instalaron cuatro transectos, dos se ubicaron en PC1-Norte y dos en PC1-Sur. En cada transecto, se consideró dos tipos de hábitat presentes, páramo herbáceo y páramo húmedo de almohadillas (Mapa 3, Tabla 7).



Mapa 3. Área de estudio para el levantamiento de información del componente avifauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.





Tabla 7. Ubicación de transectos PC1-norte y PC2-sur correspondientes al componente avifauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Código Transecto	UTM – WGS 84 (17S)				Hábitat
		Coordenadas	Coordenadas	Elevación		
		X	Y	(m)		
PC1-Norte	PC1-MA1	Inicio	697823	9664703	3831	Pajonal
		Fin	698196	9665624	3787	
	PC1-MA2	Inicio	697847	9664516	3806	Humedal
		Fin	697221	9665085	3782	
PC2-Sur	PC2-MA1	Inicio	698895	9661188	3654	Pajonal
		Fin	698062	9661807	3720	
	PC2-MA2	Inicio	696818	9661678	3794	Humedal
		Fin	695743	9661336	3821	

5.2 Caracterización del hábitat de los transectos

PC1-Norte

PC1-MA1: Páramo de almohadillas con baja altura de la vegetación, está dispuesto en pequeñas colinas y dominada por *Plantago rigida*. Además, la vegetación puede presentar áreas dominadas por *Calamagrostis intermedia* y escasas asociaciones arbustivas con presencia de las especies *Hypericum aciculare* y *Monticalia arbutifolia* (Anexo 16).

PC1-MA2: Páramo de pajonal de estructura homogénea con baja altura de la vegetación, dispuesto en pequeñas colinas donde domina la especie *C. intermedia*, en asociación con individuos dispersos de *Puya spp.*, *Loricaria spp.*, y escasas asociaciones de páramo arbustivo, principalmente de la especie *H. aciculare*, como así también de almohadillas de *P. rigida* y *Xenophillum spp* (Anexo 16).

PC2-Sur

PC2-MA1: Páramo de estructura heterogénea con vegetación de mediana altura. El transecto está dispuesto a lo largo de un valle y cercano a una quebrada. Aquí, destaca la vegetación de ribera y está dominada por árboles de *Polylepis reticulata* y, en menor grado por *P. incana* como así también por *Gynoxys baccharoides*, arbustos menores como *Berberis rigida*, *Ribes lehmannii* y



Valeriana hirtella. Sin embargo, la vegetación del transecto en general está dominado por hierbas densas en penachos de *C. intermedia* en asociación con *Puya spp.* Además, presenta espacios de menor perfil de vegetación formando pequeñas almohadillas, en áreas de suelo saturado, dominado por especies herbáceas de los géneros *Oreobolus* y *Plantago* (Anexo 16).

PC2-MA2: Páramo de pajonal con vegetación de mediana altura, formado en pequeñas colinas y dominado por gramíneas, principalmente *C. intermedia*. De forma dispersa presenta asociaciones arbustivas con especies como *H. aciculare*, *Miconia arbutifolia*, *Monticalia arbutifolia* y *Gynoxys miniphylla*. Además, en varios espacios presenta especies indicadoras de áreas intervenidas por pastoreo como *Lachemilla orbiculata* (Anexo 16).

5.3 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo total de muestreo fue calculado en horas hombre, en total se realizó un esfuerzo de 16 horas hombre⁻¹ (dos personas por dos horas en cada transecto).

5.4 Fase de campo

Para el levantamiento de la información se utilizó el método de transecto en franja fija, que es el más eficaz para el monitoreo de aves terrestres en hábitat abiertos tales como el páramo. Los transectos tienen una longitud de 1 km × 100 metros de ancho; estos fueron censados por dos observadores a una velocidad constante (~ 0.5 km h⁻¹). El método consiste en que un observador camine en zigzag para levantar las aves escondidas entre hierbas y penachos, y un segundo observador registra todas las aves vistas y/o escuchadas dentro del área del transecto (Ralph et al. 1996), lo que evita el recuento de individuos y garantizar la fidelidad de los registros. Todas las aves que fueron observadas sobrevolando el transecto no fueron incluidas en los análisis de datos, pero si en el listado de las especies. Los recorridos se realizaron de 06h00 a 11h00 y se utilizaron binoculares Bushnell 8 × 42 y una cámara Nikon Coolpix p900.

5.5 Fase de gabinete

La revisión taxonómica de las especies es acorde a *South American Classification Committee* (Remsen et al. 2019). En adición, las especies fueron agrupadas en gremios alimenticios más frecuentes en base a la información presentada por Ridgely & Greenfield (2001). La información sobre las categorías de amenaza a la extinción a nivel nacional proviene del Libro Rojo de Aves



del Ecuador (Freile et al. 2019). El endemismo estuvo basado en la información disponible en Stattersfield et al. (1998). Y finalmente la información de las especies migrantes fue obtenida en Ridgely & Greenfield (2001).

5.6 Análisis de resultados

5.6.1 Riqueza y Abundancia

En total se registraron 135 individuos agrupadas en 19 especies y 10 familias (Figura 14; Anexo 13).

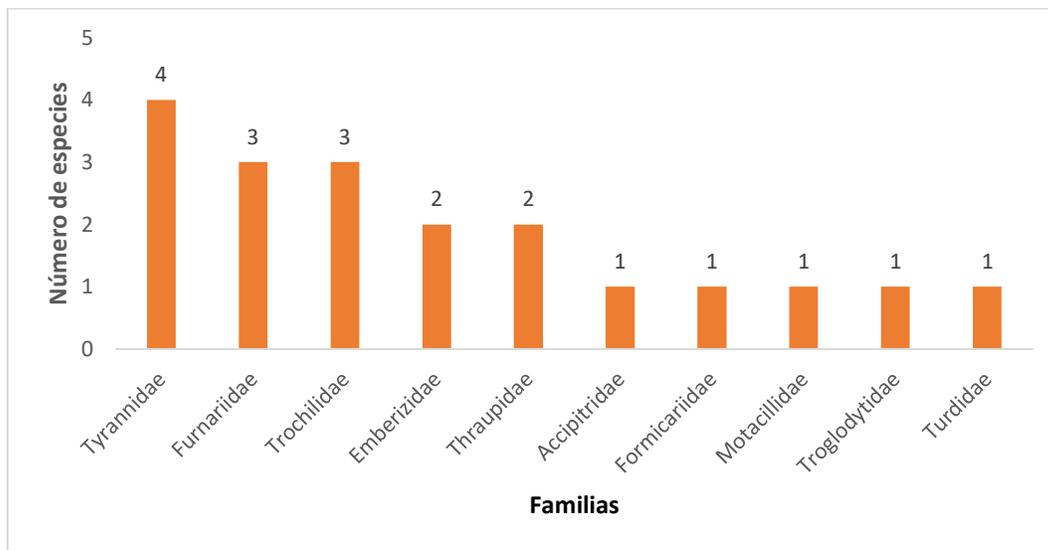


Figura 13. Número de especies por familia para el componente avifauna registradas en las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

PC1-Norte: en total se registraron 48 individuos asociados a nueve especies y siete familias. Las especies con mayor abundancia fueron: *Anthus bogotensis* (25% de los registros), *Asthenes flammulata*, *Cinclodes albiventris* y *Geospizopsis unicolor* (16.67% de los registros cada una), y *Cistothorus platensis* (12.59% de los registros; Anexo 14).

PC2-Sur: en total se registraron 87 individuos asociados a 17 especies y siete familias. Las especies con mayor abundancia fueron: *G. unicolor* (16.09% de los registros), *C. platensis* (13.79% de los registros), *Chalcostigma stanleyi* (12.64% de los registros) y *A. flammulata* (11.49% de los registros; Anexo 14).



5.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')

El punto PC2-Sur presentó una mayor equidad en relación con PC1-Norte (Tabla 8).

Tabla 8. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente avifauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Riqueza	Abundancia	Shannon
PC1-Norte	9	48	1.93
PC2-Sur	17	87	2.51

5.6.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

PC1-Norte: La curva de rarefacción alcanza parcialmente su asíntota; sin embargo, el valor de especies observadas representa el 100% de la riqueza estimada para la región (Riqueza observada = 9, Chao 1 = 9 ± 2.15 (media \pm SD); Intervalo de confianza del 95% [CI] = 10 - 8; Figura 14).

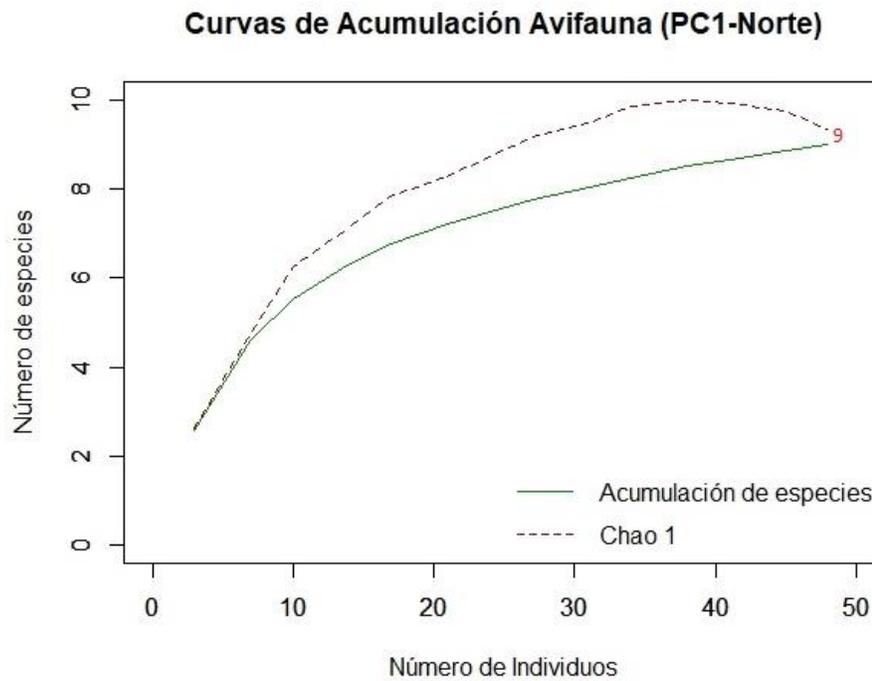


Figura 14. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente avifauna para PC1. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.





PC2-Sur: La curva de rarefacción alcanza parcialmente su asíntota; sin embargo, el valor de especies observadas representa el 94 % de la riqueza estimada para la región (Riqueza observada = 17, Chao 1 = 18 ± 3.55 (media \pm SD); Intervalo de confianza del 95% [CI] = 20 - 16; Figura 15).

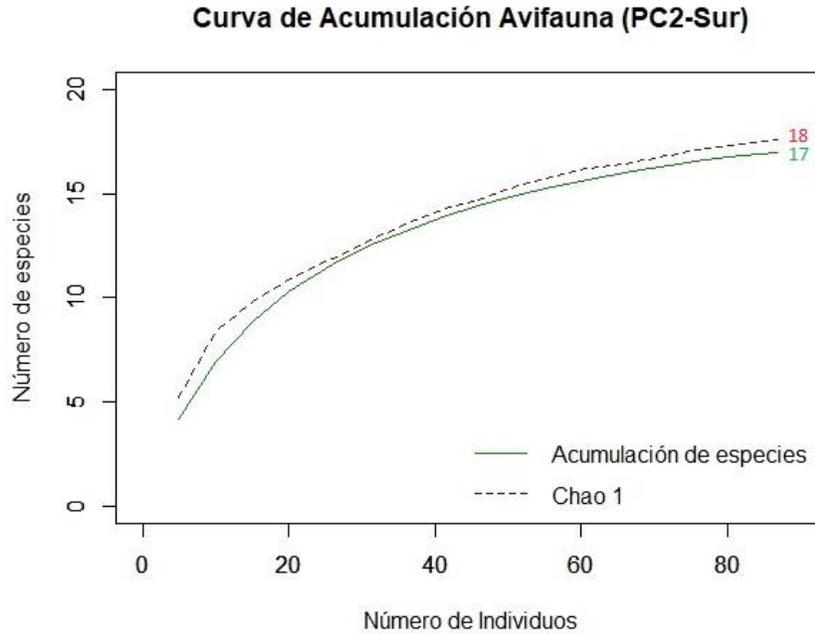


Figura 15. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente avifauna para PC2. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

5.6.4 Curvas de rango-abundancia

PC1-Norte: La curva muestra que la comunidad de aves está dominada principalmente por la especie *A. bogotensis*. Sin embargo, las especies: *A. flammulata*, *C. albiventris* y *G. unicolor* presentaron abundancias ligeramente menores a *A. bogotensis*. Las demás especies son menos representativas en la distribución de las abundancias (Figura 16).



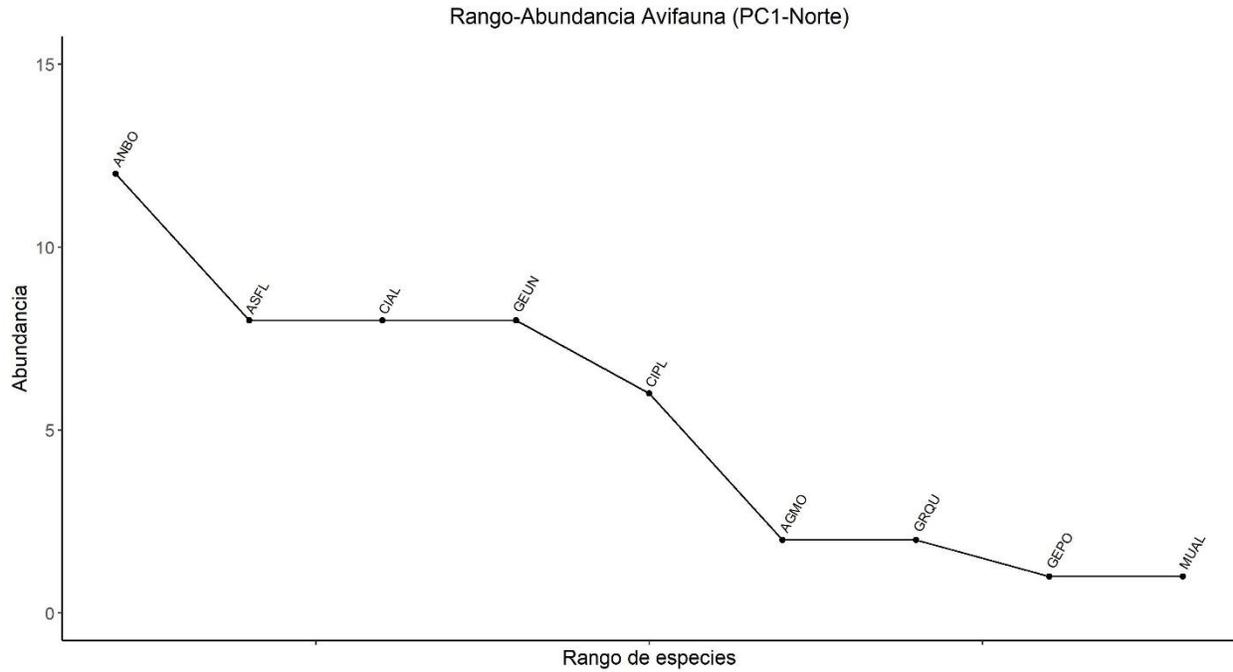


Figura 16. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de aves para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies: *Agriornis montanus* (AGMO), *Anthus bogotensis* (ANBO), *Asthenes flammulata* (ASFL), *Cinclodes albiventris* (CIAL), *Cistothorus platensis* (CIPL), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Geospizopsis unicolor* (GEUN), *Geranoaetus polyosoma* (GEPO), *Muscisaxicola alpinus* (MUAL).

PC2-Sur: La curva muestra una marcada dominancia de las especies: *G. unicolor*, *C. platensis*, *C. stanleyi*, *A. flammulata* y *C. albiventris*. Las demás especies son menos representativas en relación a su abundancia (Figura 17).



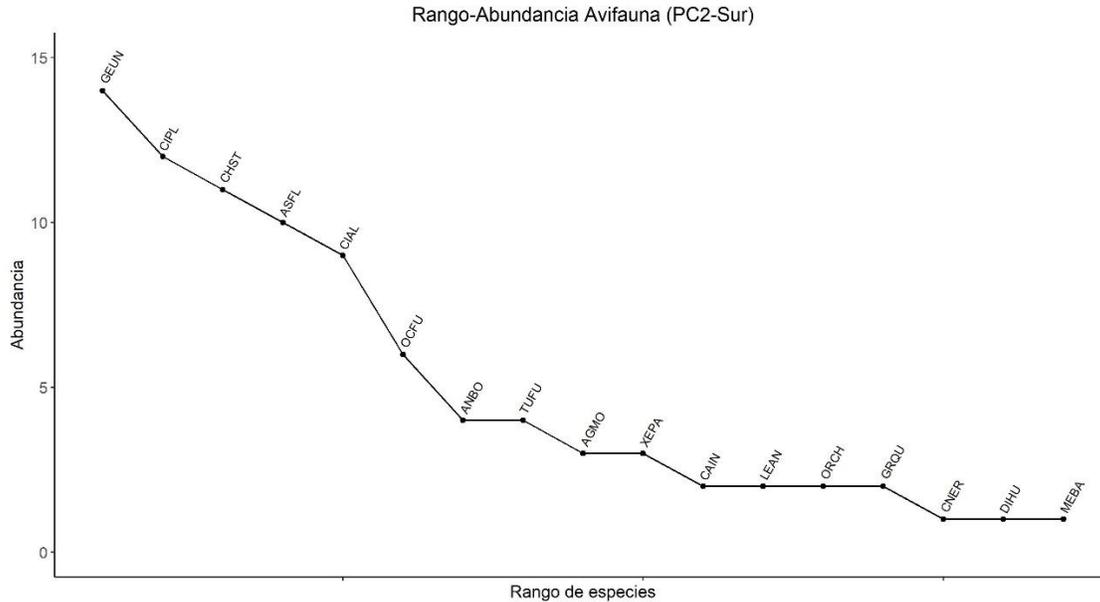
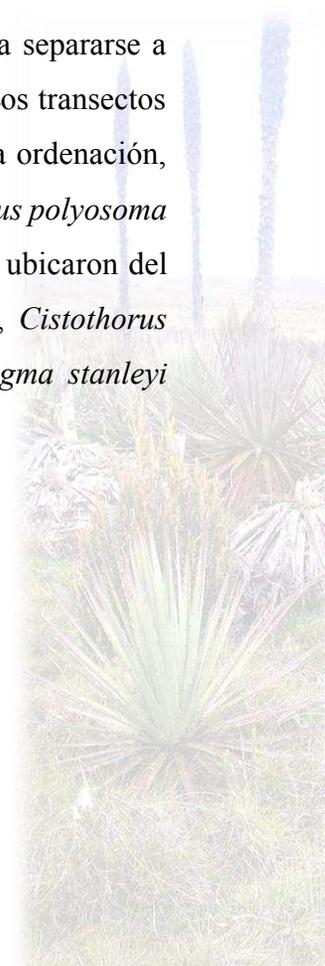


Figura 17. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de aves para PC2-Sur, proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020. Código de las especies: *Agriornis montanus* (AGMO), *Anthus bogotensis* (ANBO), *Asthenes flammulata* (ASFL), *Catamenia inornata* (CAIN), *Chalcostigma stanleyi* (CHST), *Cinclodes albiventris* (CIAL), *Cistothorus platensis* (CIPL), *Cnemarchus erythropygius* (CNER), *Diglossa humeralis* (DIHU), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Leptasthenura andicola* (LEAN), *Metallura baroni* (MEBA), *Ochthoeca fumicolor* (OCFU), *Oreotrochilus chimborazo* (ORCH), *Geospizopsis unicolor* (GEUN), *Turdus fuscater* (TUFU), *Xenodacnis parina* (XEPA).

5.6.5 Cambios en la Comunidad

En general, la ordenación de la comunidad de aves muestra una ligera tendencia a separarse a través de los distintos transectos evaluados (NMDS solución 2D, estrés = 0.001). Los transectos PC1-Norte (PC1-MA1 y PC1-MA2) se ubicaron del centro hacia la izquierda de la ordenación, con mayor presencia de las especies *A. bogotensis*, *Cinclodes albiventris*, *Geranoaetus polyosoma* y *A. flammulata*; mientras que los transectos PC2-Sur (PC2-MA1 y PC2-MA2) se ubicaron del centro hacia la derecha de la ordenación, con mayor presencia de *G. quitensis*, *Cistothorus platensis*, *Xenodacnis parina*, *Turdus fuscater*, *Ochthoeca fumicolor* y *Chalcostigma stanleyi* (Figura 18).



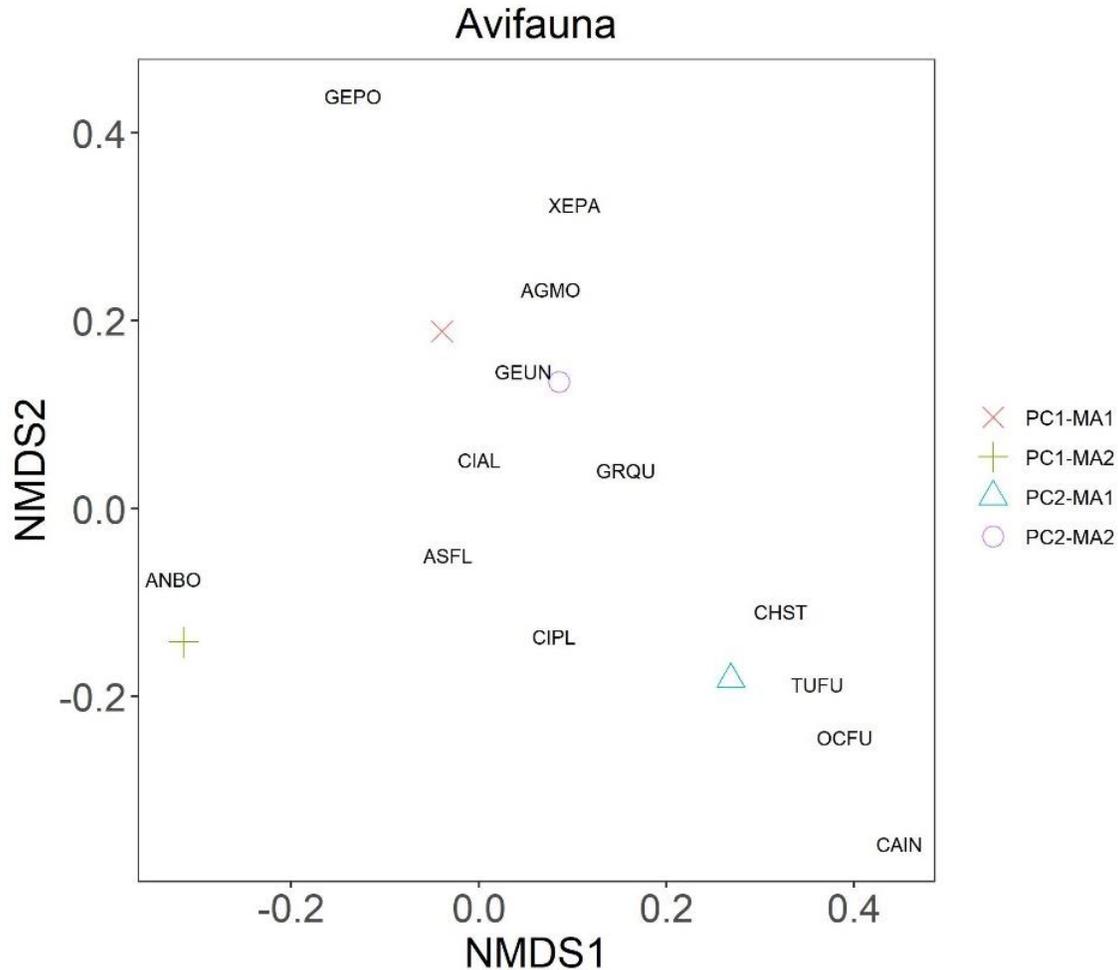


Figura 18. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico. Muestra los cambios en la composición de la comunidad del componente avifauna, basado en la abundancia de las especies registradas en referencia a las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur, área del proyecto "Loma Larga". Códigos de las especies: *Agriornis montanus* (AGMO), *Anthus bogotensis* (ANBO), *Asthenes flammulata* (ASFL), *Cinclodes albiventris* (CIAL), *Cistothorus platensis* (CIPL), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Geranoaetus polyosoma* (GEPO), *Muscisaxicola alpinus* (MUAL), *Chalcostigma stanleyi* (CHST), *Cnemarchus erythropygius* (CNER), *Diglossa humeralis* (DIHU), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Leptasthenura andicola* (LEAN), *Metallura baroni* (MEBA), *Ochthoeca fumicolor* (OCFU), *Oreotrochilus chimborazo* (ORCH), *Geospizopsis unicolor* (GEUN), *Turdus fuscater* (TUFU), *Xenodacnis parina* (XEPA).

5.6.6 Composición de gremios

Las especies registradas presentaron cinco preferencias alimenticias: granívoros, insectívoros, nectarívoros, omnívoros y rapaces (Anexo 14).

PC1-Norte: Los omnívoros estuvieron representados con cuatro especies (62.5% de los registros), los insectívoros estuvieron representados por tres especies (18.75% de los registros), los granívoros representados con una especie (16.67% de los registros) y las rapaces con una especie (2.08% de los registros; Figura 19).





PC2-Sur: Los omnívoros estuvieron representados con cinco especies (34.48% de los registros), los insectívoros estuvieron representados por seis especies (29.89% de los registros), los granívoros representados con dos especies (18.39% de los registros) y los nectarívoros con cuatro especies (17.24% de los registros; Figura 19).

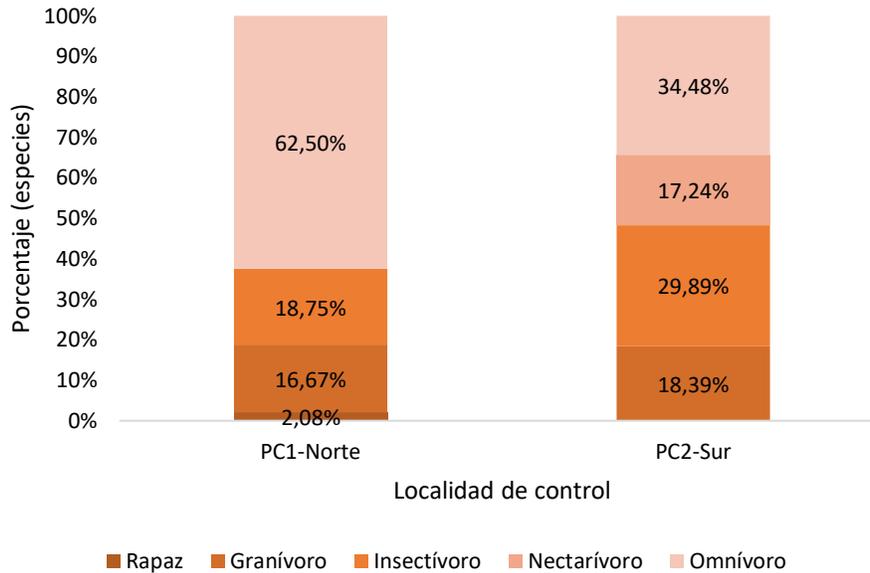


Figura 19. Estructura trófica de la comunidad de aves para las localidades de control PC1(PC1-Norte) y PC2 (PC2-Sur). Proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020.

5.6.7 Estado de conservación y endemismo

PC1-Norte: Todas las especies registradas se encuentran dentro de la categoría “Preocupación Menor” (LC) tanto a nivel global como nacional. No se registraron especies endémicas o migratorias.

PC2-Sur: De las especies registradas *Metallura baroni* se encuentra dentro de la categoría de amenaza “En Peligro” (EN) tanto a nivel global como nacional (UICN 2020; Freile et al. 2019). Por otra parte, solo a escala nacional, dos especies están dentro de categorías de amenaza *X. parina* como “En peligro” (EN) y *C. stanleyi* como “Vulnerable” (VU). *Cnemarchus erythropygius* se encuentra fuera de categoría de amenaza dentro de “Casi Amenazada” (NT; Freile et al. 2019). En cuanto al endemismo, solo *M. baroni* es endémico de los Andes Centrales del Sur según Stattersfield et al. (1998). No se registraron especies migratorias.



5.7 Discusión

Los patrones de diversidad observados durante el monitoreo concuerdan con los patrones generales reportados para la región de los Andes sur del Ecuador (Carrión 2000; Astudillo et al. 2018; 2019). Así mismo, la diversidad observada coincide con la reportada en monitoreo y líneas bases previas realizadas en esta localidad (Barros et al. 2017). Por otra parte, los resultados muestran que la diversidad de aves se encuentra fuertemente influenciada por la estructura y composición del hábitat evaluado. Así, transectos con menor altura de la vegetación y con una evidente disminución en la presencia de plantas arbustivas (PC1-MA1, PC1-MA2), mostraron una riqueza y abundancia relativamente menor en relación a los transectos con mayor altura de la vegetación y una mayor presencia de plantas arbustivas (PC2-MA1, PC2-MA2).

Varios estudios destacan la heterogeneidad que presentan los ecosistemas de páramo, mostrando una compleja estructura (altura de la vegetación) y composición vegetal (diversidad de plantas) (Minga & Verdugo 2007; Astudillo et al. 2014). La diversidad de aves altoandinas está influenciada por la estructura y composición del hábitat (Koenen 2000; Gareca et al. 2010; Astudillo et al. 2019). En este contexto, se ha demostrado la influencia positiva de los hábitats heterogéneos en la riqueza y abundancia de aves (Sevillano-Ríos et al. 2018; Astudillo et al. 2018). Esto podría explicar la mayor diversidad relativa de PC2-Sur, observada por ejemplo a través del índice Shannon, en relación a PC1-Norte. Los transectos ubicados en PC2-Sur tienen una estructura más heterogénea, con presencia de especies herbáceas, arbustivas y árboles dispersos del género *Polylepis*.

La riqueza de especies evaluada a través de la rarefacción y estimadores Chao 1 indican que el número de especies observadas, a pesar de que no llegar a estabilizarse, presenta valores que alcanzan un porcentaje mayor al 90 % de la diversidad regional estimada. Este aspecto demuestra en términos generales que hubo una relativa representatividad de la diversidad de aves para el área de estudio. Probablemente, el comportamiento de las curvas podría estar influenciado por las características propias del páramo, en el cual se encontró un alto número de especies, pero con abundancias relativamente bajas (Palmer 1990; Chiarucci et al. 2003). Dentro de este marco, al no llegar a la asíntota, se considera que mayores muestras espaciales podrían mejorar la estimación de la diversidad regional.



Las curvas de rango-abundancia mostraron que la comunidad de aves en PC1-Norte estuvo dominada por la especie *A. bogotensis* que prefiere hábitats abiertos como páramo herbáceo y almohadillas (Astudillo et al. 2015). Esto concuerda con el tipo de vegetación que presenta los transectos ubicados en esta área, con una estructura más homogénea de menor altura y escasos arbustos dispersos. Por otra parte, la comunidad de aves en PC2-Sur estuvo dominada por cinco especies. *G. unicolor* y *C. albiventris*, prefieren hábitats abiertos como páramo herbáceo y almohadilla; mientras que, *C. platensis*, *A. flammulata* y *C. stanleyi* que prefieren un perfil de vegetación más desarrollado con plantas arbustivas (Astudillo et al. 2014; Astudillo et al. 2015).

Las dos áreas evaluadas mostraron una tendencia en separar la estructura de la comunidad de aves. Nuevamente, la variación de los hábitats evaluados estaría explicando estos cambios. Así, pocas especies se encuentran asociadas a los transectos de PC1-Norte; entre ellas *G. unicolor* y *C. albiventris* especies más tolerantes, consideradas generalistas (Astudillo et al. 2014; Astudillo et al. 2018). En esta área los hábitats homogéneos observados, con una evidente reducción en la complejidad vegetal, podrían explicar una relativa disminución en los patrones de diversidad (Mena & Hofstede 2006). Mientras que, la mayoría de especies que se registraron asociadas a los transectos de PC2-Sur, entre ellas *X. parina* y *C. stanleyi* presentan una mayor afinidad de a un hábitat específico (Astudillo et al. 2014; Astudillo et al. 2018). En esta área los hábitats heterogéneos, con mayor complejidad vegetal, podría explicar el incremento en los patrones de diversidad.

El ensamblaje de las especies por gremios tróficos, en las dos áreas evaluadas, mostró una mayor abundancia de los omnívoros. Sin embargo, en PC1-Norte el número de registros asociados a este gremio fue mayor al 60% mostrando una mayor dominancia en esta área. En PC2-Sur este valor fue menor al 40%. Este gremio no diferencia sus preferencias alimenticias y pueden estar presentes en varios tipos de hábitats forrajeando sobre diferentes sustratos (González et al. 2014), este grupo de especies suelen ser consideradas como generalistas y, se ha demostrado que estas especies incrementan su abundancia en hábitats de páramo alterados (Astudillo et al. 2014; Astudillo et al. 2018). Por otra parte, solamente en el área de PC2-Sur se registraron especies nectarívoras, su presencia está relacionada con la disponibilidad de recursos florales en el área evaluada (González et al. 2014). En relación a las rapaces, este gremio fue representado por un único individuo registrado en el área de PC1-Norte. La baja detectabilidad de este grupo podría deberse a que su



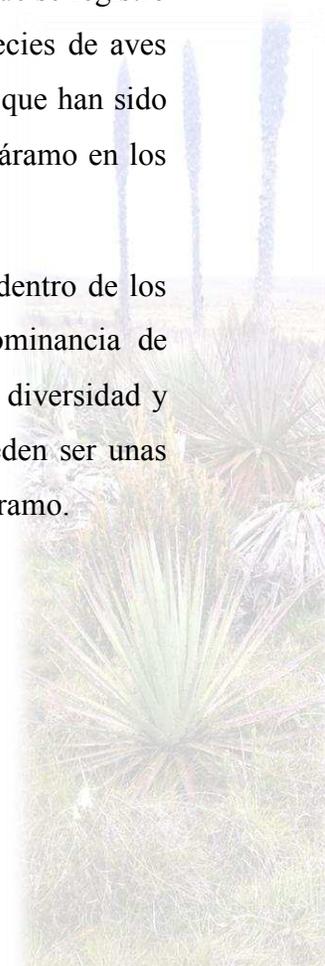
estudio requiere métodos particulares (MacKenzie et al. 2002). Sin embargo, su presencia demuestra la disponibilidad de recursos en el área. Considerando que la presencia de un gremio trófico particular refleja la disponibilidad de un recurso, mientras que el número de individuos pertenecientes a este gremio sugieren que tan regular es la disponibilidad de ese recurso (Wong 1986; Karr 1971). Por lo tanto, los gremios tróficos se convierten en un buen predictor de los cambios que se produzcan debido a perturbaciones en el hábitat (Gray et al. 2007).

Finalmente, en el área PC1-Norte no se encontró ninguna especie bajo algún criterio de amenaza o endemismo. Esto podría sugerir que las especies registradas en esta área son comunes y de amplia distribución. Sin embargo, en el área PC2-Sur; la presencia de especies como *M. baroni*, clasificada como especie “En peligro” (UICN 2020) y endémica para los Andes Centrales del Sur (Stattersfield et al. 1998) como así también *X. parina*, clasificada a escala nacional, como “En peligro” (Freile et al. 2019), son datos indicadores importantes que deben ser considerados dentro de planes de conservación y manejo de especies y sus hábitats ya que denotan la importancia de esta área para las aves altoandinas.

5.8 Conclusiones

Nuestros resultados mostraron que el esfuerzo de muestreo empleado fue justo, ya que se registro un gran porcentaje de la diversidad estimada para la región. Así mismo, las especies de aves observadas en el actual monitoreo corresponden en gran proporción a las especies que han sido reportadas en monitoreos previos y en estudios realizados en los ecosistemas de páramo en los Andes Sur del Ecuador.

Los patrones de diversidad mostraron relación con la estructura de la vegetación dentro de los transectos evaluados. En este contexto, hábitats mas homogéneos muestran dominancia de especies generalistas, mientras que, los hábitats heterogéneos muestran una mayor diversidad y presencia de especies especialistas. Demostrando así que las aves altoandinas pueden ser unas buenas indicadoras de las modificaciones que se puedan producir en el hábitat de páramo.



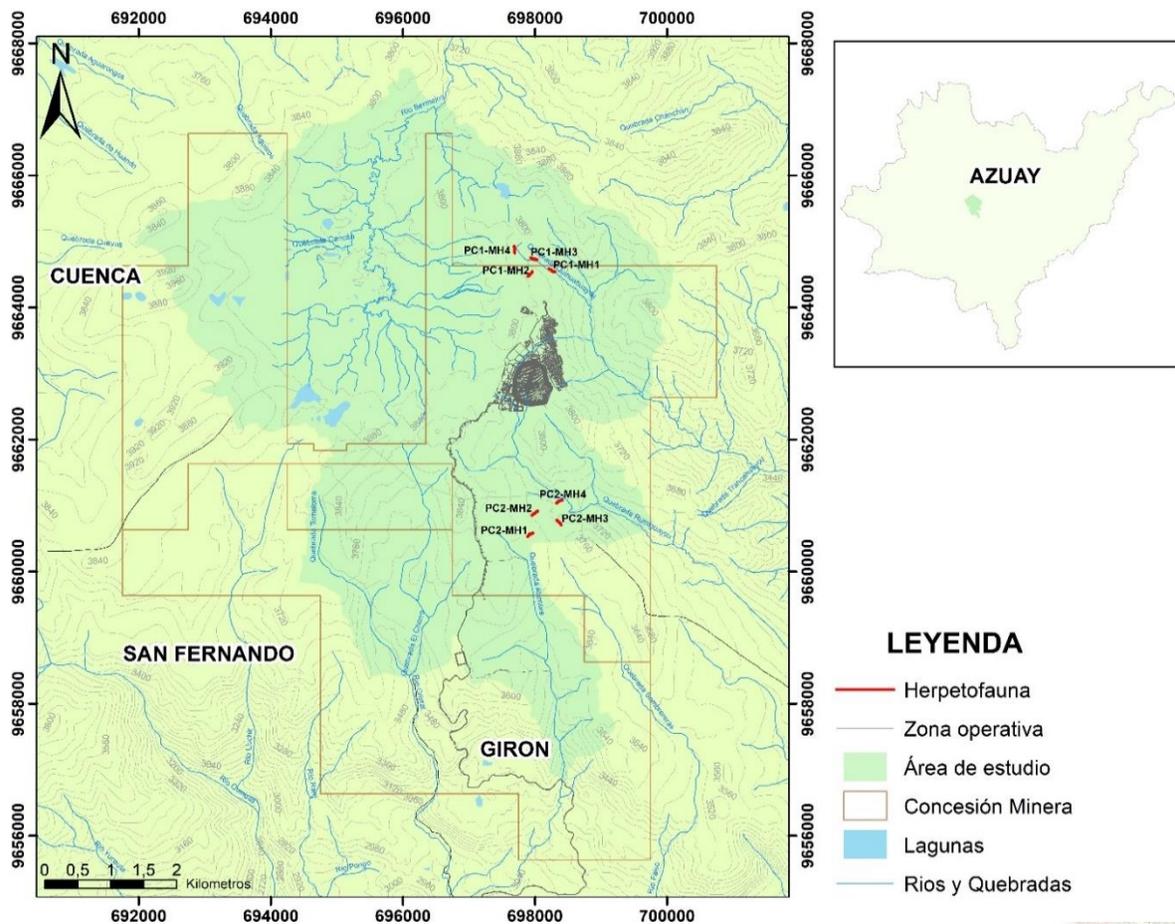


6 HERPETOFAUNA

Timbe B., Bruno, Jiménez E., Ramiro

6.1 Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo fueron ubicados en relación a las localidades control dispuestos al norte (PC1-Norte) y al sur (PC2-Sur) del polígono de implantación del proyecto. Las áreas para el establecimiento de los transectos fueron seleccionadas en función de la disponibilidad de hábitat para anfibios y reptiles. En total se instalaron ocho transectos, cuatro se ubicaron hacia el norte y cuatro hacia el sur. Para este monitoreo, se consideró dos tipos de hábitat, páramo herbáceo y páramo húmedo de almohadillas. En este contexto, se buscó que cada transecto contenga una mayor representatividad de cada uno de estos hábitats, de tal manera se dispusieron cuatro transectos con mayor proporción de páramo y cuatro transectos con mayor proporción de humedal (Mapa 4; Tabla 9).



Mapa 4. Área de estudio para el levantamiento de información del componente herpetofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.



Tabla 9. Ubicación de transectos PC1-Norte y PC2-Sur correspondientes al componente herpetofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Código Transecto		UTM – WGS 84 (17S)			Hábitat
			Coordenadas X	Coordenadas Y	Elevación (m)	
PC1-Norte	PC1-MH1	Inicio	698299	9664542	3737	Páramo
		Fin	698214	9664583	3745	
	PC1-MH2	Inicio	697959	9664542	3774	Humedal
		Fin	697891	9664471	3793	
	PC1-MH3	Inicio	697934	9664752	3766	Humedal
		Fin	698027	9664725	3763	
	PC1-MH4	Inicio	697691	9664827	3784	Páramo
		Fin	697682	9664926	3784	
PC2-Sur	PC2-MH1	Inicio	697889	9660529	3750	Humedal
		Fin	697968	9660585	3741	
	PC2-MH2	Inicio	698038	9660914	3709	Páramo
		Fin	697955	9660855	3702	
	PC2-MH3	Inicio	698394	9660707	3693	Humedal
		Fin	698330	9660784	3685	
	PC2-MH4	Inicio	698326	9661036	3668	Páramo
		Fin	698411	9661086	3659	

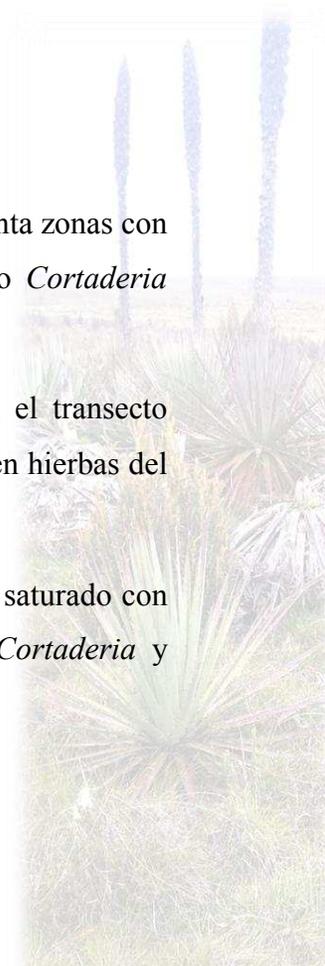
6.2 Caracterización del hábitat de los transectos

PC1-Norte

PC1-MH1: Páramo de pajonal situado a lo largo de la ribera de una quebrada. Presenta zonas con abundante presencia de arbustos, además se observan plantas dispersas del género *Cortaderia* (Anexo 21).

PC1-MH2: Páramo de almohadilla dominado por especies del género *Plantago*, el transecto presenta zonas con arbustos y plantas leñosas del género *Loricaria* como así también hierbas del género *Cortaderia* (Anexo 21).

PC1-MH3: Páramo húmedo de almohadilla que presenta abundantes áreas de suelo saturado con vegetación heterogénea con una mezcla de hierbas del género *Calamagrostis*, *Cortaderia* y arbustos dispersos (Anexo 21).





PC1-MH4: Páramo herbáceo heterogéneo con presencia de arbustos dispersos en asociación con plantas de los géneros *Puya*, *Loricaria*, *Calamagrostis* y *Cortaderia*. Presenta ciertas zonas con charcas o pozas (Anexo 21).

PC2-Sur

PC2-MH1: Páramo húmedo de almohadilla, en su mayoría inundado. El hábitat está dominado por los géneros *Sphagnum* y *Plantago* y se dispone a través de una pendiente leve. En adición, existen ciertos macollos de paja del género *Cortaderia* dispersos a lo largo del transecto (Anexo 21).

PC2-MH2: Páramo herbáceo con una elevada proporción de hierbas en penachos del género *Calamagrostis*. Adicionalmente, presenta arbustos y plantas del género *Puya* que intersectan áreas en forma de tapiz de almohadilla. El transecto está ubicado a través de una pendiente ligera (Anexo 21).

PC2-MH3: Páramo húmedo de almohadilla con presencia de pajonales dispersos del género *Calamagrostis* y *Cortaderia* con presencia de pequeños arbustos. El transecto se encuentra dispuesto a través de una pendiente media (Anexo 21).

PC2-MH4: Páramo herbáceo dominado por paja de mediana altura del género *Calamagrostis* con presencia de arbustos y plantas del género *Puya*. En menor proporción presenta zonas con almohadillas (Anexo 21).

6.3 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo fue calculado en horas hombre⁻¹. En total, se realizó un esfuerzo de muestreo de 32 horas hombre⁻¹ (dos personas por dos horas en cada transecto).

6.4 Fase de campo

Para el registro de especies se utilizó la metodología de transectos de banda estrecha de 100 m de largo por dos metros de ancho (Angulo *et al.* 2006). Esta técnica es muy útil para registrar especies de baja movilidad y que no huyen durante el periodo de muestreo, además permite identificar cambios en un área a lo largo del tiempo o para evaluar diferencias de la fauna entre distintas áreas (Angulo *et al.* 2006).





Para la colocación de los transectos se siguieron tres recomendaciones de Angulo *et al.* (2006): i) cada transecto presenta una separación de 200 m para garantizar independencia durante los muestreos; ii) los transectos se emplazaron siguiendo la gradiente de mayor variabilidad y; iii) estuvieron dispuestos en contra de la pendiente y evitando las cotas de nivel.

Para anfibios se realizaron monitoreos nocturnos (18h30 – 23h00), mientras que para reptiles se realizaron monitoreos diurnos (8h30 – 12h30). En cada transecto se efectuaron búsquedas a detalle con dos observadores, siempre manteniendo una velocidad constante y registrando todos los individuos vistos y/o escuchados (Scott *et al.* 1994).

6.5 Fase de gabinete

Los individuos registrados fueron analizados y clasificados en base a AmphibiaWebEcuador (Ron *et al.* 2020) y ReptiliaWebEcuador (Torres-Carvajal *et al.* 2020). Adicionalmente, representantes de cada especie fueron fotografiados a detalle para facilitar el proceso de identificación. No se realizó colecta de individuos ya que los especímenes fueron identificados en el área de estudio.

6.6 Análisis de resultados

6.6.1 Riqueza y abundancia

En total se registraron 23 individuos de anfibios agrupados en cuatro especies y dos familias. En reptiles se registraron tres individuos de lagartijas pertenecientes a una única especie y una familia (Figura 20, Anexo 18).



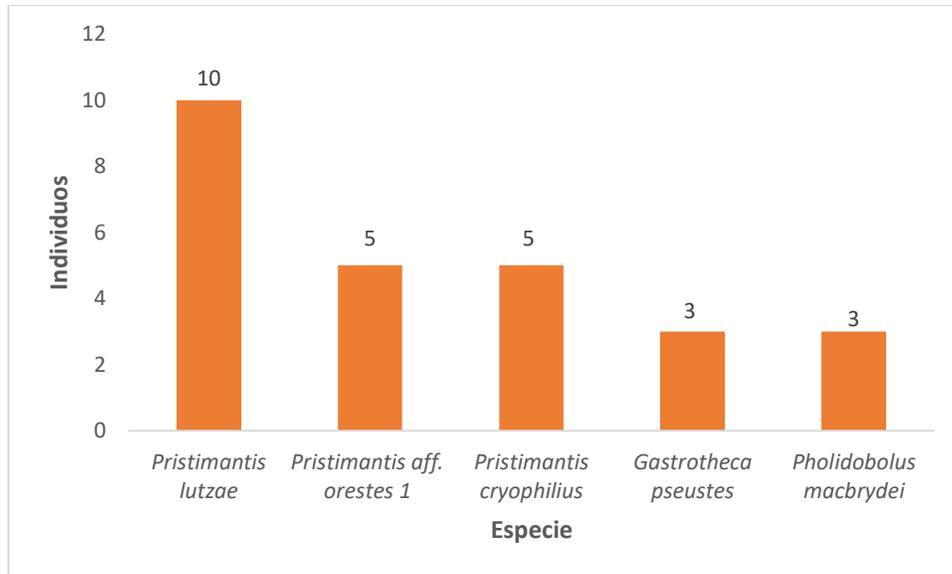


Figura 20. Riqueza y abundancia para el componente herpetofauna registradas en los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

PC1-Norte: en total se registraron 10 individuos de anfibios distribuidos en cuatro especies y asociados a dos familias (Anexo 18). La especie más abundante es *Pristimantis aff. orestes 1* (45% de los registros), seguida de *Gastrotheca pseustes* (27% de los registros). En el caso de reptiles se registró un único individuo.

PC2-Sur: en total se registraron 13 individuos de anfibios distribuidos en dos especies y asociados a dos familias (Anexo 18). La especie más abundante es *Pristimantis lutzae* (60% de los registros), seguida de *Pristimantis cryophilus* (27% de los registros). En el caso de reptiles se registraron dos individuos pertenecientes a una especie.

6.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')

El punto PC1-Norte presentó una mayor equidad con respecto a PC2-Sur y por lo tanto una mayor diversidad relativa (Tabla 10).

Tabla 10. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente herpetofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Riqueza	Abundancia	Shannon
PC1-Norte	5	11	1.37
PC2-Sur	3	15	0.93





6.6.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

PC1-Norte: La curva de rarefacción continúa incrementado y no alcanza una asíntota definida. Sin embargo, el valor de especies observadas representa el 80% de la riqueza estimada para la región (Riqueza observada = 4, Chao 1 = 5 ± 0.53 [media \pm SD]; intervalo de confianza 95% = 4.54- 5.46; Figura 21).

En vista que para reptiles se registró una única especie no fue posible calcular curvas de acumulación ni estimadores.

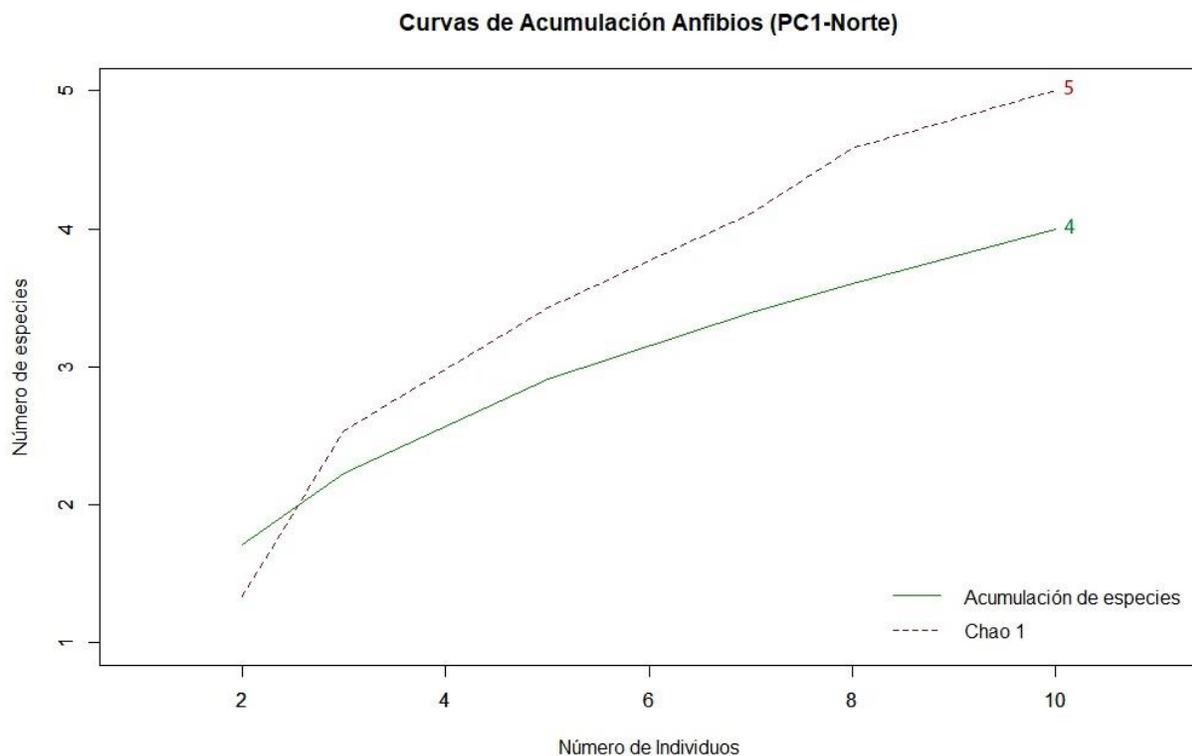


Figura 21. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada para anfibios PC1 - Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

PC2-Sur: La curva de rarefacción alcanza su asíntota, el valor de especies observadas representa el 100% de la riqueza estimada para la región (Riqueza observada = 2, Chao 1 = $2 \pm 0,37$ [media \pm SD]; intervalo de confianza 95% = 1.49- 2.51; Figura 22).





En vista que para reptiles se registró una única especie no fue posible calcular curvas de acumulación ni estimadores.

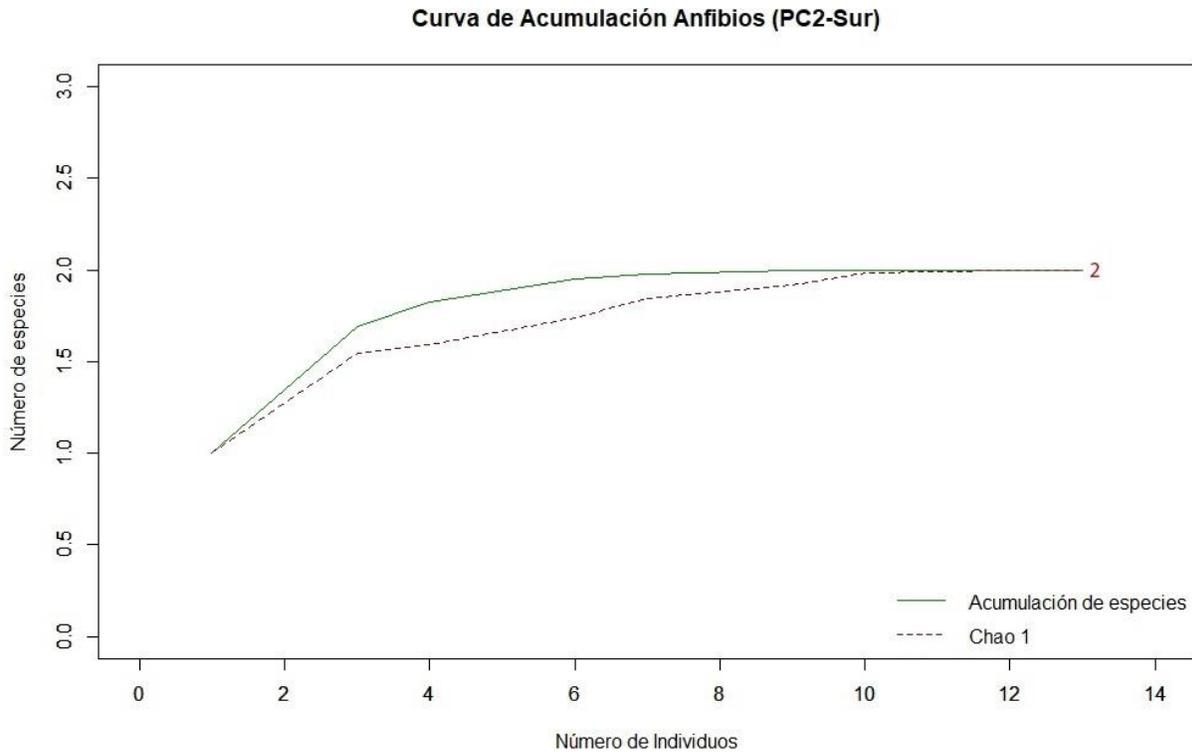
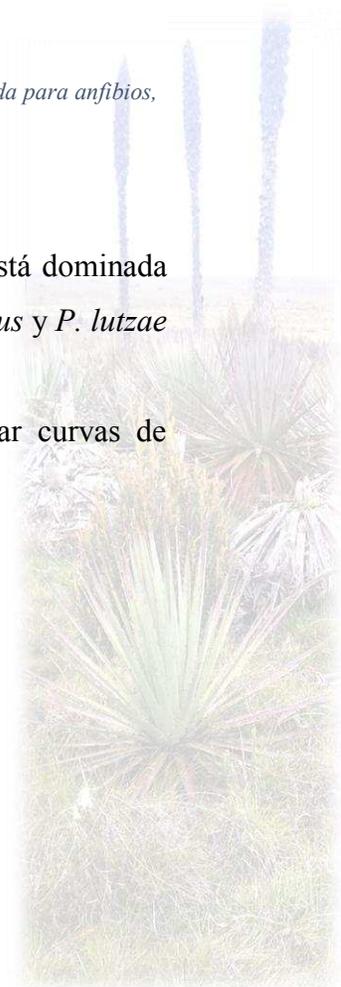


Figura 22. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada para anfibios, PC2 - Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

6.6.4 Curvas de rango-abundancia

PC1-Norte: La curva de rango-abundancia mostró que la comunidad de anfibios está dominada principalmente por la especie *P. aff. orestes 1* mientras que las especies *P. cryophilus* y *P. lutzae* muestran una menor representación de la comunidad (Figura 23).

En vista que para reptiles se registró una única especie no fue posible calcular curvas de acumulación ni estimadores.



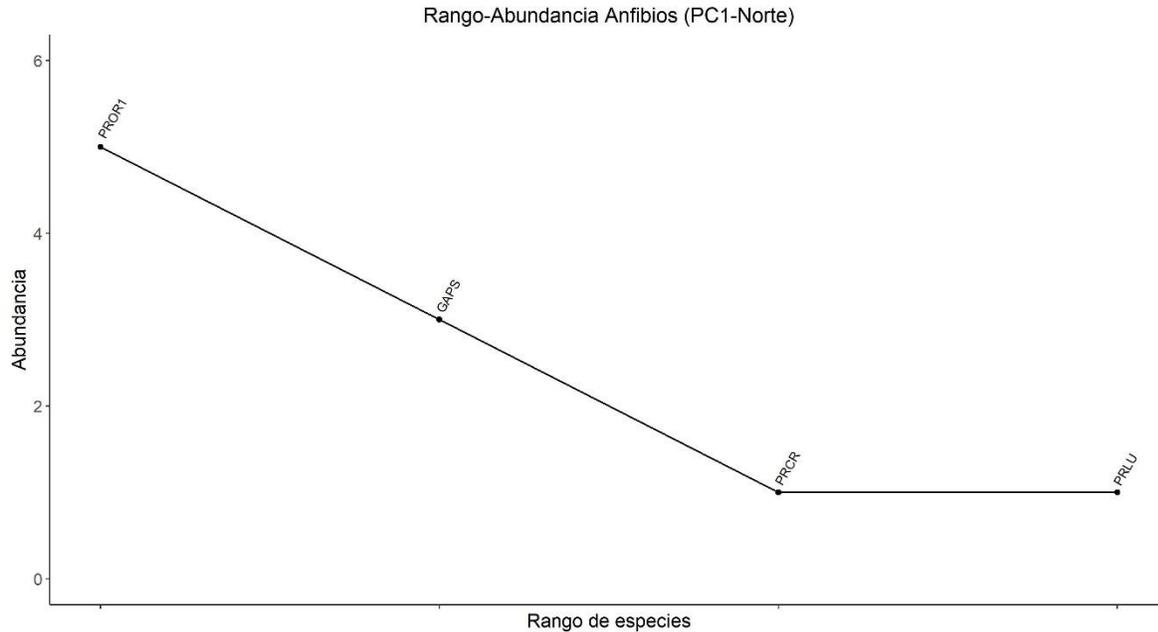


Figura 23. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de anfibios para PC1-Norte, proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020. Código de las especies: *Pristimantis aff. orestes 1* (PROR1), *Gastrotheca pseustes* (GAPS), *Pristimantis cryophilus* (PRCR), *Pristimantis lutzae* (PRLU).

PC2-Sur: No fue posible realizar la curva de rango-abundancia para anfibios y reptiles, debido a que solo se registraron dos y una especie respectivamente.

6.6.5 Estado de Conservación y endemismo

A escala global *P. lutzae* todavía no ha sido categorizada (UICN 2020) Sin embargo, para el libro rojo de anfibios del Ecuador ha sido asignada en la categoría “Preocupación Menor” (LC; Páez & Ron, 2019; Ron *et al.* 2020; Anexo 19). *P. cryophilus* ha sido asignado a escala global y nacional en la categoría “En Peligro” (EN; UICN 2020; Ron *et al.* 2020). *G. pseustes* ha sido asignada a escala global en la categoría “Casi Amenazada” (NT; UICN 2020) y nacional en la categoría “Preocupación Menor” (LC; Ron *et al.* 2020). *P. macbrydei* ha sido asignado a escala global en la categoría de “Preocupación Menor” (LC; UICN 2020; Anexo 19).

6.7 Discusión

Durante el monitoreo del mes de junio se registraron cuatro especies de anfibios, tres pertenecientes al género de ranas terrestres *Pristimantis* y una especie perteneciente al género de ranas marsupiales *Gastrotheca*. En zonas de páramo de la región, se han registrado un total de siete especies de *Pristimantis* y cinco especies de *Gastrotheca* (INSIGMA 2018; Ron *et al.* 2020). De





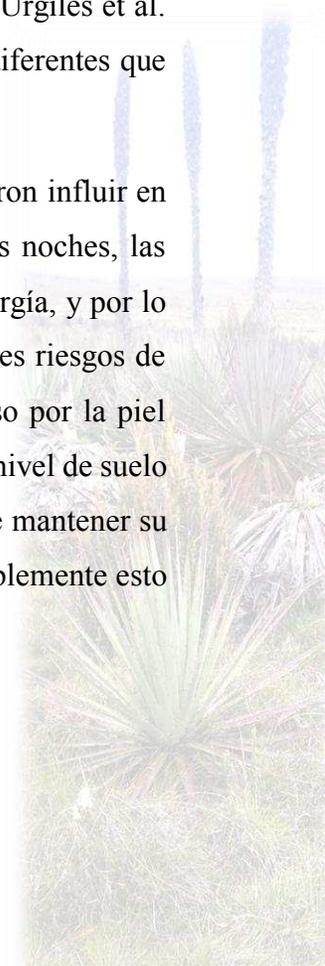
esta manera, las cuatro especies de anfibios registradas durante el monitoreo reflejan parcialmente la diversidad reportada para esta región.

En el caso de reptiles solamente la especie *Pholidobolus macbrydei* fue registrada. Estos resultados también concuerdan con estudios en áreas de páramo regional en donde se han reportado un relativo bajo número de reptiles, entre dos y tres especies (INSIGMA 2018; Torres-Carvajal et al. 2020). Por lo tanto, el registro de una especie de reptil dentro del área de estudio refleja parcialmente lo reportado para la región. Sin embargo, tanto el registro de anfibios como reptiles representa la diversidad reportada en monitoreos previos para el área de estudio (Barros et al. 2017).

En este sentido los estimadores de diversidad reflejan que la riqueza de especies observada fluctúa entre 80% a 100% de la riqueza observada. De todas formas, es recomendable incrementar las muestras espaciales, en especial en aquellas áreas de páramo con una mayor disponibilidad de hábitat para la herpetofauna.

En general la comunidad de anfibios está dominada por *P. aff. orestes*. Es una especie de anfibio pequeña que fue mayormente registrada a nivel del suelo en zonas inundadas. Es necesario tener en cuenta que *P. aff. orestes* puede ser en realidad un complejo de varias especies (Urgilés et al. 2019). Su dominancia en el área puede relacionarse al registro de varias especies diferentes que aún no han sido descritas taxonómicamente.

Las bajas temperaturas y la ausencia de precipitaciones durante el monitoreo pudieron influir en la detección de anfibios y reptiles. Con temperaturas por debajo de los 0°C en las noches, las especies de herpetofauna suelen bajar su ritmo metabólico para así guardar más energía, y por lo tanto cesan su actividad (Andrade 2016). Igualmente, los anfibios presentan mayores riesgos de deshidratación, ya que necesitan de humedad para mantener el intercambio gaseoso por la piel (Watling & Braga 2015). Sin embargo, *P. aff. orestes* es una especie se encuentra al nivel de suelo aprovechando mejor la humedad retenida en el páramo de almohadilla, esto permite mantener su actividad en noches sin precipitaciones y con cielos mayormente despejados. Probablemente esto explique el incremento relativo en la detección observadas en este estudio.





6.8 Conclusiones

La ubicación de los transectos en hábitats heterogéneos contribuyó a que el esfuerzo de muestreo empleado sea justo para representar la diversidad de anfibios y reptiles reportada en monitoreos previos para el área de estudio. La metodología fue relativamente eficiente en especial en la zona PC2- Sur, donde se observó el 100% de la riqueza estimada.

La lista roja de la UICN siempre será un buen referente del estado de conservación de las especies. Sin embargo, varias especies todavía no han sido formalmente descritas; por lo tanto, es necesario prestar atención a los listados rojos a escala nacional, ya que evidencian un mejor ajuste para la región.



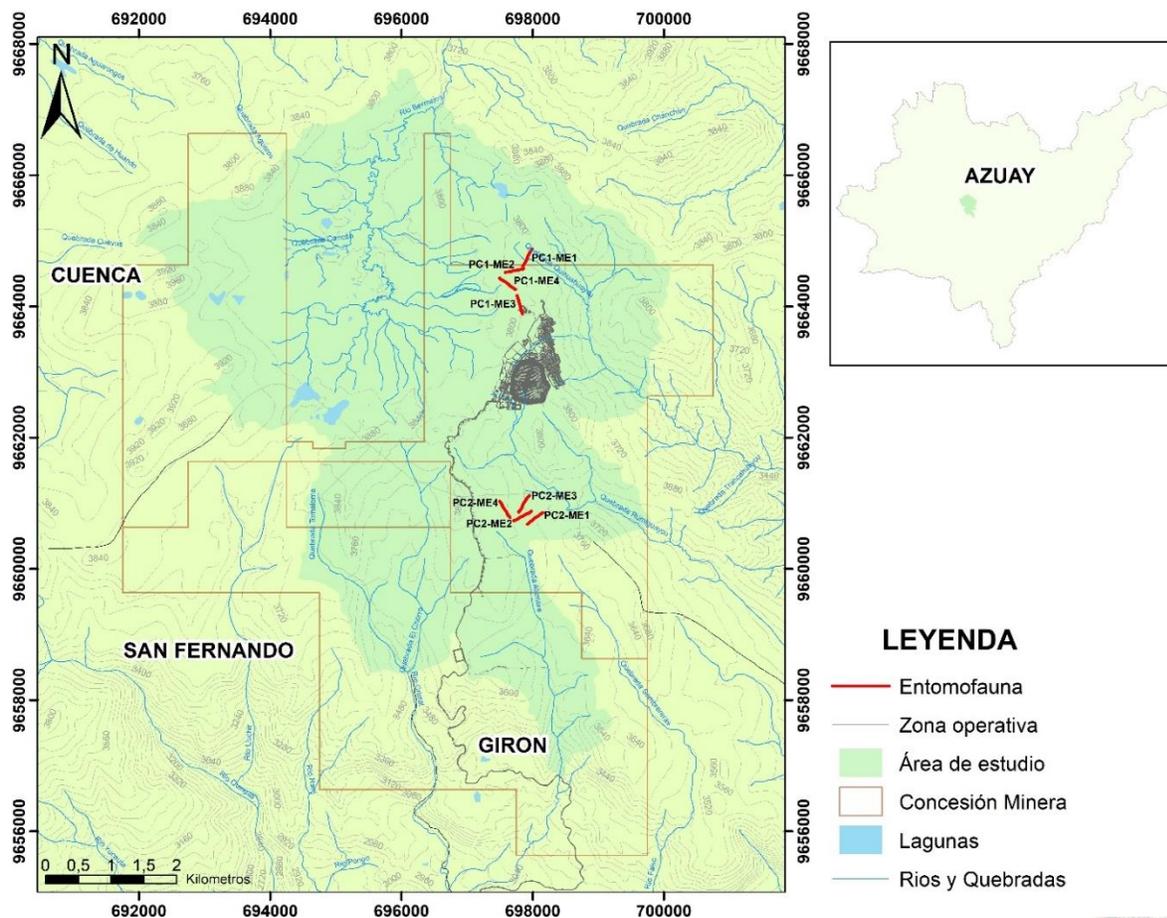


7 ENTOMOFAUNA

Vásquez E., Cristina; Durán P., Sara

7.1 Sitios de muestreo

El registro de insectos terrestres se llevó a cabo en los hábitats de páramo herbáceo y páramo húmedo de almohadillas. Hábitats encontrados en el área de influencia del polígono de implantación del proyecto. En total, se instalaron ocho transectos de 300 metros de longitud cada uno. Cuatro transectos fueron ubicados en PC1-Norte; de estos, dos fueron ubicados en páramo húmedo de almohadillas y dos se ubicaron en páramo herbáceo. De la misma forma, cuatro transectos fueron ubicados en PC2-Sur, dos en páramo húmedo de almohadillas y dos en páramo herbáceo (Mapa 5; Tabla 11). Los insectos son animales que no se desplazan grandes distancias debido a su tamaño (Canto-Silva et al. 2006); en consecuencia, todos los transectos se dispusieron a una distancia mínima aproximada de 150 m.



Mapa 5. Área de estudio para el levantamiento de información del componente entomofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.



Tabla 11. Ubicación de las localidades de control PC1-Norte y PC2-Sur correspondientes al componente entomofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga"-junio 2020.

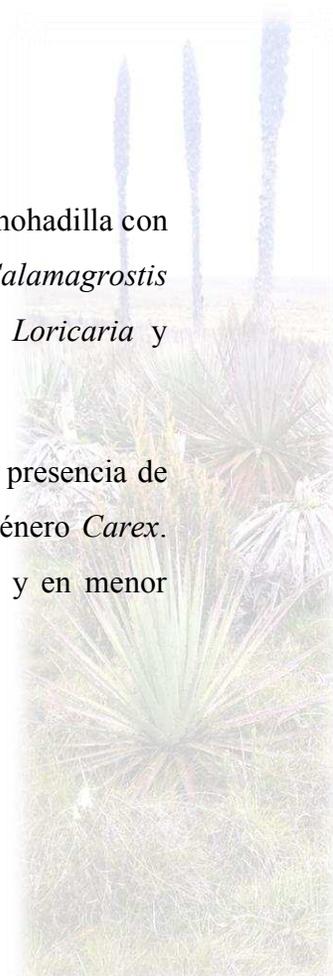
Localidad de control	Código Transecto		UTM – WGS 84 (17S)			Hábitat
			Coordenadas X	Coordenadas Y	Elevación (m)	
PC1-Norte	PC1-ME1	Inicio	697852	9664473	3807	Humedal
		Fin	697987	9664869	3785	
	PC1-ME2	Inicio	697860	9664438	3803	Pajonal
		Fin	697584	9664519	3816	
	PC1-ME3	Inicio	697760	9664034	3808	Humedal
		Fin	697843	9663886	3805	
	PC1-ME4	Inicio	697736	9664122	3870	Pajonal
		Fin	697493	9664429	3819	
PC2-Sur	PC2-ME1	Inicio	697918	9660570	3742	Humedal
		Fin	698151	9660850	3697	
	PC2-ME2	Inicio	697708	9660596	3770	Pajonal
		Fin	697974	9660876	3718	
	PC2-ME3	Inicio	697785	9660724	3759	Humedal
		Fin	697947	9661110	3705	
	PC2-ME4	Inicio	697653	9660646	3763	Pajonal
		Fin	697501	9661017	3783	

7.2 Caracterización del hábitat de los transectos

PC1-Norte

PC1-ME1 y PC1-ME3: estos transectos están dominados por páramo húmedo de almohadilla con especies del género *Plantago*. En adición, presenta zonas con mayor presencia de *Calamagrostis intermedia* y en menor proporción arbustos dispersos pertenecientes al género *Loricaria* y macollas del género *Puya* (Anexo 25).

PC1-ME2 y PC1-ME4: estos transectos están dominados por páramo herbáceo con presencia de hierbas en penacho del género *Calamagrostis*, *Paspalum* y hierbas dispersas del género *Carex*. También hay áreas de almohadilla dominadas por especies del género *Plantago* y en menor proporción arbustos dispersos del género *Loricaria* (Anexo 25).





PC2-Sur

PC2-ME1 y PC2-ME3: estos transectos están dominados por páramo húmedo de almohadilla con presencia de especies del género *Plántago*. En adición, presenta zonas con mayor proporción de *Calamagrostis intermedia* en asociación con arbustos dispersos pertenecientes al género *Loricaria* y vegetación del género *Puya* (Anexo 25).

PC2-ME2 y PC2-ME4: estos transectos están dominados por páramo herbáceo con presencia de especies del género *Calamagrostis* y *Carex*. En menor proporción presenta macollas de especies pertenecientes al género *Puya*, con arbustos dispersos del género *Loricaria*. Adicionalmente, hay pequeñas áreas de páramo húmedo de almohadillas del género *Plantago* (Anexo 25).

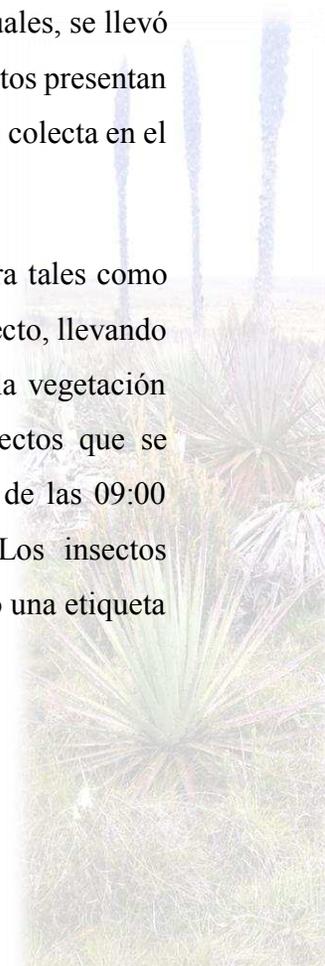
7.3 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo total de muestreo fue calculado en horas hombre⁻¹. En total, se realizó un esfuerzo de 64 horas hombre⁻¹ (dos personas por ocho horas en cada transecto).

7.4 Fase de campo

Todos los transectos fueron operados por dos personas durante cuatro días; en los cuales, se llevó a cabo un muestreo intensivo desde las 09:00 hasta las 16:00, horario en que los insectos presentan sus picos de actividad (Droege 2005). En cada transecto se aplicaron tres métodos de colecta en el campo:

Colecta manual: es un método eficiente para el registro de insectos de fácil captura tales como escarabajos (Moret 2005). Consistió en realizar un recorrido a lo largo de cada transecto, llevando a cabo búsquedas intensivas de los insectos debajo o al borde de las rocas, entre la vegetación arbustiva y sobre las almohadillas. En cada transecto se registró todos los insectos que se encontraban en un radio máximo de 100 m. Los recorridos se realizaron a partir de las 09:00 extendiéndose hasta las 16:00, con intervalos de descanso cada 20 minutos. Los insectos capturados se preservaron en frascos con alcohol al 70% y a cada frasco se le colocó una etiqueta con información referente al transecto, fecha de colecta, ecosistema y técnica usada.





Red aérea para mariposas: es un método efectivo para coleccionar la mayor cantidad de lepidópteros a través de hábitat abiertos como el páramo (Pozo *et al.* 2005; Andrade *et al.* 2013). En particular, se utilizó un modo de acción conocido como "arrastre al aire", el mismo que consiste en realizar movimientos de vaivén con la red por encima de la vegetación, ocasionando que las mariposas vuelen hacia esta. La intención es capturar al individuo con movimientos de ida-vuelta, hasta que el insecto es atrapado en el fondo de la red; de inmediato, la red se cierra para evitar que el individuo escape (Lorea 2004). La actividad de las mariposas depende del clima (Harrison *et al.* 2012), se monitoreó en períodos de sol caminando en un radio aproximado de 100 m. Los ejemplares fueron sacrificados presionando su tórax y se los almacenó en triángulos de papel milano blanco (Márquez 2005), ahí se anotó información relacionada a la ubicación del transecto, fecha de colecta y hábitat de registro.

Trampa de platos (pan trap): es un método para registrar comunidades de insectos voladores, particularmente aquellos de los órdenes Hymenoptera y Diptera (Kirk 1984; Leong & Thorp 1999; Cane *et al.* 2000; Wilson *et al.* 2008; Grundel *et al.* 2011; Joshi *et al.* 2015). Esta técnica consiste en colocar recipientes plásticos de colores (amarillo, azul, blanco, rojo), de tal manera que aparenten ser recursos florales (Toler *et al.* 2005; Campbell & Hanula 2007) y luzcan atractivos para los insectos. En cada uno de los transectos, el método consistió en colocar 18 recipientes plásticos, en conjuntos de seis platos (dos amarillos, dos azules, y dos blancos), separados entre cada conjunto una distancia de 150 metros. Dentro de cada plato se vertió agua con detergente, de tal forma que los insectos rompan la tensión superficial al caer y descendan al fondo del plato (Droege 2005). Los insectos capturados se preservaron en frascos con alcohol al 70% y a cada frasco se le colocó una etiqueta con información referente a la ubicación del transecto, fecha de colecta, color del plato y hábitat de registro.

7.5 Fase de gabinete

Para este estudio se consideraron únicamente a individuos de los órdenes Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera. Debido a la menor diversificación de insectos en el páramo, los órdenes antes mencionados podrían cumplir funciones importantes en los ecosistemas tales como polinizadores, detritívoros, reguladores de poblaciones o especies con distribuciones restringidas (Kearns *et al.* 1998; Roig-Juñent *et al.* 2014). Adicionalmente, se determinaron los grupos





funcionales a los que pertenecen todas las familias de insectos encontradas. Para esto, se usó información presentada por Campos & Fernández (2002); Fernández & Sharkey (2006); Carrié *et al.* (2012); Marshall (2012) y; Alejo *et al.* (2019).

Hymenoptera y Díptera: los insectos se preservaron en tubos Eppendorf de 1.5 ml, dentro de los cuales se colocó alcohol al 96 %, se los etiquetó con información sobre los colectores, lugar y fecha de colecta, además de un código único de identificación para relacionar al individuo con su información en la base de datos (Montaño *et al.* 2012). La identificación taxonómica se realizó únicamente hasta el nivel de familia, debido a la escasez de información existente sobre estos órdenes para el neotrópico (Fernández 2000). Las claves utilizadas para la identificación fueron: The Natural History and Diversity of Diptera 1st Edition (Marshall 2012), The Bees of the World 2nd Edition (Michener 2007), Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families (Goulet & Huber 1993), Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical (Fernández & Sharkey (eds.) 2006), y Borror & DeLong's Introduction to the Study of Insects 7th Edition (Triplehorn & Johnson 2005).

Lepidóptera: para preservar estos especímenes se realizó un montaje en seco según la técnica propuesta por Andrade *et al.* (2013). Consiste en incrustar un alfiler entomológico en el tórax del insecto y luego estirar sus alas sobre un extensor con ayuda de papel milano y pinzas planas. Además, se colocó a cada individuo una etiqueta con información de los colectores, lugar y fecha de colecta; también un código único para relacionar al individuo con su información en la base de datos. La identificación de especies se realizó consultando la información del sitio web Butterflies of America (Warren *et al.* 2013) y de la página Inventario de las mariposas diurnas del Parque Nacional Sangay (Petit 2006).

Coleóptera: los especímenes fueron procesados en una solución acuosa para exponer sus partes blandas y facilitar su identificación (Martínez 2005; Triplehorn & Johnson 2005). Para identificar los especímenes se utilizó el libro Los Coleópteros: Carabidae del páramo en los Andes del Ecuador (Moret 2005). Finalmente, los insectos se preservaron en tubos Eppendorf de 1.5 ml, dentro de los cuales se colocó alcohol al 96 % y una etiqueta con información sobre los colectores, lugar y fecha de colecta (Montaño *et al.* 2012), además de un código único de identificación para relacionar al individuo con su información en la base de datos.



7.6 Análisis de resultados

7.6.1 Riqueza y Abundancia

En total se registró 513 individuos, agrupados en cuatro órdenes y 31 familias (Anexo 23). El orden Diptera fue el más abundante con 445 individuos (86.74% de los registros) y también el más diverso a nivel de familias, determinándose un total de 18 (58.06% del total de familias). Por otro lado, el orden Hymenoptera fue el segundo más abundante con 33 individuos (6.43% de los registros) y para este orden se registraron 10 familias (32.25% del total de familias).

PC1-Norte: en total se registró 84 individuos, agrupados en tres órdenes y 16 familias. Las familias más abundantes fueron: Sciaridae (34.52% de los registros), Carabidae (11.90% de los registros), Tipulidae (11.90% de los registros) y Muscidae (10.71% de los registros).

PC2-Sur: en total se registraron 429 individuos, agrupados en cuatro órdenes y 28 familias. Las familias más abundantes fueron: Phoridae (30.30% de los registros), Chironomidae (14.21% de los registros), Sciaridae (9.09% de los registros de la localidad) y Muscidae (7.22% de los registros).

7.6.2 Índice de diversidad Shannon (H')

PC2-Sur se presentó con una mayor equidad al respecto de PC1-Norte, por lo tanto, con una mayor diversidad relativa. (Tabla 12).

Tabla 12. Índice de Shannon - Wiener de las localidades de control evaluados para el componente entomofauna. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Localidad de control	Riqueza	Abundancia	Shannon
PC1-Norte	16	84	2.15
PC2-Sur	28	429	2.47

7.6.3 Curva de acumulación de familias y estimadores de diversidad

PC1-Norte: La curva de acumulación de familias no alcanza una asíntota definida. Sin embargo, las familias observadas representan el 69.56% de la riqueza de familias estimada para la región (Familias observadas = 16, Chao 1 = 23 ± 5.21 (media \pm SD); Intervalo de confianza del 95% [CI] = 25,13 – 20.87 Figura 24).





Curvas de Acumulación Entomofauna (PC1-Norte)

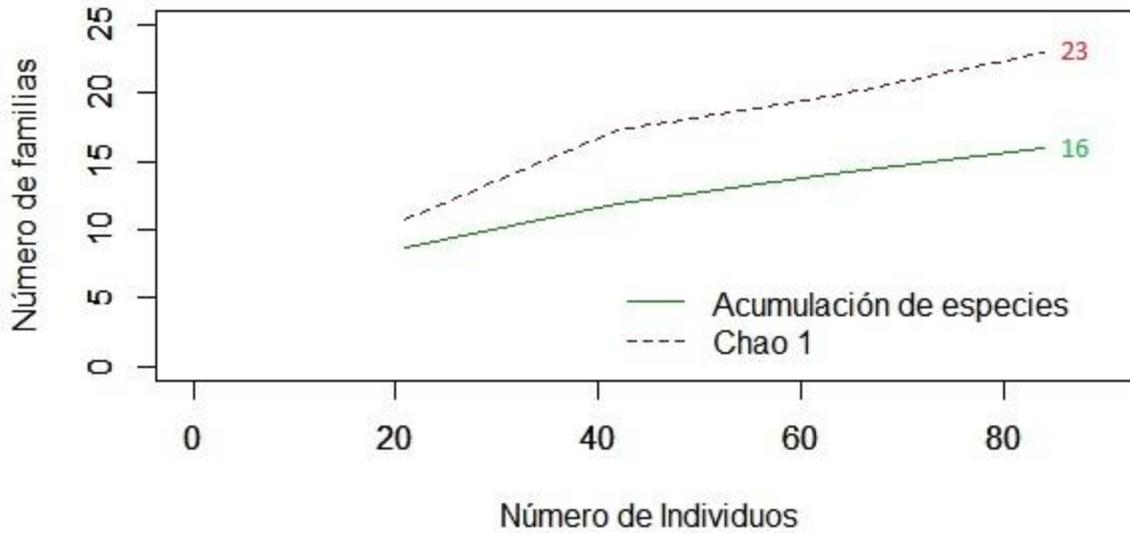


Figura 24. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de las familias del componente de entomofauna para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020.

PC2-Sur: La curva de acumulación de familias llega parcialmente a su asíntota al final de la curva. Las familias observadas representan el 93,33% de la riqueza de familias estimada para la región (Familias observadas = 28, Chao 1 = 30 ± 6.30 (media \pm SD); Intervalo de confianza del 95% [CI] = 32.25 – 27.75; Figura 25).





Curva de Acumulación Entomofauna (PC2-Sur)

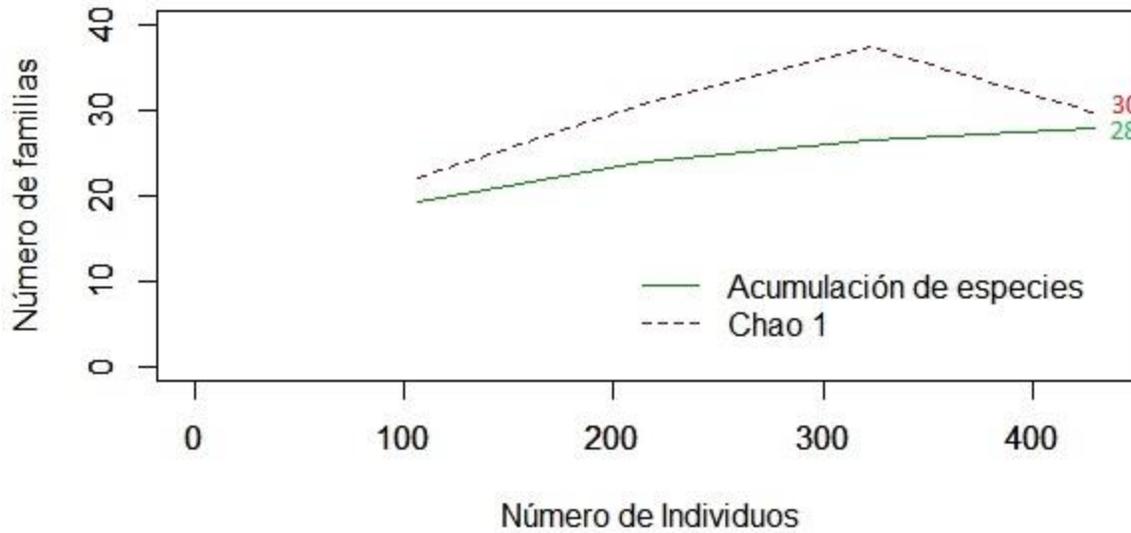


Figura 25. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de las familias del componente de entomofauna para PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020.

7.6.4 Curvas de Rango-Abundancia

PC1-Norte: La curva de muestra que existe baja uniformidad a través de la abundancia de las familias. Dos familias dominan la comunidad de insectos: Sciaridae (Diptera), seguida de Carabidae (Coleóptera; Figura 26).



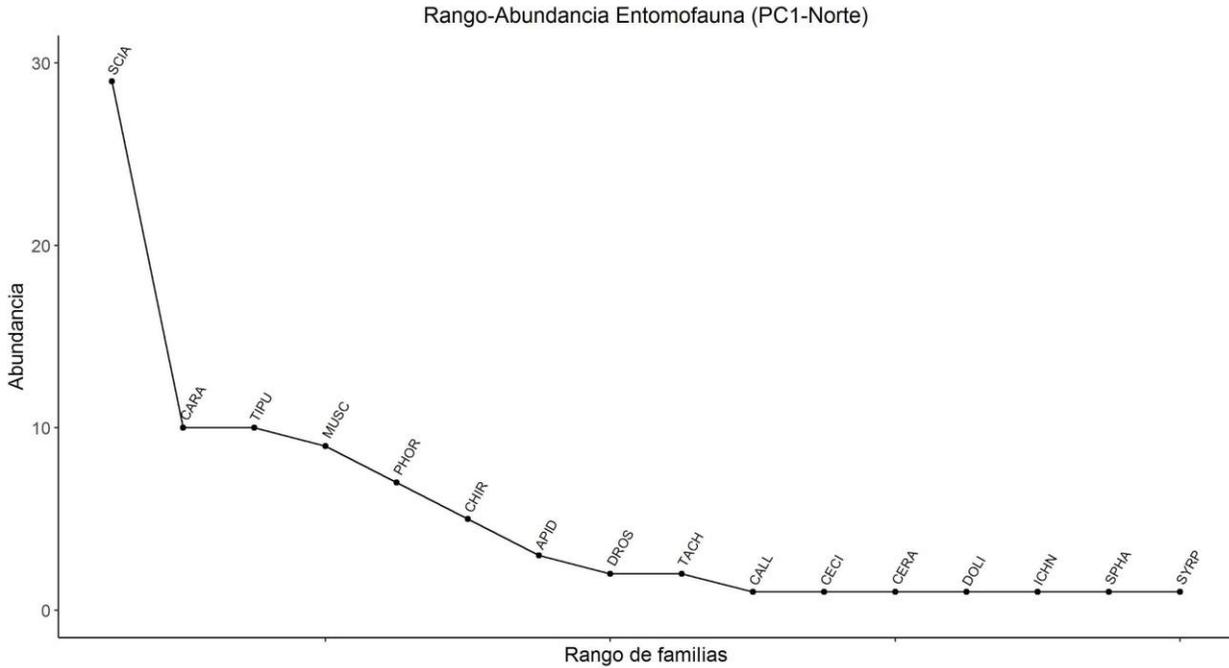


Figura 26. Curva rango-abundancia. Muestran la abundancia de las familias del componente entomofauna para PC1-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. Códigos de las familias: SCIA(Sciaridae), CARA(Carabidae), TIPU(Tipulidae), MUSC(Muscidae), PHOR(Phoridae), CHIR(Chironomidae), APID(Apidae), DROS(Drosophilidae), TACH(Tachinidae), CALL(Calliphoridae), CECI(Cecidomyiidae), CERA(Ceratopogonidae), DOLI(Dolichopodidae), ICHN(Ichneumonidae), SPHA(Sphaeroceridae), SYRP(Syrphidae).

PC2-Sur: La curva muestra que existe baja uniformidad a través de la abundancia de las familias. Dos familias se muestran dominantes, Phoridae y Chironomidae (Diptera; Figura 27).



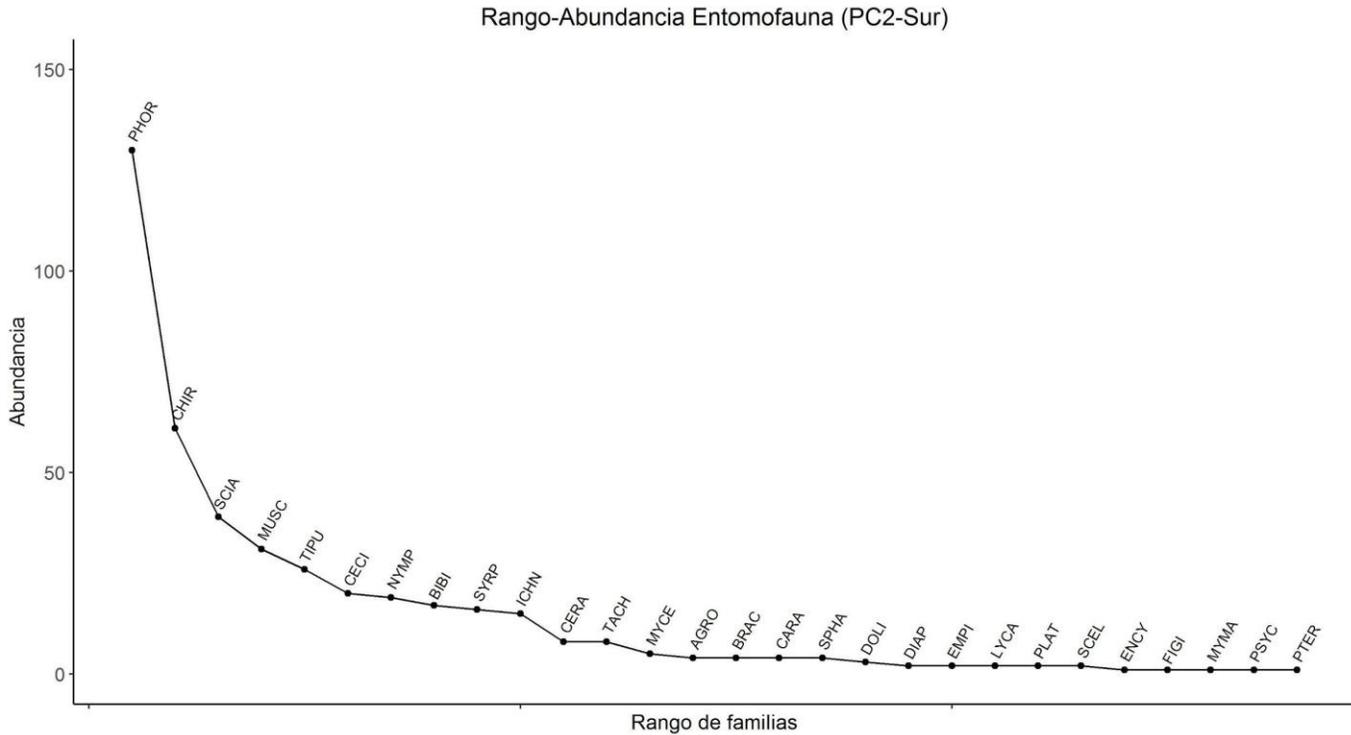
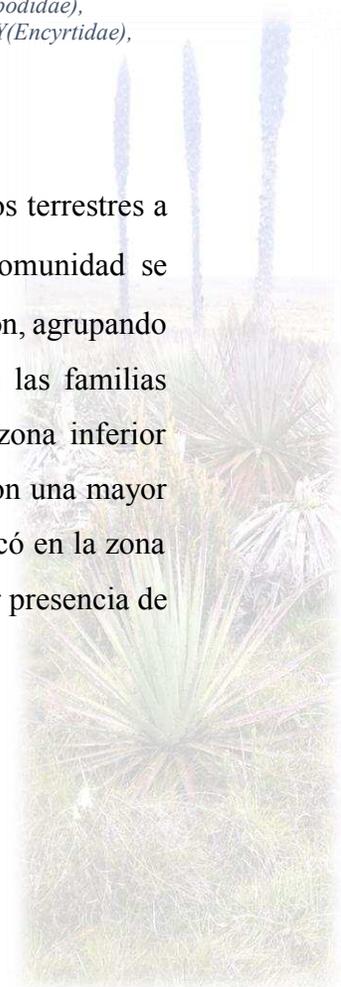


Figura 27. Curva rango-abundancia. Muestran la abundancia de las familias del componente entomofauna para PC2-Sur, proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. Códigos de las familias: PHOR(Phoridae), CHIR(Chironomidae), SCIA(Sciaridae), MUSC(Muscidae), TIPU(Tipulidae), CECI(Cecidomyiidae), NYMP(Nymphalidae), BIBI(Bibionidae), SYRP(Syrphidae), ICHN(Ichneumonidae), CERA(Ceratopogonidae), TACH(Tachinidae), MYCE(Mycetophilidae), AGRO(Agromyzidae), BRAC(Braconidae), CARA(Carabidae), SPHA(Sphaeroceridae), DOLI(Dolichopodidae), DIAP(Diapriidae), EMPI(Empididae), LYCA(Lycaenidae), PLAT(Platygastridae), SCEL(Scelionidae), ENCY(Encyrtidae), FIGI(Figitidae), MYMA(Mymaridae), PSYC(Psychodidae), PTER(Pteromalidae).

7.6.5 Cambios en la comunidad

El análisis de ordenación muestra una tendencia en separar la comunidad de insectos terrestres a través de PC1-Norte y PC2-Sur (NMDS solución 2D, estrés =0.052). En la comunidad se distinguen tres grupos. El primero se ubicó en la zona centro izquierda de la ordenación, agrupando a los transectos PC2-ME1, PC2-ME2 y PC2-ME4, con una mayor presencia de las familias Encyrtidae, Sphaeroceridae e Ichneumonidae. El segundo grupo se ubicó en la zona inferior derecha del gráfico agrupando a los transectos PC1-ME1, PC1-ME3, PC2-ME3, con una mayor presencia de las familias Apidae, Chironomidae y Tipulidae. El tercer grupo se ubicó en la zona superior derecha del gráfico, en los transectos PC1-ME2 y PC1-ME4 con una mayor presencia de las familias Dolichopodidae, Carabidae y Calliphoridae (Figura 28).



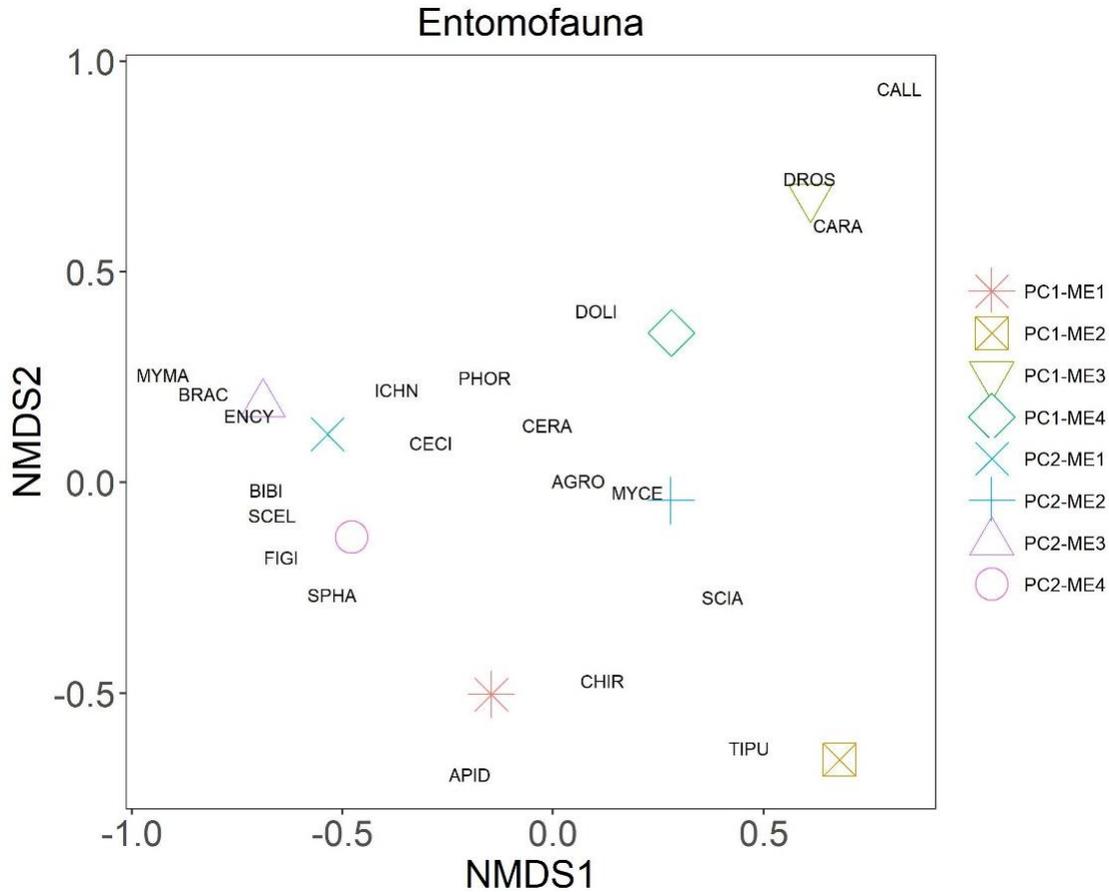


Figura 28. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico. Muestra los cambios en la composición de la comunidad del componente entomofauna, basado en la abundancia de las familias registradas en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur, área del proyecto estratégico "Loma Larga". Códigos de las familias: AGRO(Agromyzidae), APID(Apidae), BIBI(Bibionidae), BRAC(Braconidae), CALL(Calliphoridae), CARA(Carabidae), CECI(Cecidomyiidae), CERA(Ceratopogonidae), CHIR(Chironomidae), DOLI(Dolichopodidae), DROS(Drosophilidae), ENCY(Encyrtidae), FIGI(Figitidae), ICHN(Ichneumonidae), MYCE(Mycetophilidae), MYMA(Mymaridae), PHOR(Phoridae), SCEL(Scelionidae), SCIA(Sciaridae), SPHA(Sphaeroceridae), TIPU(Tipulidae).

7.6.6 Grupos Funcionales

En total se registraron nueve grupos funcionales en el área de estudio (Anexo 24).

PC1-Norte: los grupos más representativos son los saprófagos (37.5% del total de familias), representados por las familias Phoridae, Sciaridae y Chironomidae; nectarívoros/polinívoros (25% del total de familias), representados por las familias Apidae y Tipulidae; y predadores (18.75% del total de familias), representado por la familia Carabidae.





PC2-Sur: los grupos más representativos son parásitos (32.14% del total de familias), representados por las familias Ichneumonidae y Braconidae; seguidos de saprófagos (21.42% del total de familias), representados por las familias Phoridae, Sciaridae y Chironomidae; y nectarívoros/polinívoros (17.85% del total de familias), representados por las familias Tipulidae, Nymphalidae y Syrphidae.

7.7 Discusión

Los resultados obtenidos muestran una mayor diversidad relativa en PC2-Sur que en PC1-Norte. Del mismo modo, la comunidad de insectos muestra una tendencia a diferenciarse. Estos hallazgos apuntan a que en PC2-Sur se caracteriza por una mayor riqueza de himenópteros, ocasionando que los insectos se separen en una comunidad definida. Mientras que, en PC1-Norte la comunidad se caracteriza en su mayoría por dípteros y coleópteros. Esta diferencia también podría deberse a cambios en la estructura y composición de ambos hábitats. En PC2-Sur hay una mayor cobertura de arbustos y por lo tanto de recursos florales; lo que podría explicar un mayor número de familias del orden Hymenoptera (Rubio-Fernández 2012; Stefanescu et al. 2018).

Por otra parte, las familias del orden Diptera fueron muy abundantes en ambas localidades de control. Varios autores indican que las condiciones climáticas y la capacidad de captación y almacenamiento de agua en los páramos (Devoto 2006; Lázaro et al. 2008; Cuello 2014), son los principales factores que facilitan el desarrollo de los dípteros, pues requieren de temperaturas más bajas y alta humedad durante su etapa larvaria (Castellanos & Serrato 2008). Así también, algunos estudios han reportado la elevada riqueza de dípteros en comparación con los himenópteros en tierras altas de Sudamérica. (Barrientos & Nájera 1995; Morales-Castaño & Amat-García 2012), esto evidencia que el monitoreo efectuado concuerda con la característica general de la comunidad de insectos para los ecosistemas de alta montaña.

El orden Diptera está representado por las familias Phoridae, Sciaridae y Chironomidae, grupos cuya función en el ecosistema es descomponer materia orgánica (saprófagos). Sin embargo, cabe destacar que, de manera general, los dípteros colectados en este muestreo se caracterizan por su distribución cosmopolita (Carles-Tolrá 2006; Pérez & Wolff 2011), su rápida capacidad de adaptación a las condiciones del medio y por la variedad de funciones ecológicas que cumplen (necrófagos, fungívoros, parásitos, depredadores; Pérez & Wolff 2011; Uribe 2013). Entre estas, es importante anotar el rol de polinización. Familias como Syrphidae, Tipulidae, Tachinidae y

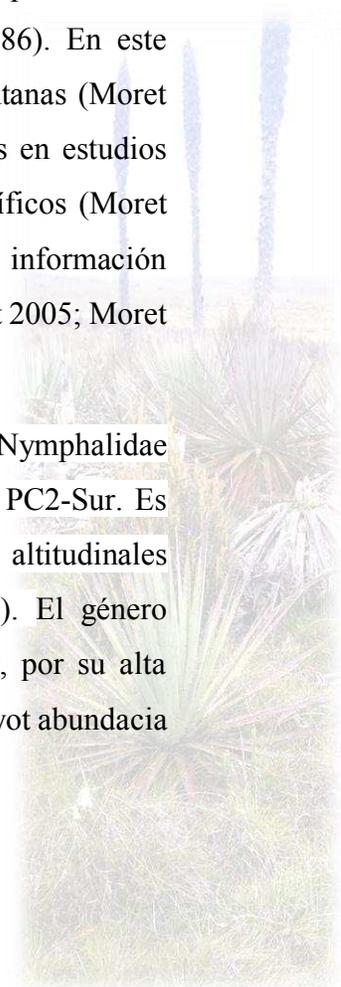


Empididae han reportado una relativa mayor diversidad de especies polinizadoras en los ecosistemas de altura (Mantilla et al. 2013). En consecuencia, podemos decir que los dípteros deben su abundancia no solo al clima, sino también a los recursos que existen en estos lugares tales como plantas con flores permanentes y que a la vez generan detritos que se descomponen lentamente (Janzen et al. 1976).

Por otro lado, la diversidad del orden Hymenoptera es escasa respecto a la de Diptera. Es posible atribuir este hallazgo a la preferencia de hábitats montanos y ambientes más cálidos que prefieren los himenópteros (Hernández *et al.* 2010; Ruíz-Torres 2011; Marshall 2012). Los resultados señalan que las familias Ichneumonidae y Braconidae son los más abundantes; que correspondiéndose caracterizan por su distribución cosmopolita (Jones et al. 2009; Quicke 2012; Veijalainen et al. 2012). Estas familias cumplen la función de regular poblaciones de otros insectos ya que son parásitos. Además, se ha reportado que los adultos de algunas especies se alimentan del néctar de las flores, convirtiéndolos en potenciales polinizadores (Ruíz-Cancino 2015).

Respecto al orden Coleóptera, la familia Carabidae, los patrones de diversidad reportados pueden asociarse a su baja capacidad de dispersión ya que la mayoría de los carábidos pierden las alas metatorácicas funcionales. Este aspecto, les obliga a esconderse bajo piedras y así poder evitar morir congelados por las bajas temperaturas nocturnas del páramo (Somme 1986). En este contexto, los carábidos se encuentran en zonas restringidas a pequeñas áreas montanas (Moret 2009), por lo que la familia Carabidae es considerada una de las más importantes en estudios ecológicos, ya que especies de esta familia están vinculados a nichos muy específicos (Moret 2009). En consecuencia, el alto endemismo de los carábidos podría proporcionar información valiosa para efectuar estudios biogeográficos en estos ecosistemas de páramo (Moret 2005; Moret 2009).

Para el orden Lepidóptera se reportaron dos familias, Lycaenidae y Nymphalidae. En Nymphalidae se pudo identificar a la especie *Altopedaliodes nucea*, que fue más abundante en PC2-Sur. Es conocido que *A. nucea* es una especie restringida al páramo que ocupa franjas altitudinales estrechas que resulta en una distribución restringida (Henao-Bañol et al. 2017). El género *Altopedaliodes* guarda estrecha relación evolutiva con el páramo; probablemente, por su alta especialización de hábitat y afinidad ecológica, características que explicarían su mayor abundancia en las zonas de muestreo (Padrón 2010).





Finalmente, es importante mencionar que las condiciones climáticas (lluvia, viento y baja temperatura) durante los días de muestreo, parecen haber influido en la cantidad los registros obtenidos durante esta campaña. Particularmente, en la colecta de lepidópteros y la abundancia general de insectos.

7.8 Conclusiones

El orden Diptera presenta mayor diversidad en ambos puntos de muestreo. Esto se debe tanto a las condiciones ambientales del ecosistema (mayor hábitat disponible para estados larvales) como así también los recursos disponibles (mayor hábitat arbustivo con presencia de flores).

El orden Hymenoptera, aunque no tan abundante, (debido a las condiciones climáticas adversas), está conformado por familias consideradas predominantes en los grupos de polinizadores y también, por familias que regulan las poblaciones de otros insectos.

Las especies de los órdenes Coleoptera y Lepidoptera son restringidas de zonas altoandinas y se las puede considerar indicadoras de calidad de hábitat dada su alta especialización de hábitat.





8 FAUNA ACUÁTICA

Timbe B., Bruno, Jiménez E., Ramiro

8.1 Introducción

El páramo herbáceo es un ecosistema distintivo de los Andes norte de Suramérica (Neill 1999). Particularmente, las zonas altoandinas constituyen actualmente una de las principales áreas de conservación debido a su alta riqueza biológica y alto nivel de endemismo y, adicionalmente porque es considerado uno de los ecosistemas menos estudiados de los trópicos (Armenteras et al. 2003). En el Ecuador, el páramo herbáceo domina los altos-Andes, en especial al sur del país. En la provincia del Azuay, el páramo ocurre desde los 3500 m snm (Baquero et al. 2004). Lamentablemente, la pérdida del hábitat en la región es extendida (Mena & Hofstede 2006) con probables consecuencias negativas en la calidad de los recursos hídricos (Jacobsen 1998). En este contexto, es imperante establecer protocolos de monitoreo de los cuerpos de agua en el ecosistema de páramo herbáceo.

La fauna bentónica de los sistemas acuáticos continentales es una de las más ricas y probablemente entre las más diversificadas. Desempeña un rol importante para el mantenimiento de la integridad de las comunidades biológicas (Salvarrey et al. 2014; Terneus & Yánez 2018) ya que forman parte de la cadena trófica, al encontrarse disponibles como alimento de los vertebrados y participar en los ciclos de nutrientes y flujos de materia y energía (Sullivan et al. 2004).

Los macroinvertebrados han sido usados para monitorear la calidad de los cuerpos de agua en regiones andinas (Roldán 1999) ya que permiten estimar el efecto de las intervenciones humanas en los ecosistemas fluviales en base a criterios biológicos (Alba-Tercedor 1996; Barbour *et al.* 1999, Norris & Hawkins 2000).

En concreto, estos organismos responden ágilmente a cambios en las condiciones naturales de los ecosistemas acuáticos (Roldán 1996). La estructura de la comunidad (representado por la abundancia por especies) como la composición (la identidad de especies que integran la comunidad) cambia en función de las gradientes ambientales (Roldán 1996). Por ejemplo, en hábitats acuáticos alterados, los macroinvertebrados cambiarán su estructura y composición hacia una comunidad con fuerte presencia de especies tolerantes (eg. Chironómidae, Oligoquetos); mientras que, en hábitat conservados, estas especies tolerantes al disturbio están menos representadas y, destacan especies indicadoras de buena calidad del agua (eg; Ephemeroptera,



Plecoptera, Trichoptera). Dentro de este marco, la comunidad de macroinvertebrados puede evaluar el deterioro ambiental ya que presentan ciclos de vida cortos reflejando mayor rapidez a las alteraciones del medio (Gamboa et al. 2008).

Por otra parte, la comunidad de peces no se encuentra bien representada en los ecosistemas acuáticos del páramo herbáceo. En general, la región altoandina del Ecuador ha sufrido cambios en la comunidad de peces debido a la introducción de salmónidos (truchas). Estos peces exóticos se encuentran dominando los sistemas acuáticos (eg., río, lagunas) y como consecuencias los peces nativos han desaparecido.

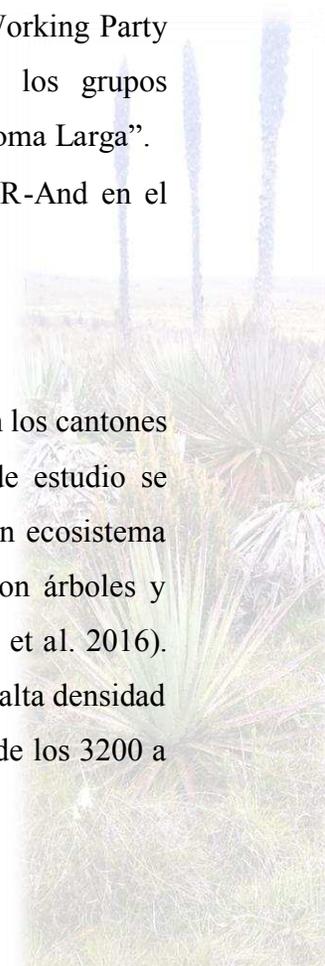
En este contexto, este trabajo se centró en entender la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y peces presentes en el área de desarrollo del proyecto estratégico “Loma Larga”.

8.2 Objetivos

- Determinar la diversidad alpha (i.e., riqueza y abundancia) y beta (i.e., composición) de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y peces en el proyecto estratégico “Loma Larga”.
- Determinar la calidad del agua mediante el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), Índice Biótico Andino (ABI) y el Índice ponderado para los grupos Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) en el proyecto estratégico “Loma Larga”.
- Determinar la calidad de la vegetación de ribera empleando el índice QBR-And en el proyecto estratégico “Loma Larga”.

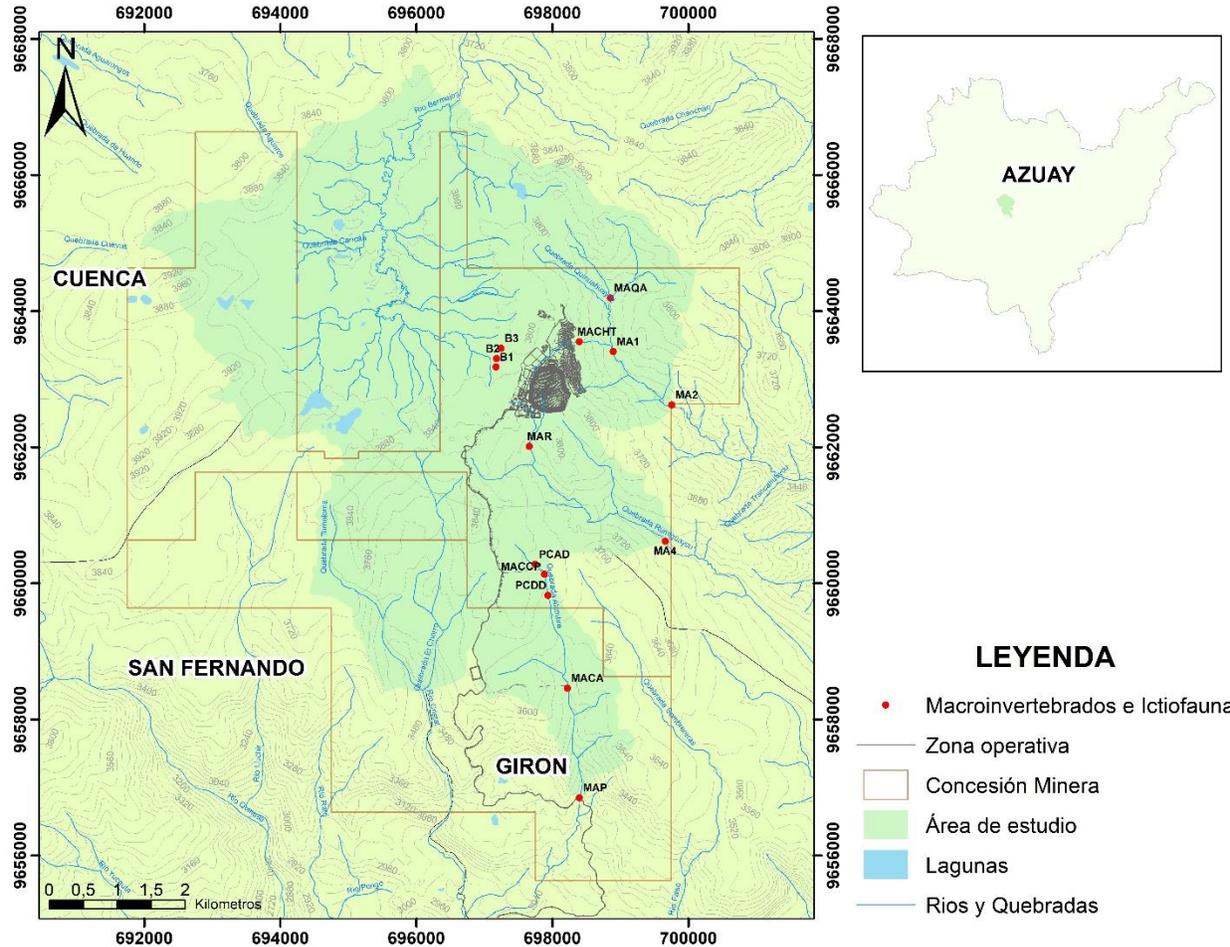
8.3 Sitios de muestreo

El estudio fue realizado en el área de la concesión minera “Loma Larga”, ubicada en los cantones Cuenca, San Fernando y Girón de la provincia del Azuay (Mapa 6). El área de estudio se caracteriza por ser un hábitat abierto dominado por páramo herbáceo, el cual es un ecosistema heterogéneo que se encuentra asociado a vegetación de almohadilla, así como con árboles y arbustos nativos (Neill 1999; Baquero et al. 2004; Minga & Verdugo 2007; Minga et al. 2016). Alrededor de un 80% de la flora es nativa para la región, pero existen zonas con una alta densidad de plantas exóticas como *Pinus patula*. Los rangos de elevación en el área van desde los 3200 a





3800 m snm. La precipitación promedio es de 95.93 mm anual; la temperatura tiene un promedio mensual de 6°C; así mismo la humedad relativa tiene un promedio mensual de 90% con valores máximos de 100% y mínimos de 40% (PROMAS 2007).



Mapa 6. Área de estudio para el levantamiento de información del componente Macroinvertebrados acuáticos y Peces en el Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020

8.4 Justificación de los puntos de monitoreo

Los sitios de monitoreo fueron seleccionados en función de los cuerpos de agua que están presentes dentro de los límites de las concesiones mineras del proyecto estratégico “Loma Larga”. En total se instalaron 14 estaciones de monitoreo (Tabla 13). La mayoría de las estaciones estuvieron localizadas dentro del páramo herbáceo, a excepción del punto MAP que se ubico dentro del bosque montano. Las estaciones presentaron distintos tipos de sustrato, así como, diferente composición vegetal.



Tabla 13. Ubicación de las estaciones de monitoreo para el componente Macroinvertebrados e Ictiofauna en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

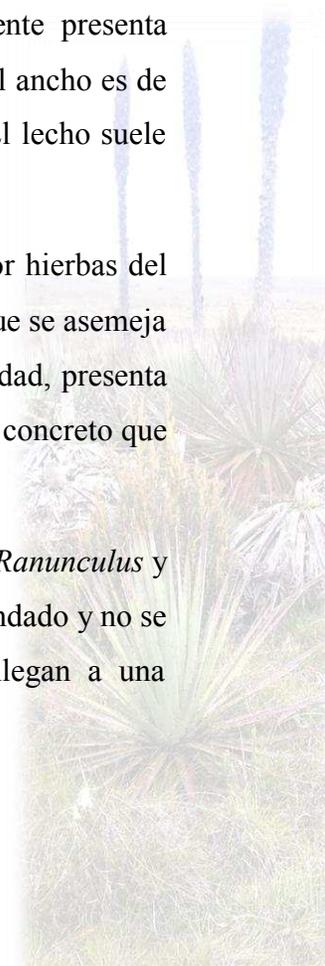
Concesión	Código estación	UTM – WGS 84 (17S)		
		Coordenadas X	Coordenadas Y	Elevación (m)
Rio Falso	B1	697173	9663180	3794
	B2	697182	9663301	3790
	B3	697247	9663454	3791
	MACCP	697887	9660133	3746
	MACHT	698399	9663551	3735
	MAQA	698856	9664194	3650
	MAR	697662	9662013	3752
	MA1	698896	9663408	3626
	MA2	699756	9662620	3543
	MA4	699662	9660619	3572
	PCAD	697749	9660281	3755
	PCDD	697937	9659823	3726
Cristal	MAP	698399	9656848	3295
	MACA	698224	9658460	3573

8.5 Caracterización del hábitat de las estaciones

PCDD: Páramo herbáceo dominado por *Calamagrostis intermedia*, adicionalmente presenta arbustos dispersos en la ribera. La quebrada es poco profunda de aprox. 0.25 m y el ancho es de aproximadamente 0.4 m. El sustrato es arenoso con escasa presencia de piedras. El lecho suele perderse por debajo de la vegetación en ciertos tramos (Anexo 37).

MACCP: Páramo de almohadilla dominado por musgo del género *Sphagnum* y por hierbas del género *Calamagrostis*, en las riberas no presenta cobertura de arbustos. Quebrada que se asemeja a un canal de agua de aproximadamente de 0.4 m de ancho por 0.3 m de profundidad, presenta aguas de recorrido lento con sustrato fangoso. Este punto cuenta con estructuras de concreto que modifican el cauce natural del cuerpo de agua (Anexo 37).

PCAD: Páramo de almohadilla con fuerte presencia de plantas acuáticas del género *Ranunculus* y musgo del género *Sphagnum*. El hábitat se presenta como un herbazal lacustre - inundado y no se registra un lecho de agua definido, sin embargo, presenta ciertas zonas que llegan a una profundidad de 0.3 m (Anexo 37).





MAR: Páramo herbáceo dominado por especies como *Calamagrostis intermedia* y especies del género *Hypericum*, *Monticola* y *Cortaderia*. Quebrada aproximadamente de 3.5 m de ancho por 50 cm de profundidad, presenta aguas lóaticas con baja presencia de rápidos y de tono rojizo con sustrato arenoso (Anexo 37).

MA2: Páramo herbáceo con presencia de *Calamagrostis intermedia* y fragmentos de especies del género *Puya* y *Cortaderia*. Quebrada grande aproximadamente de 2.5 m de ancho por 1.5 m de profundidad, presenta aguas loticas completamente expuestas con sustrato arenoso-pedregoso (Anexo 37).

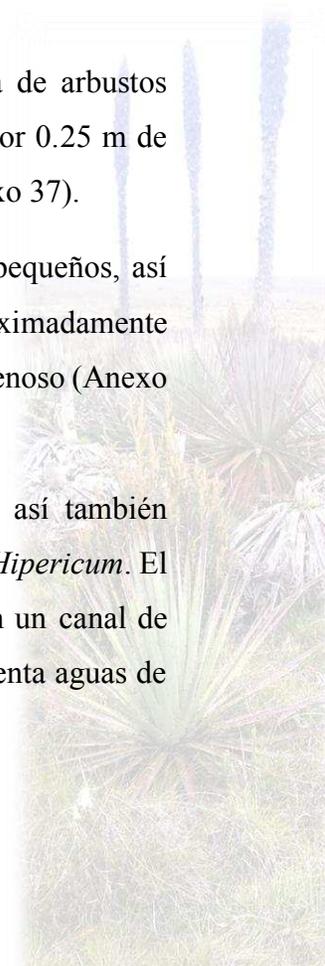
MA1: Páramo herbáceo dominado por *Calamagrostis intermedia* y especies del género *Cortaderia*, así como pequeños arbustos del género *Hypericum*. Quebrada grande de aproximadamente de 3 m de ancho por 2 m de profundidad, presenta aguas loticas con sustrato arenoso-pedregoso (Anexo 37).

MAQA: Páramo herbáceo dominado por *Calamagrostis intermedia* y arbustos dispersos de los géneros *Monticalia* y *Puya*. Quebrada aproximadamente de 1.5 m de ancho por 0.50 m de profundidad, la vegetación presente en este cuerpo de agua se encuentra reducido en un margen del mismo, este posee aguas loticas con sustrato arenoso-pedregoso (Anexo 37).

MACHT: Páramo herbáceo dominado por *Calamagrostis intermedia* y presencia de arbustos pequeños del género *Monticalia*. Quebrada aproximadamente de 1.2 m de ancho por 0.25 m de profundidad. Aguas claras completamente expuestas y con sustrato pedregoso (Anexo 37).

MA4: Páramo herbáceo dominado por *Calamagrostis intermedia* y por arbustos pequeños, así también presenta plantas dispersas de los géneros *Puya* y *Cortaderia*. Quebrada aproximadamente de 2 m de ancho por 0.50 m de profundidad; además presenta sustrato pedregoso – arenoso (Anexo 37).

B1: Páramo herbáceo conformado por los géneros *Calamagrostis* y *Cortaderia* así también presenta arbustos pequeños en las riberas pertenecientes a los géneros *Monticalia* e *Hipericum*. El cuerpo de agua inicia de una quebrada pequeña para luego de 20 m convertirse en un canal de agua, el ancho es de 0.30 m y la profundidad es de 0.15 m. El cuerpo de agua presenta aguas de recorrido lento con sustrato fangoso (Anexo 37).





B2: Páramo herbáceo dominado por *Calamagrostis intermedia* y con presencia de señales de intervención en la ribera (suelo descubierto). El canal de agua mide aproximadamente 0.35 m de ancho por 0.1 m de profundidad. El cuerpo de agua presenta aguas de recorrido lento con sustrato fangoso (Anexo 37).

B3: Páramo herbáceo con presencia de *Calamagrostis intermedia* y plantas de *Cortaderia* dispersas, además presenta señales de intervención en la ribera (suelo descubierto). El canal de agua mide aproximadamente 0.50 m de ancho por 0.10 m de profundidad. El cuerpo de agua presenta aguas de recorrido lento con sustrato fangoso (Anexo 37).

MACA: Páramo herbáceo dominado por *Calamagrostis intermedia* y pequeños penachos de especies del género *Puya*. Quebrada aproximadamente de 2 m de ancho por 60 cm de profundidad, presenta aguas lóaticas con sustrato arenoso-pedregoso. Además, se puede notar la presencia de estructuras de concreto que modifica el cauce natural (Anexo 37).

MAP: Vegetación de ribera presente en ambos márgenes de la quebrada donde se puede notar la presencia de arbustos del género *Baccharis*, así como hierbas del género *Cortaderia*. Quebrada aproximadamente de 2,5 m de ancho por 40 cm de profundidad, presenta aguas lóaticas con ocurrencia frecuente de rápidos y el sustrato en su mayoría es pedregoso. Además, se pueden observar estructuras de concreto (Puente) que modifica el cauce natural (Anexo 37).

8.6 Criterios metodológicos

En cada estación de muestreo se monitorearon peces y macroinvertebrados. Los puntos de muestreo buscaron representar las condiciones naturales de los cuerpos de agua, por lo tanto, se evitó monitorear en hábitats alterados por tomas de canales de agua.

8.7 Validación de la metodología

Todas las metodologías usadas para macroinvertebrados acuáticos y peces son estandarizadas para la región andina. En este contexto, para macroinvertebrados se utilizó la técnica de patada (Barbour et al. 1999). Para peces, debido a que los cuerpos de agua se caracterizan por poca profundidad y caudal se optó por el uso de redes manuales; en este método, la red triangular es uno de los diseños más utilizados (Nugra et al. 2016). Todos los métodos realizados son estandarizados y han sido utilizados en monitoreos previos dentro del área de estudio (Barros et al. 2017).





9 PECES

9.1 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo fue calculado en horas persona⁻¹. En total, se realizó un esfuerzo de muestreo de 42 horas persona⁻¹ (dos personas por una hora y media en cada estación).

9.2 Fase de campo

En cada estación se utilizó una red triangular de 50 cm de base, 45 cm de alto y 40 cm de profundidad con un ojo de malla de ~0.5 cm. La red estuvo dispuesta hacia un costado u orilla del cuerpo de agua y contra corriente. Así, un observador en frente de la entrada de la red y a una distancia no mayor de 2 m, remueve el sustrato y dirige a los peces hacia dentro de la red. Este proceso se repite a lo largo del cuerpo de agua por 50 m para capturar individuos que podrían estar dispuestos a través de quebradas o riachuelos. Una vez capturados los especímenes, estos fueron fotografiados y devueltos al cuerpo de agua, pero alejados del espacio de muestreo (~115 m aguas abajo) para evitar doble conteo (Barriga & Olalla 1983; Tufiño & Ramiro-Barrantes 2013).

9.3 Fase de gabinete

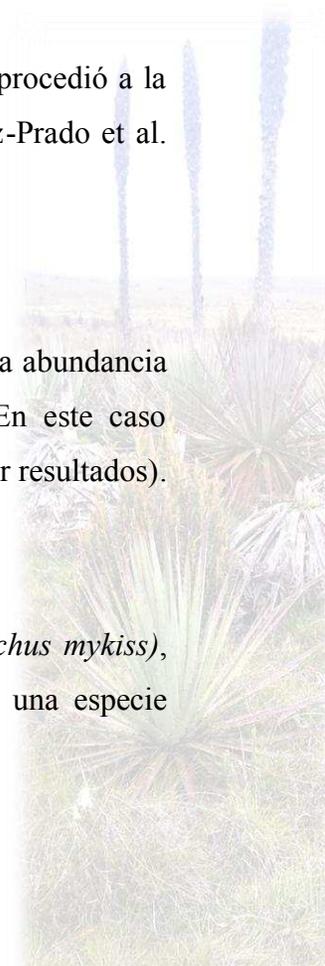
En el laboratorio mediante el registro fotográfico de los individuos capturados se procedió a la identificación mediante el uso de literatura especializada y actualizada de Jiménez-Prado et al. (2015).

9.4 Análisis de datos

Diversidad alfa: La riqueza fue considerada como el número total de especies y, la abundancia fue considerada como el número total de individuos registrados por especie. En este caso particular, no se realizó ningún análisis debido al número limitado de especies (ver resultados).

9.5 Análisis de resultados

En el presente monitoreo se registraron 16 individuos de una especie (*Oncorhynchus mykiss*), asociados a una familia, género y orden (Anexo 26). En adición, *O. mykiss* es una especie





introducida para los altos-Andes de la región. Dada la condición de especie exótica, los criterios de amenaza a la extinción, endemismos y grupos tróficos no son posibles de presentarlos.

9.6 Discusión

A pesar de tener relativas bajas detecciones, los registros obtenidos concuerdan con líneas base y monitoreos previos en el área de estudio (Nugra 2015; Barros et al. 2017). En donde se reporta la especie *Oncorhynchus mykiss* (Trucha Arcoíris) como especie dominante del área de estudio.

Esta especie es considerada como introducida para los Andes y se considera perjudicial para la dinámica de especies nativas (Lowe et al. 2000). La introducción de especies como la trucha afecta las comunidades nativas de los páramos ya que se alimenta de una diversidad de organismos como peces, anfibios e invertebrados (Mcdowall 2006). Sin embargo, los organismos más susceptibles a las truchas son los anfibios, ya que estos no pueden responder a nuevas presiones impuestas por los invasores en tiempos ecológicos, de manera que pueden ser llevados a la extinción (Kats & Ferrer 2003). De todas formas, la presencia de *O. mykiss* es extendida para toda la región Andina. En ese sentido, la comunidad de peces reportada para el área de estudio coincide con la característica de los páramos de la región.





10 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

10.1 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo fue calculado en horas persona⁻¹. En total, se realizó un esfuerzo de muestreo de 42 horas persona⁻¹ (dos personas por una hora y media en cada estación).

10.2 Fase de campo

Para el monitoreo, en cada estación, se utilizó una red de 25 × 25 cm con un ojo de malla: 0.5 mm, en la cual se aplicó la técnica estandarizada de patada durante cinco minutos a una intensidad constante (Barbour et al. 1999). En cada una de las estaciones se colectaron aleatoriamente tres submuestras tratando de cubrir todos los hábitats y sustratos disponibles. Todos los macroinvertebrados fueron separados de los sedimentos directamente en el campo, los individuos colectados en cada submuestra fueron depositados en frascos separados que contenían alcohol potable al 70%.

10.3 Fase de gabinete

Las muestras fueron llevadas a su identificación y conteo de individuos. Para el efecto, se usó las claves taxonómicas de: Domínguez & Fernandez (2009), como así también, la guía de Rincón et al. (2016) de los macroinvertebrados acuáticos de los ríos del Parque Nacional Cajas y la guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca de González et al. (2018). Para la mayoría de especímenes la identificación fue a escala de género; sin embargo, a excepción de la clase oligochaeta, el nivel máximo de identificación fue de familia.

10.4 Análisis de datos

Los análisis estadísticos aplicados se enfocaron en describir la diversidad alfa y beta. Todos los análisis se realizaron en el programa R versión 4.0.2 (R Core Team 2020) utilizando los paquetes: vegan 2.5-6 (Oksanen 2019), MASS (Venables 2002) y BiodiversityR (Kindt & Coe 2005).

Diversidad alfa

La riqueza específica puede considerarse como la suma de las especies que habitan en una comunidad local y temporal (Sarkar & Margules 2002; Magurran 2013). Sin embargo, para tener





uniformidad en los datos, se utilizó el nivel taxonómico de género; puesto que la mayor cantidad de especímenes no fueron identificados a nivel de especie debido a su incertidumbre taxonómica. Cuando el género no fue posible de identificar, se reconocieron morfotipos para analizarlos como análogos al nivel taxonómico de género. El uso de niveles a escala de género resulta ser un buen predictor para la estimación y cuantificación de la biodiversidad de insectos acuáticos, pues corresponde a aproximaciones ágiles y realistas sobre la diversidad presente (Martín-Piera 2000). Por tal motivo, la riqueza fue considerada como el número total de géneros registrados por estación de monitoreo; mientras que la abundancia se considera como el número total de individuos registrados por género.

Curvas de acumulación de especies

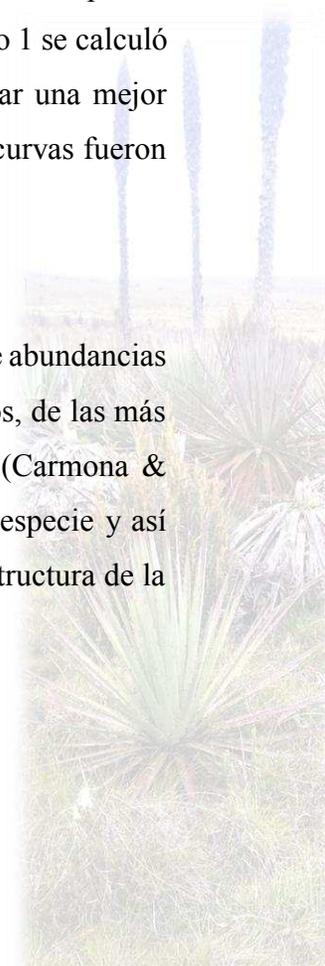
Para evaluar el esfuerzo de muestreo es adecuado, se realizaron análisis de acumulación de especies (para el caso de este estudio géneros). En particular, se empleó el método de rarefacción que estandariza la riqueza observada a través de los individuos registrados. Para entender si la riqueza observada representa la diversidad de la región se utilizó el estimador Chao 1. Este estimador predice el número de especies (para el caso de este estudio géneros) que podrían ser reportadas en base a un modelo no paramétrico, calculando el número extrapolado de especies observadas una vez (conteos únicos) y dos veces (conteos dobles). El estimador Chao 1 se calculó en base a 1000 permutaciones aleatorias (Chao 1984, Moreno 2001). Para asegurar una mejor representación en la variación de los géneros nuevos a través de las estaciones, las curvas fueron generadas usando información a escala de sub-muestra.

Curvas de rango-abundancia

Estas curvas integran información relativa al número de géneros y a su distribución de abundancias a través del conjunto de la comunidad. En el eje X, se ordenan los géneros en rangos, de las más abundantes hasta las más raras. En el eje Y, se encuentra la abundancia relativa (Carmona & Carmona 2013). Por lo tanto, estas curvas evalúan la abundancia relativa de cada especie y así diferenciar las especies dominantes y en consecuencia brinda una idea clara de la estructura de la comunidad (Magurran 2013).

Diversidad beta

Cambios en la comunidad





Los cambios en la comunidad de macroinvertebrados acuáticos fueron evaluados mediante un análisis multidimensional no-métrico (NMDS, solución 2D). Este análisis se basa en una matriz de disimilitud usando la distancia de Bray & Curtis (Cayuela et al. 2011). Para esta matriz se utilizó la abundancia de cada género \times estación. EL NMDS representa en un espacio geométrico en donde las especies que integran la comunidad se agrupan en función de la disimilitud de las muestras. En este contexto, muestras más agrupadas representan comunidades menos disímiles con un menor reemplazamiento de especies (Whittaker 1972).

Índices bióticos

Biological Monitoring Working Party (BMWP)

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) se considera un método simple y rápido de evaluar calidad de agua. Utiliza macroinvertebrados como bioindicadores, analizando hasta nivel de familia, con datos de presencia y ausencia. El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia, de los diferentes grupos, a la contaminación orgánica (Anexo 36). El nivel 10 es el más sensible y el nivel 1 el más tolerante (Roldán 2016). El puntaje se asigna una vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos registrados. Posteriormente se suman los puntajes encontrados en las estaciones de muestreo para calcular el índice. El valor total se evalúa el nivel de calidad de agua (Anexo 27).

Andean Biotic Index (ABI)

El Andean Biotic Index (ABI), es el equivalente al índice de monitoreo biológico mundial (Biological Monitoring Working Party: BMWP) pero adaptado para los Andes de la región. Este índice funciona asignando valores de 1 a 10 a cada una de las familias registradas (Anexo 36); valores cercanos a 1 son asociados a organismos más tolerantes al disturbio, mientras que valores cercanos a 10 representan organismos más sensibles al disturbio (Acosta et al. 2009). Los puntajes varían ligeramente para algunas familias en relación al BMWP. Al final, se suma las puntuaciones asignadas a cada una de las familias encontradas en las estaciones de monitoreo. La mayor o menor puntuación asignada a una familia están en función de su mayor o menor sensibilidad a la contaminación orgánica y al déficit de oxígeno (Pino et al. 2003). La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje ABI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio (Anexo 28).



Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)

El índice EPT es un índice de tipo cuantitativo y se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua (Carrera & Fierro, 2001). Estos grupos, sensibles a la contaminación, son: Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecoptera o moscas de piedra y Trichoptera. Este índice se lo aplica como factor de orientación general del estudio, ya que no tiene la vigorosidad suficiente para ecosistemas de aguas medias y bajas (Prat et. al. 2009).

El cálculo consiste en dividir el número de EPT presentes en una muestra dada para la cantidad total de organismos de dicha muestra.

$$IEPT = (NEPT/N) * 100$$

Donde:

IEPT = índice EPT

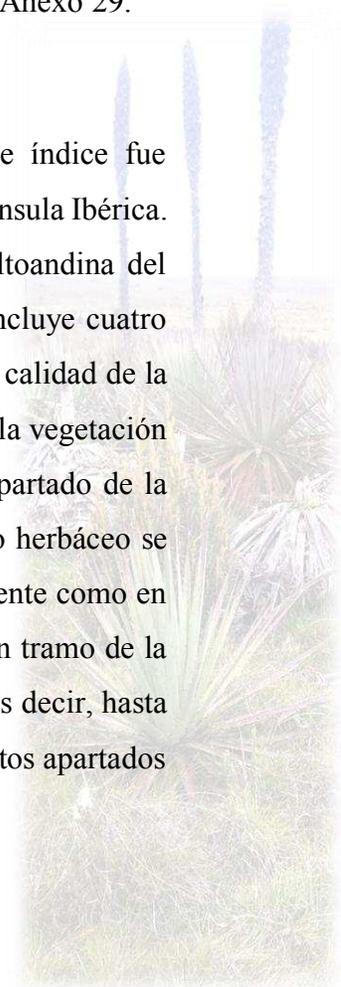
NEPT = Número total de individuos EPT en la muestra

N = Número total de individuos en la muestra

El porcentaje obtenido para cada estación se compara con los valores de la tabla del Anexo 29.

Calidad de la vegetación de ribera (QBR)

Para evaluar la calidad ambiental de las riberas se utilizó el índice QBR, este índice fue originalmente diseñado por Munne et al. (2003) para los ríos mediterráneos de la península Ibérica. Sin embargo, Acosta et al. (2009) realizó una adaptación del QBR a la región altoandina del Ecuador y Perú, al cual lo denominó QBR-And, que en su forma más completa incluye cuatro apartados: i) grado de cubierta de la zona de ribera; ii) estructura de la cubierta; iii) calidad de la cubierta y; iv) grado de naturalidad del canal fluvial (Anexo 30). Sin embargo, para la vegetación de ribera del páramo, el QBR cuenta únicamente tres apartados (Anexo 31). El apartado de la estructura de cubierta es excluido, la razón radica en que la vegetación del páramo herbáceo se caracteriza por pajonales y arbustos bajos. La estratificación vegetal no es tan evidente como en los bosques y es menos compleja. Para la determinación de este índice se escoge un tramo de la quebrada donde se considera toda la anchura potencial de la vegetación de ribera. Es decir, hasta aquella zona inundable durante las crecidas de gran magnitud y se evalúan los distintos apartados





del QBR-And mediante una ficha de valoración (Anexo 31) en ambos márgenes del río. Los márgenes (derecho o izquierdo) se determinan ubicándose en la dirección en la que el agua del río fluye (Acosta et al. 2014). El puntaje máximo de cada apartado es de 25 puntos. Si, al sumar los puntajes de cada apartado superan los 25 puntos, se considerará solo el valor de 25 como máximo. Una vez obtenido el valor de cada sección, se procede a sumar y con ello se obtiene el valor total del QBR-And el cual nos da el nivel de calidad en el que se encuentra la ribera (Anexo 32).

10.5 Análisis de resultados

10.5.1 Riqueza y abundancia

En total se colectaron 2156 individuos asociados a 47 géneros, 29 familias y 11 órdenes (Anexo 33). Los géneros con mayor abundancia fueron: *Hyaella* (32.70 % de los registros), *Farrodes* (16.95 % de los registros) y *Gigantodax* (9.32 % de los registros).

10.5.2 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

La curva de rarefacción se aproxima a su asíntota. La riqueza observada de géneros se acerca al estimador Chao 1 en un 98% (Riqueza observada =47, Chao 1 = 48 ± 8.45 [media \pm SD]; Intervalo de Confianza del 95% [CI] = 50 – 46; Figura 29).





Curvas de Acumulación Macroinvertebrados

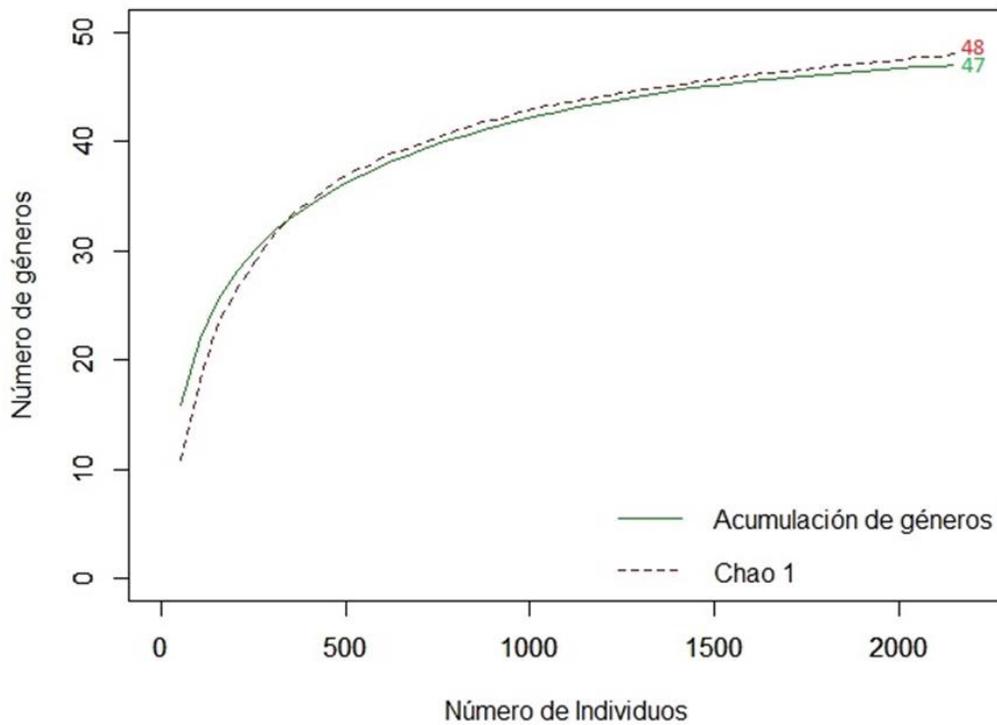


Figura 29. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada, a través de 14 estaciones de monitoreo, del componente macroinvertebrados para el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

10.5.3 Curva de rango – abundancia

La curva mostró que la comunidad de macroinvertebrados está dominada principalmente por el género *Hyaella*, seguida de los géneros *Farrodes* y *Gigantodax* que mostraron una menor abundancia relativa (Figura 30).



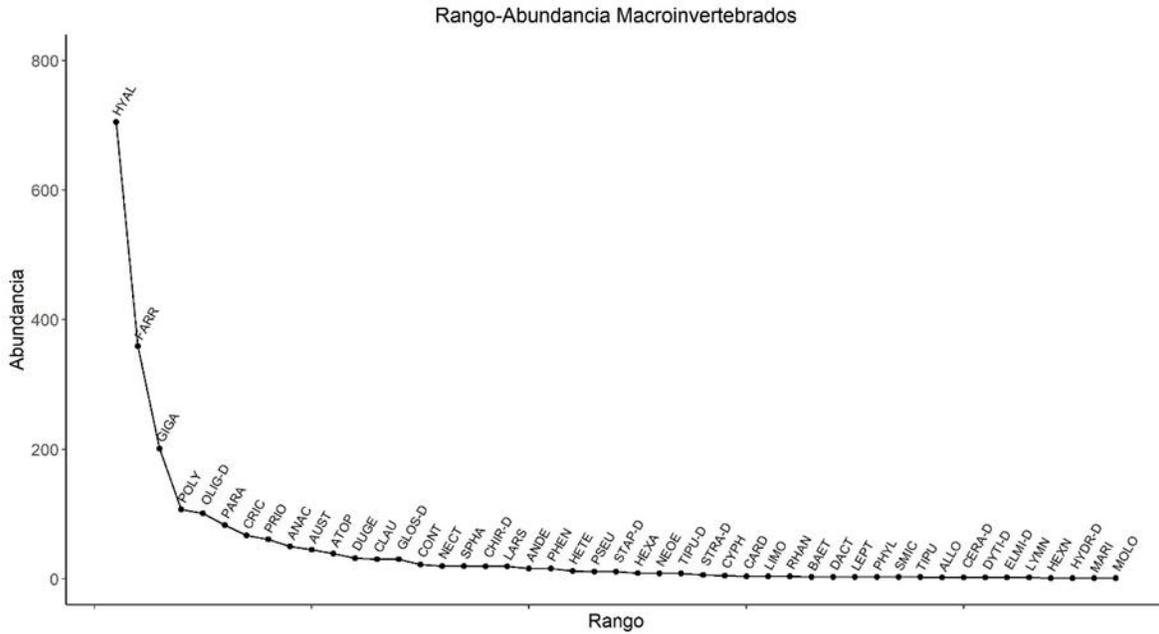
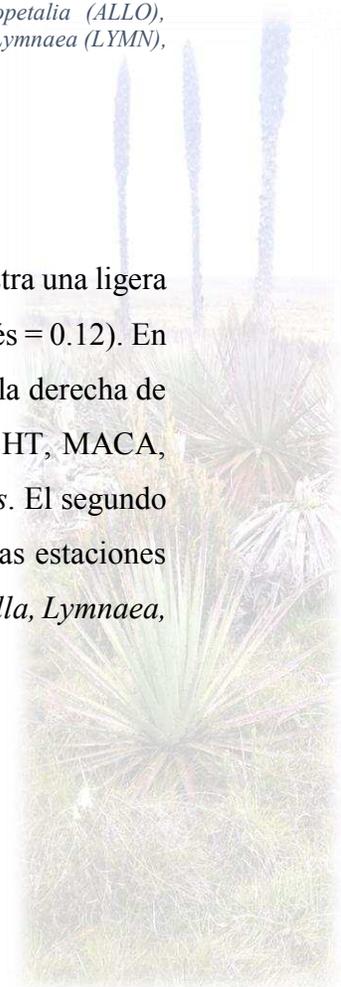


Figura 30. Curva de rango-abundancia. Muestran la abundancia de los géneros de macroinvertebrados registradas en 14 estaciones monitoreadas en el proyecto estratégico "Loma Larga"- junio 2020. Código de los géneros: *Hyaella* (HYAL), *Farrodes* (FARR), *Gigantodax* (GIGA), *Polypedilum* (POLY), *Oligochaeta* desconocido (OLIG-D), *Parametriocnemus* (PARA), *Cricotopus* (CRIC), *Prionocyphon* (PRIO), *Anacroneuria* (ANAC), *Austrolimnius* (AUST), *Atopsyche* (ATOP), *Dugesia* (DUGE), *Claudioperla* (CLAU), *Glossiphonidae* desconocido (GLOS-D), *Contulma* (CONT), *Nectopsyche* (NECT), *Sphaerum* (SPHA), *Chironomidae* desconocido (CHIR-D), *Larsia* (LARS), *Andesiops* (ANDE), *Pheneps* (PHEN), *Heterelmis* (HETE), *Pseudosuccinea* (PSEU), *Staphylinidae* desconocido (STAP-D), *Hexatoma* (HEXA), *Neoelmis* (NEOE), *Tipulidae* desconocido (TIPU-D), *Stratiomyidae* desconocido (STRA-D), *Cyphon* (CYPH), *Cardiocladius* (CARD), *Limonia* (LIMO), *Rhantus* (RHAN), *Baetodes* (BAET), *Dactyloabris* (DACT), *Leptohyphes* (LEPT), *Phylloicus* (PHYL), *Smicridea* (SMIC), *Tipula* (TIPU), *Allopetalia* (ALLO), *Ceratopogonidae* desconocido (CERA-D), *Dytiscidae* desconocido (DYTT-D), *Elmidae* desconocido (ELMI-D), *Lymnaea* (LYMN), *Hexanchorus* (HEXN), *Hydrophilidae* desconocido (HYDR-D), *Marilia* (MARI), *Molophilus* (MOLO).

10.5.4 Cambios en la comunidad

La ordenación mediante el escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) muestra una ligera tendencia en separar la comunidad de macroinvertebrados (NMDS solución 2D, estrés = 0.12). En la comunidad se distinguen dos grupos. El primero se ubica en la zona centro hacia la derecha de la ordenación agrupando a las estaciones MA1, MA2, MA4, MAR, MAQA, MACHT, MACA, MAP, con una mayor presencia de los géneros *Anacroneuria*, *Farrodes* y *Andesiops*. El segundo grupo se ubicó en la zona centro hacia la izquierda de la ordenación agrupando a las estaciones PCDD, MACCP, PCAD, B1, B2 y B3, con una mayor presencia de los géneros *Hyaella*, *Lymnaea*, *Tipula* y *Dugesia* (Figura 31).



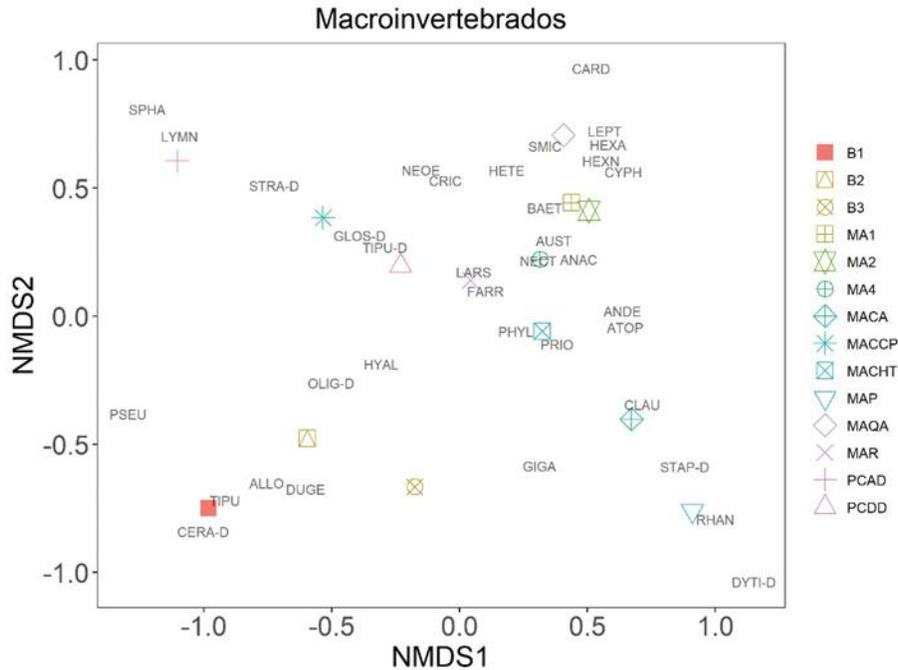
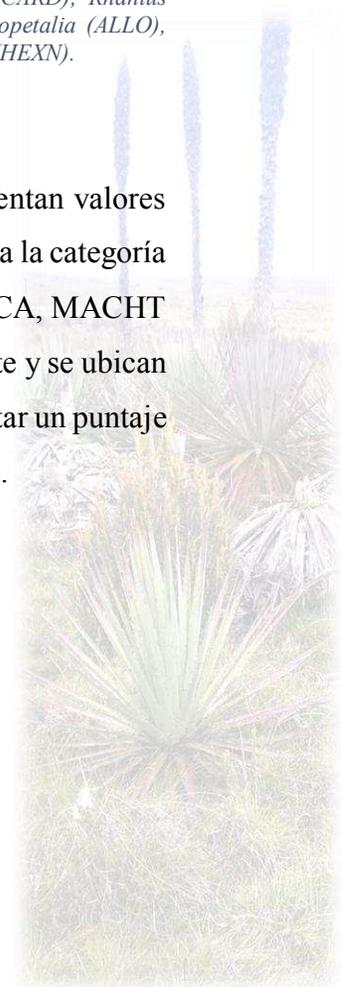


Figura 31. Análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (NMDS) de la comunidad de macroinvertebrados, basado en la abundancia de los géneros registrados dentro del Proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020. Los códigos de los géneros son: Hyalella (HYAL), Farrodes (FARR), Gigantodax (GIGA), Oligochaeta desconocido (OLIG-D), Cricotopus (CRIC), Prionocyphon (PRIO), Anacroneuria (ANAC), Austrolimnius (AUST), Atopsyche (ATOP), Dugesia (DUGE), Claudioperla (CLAU), Glossiphonidae desconocido (GLOS-D), Nectopsyche (NECT), Sphaerum (SPHA), Larsia (LARS), Andesiops (ANDE), Heterelmis (HETE), Pseudosuccinea (PSEU), Staphylinidae desconocido (STAP-D), Hexatoma (HEXA), Neoelmis (NEOE), Tipulidae desconocido (TIPU-D), Stratiomyidae desconocido (STRA-D), Cyphon (CYPH), Cardiocladius (CARD), Rhantus (RHAN), Baetodes (BAET), Leptohyphes (LEPT), Phylloicus (PHYL), Smicridea (SMIC), Tipula (TIPU), Allopatalia (ALLO), Ceratopogonidae desconocido (CERA-D), Dytiscidae desconocido (DYTI-D), Lymnaea (LYMN), Hexanchorus (HEXN).

10.5.5 Índice BMWP

De acuerdo con el índice BMWP, las estaciones MA1, MA4, MAQA y MAR presentan valores entre 101 y 109 lo que significa que se encuentran dentro de la categoría BUENA. Para la categoría ACEPTABLE, los valores van de 62 a 100 corresponden a las estaciones MA2, MACA, MACHT y PCDD. Las estaciones B2 y MACCP marcan un puntaje de 44 y 43 respectivamente y se ubican en la categoría DUDOSA y por último las estaciones B1, B3, MAP y PCAD al presentar un puntaje relativamente bajo se ubican dentro de la categoría CRÍTICA (Figura 32; Anexo 34).



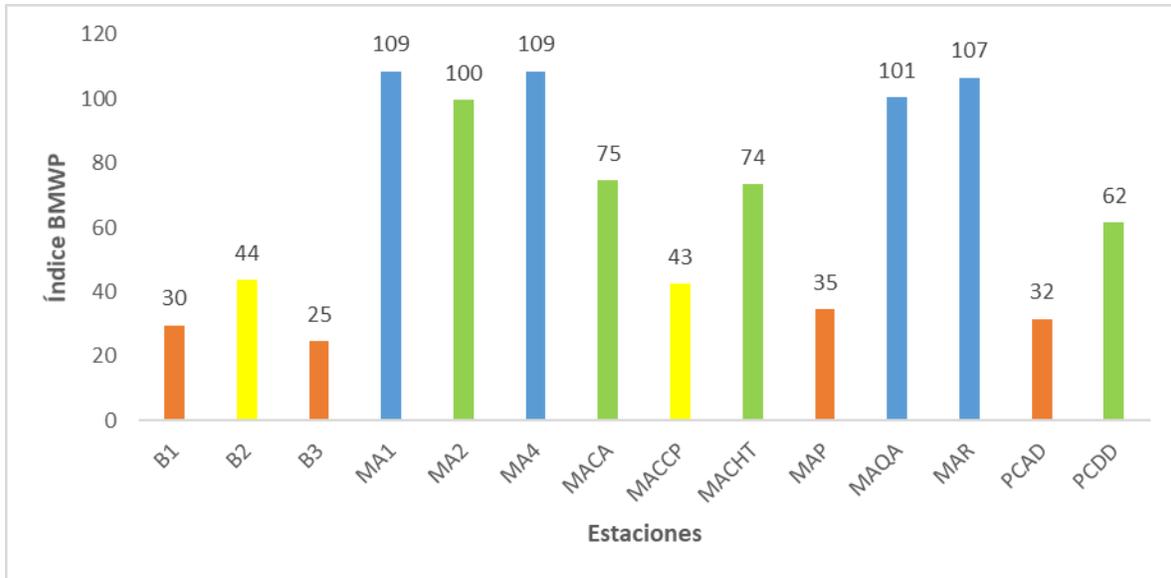


Figura 32. Valores BMWP para 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

10.5.6 Índice ABI

En cuanto al ABI, las estaciones MA1, MA4 y MAR al tener valores altos entre 99 a 100 se ubican dentro de la categoría MUY BUENA. Las estaciones MA2, MACA, MACTH, MAQA y PCDD se encuentran dentro de la categoría BUENA. Para las estaciones B2 y MACCP presentan un puntaje de 42 y 35 respectivamente y se ubican dentro de la categoría MODERADO. Finalmente, las estaciones B1, B3, MAP y PCAD al tener un puntaje bajo que va desde 22 a 34 se ubican dentro de la categoría MALO (Figura 33; Anexo 34).



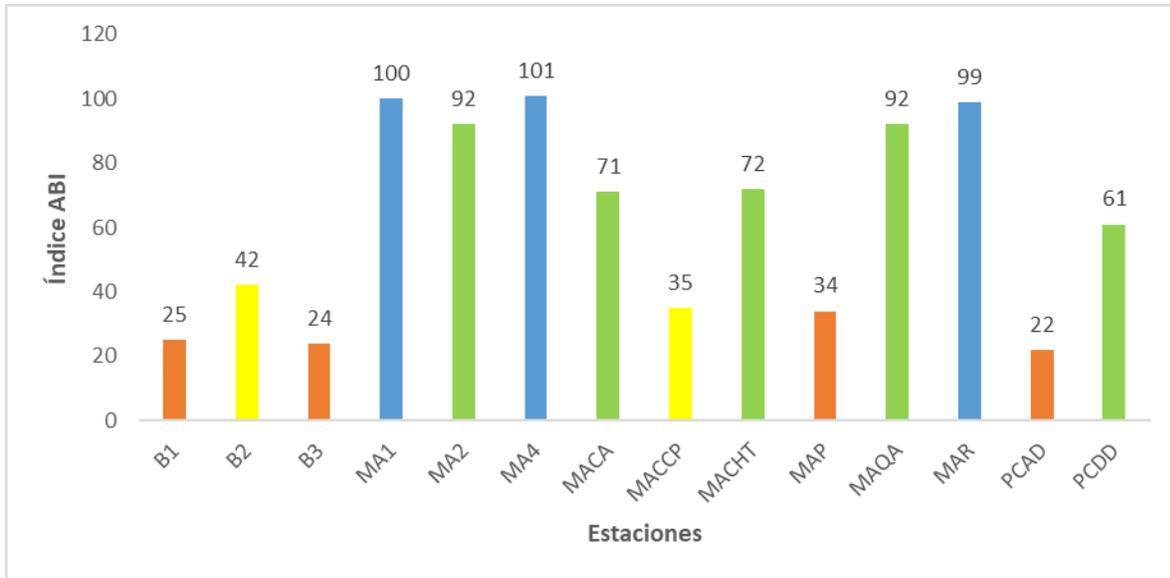


Figura 33. Valores ABI para cada una de las 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

10.5.7 Índice EPT

Por medio de índice EPT las estaciones MA4 y MACTH obtuvieron un valor EPT de 59.26% y 50.15% respectivamente y corresponden a la categoría BUENA. Para las estaciones MA1, MA2 y MACA el valor EPT fue de 32.79%, 42.76% y 27.27% respectivamente y se ubican en la categoría REGULAR. Por último, tenemos las estaciones B2, MACCP, MAP, MAQA, MAR y PCDD las cuales poseen un valor EPT entre el 5.48% y 23.95% lo que corresponde a la categoría MALA (Tabla 14).

Tabla 14. Porcentaje EPT para 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

ESTACIONES	% EPT	CATEGORÍA
B2	10.62 %	Mala
MA1	32.79%	Regular
MA2	42.76%	Regular
MA4	59.26%	Buena
MACA	27.27%	Regular
MACCP	5.48%	Mala
MACTH	50.15%	Buena
MAP	6.94%	Mala
MAQA	17.35%	Mala





ESTACIONES	% EPT	CATEGORÍA
MAR	15.30%	Mala
PCDD	23.95%	Mala

Las estaciones B1, B3 y PCAD no fueron consideradas en este índice debido a que no existió la presencia de individuos del orden Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.

10.5.8 Índice QBR

Los valores mas altos se presentaron en las estaciones MA1, MA2, MA4, MAQA y MAR y se ubican en la categoría de CALIDAD BUENA. Estaciones como MACA, MACHT, MAP y PCDD presentan valores entre 50 y 60 por lo tanto son de CALIDAD INTERMEDIA. Finalmente, las estaciones B1, B2, B3, MACCP y PCAD obtuvieron valores bajos lo que hace que se establezcan dentro de la categoría de MALA CALIDAD (Tabla 15).

Tabla 15. Valores QBR-And para 14 estaciones monitoreadas dentro del componente macroinvertebrados en el proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

ESTACIONES	VALOR QBR-AND	CATEGORÍA
B1	40	Mala calidad
B2	40	Mala calidad
B3	40	Mala calidad
MA1	75	Calidad buena
MA2	75	Calidad buena
MA4	75	Calidad buena
MACA	50	Calidad intermedia
MACCP	30	Mala calidad
MACHT	60	Calidad intermedia
MAP	55	Calidad intermedia
MAQA	75	Calidad buena
MAR	75	Calidad buena
PCAD	35	Mala calidad
PCDD	55	Calidad intermedia

10.6 Discusión

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos presentó cierta variación entre las estaciones debido a los cambios en la heterogeneidad de los hábitats, así como de la complejidad de la vegetación de ribera (Mancilla et al. 2009). Aunque, la riqueza y abundancia en los páramos



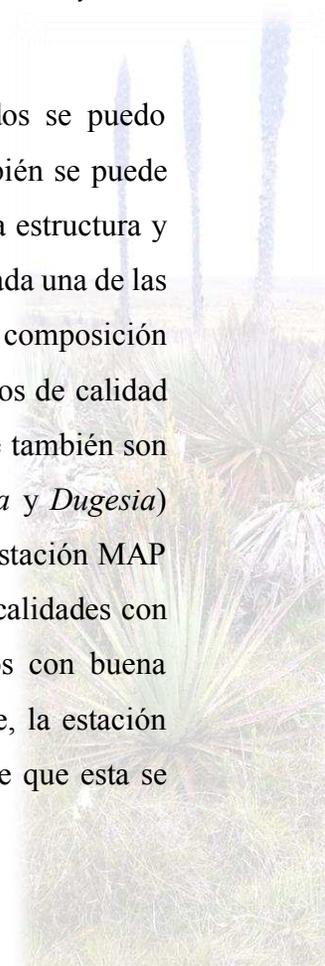


andinos presenta baja variabilidad dentro de sustratos homogéneos (Rincón et al. 2016), se ha demostrado que la riqueza de macroinvertebrados puede variar tanto espacial como temporalmente de acuerdo a las características físicas, climáticas y geomorfológicas en las cuales residen (Green & Swietlik 2000).

En este contexto, estaciones con una fuerte presencia de vegetación de ribera presentan mayor riqueza y abundancia. Este aspecto, hace alusión a lo establecido por Meza *et al.* (2012), que mientras la estructura vegetal de ribera sea más compleja influye positivamente en la diversidad de macroinvertebrados acuáticos dado que hay mayor disponibilidad de microhábitats. Es así que, las abundancias más representativas de los géneros obedecen a una mayor disponibilidad de recursos que resultan en mayor disponibilidad de alimento y de refugio (Gil 2014).

Por otra parte, la riqueza de los géneros evaluados a través de la rarefacción y estimadores no paramétricos Chao 1 demuestran que el número de géneros observados se acerca en un 98% a la diversidad regional estimada, por lo que se podría decir que el esfuerzo de muestreo es adecuado para el área de estudio. Esto se refleja en la dominancia del género *Hyaella* en la comunidad. Este hallazgo se relaciona con el tipo de sustrato ya que las estaciones, en donde se encontró más individuos de este género, presentaban un sustrato fangoso, hábitat conveniente para *Hyaella* (Casset *et al.* 2001).

En cuanto a la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados se pueden evidenciar diferencias a lo largo de las estaciones evaluadas. Este fenómeno, también se puede explicar a través de condiciones particulares de los hábitats. Estos cambios en la estructura y composición de las comunidades se relacionan con la calidad de agua que presenta cada una de las estaciones. Por ejemplo, MAQA, MA1, MA2, MA4 y MAR son más similares en su composición (e.g., representados por los géneros *Anacroneturia* y *Farrodes*) y denotan valores altos de calidad de agua (Acosta et al. 2009). Mientras que, estaciones como B1, B3 y MACCP que también son similares en su composición (e.g., representados por los géneros *Limnaea*, *Tipula* y *Dugesia*) denotan en calidades inferiores (Pino et al. 2003). Sin embargo, a pesar de que la estación MAP tiene un bajo puntaje en su calidad de agua esta se ubica dentro del grupo de las localidades con buena calidad, lo que podría deberse a que dicha estación comparte organismos con buena puntuación, aunque en menor proporción que el resto de localidades. Por otra parte, la estación PCDD se ubica en el grupo de las localidades con baja calidad de agua a pesar de que esta se



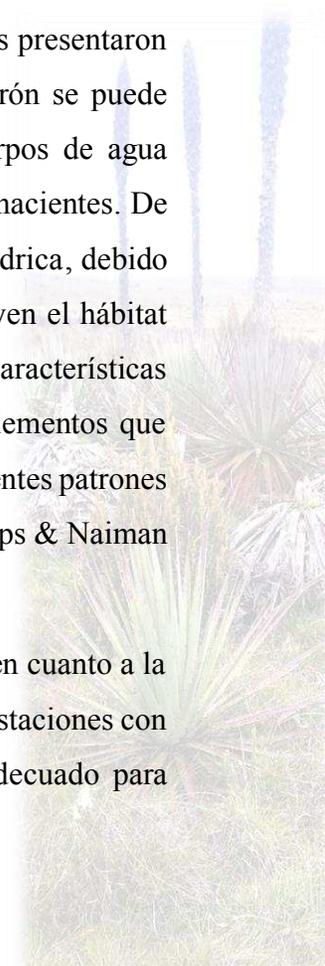


encuentra dentro de la categoría buena lo que estaría relacionado a que dicha localidad comparte grandes abundancias de organismos tolerantes al déficit de oxígeno con el resto de estaciones.

En este sentido, los índices bióticos a BMWP y ABI, demuestran en términos generales un buen estado de la calidad del en mayoría de estaciones (e.g., MA1, MA2, MA4). Sin embargo, un grupo menor de estaciones se muestran impactadas desde el punto de vista biológico (e.g., B1, B3, PCAD). Las estaciones en buen estado podrían deberse a la presencia de heterogeneidad de hábitats, diferencias en la velocidad de regímenes y una comunidad vegetal de ribera más compleja. Lo que se traduce en una mayor diversidad de macroinvertebrados sensibles a los contaminantes y por lo tanto un elevado puntaje en los índices (Blinn & Kilgore 2001). Por otra parte, las estaciones con bajo puntaje estarían influenciadas por presentar hábitats más homogéneos ocasionando que la oferta de nichos sea menor, de tal manera se evidencia una relativa menor diversidad de macroinvertebrados y por lo tanto una reducción en la puntuación de los índices (Acosta et al. 2009; Villamarín 2008). Dentro de este marco, es importante resaltar que la reducción de la cobertura vegetal genera cambios sobre el cauce, lo que aumenta la vulnerabilidad de los recursos hídricos y los deja expuestos a potenciales disturbios, que se reflejan directamente sobre la calidad del agua (Gordon et al. 2004).

Al respecto del índice EPT, los resultados arrojaron que las estaciones monitoreadas presentaron rangos entre 5 a 59%, esto debido a las bajas densidades poblacionales. Este patrón se puede explicar por los bajos caudales en que las estaciones están localizadas, los cuerpos de agua corriente del área de estudio se caracterizan por pequeñas quebradas dispuestas en nacientes. De esta forma, podemos decir que los efectos causados por cambios en la regulación hídrica, debido a variaciones estacionales de caudal, tienen efecto sobre las variables que constituyen el hábitat acuático (Décamps & Naiman 1990). La morfología del relieve, la topografía, las características físicas y químicas de los suelos, el tipo de vegetación, el uso de suelos y otros elementos que operan a nivel del paisaje son factores determinantes en la estructuración de los diferentes patrones de funcionamiento en los ríos altoandinos (Hynes 1975, Vannote et al. 1980, Décamps & Naiman 1990).

Finalmente, dentro de nuestro estudio se pudo evidenciar cierto grado de variación en cuanto a la calidad de bosque de ribera. Mediante el análisis del índice QBR-And se estableció estaciones con cierto grado de alteración. Dentro de este marco, el índice QBR-And es muy adecuado para





determinar la calidad ecológica de las estaciones de muestreo en general y constituyen un aporte significativo al BMWP y al ABI (García et al. 2012); sin embargo, al estar ponderado por estructuras asociadas a bosques, es muy probable que la aplicación al páramo no sea del todo conveniente (Villamarín 2008). De todas formas, mayores estudios son necesarios para establecer la magnitud en la correlación entre la estructura de ribera del páramo y su calidad integral del agua.

10.7 Conclusiones

En términos generales la evaluación de la calidad del agua y la comunidad de macroinvertebrados catalogan a las estaciones dentro del rango de calidad aceptable, a excepción de las estaciones B1, B3, MAP y PCAD, las cuales presentan puntajes bajos y están ordenadas dentro del rango crítico.

Por otra parte, a pesar de que el índice BMWP es uno de los más utilizados para estimar la salud de los cuerpos de agua, este no toma en cuenta variables que influyen sobre la diversidad de los macroinvertebrados. Por ejemplo, gradientes altitudinales y taxones nativos. En este sentido, en los últimos años el índice ABI ha sido cada vez más recomendado para obtener resultados más robustos en torno a la calidad del agua, debido a que este índice responde mejor a las realidades locales, especialmente en sistemas altoandinos.

Además, la realización de estudios más intensivos en el páramo ofrecerá un mejor entendimiento de la dinámica ecológica de la zona. Por otra parte, realizar estudios paralelos que midan características tanto físicas como químicas (DBO, sólidos disueltos, caudal, etc) nos podrían ayudar a entender de mejor manera los cambios en la estructura y composición de macroinvertebrados.

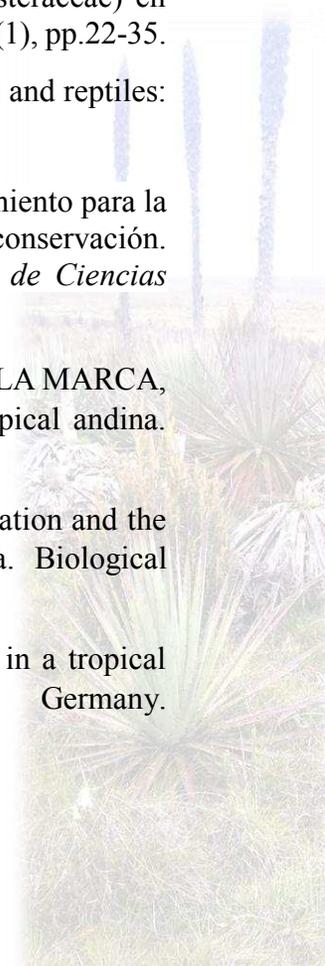
En cuanto a la ictiofauna, la especie registrada (*O. mykiss*) en el área de estudio es una especie introducida y principalmente criada en lagunas con fines recreativos y no presentan un rol definido en estos ecosistemas. Por lo tanto, su presencia o ausencia no debe ser usado como indicador en la integridad de los cuerpos de agua.





11 BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA R., HAMPEL H., GONZALEZ H., MOSQUERA P., SOTOMAYOR G., Y GALARZA X. (2014). Protocolo de evaluación de la calidad biológica de los ríos de la región austral del Ecuador. ETAPA EP, SENAGUA - DHS. Universidad de Cuenca. Programa PROMETEO de la SENESCYT.
- ACOSTA, R., RIOS-TOUMA, B., RIERADEVALL, M., Y PRAT, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (C.E.R.A) y su aplicación en dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1): 35-64.
- AGUILAR, Z., ULLOA, C. U., & HIDALGO, P. (2009). Guía de plantas útiles de los páramos de Zuleta, Ecuador. EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino.
- ALBA-TERCEDOR, J., 1996. *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos*. Andalucía: s.n.
- ALBUJA, L., ALMENDARIZ, C., MONTALVO, L. D., CÁCERES, F., ROMÁN, C., & LUISAUTHOR, J. (2012). Fauna de vertebrados del Ecuador (No. R591. 986 A1156f Ej. 1 024969). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.
- ALCARAZ ARIZA, F. J. (2013). El método fitosociológico. *Geobotánica, Tema (11)*. Universidad de Murcia, España, p16.
- ALEJO, G. B., ZAMAR, M. I., & CONTRERAS, E. F. (2019). Diversidad y grupos funcionales de artrópodos en el cultivo de *Chrysanthemum morifolium* Ramat. (Asterales: Asteraceae) en invernadero en Jujuy, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 78(1), pp.22-35.
- ANDRADE, DENIS. (2016). Temperature effects on the metabolism of amphibians and reptiles: Caveats and recommendations. 10.1201/b20420-7.
- ANDRADE, M. G., BAÑOL, E. R. H. & TRIVIÑO, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea–Papilionoidea). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(144), pp.311-325.
- ANGULO, A., RUEDA-ALMONACID, J. V., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., & LA MARCA, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional.
- ARMENTERAS, D., GAST, F. Y VILLAREAL, H. 2003. Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological Conservation* 113: 245-256.
- ASTUDILLO, P. X. (2014). Effects of forest fragmentation on bird communities in a tropical hotspot. Ph.D. Thesis, Philipps-Universität Marburg, Marburg. Germany. <https://doi.org/10.17192/z2014.0470>.

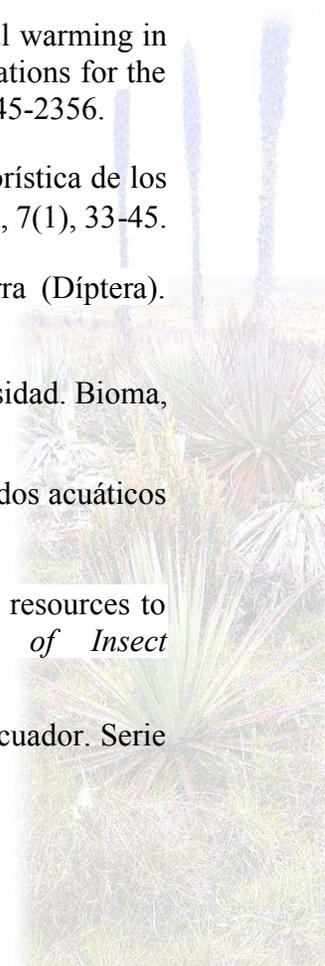




- ASTUDILLO, P. X., BARROS, S., SIDONS, D. C. & ZÁRATE, E. (2018). Influence of habitat modification by livestock on páramo bird abundance in southern Andes of Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 53(1), pp. 29–37. doi: 10.1080/01650521.2017.1382122.
- ASTUDILLO, P. X., SCHABO, D. G., SIDONS, D. C., & FARWIG, N. (2019). Patch-matrix movements of birds in the páramo landscape of the southern Andes of Ecuador. *Emu-Austral Ornithology*, 119(1), 53-60.
- ASTUDILLO, P. X., TINOCO, B. A. & SIDONS, D. C. (2015). The avifauna of Cajas National Park and Mazán Reserve, southern Ecuador, with notes on new records. *Cotinga*, 37, pp. 1–11.
- ASTUDILLO, P.X., SAMANIEGO, G., MACHADO, P., AGUILAR, J., TINOCO, B., GRAHAM, C., LATTA, S.C., FARWIG, N. (2014). The impact of roads on the avifauna of páramo grasslands in Cajas National Park, Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 49(3), pp.204–212.
- AUDESIRK TERESA, AUDEIRISK GERALD, BRUCE E. BYERS. 2005. *Biology: life on earth*. Séptima Edición. Pearson Education. New Jersey, USA.
- BAQUERO F, SIERRA R, ORDÓÑEZ L, TIPÁN M, ESPINOZA L, RIVERA MB, SORIA P. (2004). *La Vegetación de los Andes del Ecuador*. Memoria explicativa de los mapas de vegetación potencial y remanente de los Andes del Ecuador a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras. Quito (Ecuador): EcoCiencia.
- BARBOUR, M., GERRITSEN, J., SNYDER, B. & STRIBLING, J., 1999. Rapid Bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish.. *Environmental Protection Agency*.
- BARNETT, A. A. (1999). Small mammals of the Cajas Plateau, southern Ecuador: ecology and natural history. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History*, 42(4), 161-217.
- BARRIENTOS, Z. & NÁJERA, J. M. (1995). Geographic homogeneity among insect communities in Neotropical paramos: a hypothesis test. *Caldasia*, 18(86), pp.49-56.
- BARRIGA, R., & OLALLA, M. (1983). *Técnicas para la Captura y Preservación de Peces*.
- BARROS, S., URGILÉS, V., ORELLANA, D. & ASTUDILLO, P.X. (2017). Análisis de registros de biodiversidad en los páramos de las concesiones mineras de INVMetals, en el sur de los Andes Ecuatorianos. Reporte técnico. Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- BELTRÁN, K., SALGADO, F. CUESTA., S. LEÓN-YÁNEZ, K. ROMOLEROUX, E. ORTIZ, A. CÁRDENAS & A. VELÁSTEGUI. (2009). Distribución espacial, sistemas ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador. EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito.
- BERGALLO, H. D. (1990). Fatores determinantes do tamanho da área de vida em mamíferos. *Ciência e Cultura*, 42(12), 1067-1072.



- BLINN, R. & KILGORE, A., (2001). Riparian Management Practices. Journal of Forestry, USA: s.n.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales [ed. 3]. H Blume Ediciones, Barcelona.
- BRITO, J. (2013). Composición y abundancia de los pequeños mamíferos terrestres en dos tipos de hábitats (Páramo de Frailejón y bosque de Polylepis) en la Reserva Ecológica El Ángel, Carchi-Ecuador. Bestelmeyer, BT, JR.
- CAMPBELL, J. W. & HANULA, J. L. (2007). Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11(4), pp.399-408.
- CAMPOS, D. F., & FERNÁNDEZ, F. (2002). El Proyecto "Diversidad de Insectos en Colombia". Costa, C.; Vanin, SA; Lobo, JM & Melic, A. Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PrIBES, 297-300.
- CANE, J. H., MINCKLEY, R. L. & KERVIN, L. J. (2000). Sampling bees (Hymenoptera: Apiformes) for pollinator community studies: pitfalls of pan-trapping. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 73(4), pp.225-231.
- CANTO-SILVA, C. R., KOLBERG, R., ROMANOWSKI, H. P., & REDAELLI, L. R. (2006). Dispersal of the egg parasitoid *Gryon gallardoi* (Brethes) (Hymenoptera: Scelionidae) in tobacco crops. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1A), pp.09-17.
- CARADONNA, P. J., CUNNINGHAM, J. L. & ILER, A. M. (2018). Experimental warming in the field delays phenology and reduces body mass, fat content and survival: Implications for the persistence of a pollinator under climate change. *Functional Ecology*, 32(10), pp.2345-2356.
- CARANQUI, J., LOZANO, P., & REYES, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33-45.
- CARLES-TOLRÁ, M. (2006). Fanniidae: familia nueva de dípteros para Andorra (Díptera). *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 1(38), pp.161-162.
- CARMONA, V., & CARMONA, T. L. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*, 14, 20-28.
- CARRERA, C., & FIERRO, K. (2001). Manual de monitoreo. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Editorial Eco Ciencia. Quito, Ecuador, 67.
- CARRÍE, R. J., GEORGE, D. R., & WÄCKERS, F. L. (2012). Selection of floral resources to optimise conservation of agriculturally-functional insect groups. *Journal of Insect Conservation*, 16(4), pp.635-640.
- CARRIÓN, J. M. (2000). Breves consideraciones sobre la avifauna paramera del Ecuador. *Serie Páramo (Biodiversidad)* 7: 23-30





- CASSET, M. A., MOMO, F. R., & GIORGI, A. D. (2001). Dinámica poblacional de dos especies de anfibios y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján (Argentina). *Ecología austral*, 11(2), 79-85.
- CASTELLANOS, P. M. & SERRATO, C. (2008). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Revista Colombiana de Ciencias*, 32(122), pp.79-86.
- CAYUELA, L., DE LA CRUZ M. & RUOKOLAINEN, K. (2011). A method to incorporate the effect of taxonomic uncertainty on multivariate analyses of ecological data. *Ecography*. 2011; 34:94–102.
- CÉLLERI, R., WILLEMS, P., BUYTAERT, W., & FEYEN, J. (2007). Space–time rainfall variability in the Paute basin, Ecuadorian Andes. *Hydrological Processes: An International Journal*, 21(24), 3316-3327.
- CHAO, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of statistics*, 265-270.
- CHECA, M., BARRAGÁN, A., RODRÍGUEZ, J., & CHRISTMAN, M. (2009, January). Temporal abundance patterns of butterfly communities (Lepidoptera: Nymphalidae) in the Ecuadorian Amazonia and their relationship with climate. In *Annales de la Société entomologique de France*, 45(4), pp.470-486.
- CHIARUCCI A., ENRIGHT N.J., PERRY G.L., MILLER B.P. & LAMONT B.B. (2003). Performance of nonparametric species richness estimators in a high diversity plant community. *Diversity and Distributions* 9:283-295.
- CHIMBOLEMA, S., SUÁREZ, D., PEÑAFIEL, M., ACURIO, C., & PAREDES, T. (2013). Guía de Plantas de la Reserva Ecológica El Ángel. Quito: DCG IMPRESORES.
- COTTAM, G. & CURTIS, J. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37, 451- 460.
- CUELLO, J. A. G. (2014). La importancia de la entomofauna en los ecosistemas de páramo. *Revista de Semilleros de Investigación*, 1(1).
- DE LA LANZA-ESPINO, G. & PULIDO, S., 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores).
- DÉCAMPS, H. Y NAIMAN, RJ (Eds.).(1990) *La ecología y el manejo de los ecotonos acuático-terrestres* (Vol. 4). CRC Press.
- DEVOTO, M. (2006). Interacciones planta-polinizador a lo largo de un gradiente ambiental: una aproximación en escala de comunidad. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- DOMÍNGUEZ, E. & FERNANDEZ, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Tucumán, Argentina.: Fundación Miguel Lillo.



- DROEGE, S. (2005). Tips on how to use bee bowls to collect bees. San Francisco State University. Various reports and Documents of Tests of Bee Bowl Monitoring Techniques.
- ESPINOSA, T. E. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos*, 52, 53-56.
- FERNÁNDEZ, F. (2000). Sistemática y filogenia de los himenópteros de la región Neotropical: Estado del conocimiento y perspectivas. *PRIBES: Trabajos del Primer Taller Iberoamericano de Entomología Sistemática. Monografías Tercer Milenio*, 1, pp.211-231.
- FERNÁNDEZ, F., NIEVES-ALDREY, J. L., & FONTAL-CAZALLA, F. (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical*. Universidad Nacional de Colombia.
- FREILE, J. F., T. SANTANDER G., G. JIMÉNEZ-UZCÁTEGUI, L. CARRASCO, D. F. CISNEROS-HEREDIA, E. A. GUEVARA, M. SÁNCHEZ-NIVICELA & B. A. TINOCO. (2019). Lista roja de las aves del Ecuador. Ministerio del Ambiente, Aves y Conservación, Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos, Fundación Charles Darwin, Universidad del Azuay, Red Aves Ecuador y Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- GAMBOA, M., REYES, R. & ARRIVILLAGA, J., 2008. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental.*, Issue 48, pp. 109-120.
- GARCÍA, J., CARMONA, J., & MONTOYA, Y. (2012). Caracterización de la calidad del agua de la parte alta de la microcuenca de la quebrada La Cimarronas, El Carmen de Viboral (Antioquia), utilizando macroinvertebrados acuáticos. *Inv. Biodiv. y Des*, 31(1), 5-18.
- GARECA, E. E., M. HERMY, J. FJELDSÁ AND O. HONNAY. (2010). *Polylepis woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes*. *Biodiversity and conservation*, 19(12), 3327-3346.
- GENTRY, A. (1992). Diversity and floristic composition of Andean forest of Peru and adjacent countries: implications for their conservation. *Mem. Mus. Hist. Nat.* "Javier Prado" 21: 11-29 p.
- GIACOMETTI, J. & BERSOSA, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico*, Issue 6, pp. 17-32.
- GIL GÓMEZ, J. A. (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa.
- GONZÁLEZ H. A., CRESPO A. E., ACOSTA. C. R., HAMPEL H., 2018. Guía rápida para la identificación de macroinvertebrados de los ríos altoandinos del cantón Cuenca. ETAPA EP. Cuenca. 156 pp.
- GONZÁLEZ-SALAZAR, C., MARTÍNEZ-MEYER, E., & LÓPEZ-SANTIAGO, G. (2014). A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(3), 931-941.



- GORDON, N., T. MCMAHON, B. FINLAYSON, C. GIPPEL & R. NATHAN. 2004. *Stream hydrology: an introduction for ecologists*. Second edition. Editorial Willey. 423 p.
- GOULET, H., & HUBER, J. T. (1993). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada Publication. Ottawa, Canadá.
- GRAHAM, C. & BLAKE J. (2001). Influence of patch- and landscape-level factors on bird assemblages in a fragmented tropical landscape. *Ecological Applications*, 11 (6): 1709 – 1721.
- GRAHAM, C. (2001). Habitat Selection and Activity Budgets in the Killed-billed Toucan at the Landscape Level. *Condor*, 103: 776 – 784.
- GRAY, J. S. (2002). Species richness of marine soft sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 244: 285-297
- GRAY, M. A., BALDAUF, S. L., MAYHEW, P. J., & HILL, J. K. (2007). The response of avian feeding guilds to tropical forest disturbance. *Conservation Biology*, 21(1), 133-141.
- GREEN, J. & SWIETLIK, W. (2000). A Stream Condition Index (SCI) for west Virginia Wadeables stream.
- GRUNDEL, R., FROHNAPPLE, K. J., JEAN, R. P., & PAVLOVIC, N. B. (2011). Effectiveness of bowl trapping and netting for inventory of a bee community. *Environmental Entomology*, 40(2), pp.374-380.
- HARRISON, J. F., WOODS, H. A., & ROBERTS, S. P. (2012). Ecological and environmental physiology of insects. *Oxford University Press*, (Vol. 3). Oxford University Press.
- HENAO-BAÑOL, E. R., ANDRÉS, P., & RODRÍGUEZ, J. V. (2017). Una nueva especie de *Altopedaliodes* Forster, 1964 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) de la Cuenca alta del río Bogotá, Colombia. *Boletín Científico*, 21(1), pp.217-225.
- HERNÁNDEZ, V. H. T., LÓPEZ, A. M. C., PALACIOS, A. F., SÁNCHEZ, E. T., BLANCO, J. M. C., & CANCINO, E. R. (2010) II Taller Internacional de Recursos Naturales.
- HOFSTEDE, R., CALLES, J., LOPEZ, V., POLANCO, R., TORRES, F., ULLOA, J., & CERRA, M. (2014). Los páramos andinos ¿Qué sabemos? ¿Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo? UICN, Quito, Ecuador, 156.
- HOFSTEDE, R., COPPUS P., MENA P., SEGARRA P., WOLF J. & SEVINK J. (2002). El estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador, *Ecotropicos*, 15(1): 3-18.
- HOFSTEDE, R.G.M. & P. MENA. (2000). Los beneficios escondidos del páramo: Servicios ecológicos e impacto humano. En: Recharte, J. J. Torres & G. Medina (eds.). II Conferencia electrónica sobre Usos Sostenibles y Conservación del Ecosistema Páramo en los Andes: Los Páramos Como Fuente de Agua, Mitos, Realidades, Retos y acciones.



- HYNES, JD (1975). Río abajo deriva de invertebrados en un río en el sur de Ghana. *Biología de agua dulce*, 5 (6), 515-532.
- INSIGMA CÍA. LTDA., (2018). Plan de Manejo del Área Nacional de Recreación Quimsacocha. Cuenca, Ecuador. 106 pp.
- ISCH, E. (2012). El cambio climático y la gestión de páramos. Ed. Quito – Ecuador.
- IZCO, J., PULGAR, Í., AGUIRRE, Z., & SANTIN, F. (2007). Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. *Revista peruana de biología*, 14(2), 237-246.
- JACOBSEN, D., 1998. The Effect of Organic Pollution on the Macroinvertebrate Fauna of Ecuadorian Highland Streams. *Arch Hydrobiology.*, Issue 2, pp. 179-195.
- JANTZ, N. & BEHLING, H. 2012. A Holocene environmental record reflecting vegetation, climate, and fire variability at the Páramo of Quimsacocha, southwestern Ecuadorian Andes. *Veg. Hist. Archaeobot.* 21: 169–185.
- JANZEN, D. H., ATAROFF, M., FARINAS, M., REYES, S., RINCON, N., SOLER, A., & VERA, M. (1976). Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan Andes. *Biotropica*, 8(3), pp.193-203.
- JARAMILLO, V. (2017). Caracterización preliminar de la Geomorfología e Hidrología de la Microcuenca del río Irquis, parroquia Victoria del Portete, Cantón Cuenca- provincia del Azuay.
- JIMÉNEZ-PRADO, P., W. AGUIRRE, E. LAAZ-MONCAYO, R. NAVARRETE-AMAYA, F. NUGRA-SALAZAR, E. REBOLLEDO-MONSALVE, E. ZÁRATE-HUGO, A. TORRES-NOBOA Y J. VALDIVIEZO-RIVERA. (2015) Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE); Universidad del Azuay (UDA) y Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) del Instituto Nacional de Biodiversidad Esmeraldas, Ecuador. 416 pp.
- JIMÉNEZ-RIVILLAS, C., GARCÍA, J.J., QUIJANO-ABRIL, M.A., DAZA, J.M. & MORRONE, J.J. (2018). A new biogeographical regionalisation of the Páramo biogeographic province. *Aust. Syst. Bot.* 31: 296–310.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A. (2000). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Rev Iber Aracnol*, 8, 151-161.
- JONES, O. R., PURVIS, A., BAUMGART, E., & QUICKE, D. L. (2009). Using taxonomic revision data to estimate the geographic and taxonomic distribution of undescribed species richness in the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Insect Conservation and Diversity*, 2(3), pp.204-212.
- JØRGENSEN, P.M. & S. LEÓN YÁNEZ. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden, St. Louis.



JOSHI, N. K., LESLIE, T., RAJOTTE, E. G., KAMMERER, M. A., OTIENO, M., & BIDDINGER, D. J. (2015). Comparative trapping efficiency to characterize bee abundance, diversity, and community composition in apple orchards. *Annals of the Entomological Society of America*, 108(5), pp.785-799.

KARR, J. R. (1971). Structure of Avian Communities in Selected Panama and Illinois Habitats. *Ecological Monographs*, 41(3), 207–233.doi:10.2307/1942366

KATS L. & P. FERRER. (2003). Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and the transition to conservation. *Diversity and Distributions*, 9, 99–110.

KEARNS, C. A., INOUE, D. W., & WASER, N. M. (1998). Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual review of ecology and systematics*, 29(1), pp.83-112.

KINDT, R. & COE, R. (2005) Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi. ISBN 92-9059-179-X.

KIRK, W. D. (1984). Ecologically selective coloured traps. *Ecological Entomology*, 9(1), pp.35-41.

KOENEN, M. (2000). Effects of fire on birds in Paramo habitat of northern Ecuador. *Ornitologia Neotropical*, 11(1986), pp.155–163.

LÁZARO, A., HEGLAND, S., & TOTLAND, Ø. (2008). The relationships between floral traits and specificity of pollination systems in three Scandinavian plant communities. *Oecologia*, 157(2), pp.249-257.

LAZO, P.X., MOSQUERA, G.M., MCDONNELL, J.J. & CRESPO, P. (2019). The role of vegetation, soils, and precipitation on water storage and hydrological services in Andean Páramo catchments. *J. Hydrol.* 572: 805–819.

LEE, T. E., RITCHIE, A. R., VACA-PUENTE, S., BROKAW, J. M., CAMACHO, M. A., & BURNEO, S. F. (2015). Small mammals of Guandera Biological Reserve, Carchi Province, Ecuador and comparative Andean small mammal ecology. Museum of Texas Tech University.

LEÓN YÁNEZ, S. (2000). La flora de los páramos ecuatorianos. Serie Páramo Biodiversidad) 7: 5-21.

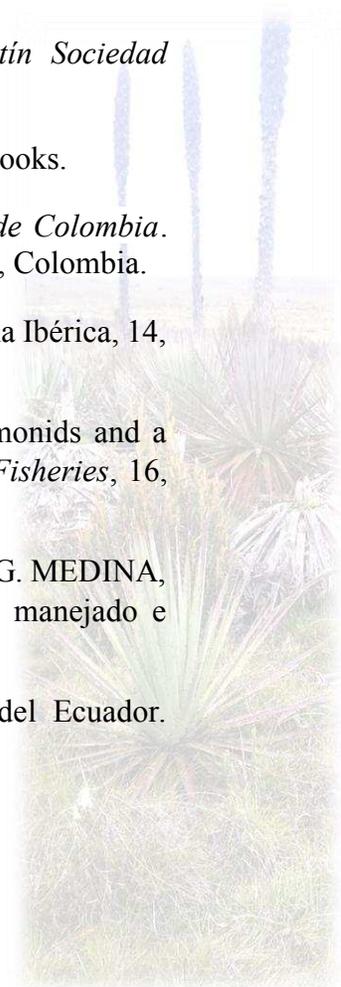
LEONG, J. M., & THORP, R. W. (1999). Colour-coded sampling: the pan trap colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. *Ecological Entomology*, 24(3), pp.329-335.

LEÓN-YÁNEZ, S., R. VALENCIA, N. PITMAN, L. ENDARA, C. ULLOA ULLOA & H. NAVARRETE (EDS.). (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.





- LOREA, L. (2004). Guía para la captura y conservación de insectos. Universidad Nacional de Santiago Del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Control Biológico. Santiago del Estero, Argentina.
- LOWE, S., BROWNE, M., BOUDJELAS, S. & POORTER, M., (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species., s.l.: s.n.
- LUTEYN, J. (1992). "Páramos: why study them?" en H. Baslev y J. L. Luteyn (eds.) Páramo: an Andean ecosystem under human influence. Londres, Academic Press, pp. 1-14.
- LUTEYN, J. (1999). Páramos: A checklist of plant diversity, geographic distribution, and botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 84: 1-278.
- MACKENZIE, D. I., NICHOLS, J. D., LACHMAN, G. B., DROEGE, S., ANDREW ROYLE, J., & LANGTIMM, C. A. (2002). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83(8), 2248-2255.
- MAGURRAN, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*. John Wiley & Sons.
- MANCILLA, G., VALDOVINOS, C., AZOCAR, M., JORQUERA, P., & FIGUEROA, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. *Hidrobiológica*, 19(3), 193-203.
- MANTILLA, J. S., MONCADA, L. I., MATTA, N. E., & ADLER, P. H. (2013). Two new species of black flies (Diptera: Simuliidae) from the High Andes of Colombia. *Zootaxa*, 3700(3), pp.423-434.
- MÁRQUEZ, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37, pp.385-408.
- MARSHALL, S. A. (2012). *The Natural History and Diversity of Diptera*, Firefly Books.
- MARTÍNEZ, C. (2005). *Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- MARTÍN-PIERA, F. (2000). Familia scarabaeidae. Coleoptera, Scarabaeoidea. *Fauna Ibérica*, 14, 215-446.
- MCDOWALL R. (2006). Crying wolf, crying foul , or crying shame : alien salmonids and a biodiversity crisis in the southern cool-temperate galaxioid fishes? *Rev Fish Biol Fisheries*, 16, 233-422.
- MENA V., P., A. CASTILLO, S. FLORES, R. HOFSTEDDE, C. JOSSE, S. LASSO, G. MEDINA, N. OCHOA & D. ORTIZ (EDS.). (2011). Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. EcoCiencia/Abya-Yala/ECOBONA. Quito.
- MENA V., P., G. MEDINA & R. HOFSTEDDE (Eds.). (2001). Los Páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas. Abya Yala/Proyecto Páramo. Quito.





- MENA, J. L., SOLARI, S., CARRERA, J. P., AGUIRRE, L. F., & GÓMEZ, H. (2011). Small mammal diversity in the tropical Andes: an overview. *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. Sao José dos Campos: Inter-American Institute of Global Change Research and Scientific Committee on Problems of the Environment, 260-275.
- MENA, P. & HOFSTEDE R. (2006). Los páramos ecuatorianos. In: Morales M, Øllgaard B, Vist LP, Borchsenius F, Balslev H, editors. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. p. 91–109.
- MEZA, A., RUBIO, J., G-DÍAS, L. & M-WALTEROS, J. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná.
- MICHENER, C. D. (2007). *The Bees of the World*. 2nd. Ed. John Hopkins University Press. Baltimore, Estados Unidos.
- MINGA D, & VERDUGO A (2007). Riqueza florística y endemismo del Parque Nacional Cajas. Unpublished report. Cuenca (Ecuador): Herbario Azuay, Universidad del Azuay.
- MINGA, D., ANSALONI, R., A. VERDUGO & ULLOA ULLOA C. (2016). Flora del páramo del Cajas, Ecuador. Universidad del Azuay. Imprenta Don Bosco-Centro Gráfico Salesiano. Cuenca.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- MÓDENES CABRERIZO, J. A. (2007). Movilidad espacial: uso temporal del territorio y poblaciones vinculadas.
- MONTAÑO, M., MEZA, A. M., & DIAS, L. (2012). La colección entomológica CEBUC y su potencial como colección de referencia de insectos acuáticos. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(2), pp.173-184.
- MORALES-CASTAÑO, I. T. & AMAT-GARCÍA, G. D. (2012). Diversidad de la Artropofauna Terrestre del Páramo La Parada del Viento, Cordillera Oriental, Cundinamarca – Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 51, pp.211-216.
- MORENO, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T –Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- MORET, P. (2005). Los coleópteros Carabidae del páramo en los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Centro de Biodiversidad y Ambiente, Monografía.
- MORET, P. (2009). Altitudinal distribution, diversity and endemism of Carabidae (Coleoptera) in the páramos of Ecuadorian Andes. *Annales de la Société entomologique de France*, 45(4), pp. 500-510.





- MORLÁNS, M C. (2014). Introducción a la ecología de poblaciones. Editorial Científica Universitaria - Universidad Nacional de Catamarca
- MOSQUERA, G.M., LAZO, P.X., CÉLLERI, R., WILCOX, B.P. & CRESPO, P. (2015). Runoff from tropical alpine grasslands increases with areal extent of wetlands. *Catena* 125: 120–128.
- MOSTACEDO, B. & FREDERICKSEN, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.
- MUJICA-SÁNCHEZ, H., DORANTES, J.P. & PANTOJA, J. 2009. Estudios ambientales de línea base – fundamentos y aplicación en proyectos mineros en México. 1° Congreso sobre la evolución geológica y ecológica del Noreste de México. México DF.
- MUNNE, A., PRAT, N., SOLA, C., BONADA, N. Y RIERADEVALL, M. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams. QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 147-164.
- MURILLO-HILLER, L. R., & LEZAMA, H. J. (2008). Materiales y técnicas para la confección y preservación de colecciones entomológicas. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- NARANJO-LÓPEZ, J. C., & LÓPEZ-DEL CASTILLO, P. (2013). Biological monitoring working party, un índice biótico con potencialidades para evaluar la calidad de las aguas en ríos cubanos. *Ciencia en su PC*, (2), 15-25.
- NAYLOR, L. Y ROACH, N. (2016). *PHYLLOTIS HAGGARDI*. (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e. T17227A115140273.
- NEILL, D. A. (1999). Vegetación, Pp. 13–25. En: P.M. Jørgensen & S. León-Yáñez (eds.). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75.
- NORRIS, H., & HAWKINS. C. (2000). Monitoring river health. *Hydrobiologia*, 435(1-3), 5-17.
- NUGRA, F. (2015). Monitoreo de Ecosistemas Naturales en el Área del Proyecto “Loma Larga”.
- NUGRA-SALAZAR, F., E. SEGOVIA, M. BENÍTEZ, D. REINOSO. (2016) Guía metodológica paraEl biomonitoreo de macroinvertebrados e ictiofauna en la Cuenca del Río Napo, Ecuador. SENAGUA, OTCA. Cuenca, Ecuador 79pp
- OKSANEN, J. (2019). vegan: Community Ecology Package (R package Version 2.5-6) <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- PADRÓN. S. P. (2010). Systematics and Biogeography of High Altitude Tropical Andean Satyrines (Lepidoptera, Nymphalinae: Satyrinae) (Disertación Doctoral, University of Florida).
- PÁEZ, N. B., & RON, S. R. (2019). Systematics of *Huicundomantis*, a new subgenus of *Pristimantis* (Anura, Strabomantidae) with extraordinary cryptic diversity and eleven new species. *ZooKeys*, 868, 1.
- PALMER M. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology* 71:1195-1198.



PÉREZ, S., & WOLFF, M. (2011). Muscidae: Importancia y Diversidad para Colombia. *Boletín del Museo Entomológico*, 8(3), pp.13-22.

PETIT, JEAN-CLAUDE. (2006). Inventario de las mariposas diurnas del Parque Nacional Sangay (Ecuador). Recuperado de: <http://www.sangay.eu/es/>

PHILLIPS, O. & J. S. MILLER. (2002). Global patterns of plant diversity: Alwin H Gentry forest transects data ser. Missouri Botanical Garden Press. U.S.A 319p.

PINO, W., MENA, D. & MOSQUERA, M. (2003). Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad del agua de la quebrada la Bendición, Municipio de Quibdó (Chocó, Colombia). *Acta Biológica Colombiana.*, pp. 23-30.

PODWOJEWSKI, P., POULENARD, J., ZAMBRANA, T., & HOFSTEDDE, R. (2002). Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador). *Soil Use and Management*, 18(1), 45-55.

POWELL, R. A. (2012). Movements, home ranges, activity, and dispersal. *Carnivore ecology and conservation: a handbook of techniques* (L. Boitani and RA Powell, eds.). Oxford University Press, London, United Kingdom, 188-217.

POZO, C., LLORENTE, J., LUIS, A., VARGAS, I., & SALAS, N. (2005). Reflexiones acerca de los métodos de muestreo para mariposas en las comparaciones biogeográficas. *Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y Tópicos Afines: Primeras Jornadas Biogeográficas de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES XII. I-CYTED)*. UNAM, México, pp.202-215.

PRAT, N., RÍOS, B., ACOSTA, R., & RIERADEVALL, M. (2009). Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. *Tucuman-Argentina: E. Domínguez y HR Fernández*.

PROMAS, 2007. *Elaboración de la línea base en hidrología de los páramos de Quimsacocha y su área de influencia.*, Cuenca: s.n.

QUICKE, D. L. (2012). We know too little about parasitoid wasp distributions to draw any conclusions about latitudinal trends in species richness, body size and biology. *PLoS One*, 7(2), pp.32-101.

R CORE TEAM (2020). R: Un lenguaje y entorno para la estadística informática. Fundación R para Informática Estadística, Viena, Austria. Disponible en <http://www.R-project.org/>

RALPH, C. JOHN; GEUPEL, GEOFFREY R.; PYLE, PETER; MARTIN, THOMAS E.; DESANTE, DAVID F; MILÁ, BORJA. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

REMSSEN, J. V. JR., J. I. ARETA, E. BONACCORSO, S. CLARAMUNT, A. JARAMILLO, J. F. PACHECO, C. RIBAS, M. B. ROBBINS, F. G. STILES, D. F. STOTZ, AND K. J. ZIMMER.



Version 9 October 2019. A classification of the bird species of South America. (American Ornithological Society). URL: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>.

RIDGELY, R. & P. GREENFIELD. (2001). The Birds of Ecuador. Status distribution and taxonomy. Cornell University Press.

RINCÓN J., MERCHÁN D., ROJAS D., SPARER A. & ZÁRATE E. (2016). Los Macroinvertebrados acuáticos de los ríos del Parque Nacional Cajas. Universidad del Azuay. Cuenca.

RODRÍGUEZ, M. (2011). Estudio de la Diversidad Florística a diferentes altitudes en el Páramo de Almohadillas de la comunidad Yatzaputzán, cantón Ambato. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Forestal. Riobanba-Ecuador.

ROIG-JUÑENT, S., CLAPS, L. E., & MORRONE, J. J. (2014). Biodiversidad de artrópodos argentinos. Editorial INSUE UNT, San Miguel de Tucumán.

ROLDÁN, G., 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Bogotá, Colombia.: Editorial Presencia S.A.

ROLDÁN, G., 1999. *Los Macroinvertebrados y su Valor como Indicadores de la Calidad del Agua.*, Medellín, Colombia.: Departamento de Biología. Universidad de Antioquia.

ROLDÁN, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274.

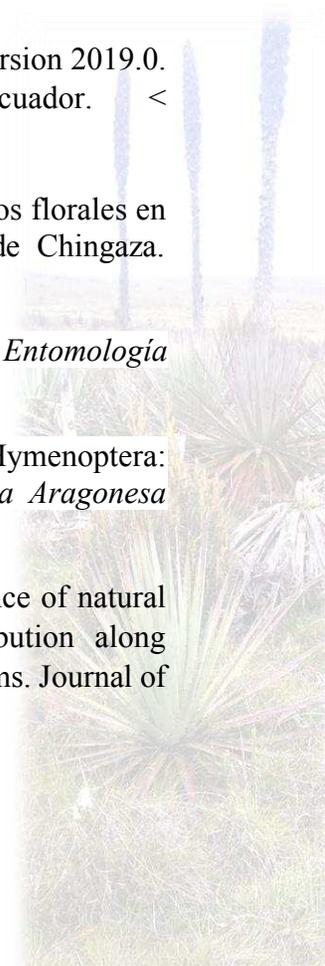
RON, S. R., MERINO-VITERI, A. ORTIZ, D. A. (2020). Anfibios del Ecuador. Version 2019.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb>>, fecha de acceso 11 de julio, 2020

RUBIO-FERNÁNDEZ, D. (2012). Disponibilidad, uso y preferencia por los recursos florales en una comunidad de abejorros (Hymenoptera: Apidae: Bombus) en el páramo de Chingaza. Departamento de Biología.

RUÍZ-CANCINO, E. (2015). La familia Ichneumonidae (Hymenoptera) en México. *Entomología mexicana*, 2, pp.1-13.

RUÍZ-TORRES M. J. (2011). Presencia de *Lysiphlebus testaceipes* Cresson, 1880 (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) en Jaén (España). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 48, pp.433-434.

SALVARREY, A., KOTZIAN, C., SPIES, M., & BRAUN, B. (2014). The influence of natural and anthropic environmental variables on the structure on the spatial distribution along longitudinal gradient of macroinvertebrates communities in southern Brazilian streams. *Journal of Insect Science*, 14(1).





SARKAR, S. & MARGULES, C. R. (2002). "Operationalizing Biodiversity for Conservation Planning". Submitted to Conservation Biology.

SARMIENTO, C. E. (1993). Abejas y Avispas (Hymenoptera: Apidae, Vespidae, Pompilidae y Sphecidae) del Santuario Nacional de Flora y Fauna de Iguaque, Boyacá, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 1(2), pp.1-11.

SCOTT, N. J., CRUMP, M. L., ZIMMERMAN, B. L., JAEGER, R. G., INGER, R. F., CORN, P. S., & ALFORD, R. A. (1994). Standard techniques for inventory and monitoring. Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians / Heyer, W. Ronald.

SEVILLANO-RÍOS, C. S., A. D., RODEWALD & MORALES L. V. (2018). Ecología y conservación de las aves asociadas con *Polylepis*: ¿qué sabemos de esta comunidad cada vez más vulnerable? 216. *Ecología Austral* 28:216-228. Asociación Argentina de Ecología. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.1.519>.

SIKES, R. S., & ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE OF THE AMERICAN SOCIETY OF MAMMALOGISTS. (2016). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research and education. *Journal of mammalogy*, 97(3), 663-688.

SIMPSON, B. (1971). Pleistocene Changes in the fauna and flora of South America. *Science* 173 (4) 771-779.

SKLENÁR P & RAMSAY P.M. (2001). Diversity of paramo plant communities in Ecuador. *Diversity and Distributions* 7:113-124.

SKLENÁR, P., J. L. LUTEYN, C. ULLOA, P. M. JØRENSEN & M. O. DILLON. (2005). Flora genérica de los páramos. Guía ilustrada de las plantas vasculares. *Men. New York Bot. Gard.* 92: 1-499.

SMITH, J. M. B., & CLEEF, A. M. (1988). Composition and origins of the world's tropicalpine floras. *Journal of Biogeography*, 631-645.

SOMME, L. (1986). Tolerance to low temperatures and desiccation in insects from Andean paramos. *Arctic and Alpine Research*, 18(3), pp.253-259.

SONCO, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa y beta en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz, Bolivia. Doctoral dissertation, Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.

STATTERSFIELD, A., CROSBY, M. J., LONG, A. J. & WEGE, D. C. (1998) Endemic Bird Areas of the world: priorities for biodiversity conservation. Cambridge, UK: BirdLife International.

STEFANESCU, C., ASÍS, J. D., BAÑOS-PICÓN, L., CERDÀ, X., GARCÍA, M. A. M., MICÓ, E., & TORMOS, J. (2018). Diversidad de insectos polinizadores en la península ibérica. *Revista Ecosistemas*, 27(2), pp.9-22.





STURM, H. 1998. The ecology of the páramo region in tropical high mountains. Verlag Franzbecker. Germany.

SUÁREZ, L., & MENA, P. A. (1994). Manual de métodos para inventarios de vertebrados terrestres. In Taller sobre Estandarización de Metodologías para Inventarios Faunísticos 13-16 Jul 1992 Cumbayá (Ecuador) (No. 596.09866 M294). EcoCiencia, Quito (Ecuador).

SULLIVAN, S., WATZIN, M., & HESSION, W. (2004). Understanding stream geomorphic state in relation to ecological integrity: evidence using hábitat assessments and macroinvertebrates. *Environ. Manage.* 34(5), 669-683.

TERNEUS, E., HERNÁNDEZ, K., & RACINES, M. (2012). Evaluación ecológica del Río Lliquino a través de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza - Ecuador. *Revista de Ciencias. Universidad del Valle. Colombia.* pp 31-45.

TEWS, J., BROSE, U., GRIMM, V., TIELBÖRGER, K., WICHMANN, M. C., SCHWAGER, M., & JELTSCH, F. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of biogeography*, 31(1), 79-92.

TIRIRA, D. (1999). Técnicas y métodos de monitoreo de la fauna silvestre en el Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.

TIRIRA, D. (2017). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélagos Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 11. Quito.

TIRIRA, D. G. (2011). Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2a edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.

TOLER, T. R., EVANS, E. W., & TEPEDINO, V. J. (2005). Pan-trapping for bees (Hymenoptera: Apiformes) in Utah's West Desert: the importance of color diversity. *Pan Pacific Entomologist*, 81(3-4), pp.103-113.

TORRES-CARVAJAL, O., PAZMIÑO-OTAMENDI, G. Y SALAZAR-VALENZUELA, D. (2020). Reptiles del Ecuador. Version 2020.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. < <https://bioweb.bio/faunaweb/reptiliaweb>>, fecha de acceso 11 de julio, 2020

TORRES-DÍAZ, CRISTIAN., CAVIERES, L. A., MUÑOZ-RAMÍREZ, CARLOS., & ARROYO, K. (2007). Consecuencias de las variaciones microclimáticas sobre la visita de insectos polinizadores en dos especies de *Chaetanthera* (Asteraceae) en los Andes de Chile central. *Revista chilena de historia natural*, 80(4), pp.455-468.

TRIPLEHORN, C. A., & JOHNSON, N. F. (2005). *Borrer and delong's introduction to the study of insects*. Belmont, CA: Thomson, Brooks/Cole. California, Estados Unidos.

TUFIÑO, P. & RAMIRO-BARRANTES, A. (2013). Ictiofauna de los ríos Zamora, Quimi y Machinaza. Provincia de Zamora Chinchipe. Guía de campo. Quito, Ecuador: SIMBIOE



UICN. (2020). IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Web site: www.iucnredlist.org. Consulta: 2020.

ULLOA, C., ÁLVAREZ, S., JØRGENSEN, P., & MINGA, D. (2005). Guía de 100 plantas silvestres del páramo del Parque Nacional Cajas. Etapa, Cuenca.

URGILES, V., SZÉKELY, P., SZÉKELY, D., CHRISTODOULIDES, N., SÁNCHEZ-NIVICELA, J., SAVAGE, A. (2019). Genetic delimitation of *Pristimantis orestes* (Lynch, 1979) and *P. saturninoi* Brito et al., 2017 and description of two new terrestrial frogs from the *Pristimantis orestes* species group (Anura, Strabomantidae). *ZooKeys* 864: 111—146.

URIBE, S. (2013). Fóridos (Díptera: Phoridae) asociados al hábitat de hormigas cortadoras de hojas (*Atta cephalotes* y *Acromyrmex octospinosus*) y sus patrones de localización en un bosque seco tropical andino. *Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9278>.

VANNOTE, RL Y SWEENEY, BW (1980). Análisis geográfico de equilibrios térmicos: un modelo conceptual para evaluar el efecto de los regímenes térmicos naturales y modificados en las comunidades de insectos acuáticos. *The American Naturalist*, 115 (5), 667-695.

VARGAS, O.; JAIMES, V.; CASTELLANOS, L.; MORA, J. 2004. Propuesta de actividades de investigación para los páramos de Colombia Proyecto páramo Andino - Bogotá Universidad Nacional de Colombia Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. 31 p

VEIJALAINEN, A., WAHLBERG, N., BROAD, G. R., ERWIN, T. L., LONGINO, J. T., & SÄÄKSJÄRVI, I. E. (2012). Unprecedented ichneumonid parasitoid wasp diversity in tropical forests. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279(1748), pp.4694-4698.

VENABLES, W. N. & RIPLEY, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0

VERWEIJ, P. (1995). Spatial and temporal modeling of vegetational patterns: burning and grazing in the páramo of Los Nevados National Park, Colombia. Tesis de PhD. Universidad de Ámsterdam. Amsterdam.

VILLAMARÍN, C. (2008). *Estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en ríos altoandinos del Ecuador y Perú. Diseño de un sistema de medida de la calidad del agua con índices multimétricos* (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral, Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona).

WARREN, A. D., K. J. DAVIS, E. M. STANGELAND, J. P. PELHAM & N. V. GRISHIN. (2013). Illustrated Lists of American Butterflies. [21-XI-2017] Recuperado de: <http://www.butterfliesofamerica.com/>

WATLING, J & BRAGA, L. (2015). Desiccation resistance explains amphibian distributions in a fragmented tropical forest landscape. *Landscape Ecology*. 30. 10.1007/s10980-015-0198-0.



WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon*, 21(2/3), 213. doi:10.2307/1218190

WIKUM, D. A., & SHANHOLTZER, G. F. (1978). Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. *Environmental management*, 2(4), 323-329.

WILSON, D. E., & REEDER, D. M. (Eds.). (2005). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (Vol. 1). JHU Press.

WILSON, D. E., COLE, R. F., NICHOLS, J. D., & FOSTER, M. S. (1996). Measuring and monitoring biological diversity standard methods for mammals (No. 599.05248 M4).

WILSON, J. S., GRISWOLD, T., & MESSINGER, O. J. (2008). Sampling bee communities (Hymenoptera: Apiformes) in a desert landscape: are pan traps sufficient? *Journal of the Kansas Entomological Society*, 81(3), pp.288-300

WONG, M. (1986). Trophic organization of understory birds in a Malaysian dipterocarp forest. *The Auk*, 103(1), 100-116.





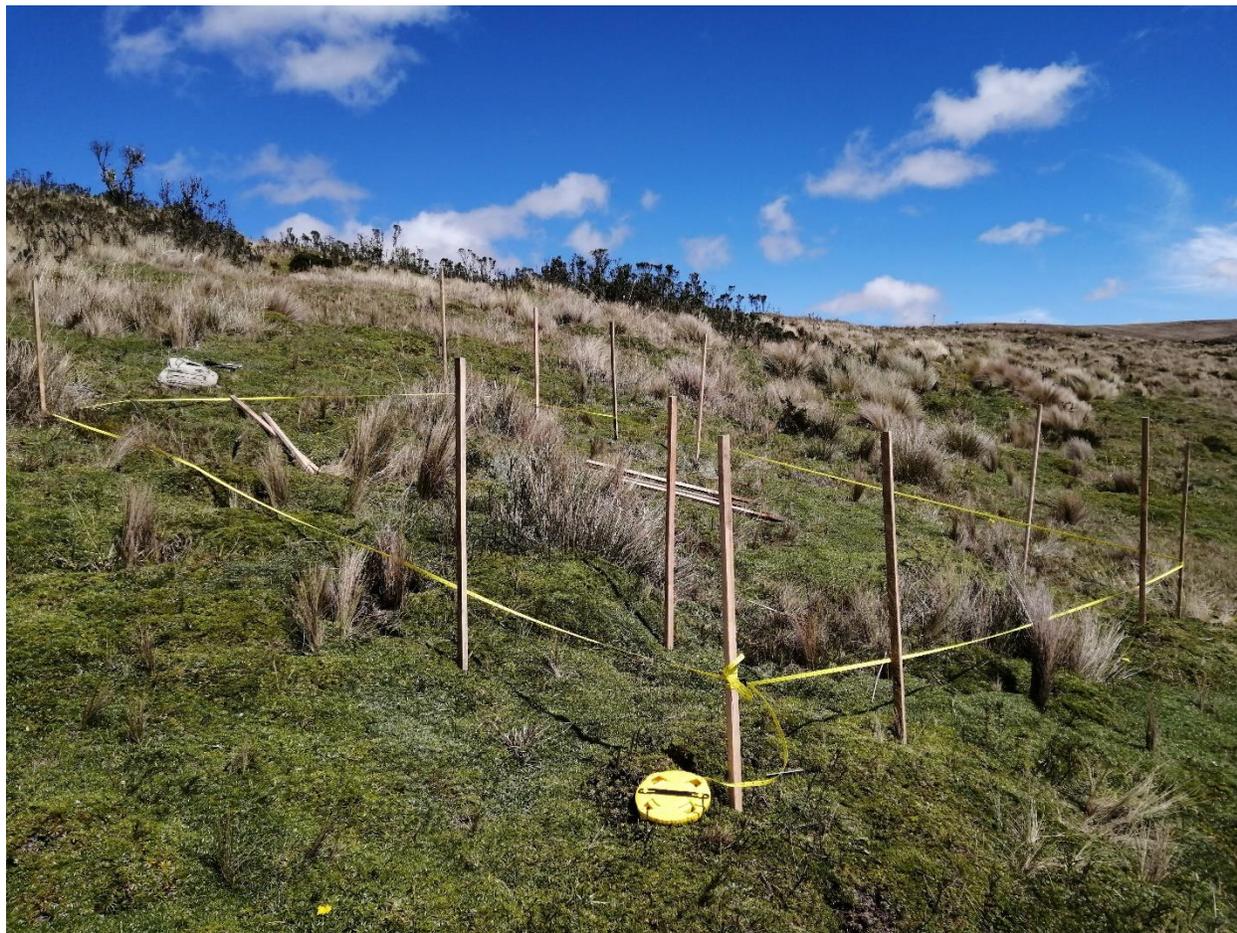
12 ANEXOS

Anexo 1. Parcela PCI-MF1. Páramo de pajonal. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.





Anexo 2. Parcela PCI-MF2. Páramo de humedal/almohadilla. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.





Anexo 3. PC2-MF1. Páramo de pajonal. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.





Anexo 4. PC2-MF2. Páramo de humedal/almohadilla. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.





Anexo 5. Listado de especies registradas en el componente flora. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Nº	Familia	Nombre científico	Código
1	APIACEAE	<i>Eryngium humile</i> Cav.	ERHU
2	APIACEAE	<i>Niphogeton azorelloides</i> Mathias & Constance	NIАЗ
3	IRIDACEAE	<i>Orthosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	ORCH
4	ASTERACEAE	<i>Baccharis alpina</i> Kunth	BAAL
5	ASTERACEAE	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	BAGE
6	ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	BATR
7	ASTERACEAE	<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd.	CHAC
8	ASTERACEAE	<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	COME
9	ASTERACEAE	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	GYCU
10	ASTERACEAE	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	GYMI
11	ASTERACEAE	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	HYSE
12	ASTERACEAE	<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	MOAR
13	ASTERACEAE	<i>Monticalia empetroides</i> (Cuatrec.) C. Jeffrey	MOEM
14	ASTERACEAE	<i>Monticalia vacciniodes</i> (Kunth) Cuatrec.	MOVA
15	ASTERACEAE	<i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.	ORCR
16	ASTERACEAE	<i>Oritrophium limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.	ORLI
17	ASTERACEAE	<i>Werneria nubigena</i> Kunth	WENU
18	ASTERACEAE	<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	WEPY
19	CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	VAMI
20	CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana rigida</i> Ruiz & Pav.	VARI
21	ERICACEAE	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	DIEM
22	ERICACEAE	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D.C.	PEPR
23	FABACEAE	<i>Lupinus tauris</i> Benth.	LUTA
24	POLYGALACEAE	<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	MOCR
25	GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	GESE
26	GENTIANACEAE	<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabrís	GEHY
27	GENTIANACEAE	<i>Gentianella rapunculoides</i> (Willd. ex Schult.) J.S. Pringle	GERA
28	GENTIANACEAE	<i>Halenia taruga-gasso</i> Gilg	HATA
29	RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	ARFI
30	RUBIACEAE	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce	NEGR
31	GERANIACEAE	<i>Geranium maniculatum</i> H.E. Moore	GEMA
32	GERANIACEAE	<i>Geranium multipartitum</i> Benth.	GEMU
33	GERANIACEAE	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	GESI
34	OROBANCHACEAE	<i>Bartsia pedicularoides</i> Benth.	BAPE
35	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago rigida</i> Kunth	PLRI
36	ISOETACEAE	<i>Isoetes novo-granadensis</i> H.P. Fuchs	ISNO
37	LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	LYCL
38	HYPERICACEAE	<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	HYAC
39	HYPERICACEAE	<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	HYDE



Nº	Familia	Nombre científico	Código
40	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia pernettifolia</i> Triana	MIPE
41	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia salicifolia</i> Bonpl. ex Naudin	MISA
42	BROMELIACEAE	<i>Puya clava-herculis</i> Mez & Sodiro	PUCL
43	CYPERACEAE	<i>Carex pichinchensis</i> Kunth	CAPI
44	CYPERACEAE	<i>Carex sp.</i>	CASP
45	CYPERACEAE	<i>Carex tamana</i> Steyerl.	CATA
46	CYPERACEAE	<i>Carex tristicha</i> Boeckeler	CATR
47	CYPERACEAE	<i>Oreobolopsis inversa</i> Dhooge & Goetgh.Suess	ORIN
48	CYPERACEAE	<i>Oreobolus ecuadorensis</i> T. Koyama	OREC
49	CYPERACEAE	<i>Oreobolus goeppingeri</i> Suess.	ORGO
50	CYPERACEAE	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	RHVU
51	CYPERACEAE	<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	UNTE
52	POACEAE	<i>Calamagrostis fibrovaginata</i> Læggaard	CAFI
53	POACEAE	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	CAIN
54	POACEAE	<i>Cortaderia hapalotricha</i> (Pilg.) Conert	COHA
55	POACEAE	<i>Cortaderia sericantha</i> (Steud.) Hitchc.	COSE
56	POACEAE	<i>Festuca parciflora</i> Swallen	FEPA
57	POACEAE	<i>Festuca sp.</i>	FESP
58	POACEAE	<i>Paspalum bonplandianum</i> Fluggé	PABO
59	POACEAE	<i>Stipa rosea</i> Hitchc.	STRO
60	DRYOPTERIDACEAE	<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T. Moore	ELER
61	RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	RAPE
62	RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex D.C.	RAPR
63	ROSACEAE	<i>Lachemilla hispidula</i> (L.M. Perry) Rothm.	LAHI
64	ROSACEAE	<i>Lachemilla sp.</i>	LASP





Anexo 6. Número de especies por familia del componente flora para PCI-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

N°	Familia	N° Especies
1	ASTERACEAE	6
2	CYPERACEAE	6
3	POACEAE	6
4	GENTIANACEAE	3
5	GERANIACEAE	3
6	APIACEAE	2
7	CAPRIFOLIACEAE	2
8	ERICACEAE	2
9	RANUNCULACEAE	2
10	ROSACEAE	2
11	RUBIACEAE	2
12	FABACEAE	1
13	HYPERICACEAE	1
14	ISOETACEAE	1
15	OROBANCHACEAE	1
16	PLANTAGINACEAE	1
17	POLYGALACEAE	1





Anexo 7. Número de especies por familia del componente flora para PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Nº	Familia	Nº Especies
1	ASTERACEAE	11
2	CYPERACEAE	5
3	POACEAE	5
4	ERICACEAE	2
5	GENTIANACEAE	2
6	HYPERICACEAE	2
7	MELASTOMATACEAE	2
8	APIACEAE	1
9	BROMELIACEAE	1
10	CAPRIFOLIACEAE	1
11	DRYOPTERIDACEAE	1
12	FABACEAE	1
13	GERANIACEAE	1
14	IRIDACEAE	1
15	PLANTAGINACEAE	1
16	LYCOPODIACEAE	1
17	RUBIACEAE	1





Anexo 8. Valores IVI para las especies de flora registradas en PCI-Norte. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Nombre científico	IVI
<i>Plantago rigida</i> Kunth	19.42
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	17.36
<i>Paspalum bonplandianum</i> Fluggé	10.29
<i>Baccharis alpina</i> Kunth	5.57
<i>Hypochoeris sessiliflora</i> Kunth	3.01
<i>Calamagrostis fibrovaginata</i> Lægaard	2.55
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	2.06
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	2.06
<i>Oreobolopsis inversa</i> Dhooge & Goetgh.Suess	1.93
<i>Bartsia pedicularoides</i> Benth.	1.82
<i>Halenia taruga-gasso</i> Gilg	1.82
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D.C.	1.82
<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	1.82
<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	1.82
<i>Eryngium humile</i> Cav.	1.81
<i>Carex pichinchensis</i> Kunth	1.69
<i>Geranium maniculatum</i> H.E. Moore	1.69
<i>Niphogeton azorelloides</i> Mathias & Constance	1.69
<i>Lupinus tauris</i> Benth.	1.57
<i>Cortaderia hapalotricha</i> (Pilg.) Conert	1.57
<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	1.46
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	1.46
<i>Geranium multipartitum</i> Benth.	1.33
<i>Carex tristicha</i> Boeckeler	1.21
<i>Festuca parciflora</i> Swallen	1.21
<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	1.09
<i>Oritrophium limnophilum</i> (Sch. Bip.) Cuatrec.	1.09
<i>Lachemilla hispidula</i> (L.M. Perry) Rothm.	0.73
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce	0.73
<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex D.C.	0.73
<i>Valeriana rigida</i> Ruiz & Pav.	0.73
<i>Werneria nubigena</i> Kunth	0.73
<i>Carex sp.</i>	0.48
<i>Cotula mexicana</i> (DC.) Cabrera	0.48
<i>Isoetes novo-granadensis</i> H.P. Fuchs	0.48
<i>Werneria pygmaea</i> Gillies ex Hook. & Arn.	0.48
<i>Gentianella rapunculoides</i> (Willd. ex Schult.) J.S. Pringle	0.36
<i>Lachemilla sp.</i>	0.36
<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.) Kunth	0.36





Nombre científico	IVI
<i>Oreobolus goeppingeri</i> Suess.	0.36
<i>Stipa rosea</i> Hitchc.	0.36
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	0.36





Anexo 9. Valores IVI para las especies de flora registradas en PC2-Sur. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Nombre científico	IVI
<i>Plantago rigida</i> Kunth	20,83
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	15,46
<i>Paspalum bonplandianum</i> Fluggé	7,02
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	4,97
<i>Eryngium humile</i> Cav.	4,20
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) D.C.	2,92
<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	2,79
<i>Oreobolus ecuadorensis</i> T. Koyama	2,76
<i>Puya clava-herculis</i> Mez & Sodiro	2,43
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	2,35
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	2,30
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	2,24
<i>Carex tamana</i> Steyerm.	2,11
<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	2,11
<i>Calamagrostis fibrovaginata</i> Lægaard	2,03
<i>Cortaderia sericantha</i> (Steud.) Hitchc.	1,92
<i>Festuca</i> sp.	1,92
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	1,92
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	1,65
<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	1,65
<i>Halenia taruga-gasso</i> Gilg	1,65
<i>Miconia pernettifolia</i> Triana	1,41
<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T. Moore	1,27
<i>Monticalia vacciniodes</i> (Kunth) Cuatrec.	1,22
<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd.	1,14
<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris	1,14
<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	0,89
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	0,76
<i>Lupinus tauris</i> Benth.	0,76
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	0,51
<i>Carex</i> sp.	0,51
<i>Miconia salicifolia</i> Bonpl. ex Naudin	0,51
<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	0,38
<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	0,38
<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	0,38
<i>Monticalia empetroides</i> (Cuatrec.) C. Jeffrey	0,38
<i>Oreobolopsis inversa</i> Dhooge & Goetgh.Suess	0,38
<i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.	0,38
<i>Werneria nubigena</i> Kunth	0,38





Anexo 10. Distribución de riqueza y abundancia de mamíferos para pequeños mamíferos capturados con trampas Sherman (Cuantitativo) y medianos mamíferos registrados por medio de Rastros/observación (Cualitativo) en los transectos para los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Orden	Familia	Nombre científico	PC1 MM	PC2 MM	Gremio
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus ustus</i>	2	3	Herbívoros
CARNIVORA	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	3	2	Carnívoros
	Mephitidae	<i>Conepatus semistriatus</i>	1	-	Carnívoros
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	-	10	Herbívoros
RODENTIA		<i>Akodon mollis</i>	3	7	Omnívoros
	Cricetidae	<i>Microryzomys minutus</i>	-	2	Omnívoros
		<i>Phyllotis haggardi</i>	4	1	Omnívoros





Anexo 11. Especies de Mamíferos con algún estado de conservación según la UICN y el Libro rojo de los mamíferos del Ecuador Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Nombre científico	Estatus de Conservación	
	Nacional (Tirira 2011)	Global (UICN 2020)
<i>Lycalopex culpaeus</i>	VU	LC
<i>Akodon mollis</i>	LC	LC
<i>Phyllotis haggardi</i>	LC	LC
<i>Microrhizomys minutus</i>	LC	LC
<i>Sylvilagus andinus</i>	NE	NE
<i>Odocoileus ustus</i>	NE	NE
<i>Conepatus semistriatus</i>	LC	LC





Anexo 12. Registro fotográfico de especies, rastros y huellas de mamíferos. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.



Akodon mollis



Microryzomys minutus



Phyllotis haggard



Sylvilagus andinus



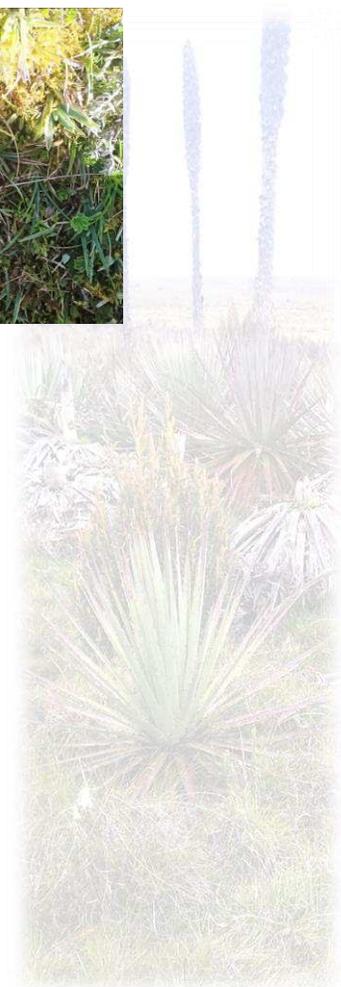
Odocoileus ustus



Lycalopex culpaeus



Conepatus semistriatus





Anexo 13. Levantamiento de información en campo. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020



Personal de INV colaborando con el equipo técnico.





Anexo 14. Distribución de riqueza y abundancia de aves en los transectos para los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Familia	Nombre científico	PC1- MA1	PC1- MA2	PC2- MA1	PC2- MA2	Gremios
Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	1	-	-	-	Rapaz
Emberizidae	<i>Catamenia inornata</i>	-	-	2	-	Granívoro
	<i>Geospizopsis unicolor</i>	6	2	5	9	Granívoro
Formicariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	2	-	2	-	Insectívoro
	<i>Asthenes flammulata</i>	3	5	6	4	Omnívoro
Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	5	3	5	4	Omnívoro
	<i>Leptasthenura andicola</i>	-	-	2	-	Insectívoro
Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	3	9	2	2	Omnívoro
Thraupidae	<i>Diglossa humeralis</i>	-	-	1	-	Nectarívoro
	<i>Xenodacnis parina</i>	-	-	-	3	Insectívoro
	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	-	-	7	4	Nectarívoro
Trochilidae	<i>Metallura baroni</i>	-	-	1	-	Nectarívoro
	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	-	-	2	-	Nectarívoro
Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	2	4	9	3	Insectívoro
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	-	-	3	1	Omnívoro
	<i>Agriornis montanus</i>	2	-	1	2	Omnívoro
Tyrannidae	<i>Cnemarchus erythropygius</i>	-	-	1	-	Insectívoro
	<i>Muscisaxicola alpinus</i>	1	-	-	-	Insectívoro
	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	-	-	5	1	Insectívoro





Anexo 15. Registro fotográfico de aves de páramo durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico "Loma Larga".



Anthus bogotensis
PC1
10/junio/2020



Geranoaetus polyosoma
PC1
09/junio/2020



Geospizopsis unicolor
PC1
10/junio/2020



Asthenes flammulata
PC1
09/junio/2020



Xenodacnis parina (hembra)
PC2
08/junio/2020



Catamenia inornata
PC2
07/junio/2020



Chalcostigma stanleyi
PC2
07/junio/2020



Cinclodes albiventris
PC2
07/junio/2020



Cnemarchus erythropygius
PC2
07/junio/2020



Diglossa humeralis
PC2
08/junio/2020



Ochthoeca fumicolor
PC2
07/junio/2020



Oreotrochilus chimborazo
PC2
07/junio/2020





Geospizopsis unicolor
PC2
08/junio/2020



Turdus fuscater
PC2
08/junio/2020



Agriornis montanus
PC2
08/junio/2020



Muscisaxicola alpina
PC2
08/junio/2020





Anexo 16. Fotografías de los transectos establecidos en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur para el componente avifauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico "Loma Larga".



PC2-MA1
07/junio/2020



PC2-MA2
08/junio/2020



PC1-MA1
09/junio/2020





PC1-MA2
10/junio/2020





Anexo 17. Fotografías del trabajo de campo para el componente avifauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico "Loma Larga".





Anexo 18. Distribución de riqueza y abundancia de herpetofauna en los puntos de control PC1 y PC2. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	PC1-Norte	PC2-Sur
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis lutzae</i>	1	9
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis aff. orestes 1</i>	5	-
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis cryophilus</i>	1	4
Amphibia	Anura	Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	3	-
Reptilia	Squamata:Sauria	Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus macbrydei</i>	1	2

Anexo 19. Listado de especies de herpetofauna y su categoría de amenaza. Proyecto estratégico "Loma Larga" - junio 2020.

Nombre científico	Nombre común	UICN	Lista Roja del Ecuador
<i>Pristimantis lutzae</i>	Cutín de lutz	No evaluada	Preocupación Menor
<i>Pristimantis aff. orestes 1</i>	NA	NA	NA
<i>Pristimantis cryophilus</i>	Cutín de San Vicente	En Peligro	En Peligro
<i>Gastrotheca pseustes</i>	Rana marsupial de San Lucas	Casi Amenazada	Casi Amenazada
<i>Pholidobolus macbrydei</i>	Cuilán / Lagartija minadora	Preocupación menor	NA





Anexo 20. Registro fotográfico de herpetofauna de páramo durante el monitoreo junio 2020.
Proyecto estratégico "Loma Larga".



Pristimantis lutzae



Pristimantis lutzae



Pristimantis cryophilus



Pristimantis orestes



Renacuajos de *Gastrotheca pseustes*



Metamorfo de *Gastrotheca pseustes*





Pholidobolus macbrydei



Juvenil de *Pholidobolus macbrydei*





Anexo 21. Fotografías de los transectos establecidos en los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur para el componente herpetofauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico "Loma Larga".



PC1-MH1



PC1-MH2



PC1-MH3



PC1-MH4





PC2-MH1



PC2-MH2



PC2-MH3



PC2-MH4





Anexo 22. Fotografías del trabajo de campo para el componente herpetofauna durante el monitoreo junio 2020. Proyecto estratégico "Loma Larga".



Instalación de transectos



Monitoreo diurno de herpetofauna



Registro de bajas temperaturas durante el monitoreo



Monitoreo nocturno de herpetofauna



Anexo 23. Distribución de riqueza y abundancia de la entomofauna para los puntos de control PC1-Norte y PC2-Sur. Proyecto estratégico “Loma Larga” junio 2020.

Orden	Familia	Morfoespecie	PC1-ME1	PC1-ME2	PC1-ME3	PC1-ME4	PC2-ME1	PC2-ME2	PC2-ME3	PC2-ME4
Coleoptera	Carabidae	<i>Blennidus balli</i>	-	4	-	-	-	-	-	-
		<i>Bradycellus sp.</i>	-	1	-	-	-	-	2	-
		<i>Pelmatellus sp.</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
		<i>Dyscolus sp.</i>	-	3	-	-	-	-	2	-
		<i>Blennidus touzeti</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
Diptera	Agromizidae	-	-	-	-	-	3	-	1	-
	Bibionidae	-	-	-	-	-	14	-	-	3
	Calliphoridae	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	Cecidomyiidae	-	-	-	-	1	1	6	1	12
	Ceratopogonidae	-	-	-	-	1	5	-	1	2
	Chironomidae	-	4	-	1	-	54	4	1	2
	Dolichopodidae	-	-	-	-	1	3	-	-	-
	Drosophilidae	-	-	1	-	1	-	-	-	-
	Empididae	-	-	-	-	-	1	1	-	-
	Muscidae	-	3	2	-	4	15	5	7	4
	Mycetophilidae	-	-	-	-	-	2	-	3	-
	Phoridae	-	1	5	-	1	31	90	4	5
	Psychodidae	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Sciaridae	-	4	2	6	17	12	5	5	17
	Sphaeroceridae	-	1	-	-	-	1	2	-	1
	Syrphidae	-	1	-	-	-	13	1	-	2
	Tachinidae	-	2	-	-	-	3	4	-	1
	Tipulidae	-	6	-	4	-	18	-	7	1
Apidae	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
Hymenoptera	Braconidae	-	-	-	-	-	3	1	-	-
	Diapriidae	-	-	-	-	-	1	1	-	-





Orden	Familia	Morfoespecie	PC1- ME1	PC1- ME2	PC1- ME3	PC1- ME4	PC2- ME1	PC2- ME2	PC2- ME3	PC2- ME4
	Encyrtidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	Figitidae	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Ichneumonidae	-	-	-	-	1	10	3	-	2
	Mymaridae	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	Platygastridae	-	-	-	-	-	1	1	-	-
	Pteromalidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	Scelionidae	-	-	-	-	-	1	-	-	1
	Lycaenidae	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Lepidoptera		<i>Steremnia sp.</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
	Nymphalidae	<i>Altopedaliodes nucea</i>	-	-	-	-	8	10	-	-





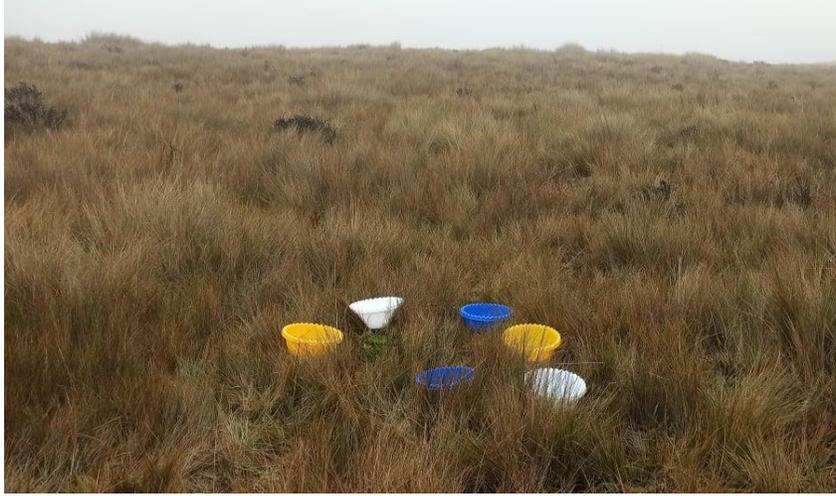
*Anexo 24. Grupos funcionales correspondientes a las familias del componente entomofauna.
Proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.*

Familia	Grupo Funcional
Agromyzidae	Fitófago
Apidae	Nectarívoro/Polinívoro
Bibionidae	Saprófago
Braconidae	Parásito
Calliphoridae	Necrófago/Polinívoro
Carabidae	Predador
Cecidomyiidae	Fitófago/Parásito
Ceratopogonidae	Predador/Hematófago
Chironomidae	Saprófago
Diapriidae	Parásito
Dolichopodidae	Predador
Drosophilidae	Saprófago
Empididae	Predador/Nectarívoro
Encyrtidae	Parásito
Figitidae	Parásito
Ichneumonidae	Parásito/Predador
Lycaenidae	Nectarívoro
Muscidae	Saprófago
Mycetophilidae	Fungívoro/Predador
Mymaridae	Parásito
Nymphalidae	Nectarívoro
Phoridae	Saprófago
Platygastridae	Parásito
Psychodidae	Hematófago
Pteromalidae	Parásito
Scelionidae	Parásito
Sciaridae	Saprófago/Fungívoro
Sphaeroceridae	Saprófago
Syrphidae	Nectarívoro/Polinívoro
Tachinidae	Nectarívoro/Polinívoro
Tipulidae	Nectarívoro/Polinívoro/Saprófago





Anexo 25. Fotografías de los puntos de control norte y sur para el muestreo del componente entomofauna. Proyecto Estratégico “Loma Larga” durante junio 2020.



Transecto: PC1-ME2



Transecto: PC2-ME3





Monitoreo Loma Larga junio 2020



Transectos: PC2-ME4 y PC2-ME2





Monitoreo Loma Larga junio 2020

Anexo 26. Abundancia de ictiofauna en las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020.

Orden	Familia	Género	Nombre científico	MA1	MA2	MAQA	MACHT	MA4
Salmoniformes	Salmonidae	Oncorhynchus	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	5	2	4	2	3





Anexo 27. Tabla de los parámetros de calidad de agua a partir del puntaje del Biological Monitoring Working Party (BMWP).

CALIDAD DE AGUA	ÍNDICE BMWP	COLOR
Buena	>101	Blue
Aceptable	61-100	Green
Dudosa	36-60	Yellow
Crítica	16-35	Orange
Muy crítica	>15	Red

Fuente: Naranjo et al. 2013





Anexo 28. Tabla de los parámetros de calidad de agua a partir del puntaje del Andean Biotic Index (ABI).

CALIDAD DE AGUA	ÍNDICE ABI	COLOR
Muy bueno	> 96	Blue
Bueno	59-96	Green
Moderado	35-58	Yellow
Malo	14-34	Orange
Pésimo	< 14	Red

Fuente: Acosta et al. 2009





Anexo 29. Tabla de identificación de la calidad de agua a partir del índice EPT.

CLASE	ÍNDICE EPT (%)	CALIDAD DEL AGUA	COLOR
1	75-100	Muy buena	Blue
2	50-74	Buena	Green
3	25-49	Regular	Yellow
4	0-24	Mala	Red

Fuente: Carrera & Fierro 2001



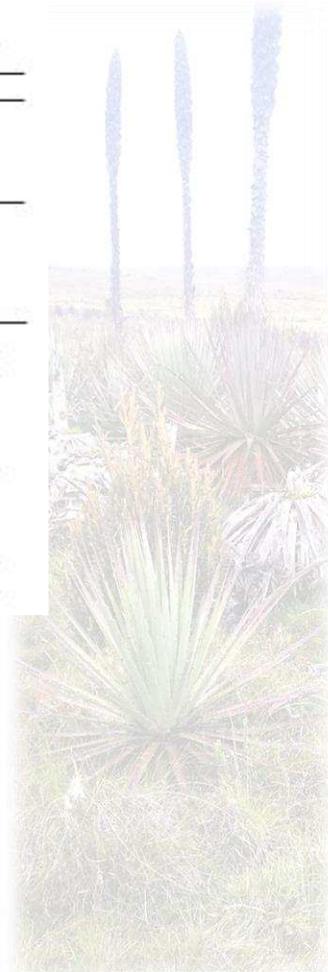


Anexo 30. Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR-And): ecosistemas de bosques.

ÍNDICE QBR-And
Calidad de la ribera para
Comunidades arbóreas
Protocolo CERA



La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		Estación	
		Observador	
		Fecha	
Grado de cubierta de la zona de ribera		Puntuación bloque 1	
Puntuación			
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)		
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total		
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%		
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%		
- 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%		
Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)		Puntuación bloque 2	
Puntuación			
25	recubrimiento de árboles superior al 75 %		
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %		
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %		
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %		
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %		
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %		
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque.		
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %		
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad		
- 10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %		
Calidad de la cubierta		Puntuación bloque 3	
Puntuación			
25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos		
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas.		
5	26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas		
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas		
+ 10	>75% des los arbustos son de especies autóctonas.		
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas		
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas		
- 10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas		
Grado de naturalidad del canal fluvial		Puntuación bloque 4	
Puntuación			
25	el canal del río no ha estado modificado		
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal.		
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río		
0	río canalizado en la totalidad del tramo		
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río		
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río		
- 5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes		
- 10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado		
Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)			



Fuente: Acosta et al. 2009



Monitoreo Loma Larga junio 2020

Anexo 31. Índice de calidad de la vegetación de ribera andina (QBR-And): ecosistemas de páramo.

ÍNDICE QBR-And Calidad de la ribera de Comunidades de Pajonales de Páramos y Punas Protocolo CERA	 Grup de recerca F.E.M. (Freshwater Ecology and Management) Departament d'Ecologia
La puntuación de cada uno de los 3 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos	Estación _____ Observador _____ Fecha _____
Grado de cubierta de la zona de ribera	Puntuación bloque 1
Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la ribera (Gramíneas y/o matorral y/o "almohadillas")
10	50-80 % de cubierta vegetal de la ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la ribera
+ 10	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es total
+ 5	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es >50%
- 5	Si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es entre el 25-50%
-5	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera <50%
-10	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera >50%
Calidad de la cubierta	
Puntuación bloque 2	
Puntuación	
25	Todas las especies vegetales de ribera autóctonas (gramíneas, matorral o almohadillas)
10	Ribera con <25% de la cobertura con especies de introducidas (<i>Eucalyptus spp.</i> , <i>Pinus spp.</i>) o especies arbustivas secundarias (por efecto de sobrepastoreo)
5	Ribera entre 25-80% de la cobertura con especies introducidas o con arbustivas secundarias
0	Ribera con >80% de especies introducidas o arbustivas secundarias
Grado de naturalidad del canal fluvial	
Puntuación bloque 3	
Puntuación	
25	El canal del río no ha estado modificado
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	Río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río
-5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes
-10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado
Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)	

Fuente: Acosta et al. 2009





Anexo 32. Rangos de calidad de conservación de la vegetación de ribera propuestos para el QBR-And.

NIVEL DE CALIDAD	QBR-And	COLOR
Vegetación de ribera sin alteraciones. Calidad muy buena, estado natural	≥ 96	
Vegetación ligeramente perturbada. Calidad buena	76-95	
Inicio de alteración importante. Calidad intermedia	51-75	
Alteración fuerte. Mala calidad	26-50	
Degradación extrema. Calidad pésima	≤ 25	

Fuente: Acosta et al. 2009





Anexo 33. Abundancia de macroinvertebrados en las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio 2020.

Orden	Familia	Género	B1	B2	B3	MA1	MA2	MA4	MACA	MACCP	MACHT	MAP	MAQA	MAR	PCAD	PCDD
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella	-	202	98	12	1	6	-	38	71	-	17	167	8	85
		Desconocido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Coleoptera	Dytiscidae	Rhantus	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-
		Austrolimnius	-	-	-	4	14	2	-	-	2	-	-	23	-	-
	Elmidae	Desconocido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
		Heterelmis	-	-	-	1	4	4	-	1	-	-	2	-	-	-
		Hexanchorus	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Neoelmis	-	-	-	3	-	-	-	2	-	-	2	-	-	1
	Hydrophilidae	Desconocido	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Psephenidae	Pheneps	-	-	-	6	-	5	-	-	-	-	5	-	-	-
	Scirtidae	Cyphon	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Prionocyphon	-	-	1	8	23	9	1	-	2	3	-	8	-	6
Staphylinidae	Desconocido	-	-	-	-	-	-	1	-	-	6	1	3	-	-	
Clase: Oligochaeta	Desconocido	Desconocido	43	12	1	-	2	13	7	6	-	-	3	9	1	4
Diptera	Ceratopogonidae	Desconocido	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Cardiocladius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
	Chironomidae	Cricotopus	-	-	-	50	11	2	1	1	-	-	-	-	2	-
		Desconocido	11	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Larsia	-	-	-	2	1	-	4	1	-	-	-	-	-	11
		Parametricnemus	-	2	5	17	7	3	-	11	14	-	20	3	-	1
	Limoniidae	Polypedilum	6	-	-	-	3	3	-	6	68	-	19	-	-	2
		Molophilus	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Simuliidae	Gigantodax	3	3	40	11	9	7	54	-	4	55	5	6	-	4
	Stratiomyidae	Desconocido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	2
Tipulidae	Dactylolabis	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	



Orden	Familia	Género	B1	B2	B3	MA1	MA2	MA4	MACA	MACCP	MACHT	MAP	MAQA	MAR	PCAD	PCDD
		Desconocido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
		Hexatoma	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-
		Limonia	-	-	-	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-
		Tipula	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Ephemeroptera	Baetidae	Andesiops	-	-	-	2	1	8	5	-	-	-	-	-	-	-
		Baetodes	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
	Leptohyphidae	Leptohyphes	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	Leptophlebiidae	Farrodes	-	29	-	39	29	61	1	4	145	-	6	8	-	37
Odonata	Aeshnidae	Allopetalia	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Plecoptera	Gryopterygidae	Claudioperla	-	-	-	2	-	4	14	-	8	2	-	-	-	-
	Perlidae	Anacroneuria	-	-	-	8	11	8	3	-	4	-	2	14	-	-
Pulmonata	Lymnaeidae	Lymnaea	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
		Pseudosuccinea	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Desconocido	-	1	-	1	-	7	-	1	1	-	-	14	2	3
	Anomalopsychidae	Contulma	-	-	-	2	7	6	-	-	-	-	2	3	-	2
	Calamoceratidae	Phylloicus	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1
Trichoptera	Hydrobiosidae	Atopsyche	-	-	-	4	14	4	3	-	5	3	3	3	-	-
	Hydropsychidae	Smicridea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
	Leptoceridae	Nectopsyche	-	-	-	-	2	5	-	-	1	-	-	12	-	-
	Odontoceridae	Marilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Tricladida	Dugesiiidae	Dugesia	10	13	6	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
Veneroida	Sphaeriidae	Sphaerium	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	18	-	

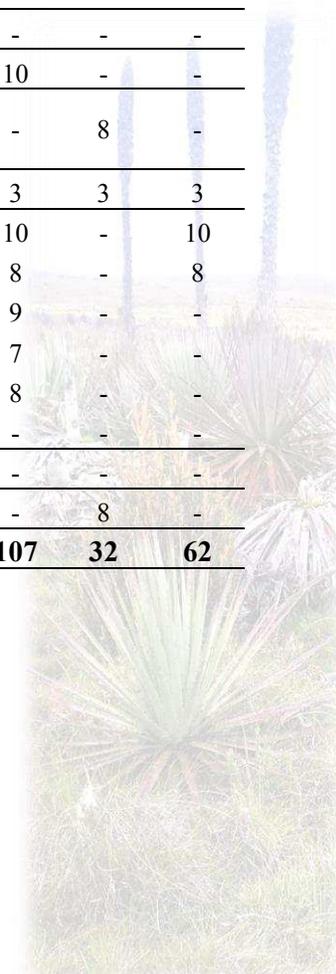


Anexo 34. Tabla de los puntajes del índice BMWP para las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio - 2020.

Orden	Familia	Genero	B1	B2	B3	MA1	MA2	MA4	MACA	MACCP	MACHT	MAP	MAQA	MAR	PCAD	PCDD
Amphipoda	Hyaletellidae	Hyaella	-	7	7	7	7	7	-	7	7	-	7	7	7	7
	Dytiscidae	Desconocido Rhantus	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-
Coleoptera	Elmidae	Austrolimnius Desconocido	-	-	-	7	7	7	-	7	7	-	7	7	-	7
		Heterelmis	-	-	-	7	7	7	-	7	7	-	7	7	-	7
		Hexanchorus Neoelmis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hydrophilidae	Desconocido	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Psephenidae	Pheneps	-	-	-	10	-	10	-	-	-	-	10	-	-	-
	Scirtidae	Cyphon	-	-	4	4	4	4	4	-	4	4	-	4	-	4
		Prionocyphon	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	4	4	-
Staphylinidae	Desconocido	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	
Diptera	Ceratopogonidae	Desconocido	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chironomidae	Cardiocladius	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2
		Cricotopus Desconocido	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2
		Larsia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2
	Parametricnemos	Polypedilum	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
		Limoniidae	Molophilus	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-
	Simuliidae	Gigantodax	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3
	Stratiomyidae	Desconocido	3	-	-	3	3	3	3	-	-	-	3	3	-	3
	Tipulidae	Dactylolabis	3	-	-	3	3	3	3	-	-	-	3	3	-	3



Orden	Familia	Genero	B1	B2	B3	MA1	MA2	MA4	MACA	MACCP	MACHT	MAP	MAQA	MAR	PCAD	PCDD
		Desconocido														
		Hexatoma														
		Limonia														
		Tipula														
Ephemeroptera	Baetidae	Andesiops	-	-	-	7	7	7	7	-	-	-	-	7	-	-
		Baetodes														
	Leptohyphidae	Leptohyphes	-	-	-	7	7	-	-	-	-	-	7	-	-	-
	Leptophlebiidae	Farrodos	-	9	-	9	9	9	9	9	9	-	9	9	-	9
Odonata	Aeshnidae	Allopetalia	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera	Gryopterygidae	Claudioperla	-	-	-	10	-	10	10	-	10	10	-	-	-	-
	Perlidae	Anacroneuria	-	-	-	10	10	10	10	-	10	-	10	10	-	-
Pulmonata	Lymnaeidae	Lymnaea	8	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8	-
		Pseudosuccinea														
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Desconocido	-	3	-	3	-	3	-	3	3	-	-	3	3	3
	Anomalopsychidae	Contulma	-	-	-	10	10	10	-	-	-	-	10	10	-	10
	Calamoceratidae	Phylloicus	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	8	-	8
Trichoptera	Hydrobiosidae	Atopsyche	-	-	-	9	9	9	9	-	9	9	9	9	-	-
	Hydropsychidae	Smicridea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	-	-
	Leptoceridae	Nectopsyche	-	-	-	-	8	8	-	-	8	-	-	8	-	-
	Odontoceridae	Marilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Tricladida	Dugesidae	Dugesia	6	6	6	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
Veneroida	Sphaeriidae	Sphaerium	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	8	-
Índice BMWP			30	44	25	109	100	109	75	43	74	35	101	107	32	62





Anexo 35. Tabla de los puntajes del índice ABI para las estaciones monitoreadas dentro del proyecto estratégico “Loma Larga” – junio - 2020.

Orden	Familia	Genero	B1	B2	B3	MA1	MA2	MA4	MACA	MACCP	MACT	MAP	MAQA	MAR	PCAD	PCDD	
Amphipoda	Hyalellidae	Hyalella	-	6	6	6	6	6	-	6	6	-	6	6	6	6	
	Dytiscidae	Desconocido	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	
Elmidae		Austrolimnius															
	Desconocido																
Coleoptera	Elmidae	Heterelmis	-	-	-	5	5	5	-	5	5	-	5	5	-	5	
		Hexanchorus															
	Neelmis																
	Hydrophilidae	Desconocido	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Psephenidae	Pheneps	-	-	-	5	-	5	-	-	-	-	5	-	-	-	
	Scirtidae	Cyphon	-	-	5	5	5	5	5	-	5	5	-	5	-	5	
		Prionocyphon															
Staphylinidae	Desconocido	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	3	3	-	-		
Clase: Oligochaeta	Desconocido	Desconocido	1	1	1	-	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1	
	Ceratopogonidae	Desconocido	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Diptera	Chironomidae	Cardiocladius															
		Cricotopus															
		Desconocido															
		Larsia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	2	2	2	2	
	Parametrioctenemus																
		Polypedilum															
	Limoniidae	Molophilus	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	
Simuliidae	Gigantodax	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5	-	5		

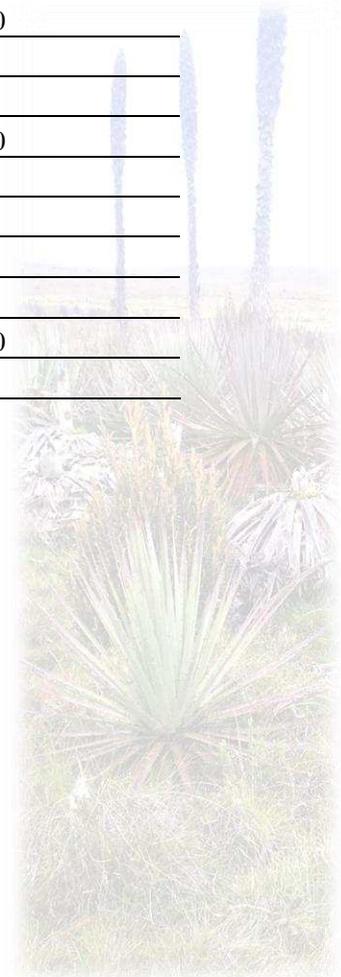


Orden	Familia	Genero	B1	B2	B3	MA1	MA2	MA4	MACA	MACCP	MACHT	MAP	MAQA	MAR	PCAD	PCDD
	Stratiomyidae	Desconocido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	4
		Dactylolabis														
		Desconocido														
	Tipulidae	Hexatoma	5	-	-	5	5	5	5	-	-	-	5	5	-	5
		Limonia														
		Tipula														
Ephemeroptera	Baetidae	Andesiops	-	-	-	4	4	4	4	-	-	-	-	4	-	-
		Baetodes														
	Leptohiphidae	Leptohiphes	-	-	-	7	7	-	-	-	-	-	7	-	-	-
	Leptophlebiidae	Farrodes	-	10	-	10	10	10	10	10	10	-	10	10	-	10
Odonata	Aeshnidae	Allopetalia	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plecoptera	Gryopterygidae	Claudioperla	-	-	-	10	-	10	10	-	10	10	-	-	-	-
	Perlidae	Anacroneuria	-	-	-	10	10	10	10	-	10	-	10	10	-	-
Pulmonata	Lymnaeidae	Lymnaea	3	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-
		Pseudosuccinea														
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	Desconocido	-	3	-	3	-	3	-	3	3	-	-	3	3	3
Trichoptera	Anomalopsychidae	Contulma	-	-	-	10	10	10	-	-	-	-	10	10	-	10
	Calamoceratidae	Phylloicus	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5	-	5
	Hydrobiosidae	Atopsyche	-	-	-	8	8	8	8	-	8	8	8	8	-	-
	Hydropsychidae	Smicridea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-
	Leptoceridae	Nectopsyche	-	-	-	-	8	8	-	-	8	-	-	8	-	-
	Odontoceridae	Marilia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Tricladida	Dugesidae	Dugesia	5	5	5	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-	
Veneroidea	Sphaeriidae	Sphaerium	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	3	-
Índice ABI			25	42	24	100	92	101	71	35	72	34	92	99	22	61



Anexo 36. Tabla de los valores por familia correspondiente a cada índice

ORDEN	FAMILIA	BMWP (Roldán 2009)	ABI (Acosta et al. 2009)
Amphipoda	Hyalellidae	7	6
Bivalva	Sphaeriidae	8	3
Coleoptera	Dytiscidae	3	3
	Elmidae	7	5
	Hydrophilidae	3	3
	Psephenidae	10	5
	Scirtidae	4	5
	Staphylinidae	4	3
DESCONOCIDO	DESCONOCIDO	1	1
Diptera	Ceratopogonidae	5	4
	Chironomidae	2	2
	Limoniidae	4	4
	Simuliidae	5	5
	Stratiomyidae	3	4
	Tipulidae	3	5
	Ephemeroptera	Baetidae	7
	Leptohyphidae	7	7
	Leptophlebiidae	9	10
Odonata	Aeshnidae	6	6
Plecoptera	Gripopterygidae	10	10
	Perlidae	10	10
Pulmonata	Lymnaeidae	8	3
Rhynchobdellida	Glossiphonidae	3	3
Trichoptera	Anomalopsychidae	10	10
	Calamoceratidae	8	5
	Hydrobiosidae	9	8
	Hydropsychidae	7	5
	Leptoceridae	8	8
	Odontoceridae	10	10
Tricladida	DugesIIDae	6	5





Anexo 37. Fotografías de las estaciones de muestreo para macroinvertebrados e ictiofauna en el proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.



B1



B2



B3



MA1





MA2



MA4



MACA



MACCP





MACHT



MAP



MAQA



MAR





PCAD



PCDD





Anexo 38. Fotografías de campo y laboratorio (componente macroinvertebrados e ictiofauna).







Anexo 39. Registro fotográfico de algunas de las taxas de macroinvertebrados e ictiofauna encontrados en el proyecto estratégico “Loma Larga” - junio 2020.



Anacroneuria



Pheneps



Contulma



Hyaella



Marilia



Claudioperla



Oncorhynchus mykiss



Oncorhynchus mykiss

