



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIONES
ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**INFORME DEL MONITOREO ANUAL DE FLORA Y FAUNA EN EL
PROYECTO MINERO LOMA LARGA: CONCESIÓN MINERA CRISTAL**



DIRECCIÓN:
DR. PEDRO ASTUDILLO WEBSTER

COORDINACIÓN:
BLGO. SANTIAGO BARROS Q.
BLGO. BORIS LANDÁZURI P.

Cuenca – Ecuador

Diciembre 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	12
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1.	ÁREA DE ESTUDIO	13
2.2.	ANÁLISIS DE DATOS	14
3.	AVIFAUNA	17
3.1.	MÉTODOS	17
3.1.1.	Fase de campo.....	17
3.2.	RESULTADOS	18
3.2.1.	Riqueza y Abundancia	18
3.2.2.	Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad.....	19
3.2.3.	Curvas de rango-abundancia.....	20
3.2.4.	Cambios en la Comunidad.....	21
3.2.5.	Composición de gremios	21
3.2.6.	Estado de conservación y endemismo	22
3.3.	DISCUSIONES	22
4.	MASTOFAUNA.....	24
4.1.	MÉTODOS	24
4.1.1.	Fase de campo.....	24
4.2.	RESULTADOS	26
4.2.1.	Riqueza y abundancia	26
4.2.2.	Abundancia de especies	26
4.2.3.	Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad.....	27
4.2.4.	Curva de rango-abundancia	27
4.2.5.	Cambios en la comunidad.....	28
4.2.6.	Composición de gremios	28
4.2.7.	Estado de conservación y endemismo	29

4.3.	DISCUSIONES	30
5.	HERPETOFAUNA.....	31
5.1.	MÉTODOS	31
5.1.1.	Fase de campo.....	31
5.1.2.	Fase de laboratorio.....	32
5.2.	RESULTADOS	33
5.2.1.	Riqueza y abundancia	33
5.2.2.	Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad.....	34
5.2.3.	Curva de rango-abundancia	34
5.2.4.	Cambios en la Comunidad.....	35
5.2.5.	Estado de Conservación.....	35
5.3.	DISCUSIONES	35
6.	MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS E ICTIOFAUNA.....	37
6.1.	MÉTODOS	37
6.1.1.	Fase de campo.....	37
6.2.	RESULTADOS	39
6.2.1.	Macroinvertebrados acuáticos	39
6.2.2.	Ictiofauna	42
6.3.	DISCUSIONES	42
6.3.1.	Macroinvertebrados acuáticos	42
6.3.2.	Ictiofauna	44
7.	FLORA	45
7.1.	MÉTODOS	45
7.1.1.	Fase campo	45
7.1.2.	Parcelas en páramo herbáceo	46
7.1.3.	Índice de valor de importancia (IVI) para páramo herbáceo	46
7.2.	RESULTADOS	47

7.2.1. Riqueza y Abundancia	47
7.2.2. Índice de valor de importancia (IVI)	48
7.2.3. Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad.....	48
7.2.4. Curva de rango-abundancia	49
4.2.5. Cambios en la Comunidad.....	51
4.2.6. Origen y estado de conservación de las especies.....	51
4.3. DISCUSIONES	52
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
9. BIBLIOGRAFÍA	55
10. ANEXOS	66

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Área de estudio para el levantamiento de información del componente avifauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.....	17
Mapa 2. Área de estudio para el levantamiento de información del componente mastofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	25
Mapa 3. Área de estudio para el levantamiento de información del componente herpetofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.....	32
Mapa 4. Área de estudio para el levantamiento de información del componente Macroinvertebrados e Ictiofauna. Concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.....	38
Mapa 5. Área de estudio para el levantamiento de información del componente flora en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de transectos para el componente avifauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	18
<i>Tabla 2. Ubicación de transectos para el componente mastofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.</i>	<i>25</i>
Tabla 3. Especies de Mamíferos con algún estado de conservación según la UICN y el Libro rojo de los mamíferos del Ecuador en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	29
Tabla 4. Ubicación de transectos para el componente herpetofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.	32
Tabla 5. Ubicación de transectos para el componente Macroinvertebrados e Ictiofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.	38
Tabla 6. Índice de similitud de Bray-Curtis, expresado en porcentaje, para las estaciones monitoreadas dentro de la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma larga" – diciembre 2019.	41
Tabla 7. Ubicación de transectos para el componente Flora en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.	46
Tabla 8. Escala de abundancia - dominancia de Braun-Blanquet y porcentaje de cobertura usado por el componente flora, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	46
Tabla 9. Índice de valor de importancia (IVI) para las 10 especies importantes de la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019. Para el listado completo del IVI véase Anexo 17.	48
Tabla 10. Índice de similitud de Bray-Curtis, expresado en porcentaje, para las parcelas monitoreadas dentro de la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma larga" – diciembre 2019.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de especies por familia registradas en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	19
Figura 2. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente avifauna para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	20
Figura 3. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de aves para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019. Código de las especies: <i>Agriornis montana</i> (AGMO), <i>Anthus bogotensis</i> (ANBO), <i>Asthenes flammulata</i> (ASFL), <i>Catamenia inornata</i> (CAIN), <i>Chalcostigma stanleyi</i> (CHST), <i>Cinclodes fuscus</i> (CIFU), <i>Cistothorus platensis</i> (CIPL), <i>Cnemarchus erythropygius</i> (CNER), <i>Conirostrum cinereum</i> (COCI), <i>Diglossa humeralis</i> (DIHU), <i>Grallaria quitensis</i> (GRQU), <i>Leptasthenura andicola</i> (LEAN), <i>Lesbia victoriae</i> (LEVI), <i>Margarornis squamiger</i> (MASQ), <i>Mecocerculus leucophrys</i> (MELE), <i>Myioborus melanocephalus</i> (MYME), <i>Ochthoeca fumicolor</i> (OCFU), <i>Phrygilus unicolor</i> (PHUN), <i>Turdus fuscater</i> (TUFU).....	21
Figura 4. Estructura trófica de la comunidad de aves en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	22
Figura 5. Abundancia relativa (Tirira 2017) de los Mamíferos registrados en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga”- diciembre 2019.....	26
Figura 6. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente mastofauna para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga”, diciembre del 2019.	27
Figura 7. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de mamíferos para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019. Código de las especies: <i>Sylvilagus andinus</i> (SYAN), <i>Odocoileus ustus</i> (ODUS), <i>Akodon mollis</i> (AKMO), <i>Microryzomys altissimus</i> (MIAL), <i>Lycalopex culpaeus</i> (LYCU), <i>Phyllotis haggardi</i> (PHHA).	28
Figura 8. Composición de gremios de la comunidad de mamíferos registrados en la concesión Cristal el proyecto minero “Loma Larga”. Diciembre 2019.	29
Figura 9. Abundancia de individuos por especie registrados durante el monitoreo de herpetofauna en la concesión de Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre-2019.	33

Figura 10. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente herpetofauna para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	34
Figura 11. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de registradas en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019. Código de las especies: <i>Pristimantis lutzae</i> , (PRLU), <i>Pristimantis orestes</i> (PROR), <i>Pristimantis sp. 1</i> (PRSP1).	35
Figura 12. Abundancias por familias presentes en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.....	39
Figura 13. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente macroinvertebrados para concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	40
Figura 14. Curva de rango-abundancia. Muestran la abundancia de los géneros registradas en las estaciones localizadas en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga"- diciembre 2019. Código de los géneros: <i>Oligochaeta</i> (DES), <i>Farrodes</i> (FAR), <i>Claudioperla</i> (CLA), <i>Contulma</i> (CON), <i>Hyaellidae</i> (HAY), <i>Polycentropus</i> (POL), <i>Simulium</i> (SIM), <i>Atopsyche</i> (ATO), <i>Critcotopus</i> (CRI), <i>Dugesidae</i> (DUG), <i>Limnophyes</i> (LIM), <i>Metrichia</i> (MET), <i>Palmomyia</i> (PAL), <i>Paracles</i> (PAR), <i>Xiphocentronidae</i> (XIP), <i>Allopetalia</i> (ALL), <i>Anacroneuria</i> (ANA), <i>Andesiops</i> (AND), <i>Baetodes</i> (BAE), <i>Cardiocladius</i> (CAR), <i>Cloedes</i> (CLO), <i>Cyrnellus</i> (CYR), <i>Ecuaphlebia</i> (ECU), <i>Gigantodax</i> (GIG), <i>Helicopsyche</i> (HEL), <i>Heterelmis</i> (HET), <i>Larsia</i> (LAR), <i>Leptohyphes</i> (LEP), <i>Lispe</i> (LIS), <i>Macrelmis</i> (MAC), <i>Nectopsyche</i> (NEC), <i>Neoplasta</i> (NEO), <i>Ochrotrichia</i> (OCH), <i>Oxyethira</i> (OXY), <i>Parametriocnemus</i> (PAR), <i>Pheneps</i> (PHE), <i>Phylloicus</i> (PHY), <i>Pisidium</i> (PIS), <i>Tabanus</i> (TAB).	41
Figura 15. Valores ABI para cada una de las estaciones muestreadas en la localidad de Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.....	42
Figura 16. Número de especies por familia registradas en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	47
Figura 17. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente flora para concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.....	49
Figura 18. Curvas rango – abundancia. Muestran la abundancia de especies vegetales presentes en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019. Para los códigos de las especies véase Anexo 16.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de riqueza y abundancia de aves en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” periodo - diciembre 2019.	66
Anexo 2. Registro fotográfico de aves de páramo algunas especies de aves observadas en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” periodo - diciembre 2019.....	67
Anexo 3. Especies de mamíferos registrados en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga”- diciembre de 2019.	68
Anexo 4. Distribución de la riqueza y abundancia de mamíferos registrados en la en la concesión Cristal del proyecto estratégico “Loma Larga”- diciembre 2019.....	69
Anexo 5. Distribución de riqueza y abundancia de anfibios. Concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.....	70
Anexo 6. Listado de especies de anfibios y su categoría de amenaza. Concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.	70
Anexo 7. Registro fotográfico de las especies de anfibios presentes en la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.....	71
Anexo 8. Abundancia de macroinvertebrados en las estaciones muestreadas dentro de la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.....	72
Anexo 9. Tabla de los puntajes del índice ABI para las estaciones muestreadas dentro de la concesión Cristal - Proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	73
Anexo 10. Abundancia de ictiofauna en las estaciones muestreadas dentro de la concesión Cristal - Proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	74
Anexo 11. Tabla de los parámetros de calidad de agua a partir del puntaje del Andean Biotic Index (ABI).....	75
Anexo 12. Valor ABI por familias (componente macroinvertebrados).	76
Anexo 13. Fotografías de las estaciones de muestreo para macroinvertebrados e ictiofauna en la concesión Cristal - Proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	79
Anexo 14. Fotografías de campo y laboratorio (componente macroinvertebrados e ictiofauna).....	80
Anexo 15. Registro fotográfico de algunas de las taxas de macroinvertebrados e ictiofauna encontrados en la concesión Cristal - Proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.	81
Anexo 16. Listado de especies registradas en la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” durante el censo diciembre 2019.	82

Anexo 17. Valores de IVI calculados para las especies registradas en la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” durante el censo diciembre 2019. Códigos en columna: DmR = Dominancia relativa; FR = Frecuencia relativa; IVI = Índice de Valor de Importancia.	85
Anexo 18. Fotografías del muestreo del componente flora en la localidad Cristal. Proyecto estratégico "Loma Larga" durante el censo diciembre 2019.	87

1. INTRODUCCIÓN

El páramo forma una ecorregión de alta montaña con altos niveles de diversidad y endemismo en los Andes neotropicales (Hofstede *et al.* 2014). Debido a su distribución en rangos altitudinales mayores (i.e., > 3000 m snm) beneficia con importantes servicios ambientales en los que destacan la regulación hídrica, secuestro de carbono y calidad paisajística (Hofstede *et al.* 2002). Los páramos presentan condiciones climáticas muy extremas (Chardón 1938), lo que ha originado una flora y fauna única adaptada a una peculiar combinación factores ambientales tales como la variante estacionalidad diaria, temperaturas y presiones atmosféricas bajas como así también un alto nivel de radiación solar (Luteyn 1999).

En los altos Andes al sur del Ecuador destacan una serie de procesos productivos tales como agrícolas, pecuarios, y ganaderos. Además, las actividades también se relacionan con infraestructura de carreteras y urbanización (Astudillo 2014; Astudillo *et al.* 2014). En la actualidad, concesiones mineras se incluyen como parte de un plan de activación económica a nivel nacional. Por lo cual estas actividades deben ser administrados por estrictos programas y planes de manejo ambiental y monitoreo biótico regulados por la legislación ecuatoriana. Dentro de este marco, los monitoreos biológicos permanentes y las líneas bases biológicas son herramientas necesarias para la planificación de actividades productivas, cuyas acciones sean compatibles con la conservación, manejo y restauración de ecosistemas altoandinos amenazados.

El proyecto estratégico “Loma Larga”, ubicado en la provincia del Azuay, es parte integral de dichos mecanismos legales de manejo y monitoreo biótico. Dentro de este marco, se presenta el estudio correspondiente al monitoreo biótico del periodo diciembre 2019 de los territorios ubicados dentro de la concesión del proyecto estratégico ‘Loma Larga’. Incluyen sistemas naturales de páramo herbáceo (rango de elevación: 3000 m – 3800 m) en la concesión Cristal. Los grupos evaluados son: avifauna, mastofauna, herpetofauna (i.e., anfibios y reptiles), macroinvertebrados acuáticos, ictiofauna y flora. Los análisis aplicados se enfocaron en comparar los cambios de la diversidad alfa y beta en la concesión para cada componente. En donde se espera patrones de diversidad sean similares a los reportados para la región. Así mismo, se espera que los patrones de diversidad de los macroinvertebrados acuáticos muestren una relación positiva con el índice biótico ABI.

Todos los estudios cuentan con los permisos ambientales de la autoridad competente. Así, para los componentes de avifauna, mamíferos, herpetofauna, macroinvertebrados acuáticos y flora los permisos de investigación científica están regidos por el Ministerio del Ambiente bajo la licencia No. 215-2019-DPAA/MA. Los permisos de colección para especímenes no identificados en el terreno están regidos también por el Ministerio del Ambiente bajo la licencia No. No. 215-2019-DPAA/MA (macroinvertebrados acuáticos y anfibios). Todas las muestras fueron depositadas en el Museo de Zoología de la Universidad del Azuay (Permiso de funcionamiento: FAUS-UDA- Museo de Zoología-003-2018).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado en el proyecto estratégico “Loma Larga” en la concesión Cristal (X = 696408, Y = 9658619, Elevación = 3603 m), localizada en los cantones de San Fernando y Girón, provincia del Azuay. Esta zona abarca un rango de elevación que va desde los 3000 hasta 3800 msnm (Moran 2017). La precipitación anual varía entre 1000 mm a 1400 mm, la temperatura promedio es de 5.4° C, humedad atmosférica de 95.23%, radiación solar promedio de 123.31 W/m² y la velocidad promedio de viento 4.85 m/s (Jaramillo 2017). La temporada lluviosa se presenta en marzo y abril, mientras que la temporada con menos presencia de lluvias es en julio y agosto (Celleri *et al.* 2007). La formación vegetal dominante corresponde al ecosistema herbazal de páramo (Ministerio del Ambiente 2012) comúnmente conocido como paramo herbáceo o páramo de pajonal. La flora está dominada por la especie *Calamagrostis intermedia* y en menor proporción también se encuentran formaciones arbustivas de baja altura, donde dominan representantes de los géneros *Chuquiragua*, *Pentacalia*, *Valeriana* y *Loricaria* (Baquero *et al.* 2004; Minga *et al.* 2016); el páramo herbáceo está intersectado por bosquetes de quinua (género *Polylepis*) y plantaciones de *Pinus patula*.

2.2. ANÁLISIS DE DATOS

Los análisis estadísticos aplicados se enfocaron en describir los cambios de la diversidad alfa y beta para la concesión. Todos los análisis se realizaron en el programa R versión 3.6.1. (R Core Team 2019) utilizando los paquetes *vegan* 2.4-3 (Oksanen 2019) para describir los patrones de diversidad.

Diversidad alfa: La riqueza específica es la suma de las especies que habitan en una comunidad local y temporal (Sarkar & Margules 2002; Magurran 2013). En este marco, para los componentes de avifauna, herpetofauna, mastofauna la riqueza fue considerada como el número total de especies que fueron registradas por concesión, y la abundancia fue considerada como el número total de individuos registrados por especie. Mientras, los componentes de macroinvertebrados acuáticos, consideran 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 taxonómico de familia fue considerado para tener uniformidad en los datos, puesto que la mayor cantidad de especímenes no fueron identificados hasta escala de especie debido a su incertidumbre taxonómica. En adición, la estimación y cuantificación de la biodiversidad de insectos acuáticos, utilizando niveles de familia resulta ser un buen predictor, pues corresponde a aproximaciones ágiles y realistas sobre la diversidad presente (Martín-Piera 2000). Finalmente, para el componente flora, 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 (Mostacedo & Fredericksen 2000; Beltrán *et al.* 2009).

Curvas de acumulación de especies

Para evaluar si la riqueza observada representa un esfuerzo de muestreo adecuado en 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 los individuos registrados. Para entender si la riqueza representa la diversidad de la región se utilizó el estimador Chao 1, para los componentes avifauna, mastofauna, herpetofauna y macroinvertebrados; 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 (singletons) y dos veces (doubletons) en base a 100 permutaciones (Chao 1984, Moreno 2001). Para el componente flora se usó el estimador Chao 2, que estima el número de especies basado en incidencias, es decir, extrapola la presencia -

ausencia de una especie que ocurren en una muestra, pero a diferencia de Chao 1 no pondera a especies raras (i.e., que se registra una o dos veces; Escalante 2003). Sin embargo, para el caso particular del componente de ictiofauna, no se realizó ningún análisis debido al bajo número de individuos registrado los cuales pertenecen a una solo especie.

Curvas de 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 la abundancia 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

Cambios en la comunidad

Los cambios en la comunidad presente en cada una de las unidades muestréales fueron evaluados mediante un análisis de similaridad de Bray & Curtis. Para el efecto, se usó una matriz de tipo especie por muestra, está estuvo conformada por la abundancia de las especies, para el caso de avifauna, mastofauna y herpetofauna, para flora se usó el porcentaje de cobertura; y; géneros, para el caso de macroinvertebrados acuáticos. El índice de Bray–Curtis es considerado como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente (Brower & Zar 1984). En este contexto, es posible cuantificar las relaciones. Así, valores cercanos al 100% representa comunidades completamente similares, sin reemplazamiento de especies entre estas (Whittaker 1972).

Índice Biótico ABI (macroinvertebrados)

La calidad de agua fue evaluada mediante el índice andino biótico (Andean Biotic Index: ABI), equivalente al índice de monitoreo biológico mundial (Biological Monitoring Working Party: BMWP) pero adaptado para la región andina. El índice funciona asignando valores de 1 a 10 a cada una de las familias registradas (Anexo 12); 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). Al final, se suma las puntuaciones asignadas a cada una de las familias encontradas en las

muestras de macroinvertebrados y se cotejan en una lista elaborada al respecto. 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 13).

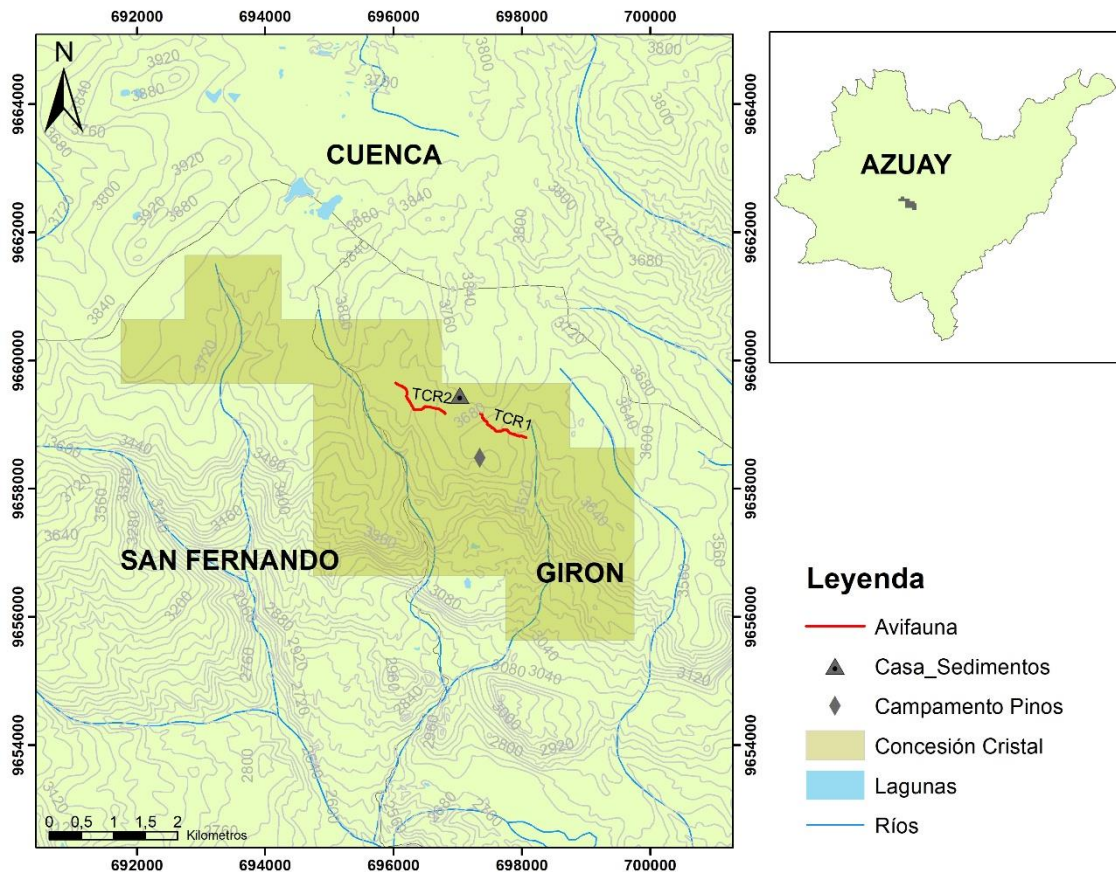
3. AVIFAUNA

Barros Q., Santiago; Landázuri P., Boris; Porras P. Paúl

3.1. MÉTODOS

3.1.1. Fase de campo

Las aves fueron registradas a través de transectos de 1 km de longitud \times 100 m de ancho. El método consiste en que el observador registre todas las aves que observa y escucha mientras camina en línea recta por un área conocida a una velocidad constante. Este método es utilizado en hábitats abiertos donde el observador puede dedicar total atención al registro de aves, permitiendo de tal manera generar datos sobre abundancia y riqueza de especies. En total, se ubicaron dos transectos (Mapa 1; Tabla 1).



Mapa 1. Área de estudio para el levantamiento de información del componente avifauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Tabla 1. Ubicación de transectos para el componente avifauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

Código Transecto	Referencias del transecto	Coordenadas UTM - WGS 84 (17S)		
		X (m)	Y(m)	Altitud
TCR1	Inicio	697351	9659168	3719
	Final	698065	9658794	3600
TCR2	Inicio	697360	9659166	3710
	Final	698073	9658789	3667

Los transectos fueron censados por dos observadores para evitar los dobles conteos. Todas las aves que sobrevolaron el transecto no fueron incluidas en los análisis de datos, pero si en el listado general de especies. El horario de observación fue de 06h00 a 14h00, para el registro de las especies se utilizaron binoculares Bushnell 8 x 42 y una cámara Nikon Coolpix p900. La identificación de especies se realizó en base a las guías de campo para el Ecuador (Ridgely & Greenfield 2001). El esfuerzo de muestreo calculado es de ocho horas persona⁻¹ (dos personas por dos horas en cada transecto).

Las especies fueron agrupadas en gremios alimenticios más frecuentes en base a la información presentada en la guía de campo del Ecuador (Ridgely & Greenfield 2001). La información sobre las categorías de amenaza a la extinción provienen del Libro Rojo de Aves del Ecuador (Granizo *et al.* 2002). El endemismo estuvo basado en la información disponible en Stattersfield *et al.* (1998). La información de las especies migrantes fue obtenida de la guía de campo del Ecuador (Ridgely & Greenfield 2001).

3.2. RESULTADOS

3.2.1. Riqueza y Abundancia

En total se registraron 77 individuos agrupados en 19 especies y asociadas a 10 familias. Las familias con mayor registro fueron: Tyrannidae y Furnariidae con cuatro especies cada una (Figura 1; Anexo 1). Las especies con mayor abundancia fueron: *Cistothorus platensis* (22.1% de los registros), *Asthenes flammulata* (18.2% de los registros), *Phrygilus unicolor* (7.8% de los registros), *Grallaria quitensis* y *Anthus bogotensis* (6.5% de los registros cada uno; Anexo 1)

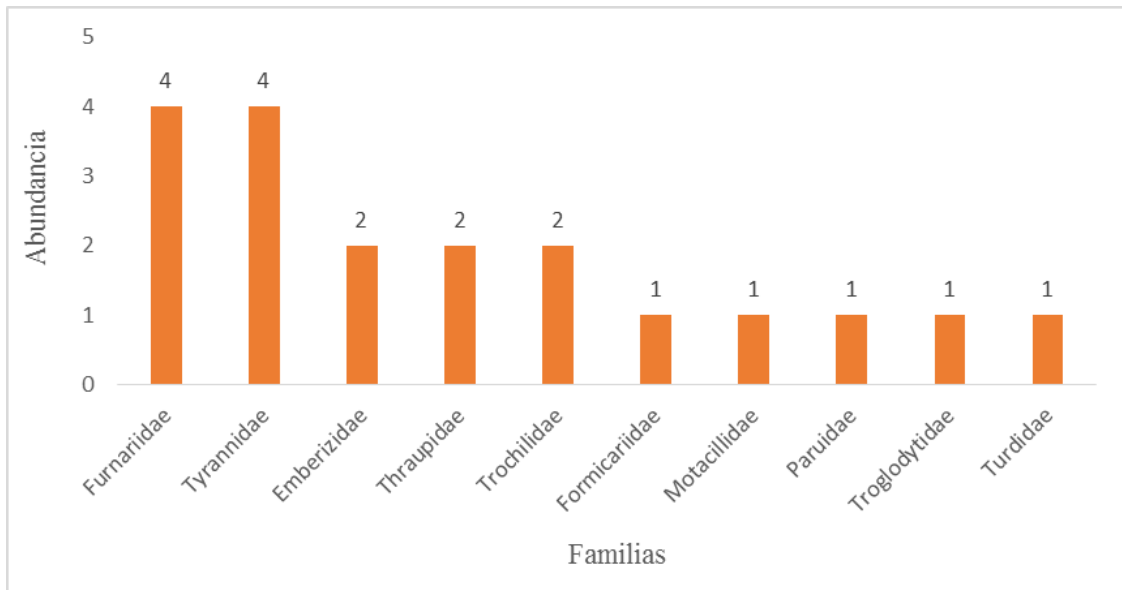


Figura 1. Número de especies por familia registradas en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

3.2.2. Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

La curva de acumulación no llega a alcanzar una asíntota definida. El estimador Chao 1 se acerca ligeramente a la riqueza observada. La riqueza se aproxima al 90.48% a la estimación para la región (riqueza observada = 19, Chao = 21 ± 4.55 (media \pm SD); Intervalo de Confianza del 95% [CI] = 23 – 19; Figura 2).

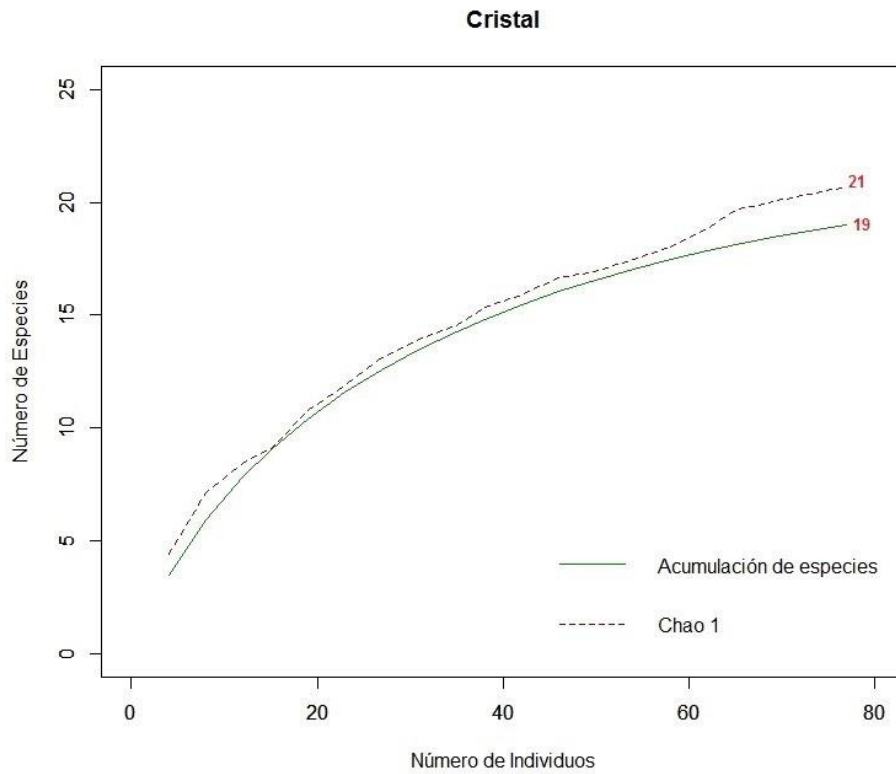


Figura 2. Curva de acumulación (línea verde) y estimador Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente avifauna para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

3.2.3. Curvas de rango-abundancia

La curva de rango-abundancia mostró que la comunidad de aves está dominada por las especies *Cistothorus platensis* y *Asthenes flammulata*. (Figura 3).

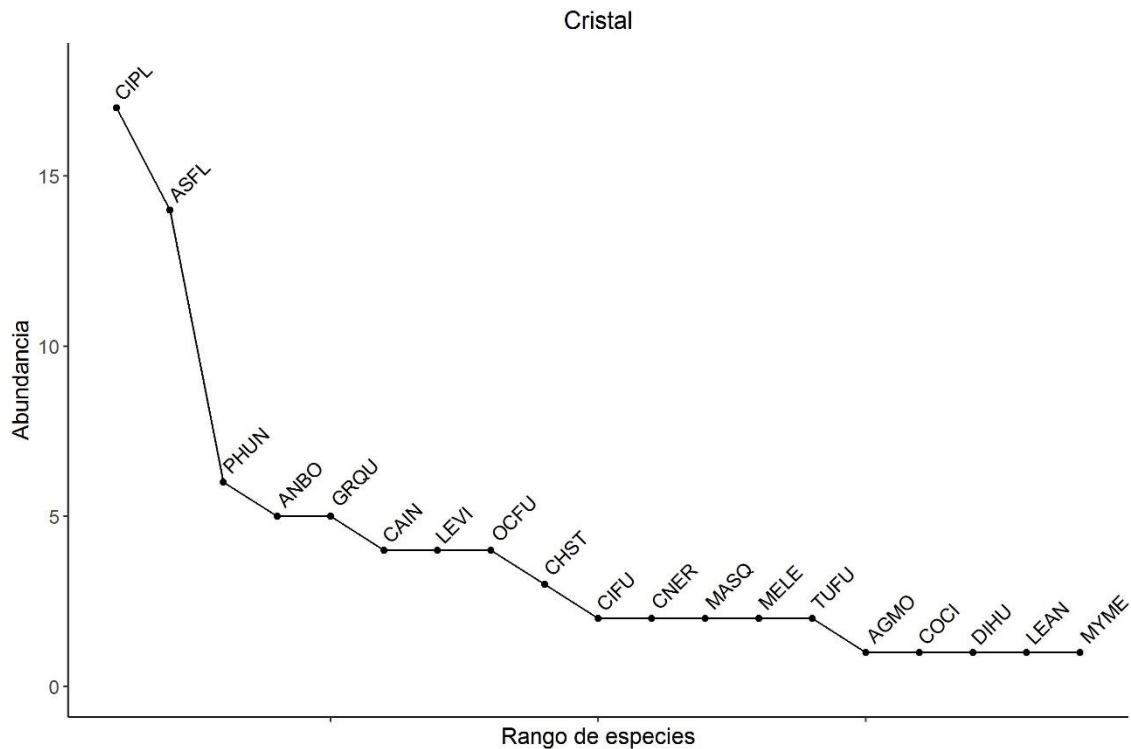


Figura 3. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de aves para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019. Código de las especies: *Agriornis montana* (AGMO), *Anthus bogotensis* (ANBO), *Asthenes flammulata* (ASFL), *Catamenia inornata* (CAIN), *Chalcostigma stanleyi* (CHST), *Cinclodes fuscus* (CIFU), *Cistothorus platensis* (CIPL), *Cnemarchus erythropygius* (CNER), *Conirostrum cinereum* (COCI), *Diglossa humeralis* (DIHU), *Grallaria quitensis* (GRQU), *Leptasthenura andicola* (LEAN), *Lesbia victoriae* (LEVI), *Margarornis squamiger* (MASQ), *Mecocerculus leucophrys* (MELE), *Myioborus melanocephalus* (MYME), *Ochthoeca fumicolor* (OCFU), *Phrygilus unicolor* (PHUN), *Turdus fuscater* (TUFU).

3.2.4. Cambios en la Comunidad

Cerca de la mitad de las especies registradas están compartidas entre los transectos (< 50%). Lo que sugiere que la estructura y composición de la comunidad de aves difiere a través de los transectos.

3.2.5. Composición de gremios

En total, se registraron cuatro preferencias alimenticias: granívoros, insectívoro, nectarívoro y omnívoro. Los insectívoros estuvieron representados por nueve especies (45.5% de los registros), Los omnívoros estuvieron representados por cinco especies (31.17% de los registros), los granívoros representados por dos especies (12.99% de los registros) y finalmente los nectarívoros por tres especies (10.39% de los registros, Figura 4; Anexo 1).

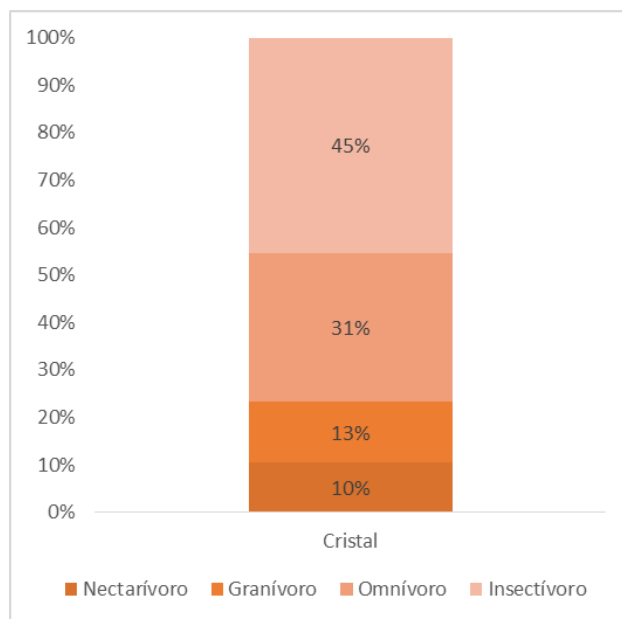


Figura 4. Estructura trófica de la comunidad de aves en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

3.2.6. Estado de conservación y endemismo

Todas las especies registradas se encuentran bajo el criterio de amenaza de “Preocupación menor” a escala global (IUCN 2019) y nacional (Granizo *et al.* 2002). Por otra parte no se registró ninguna especie endémica o migratoria.

3.3. DISCUSIONES

Los patrones de diversidad obtenidos representan, en términos generales, a los reportados para el ecosistema páramo en la región (Vuilleumier & Simberloff 1980, Carrión 2000, Astudillo *et al.* 2014, Astudillo *et al.* 2018). En adición, la riqueza de aves es muy similar a los obtenidos en los monitoreos y líneas bases realizados en el área de estudio (Barros *et al.* 2017).

La riqueza de especies evaluada a través de la rarefacción y estimadores no paramétricos Chao 1 demuestran que el número de especies observadas dentro de la concesión Cristal, a pesar de que no llegar a estabilizarse, presenta valores que alcanzan un porcentaje mayor al 90% de la diversidad regional estimada. Es importante considerar que el páramo al ser un ecosistema muy heterogéneo (Vásconez & Hofstede 2006), presenta un alto número de especies, pero con abundancias relativamente bajas lo cual podría estar influyendo en el comportamiento de las curvas (Palmer 1990; Chiarucci *et al.* 2003). Sin embargo, mayores esfuerzos tanto espaciales como temporales podrían mejorar la estimación de la diversidad regional.

La curvas de rango – abundancia muestran que la comunidad de aves dentro de la concesión Cristal está dominada por la presencia de las especies *Cistothorus platensis* y *Asthenes flammulata*. Estas especies son comunes en los ecosistemas de páramo (Ridgely & Greenfield 2001) y prefieren una vegetación de páramo más alta en asociación con plantas arbustivas (Astudillo *et al.* 2015). Lo que concuerda con el tipo de vegetación observada dentro de los dos transectos evaluados, estos presentaban una composición vegetal heterogénea con presencia de asociaciones de páramo herbáceo, arbustos, bosquetes de *Polylepis*, almohadilla y mayor altura de la vegetación.

En cuanto a la composición de la comunidad de aves, se evidenció cambios entre los dos transectos evaluados. Consideramos que la variación espacial en la comunidad presenta una estrecha relación con la estructura de la vegetación (Laurance & Bierrgaard 1997). Algunos estudios han demostrado que las asociaciones vegetales muestran una fuerte relación con la diversidad de aves de páramo (Fjeldså & Krabbe 1990; Gareca *et al.* 2010; Astudillo 2014). En este contexto, se encontró pequeños fragmentos de bosque de *Polylepis*, que proporcionan alimentación, alternativas de perchas y espacios para anidar que atraen a especies de aves afines a este hábitat (Astudillo *et al.* 2014).

El ensamblaje de las especies por gremios alimenticios estuvo constituida por cuatro niveles. Los omnívoros fueron dominantes por su riqueza de especies y por su abundancia relativa. Este grupo de especies suelen ser consideradas como generalistas (Astudillo *et al.* 2014), ya que no diferencian sus preferencias alimenticias y pueden estar presentes en varios tipos de hábitats y forrajeando sobre diferentes sustratos (González *et al.* 2014). Por otro lado, la abundancia de los insectívoros y nectarívoros está sujeta principalmente a la disponibilidad de recursos (Sagrario 2011). Por tal motivo, la abundancia puede variar dependiendo de la disponibilidad de los recursos. En el caso particular de los rapaces y carroñeros probablemente la ausencia de registros se deba a que el estudio de estos gremios requiere métodos particulares, y también a la baja detectabilidad y cuantificación que presentan este tipo de especies (MacKenzie *et al.* 2005).

4. MASTOFAUNA

4.1. MÉTODOS

4.1.1. Fase de campo

Los muestreos se realizaron a lo largo de la concesión Cristal en donde se ubicaron dos transectos en total, cada transecto con una longitud de 1 km (Mapa 2, Tabla 2) se siguieron los métodos y técnicas empleados en monitoreos anteriores que son detallados posteriormente. Así, para pequeños mamíferos no voladores se emplearon trampas de captura viva tipo Sherman. Siguiendo el protocolo recomendado por Barnett (1992), en donde se usaron 25 trampas ubicadas cada 15 o 20 m una de otra, distribuidas linealmente. Las trampas permanecieron operativas durante dos noches consecutivas. En total se realizó un esfuerzo de muestreo de 100 trampas/noche para este grupo.

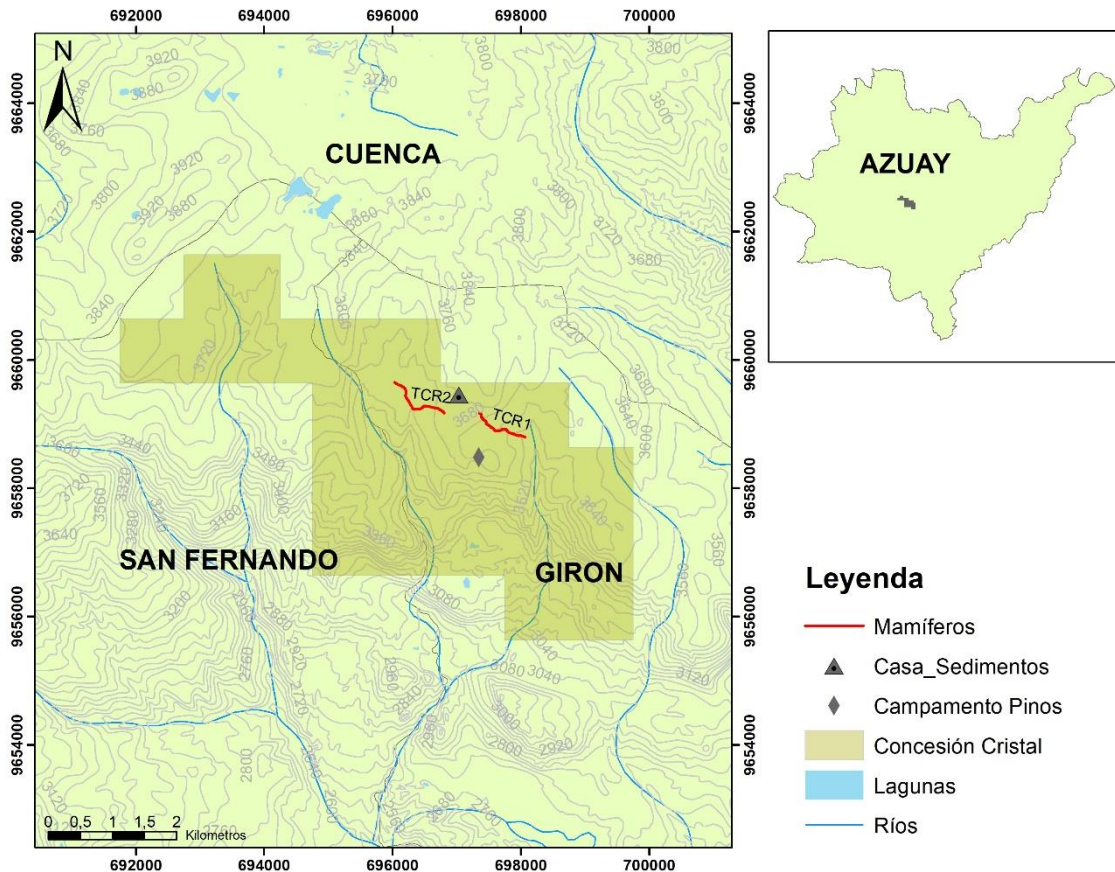
Para los medianos y grandes mamíferos se usó la observación directa vía búsqueda e identificación de huellas y otros rastros (eg. heces, pelos, osamentas). Este método es adecuado para registro de especies en ecosistemas heterogéneos como el páramo (Tirira 1999). Las búsquedas se efectuaron en recorridos de 60 a 90 minutos y observaciones dirigidas en los transectos establecidos de 1 km × 2.5 m a cada lado. Los transectos fueron recorridos por dos observadores una vez al día, mientras los rastros y huellas fueron contabilizados una sola vez. En total se empleó un esfuerzo de ocho horas persona⁻¹. En adición, se incluye también dentro de la lista de especies, pero no para los análisis, registros eventuales o casuales documentados vía encuestas informales. Las especies fueron identificadas mediante la guía de campo de mamíferos del Ecuador (Tirira 2017).

Para determinar los patrones de distribución de la abundancia de las especies en la comunidad de mamíferos presente en el área, se usaron curvas de rango-abundancia propuestas por Whittaker (1965) que se obtienen al ordenar jerárquicamente a las especies presentes en cada transecto, en donde se coloca primero la de mayor abundancia y, con base en esta ordenación, se obtiene un perfil de abundancias en escala logarítmica por rango.

La abundancia relativa sigue el formato y criterios que propone Tirira (2017), según lo cual existen cinco categorías: Común (especie muy abundante y fácil de encontrar), Frecuente (especie encontrada periódicamente aunque en bajas densidades), No común (especie difícil de encontrar, aunque en la mayoría de los casos es posible ver o registrar al menos un individuo), Rara (especie muy difícil de encontrar y ausente en muchas

localidades), y Desconocida (para especies de las cuales no existe información que permita conocer su abundancia).

La información de especies amenazadas se basa en el Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira 2011), en la Lista Roja de la UICN (2019). Las especies endémicas fueron determinadas de acuerdo a lo referido por Tirira (2017) en la guía de campo de mamíferos del Ecuador.



Mapa 2. Área de estudio para el levantamiento de información del componente mastofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Tabla 2. Ubicación de transectos para el componente mastofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Código Transecto	Referencias del transecto	Coordenadas UTM - WGS 84 (17S)		
		X (m)	Y(m)	Altitud
TCR1	Inicio	697351	9659168	3719
	Final	698065	9658794	3600
TCR2	Inicio	697360	9659166	3710
	Final	698073	9658789	3667

4.2. RESULTADOS

4.2.1. Riqueza y abundancia

En total para la concesión se reportaron seis especies asociadas en 32 individuos (Anexo 4). La especie más abundante es *Sylvilagus andinus* con el 46.87% del total de los registros, seguido de *Akodon mollis* con 15.62%, luego *Lycalopex culpaeus* con 12.5%, *Microrhynchomys altissimus* y *Odocoileus ustus* con 9.5% cada una y por último *Phyllotis haggardi* con 6.25% de los registros.

Mediante los métodos de observaciones directas de individuos, rastros y huellas se registraron tres especies de medianos y grandes mamíferos (*L. culpaeus*, *O. ustus* y *S. andinus*). Así también, para pequeños mamíferos a través de capturas se registraron tres especies (*M. altissimus*, *A. mollis* y *P. haggardi*).

4.2.2. Abundancia de especies

La abundancia relativa registrada de acuerdo a los criterios de evaluación tenemos que el 30% de las especies encontradas son clasificadas como **No común** (*M. altissimus* y *L. culpaeus*); también tenemos dos especies con el 30% en la categoría **Frecuente** (*A. mollis* y *O. ustus*), otra especie categorizada como **Común** con un 20% (*S. andinus*); y finalmente una especie en la categoría **Rara** con un 20% (*P. haggardi*); Figura 5).

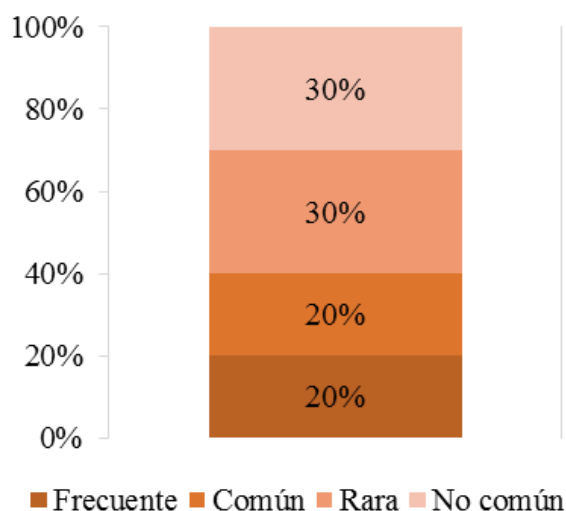


Figura 5. Abundancia relativa (Tirira 2017) de los Mamíferos registrados en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga"- diciembre 2019.

4.2.3. Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

La curva de rarefacción evaluada para toda el área de la concesión Cristal alcanzó una asíntota definida, en donde el valor de riqueza observada fue de seis especies y el valor del estimador Chao 1 representó el 97.5% de la riqueza esperada (Riqueza observada = 6, Estimador Chao 1 = 6 ± 1.4 [media \pm SD]; Intervalo de Confianza del 95% [CI] = 1.1 – 0.4; Figura 6).

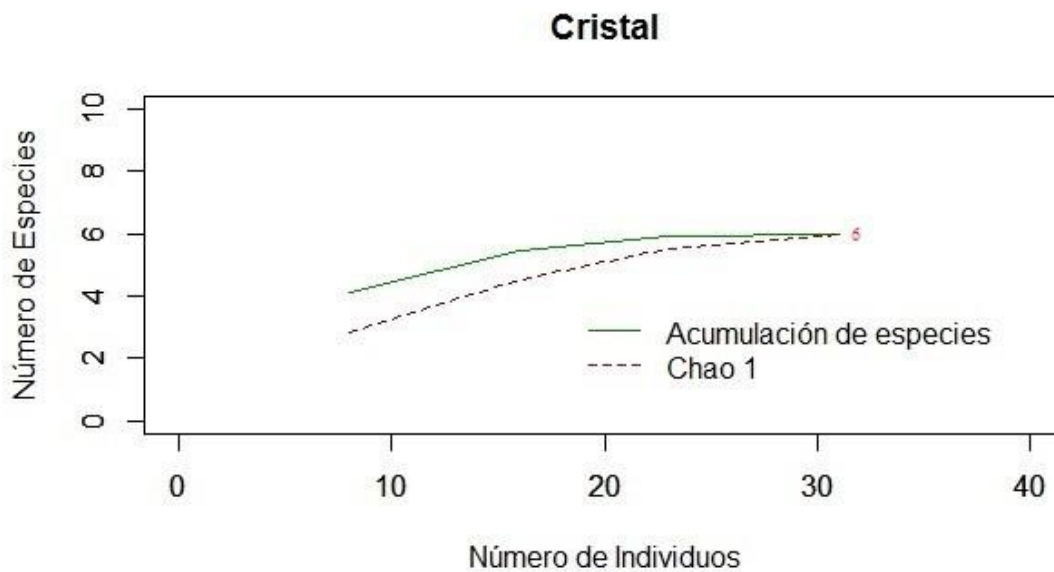


Figura 6. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente mastofauna para la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga", diciembre del 2019.

4.2.4. Curva de rango-abundancia

La curva de rango-abundancia muestra que los mamíferos de la concesión de Cristal destacan por su dominancia más alta el conejo andino (*S. andinus*) seguida del Venado de páramo ecuatoriano (*O. ustus*; Figura 7).

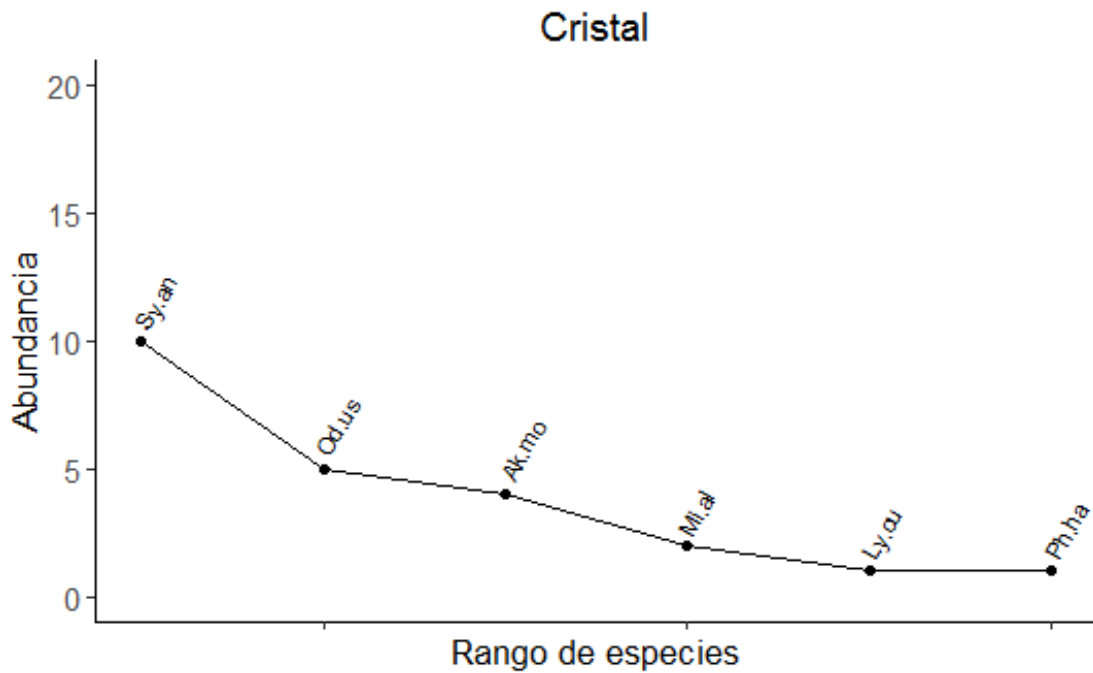


Figura 7. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies de mamíferos para la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019. Código de las especies: *Sylvilagus andinus* (SYAN), *Odocoileus ustus* (ODUS), *Akodon mollis* (AKMO), *Microryzomys altissimus* (MIAL), *Lycalopex culpaeus* (LYCU), *Phyllotis haggardi* (PHHA).

4.2.5. Cambios en la comunidad

En general la comunidad de mamíferos presenta una estructura parcialmente similar entre transectos. El valor obtenido es de 0.625 lo que quiere decir que un 62.5% de la diversidad del sitio es compartida entre los transectos estudiados.

4.2.6. Composición de gremios

Con respecto a la composición gremial podemos observar que los omnívoros (*A. mollis*, *P. haggardi* y *M. altissimus*) representan un 50% de la cadena trófica, los herbívoros (*O. ustus* y *S. andinus*) componen el 33.34%, y los carnívoros (*L. culpaeus*) constituyen un 16.66% del total de los gremios alimenticios (Figura 8).

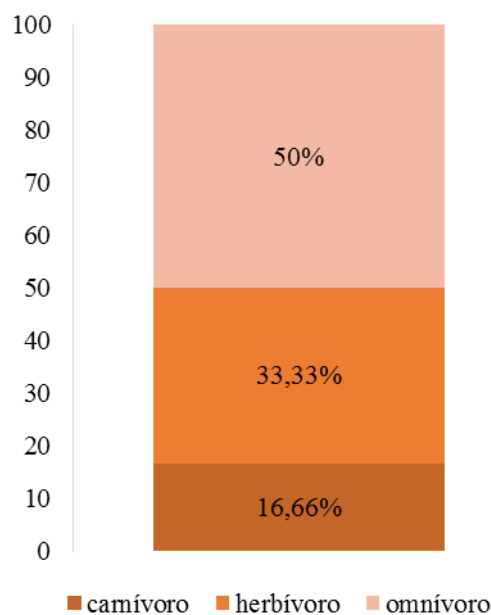


Figura 8. Composición de gremios de la comunidad de mamíferos registrados en la concesión Cristal el proyecto minero "Loma Larga". Diciembre 2019.

4.2.7. Estado de conservación y endemismo

En el área de estudio se registró una especie vulnerable (VU) a nivel nacional, dos entran en la categoría de no evaluadas (NE). Las demás especies registradas se encuentran dentro de la categoría Preocupación Menor (LC; Tabla 3).

Tabla 3. Especies de Mamíferos con algún estado de conservación según la UICN y el Libro rojo de los mamíferos del Ecuador en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Nombre científico	Estatus de Conservación		CITES
	Nacional (Tirira 2011)	Global(UICN 2017)	
<i>Lycalopex culpaeus</i>	VU	LC	II
<i>Akodon mollis</i>	LC	LC	
<i>Phyllotis haggardi</i>	LC	LC	
<i>Microryzomys altissimus</i>	LC	LC	
<i>Sylvilagus andinus</i>	NE	NE	
<i>Odocoileus ustus</i>	NE	NE	

La única especie endémica registrada en esta ocasión fue *P. haggardi* (Cricetidae), y están restringida a los páramos del Ecuador (Brito *et al.* 2017).

4.3. DISCUSIONES

Aunque la riqueza sigue la tendencia general registrada en el área durante los últimos años (Barros *et al.* 2017) la abundancia en esta ocasión se ha visto reducida en la mayoría de especies. Las causas pueden ser diversas y no necesariamente responden a una actividad concreta, éstas pueden deberse a cuestiones del azar en el muestreo, como también a las condiciones climáticas en el área durante el estudio, y/o razones netamente ecológicas y demográficas de las poblaciones de las diferentes especies de mamíferos (Morlans & Biól 2014), los pequeños mamíferos presentan ciclos reproductivos muy estacionales, en donde la explosión de nuevos individuos puede traducirse en mayores abundancias, en consecuencia menos probabilidad de contar especies.

En general, las comunidades de pequeños mamíferos para estos ecosistemas suelen ser compuestas por pocas especies (Cadena & Malagón 1994, Brito *et al.* 2017). El número de especies registradas en este monitoreo corresponden al 10% del total de las especies reportadas para el ecosistema páramo de todo el Ecuador. . Por otra parte en esta ocasión la única especie endémica registrada es el ratón orejón de Haggard (*P. haggardi*), distribuida en la Sierra norte y centro del Ecuador (Tirira 2007; Naylor & Roach 2016). La especie ha sido registrada casi en todos los monitoreos dentro del área, por lo que se pensaría que su población podría estar estable en la misma. En adición, Lobo de páramo es el único carnívoro residente que se encuentra en el tope de la pirámide alimenticia y que de acuerdo a lo observado por la composición de sus heces, su principal presa es el conejo andino que es un consumidor primario (herbívoro) y que además es abundante en la zona. También se han encontrado osamentas de presas como pequeños roedores y que al ser omnívoros estarían cumpliendo las funciones de especies de la mitad de la pirámide alimenticia como consumidores primarios y secundarios.

5. HERPETOFAUNA

Timbe B, Bruno; Jiménez E, Ramiro.

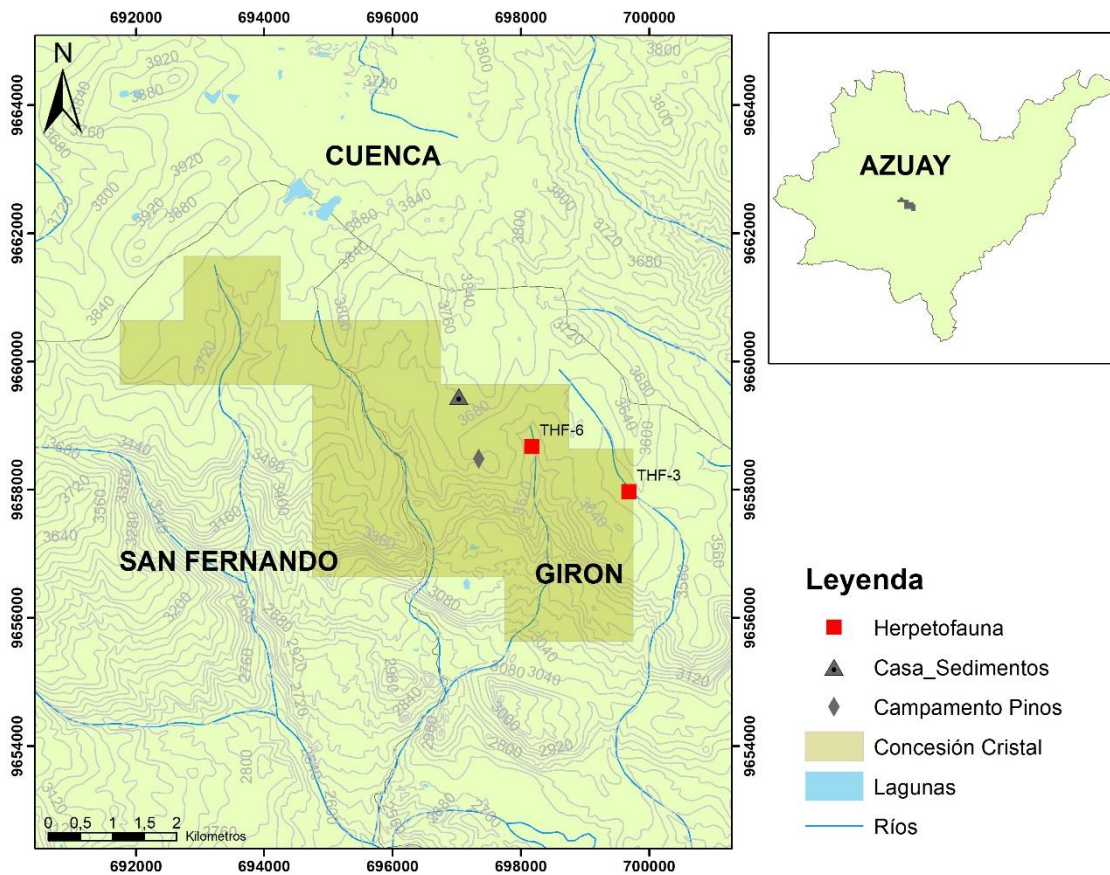
5.1. MÉTODOS

5.1.1. Fase de campo

Para el registro de herpetofauna se utilizó la metodología de transectos de banda estrecha de 100 m de largo \times 2 m de ancho (Angulo *et al.* 2006). Este método consiste en realizar búsquedas minuciosas de anfibios y reptiles a través de una línea predeterminada y a una velocidad constante. 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 (Rueda *et al.* 2006).

Para la colocación de los transectos se siguieron tres recomendaciones dadas por (Angulo *et al.* 2006): i) cada transecto presenta una separación mínima de 250 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.

Dentro de la concesión de Cristal se colocaron cuatro transectos (Mapa 3, Tabla 4). Cada transecto fue evaluado durante 60 minutos por tres personas en horario diurno y nocturno: 9:00 – 11:00; 18:30 – 22:00. El esfuerzo de muestreo calculado es de seis horas persona¹ (tres personas por una hora en cada transecto).



Mapa 3. Área de estudio para el levantamiento de información del componente herpetofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Tabla 4. Ubicación de transectos para el componente herpetofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Código transecto	Coordenadas UTM - WGS84					
	X (inicio)	Y (inicio)	X (fin)	Y (fin)	Elevación	
Cristal	THF-3	699939	9658334	699855	9658394	3650
	THF-6	698174	9658668	698190	9658560	3582

5.1.2. Fase de laboratorio

Los individuos registrados fueron analizados y clasificados en base a literatura disponible en la guía de anfibios del Ecuador (Ron *et al.* 2020). Adicionalmente, representantes de cada especie fueron fotografiados a detalle para facilitar el proceso de identificación (Anexo 7). La colecta de individuos en el campo se realizó cuando la determinación taxonómica no fue posible en el campo, máximo cinco morfotipos por especies fueron colectados. Los animales colectados fueron llevados al laboratorio del Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad del Azuay (FAUS-UDA- Museo de Zoología-003-2018). Los especímenes colectados fueron sometidos al siguiente protocolo: i) sacrificio de los animales, se usó el método establecido por McDiarmid (1994) que consiste en

aplicar un anestésico de uso humano (benzocaína) en la cabeza o en el vientre de los individuos; ii) fijación de especímenes, se aplicó formol al 10% para posteriormente posicionarlos de tal forma que faciliten la toma de medidas morfológicas y la identificación taxonómica (Simmons & Muñoz-Saba 2005); iii) para la preservación de los especímenes se procedió a almacenarlas en frascos de vidrio con alcohol etílico al 75%.

5.2. RESULTADOS

5.2.1. Riqueza y abundancia

En total se registraron 33 individuos distribuidos en tres especies y asociados a una familia (Anexo 5). Para los reptiles no se registraron especímenes. La especie más abundante es *Pristimantis lutzae* (57.57% de los registros), seguida de *Pristimantis orestes* (39.39% de los registros) y *Pristimantis sp. 1* (3.04% de los registros) (Figura 9).

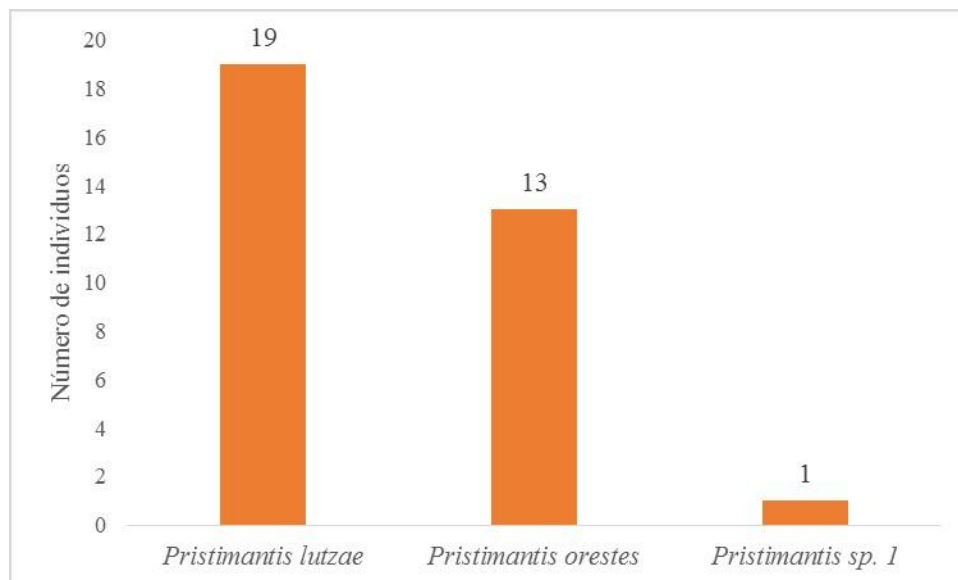


Figura 9. Abundancia de individuos por especie registrados durante el monitoreo de herpetofauna en la concesión de Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre-2019.

5.2.2. Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

La curva de rarefacción no alcanza una asíntota. El valor de riqueza observada es de tres especies y el estimador Chao1 indica que equivale al 100% de la riqueza estimada para la región (Estimador Chao1 = $3 \pm 0,60$ [media \pm SD]; Intervalo de confianza 95% = 2.32 - 3.68; Figura 10).

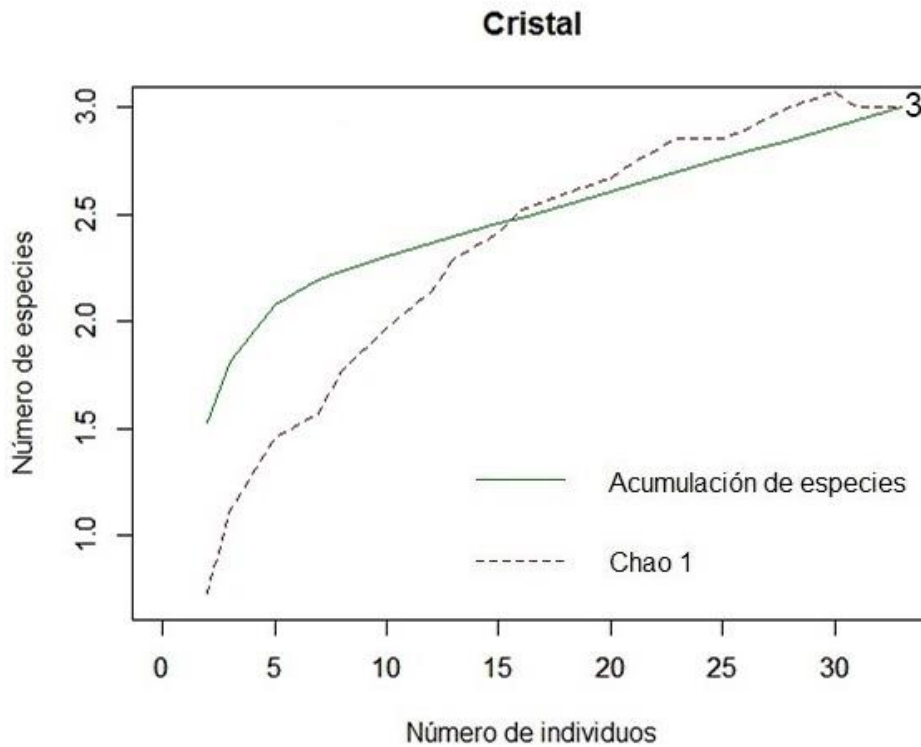


Figura 10. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente herpetofauna para la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

5.2.3. Curva de rango-abundancia

La relación entre la abundancia y el rango de especies representada en el gráfico (Figura 11), muestra un leve dominancia de *P. lutzae* seguida por *P. cryophilus* mientras que *P. sp. 1* muestra una baja representación.

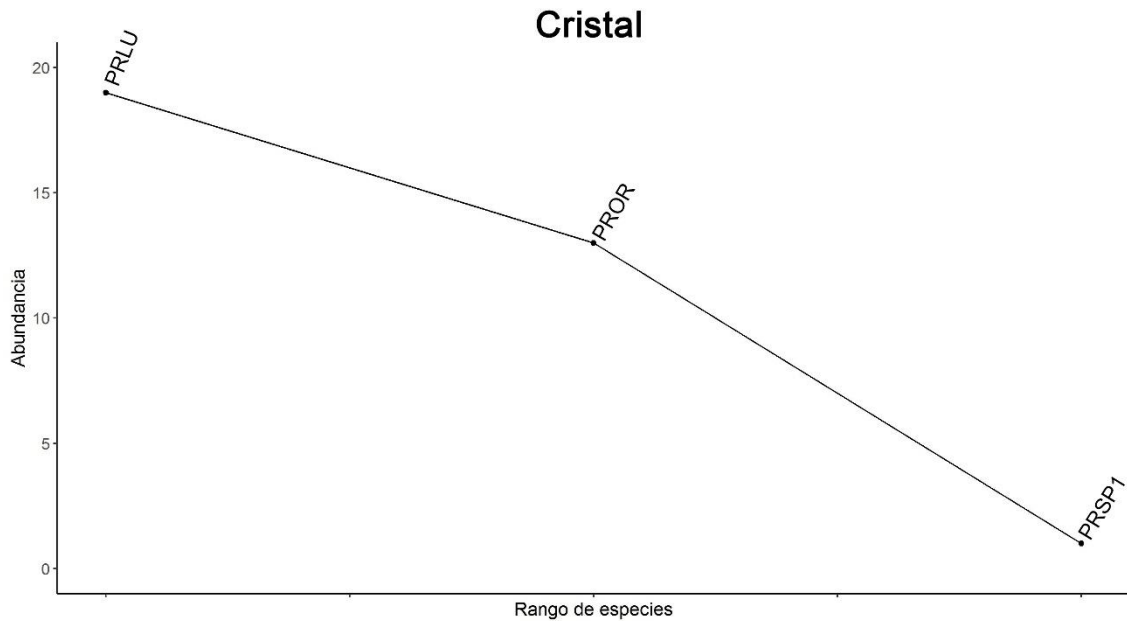


Figura 11. Curvas de rango-abundancia. Muestran la abundancia de las especies registradas en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019. Código de las especies: *Pristimantis lutzae* (PRLU), *Pristimantis orestes* (PROR), *Pristimantis sp. 1* (PRSP1).

5.2.4. Cambios en la Comunidad

De acuerdo al análisis Bray-Curtis la comunidad de anfibios en los transectos THF-3 y THF-6 presentó un valor de 0.424 lo que significa que se comparte el 42% de la diversidad entre los transectos estudiados.

5.2.5. Estado de Conservación

Debido a que *P. lutzae* es una especie que ha sido recientemente descrita, todavía no ha sido categorizada por la UICN ni por el libro rojo de anfibios del Ecuador (Anexo 6). Sin embargo, los autores recomiendan asignarla dentro de la categoría Preocupación Menor debido a su distribución en cuatro áreas protegidas (Parque Nacional Cajas, Reserva Mazán, Reserva de vida Silvestre Mazar y Bosque Protector Yanuncay Irquis; Páez & Ron 2019; Ron *et al.* 2020). De acuerdo con la UICN y la lista roja de anfibios del Ecuador la especie *P. orestes* ha sido asignado en la categoría en peligro (Anexo 6).

5.3. DISCUSIONES

Todas las especies pertenecen al género de ranas terrestres *Pristimantis*. Este grupo en particular presenta una elevada diversificación en la región de los Andes norte (Ecuador, Colombia y Venezuela) en dónde se han reportado entre cuatro a nueve especies en zonas por encima de los 3000 m snm (Duellman 1988; Meza-Joya & Torres 2016; Armesto & Señaris 2017). Así también, en páramos del sur del país (Parque Nacional Cajas; Parque

Nacional Podocarpus) se han reportado seis y cinco especies respectivamente (Salinas & Ventimilla 2010; Sánchez & Celi 2013). De esta manera, las tres especies de anfibios registradas durante el monitoreo reflejan en cierta medida la diversidad de esta región, lo que se refleja con los estimadores de diversidad Chao1.

Las curvas de rango-abundancia de especies mostró cierta dominancia de *Pristimantis lutzae*, especie que fue descrita recientemente (Páez & Ron 2019) y que era conocida anteriormente como *Pristimantis riveti*. Así también se registró un número considerable de individuos de *Pristimantis orestes*, siendo ambas especies representativas del ecosistema páramo en el sur del país (Ron *et al.* 2020). Cambios en la vegetación podrían tener una influencia sobre la composición de anfibios debido a que características heterogéneas del hábitat promueven al incremento de la biodiversidad altoandina (eg., Minga & Verdugo 2007; Astudillo *et al.* 2018)

6. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS E ICTIOFAUNA

Jiménez E., Ramiro; Vintimilla., Miguel; Timbe B., Bruno

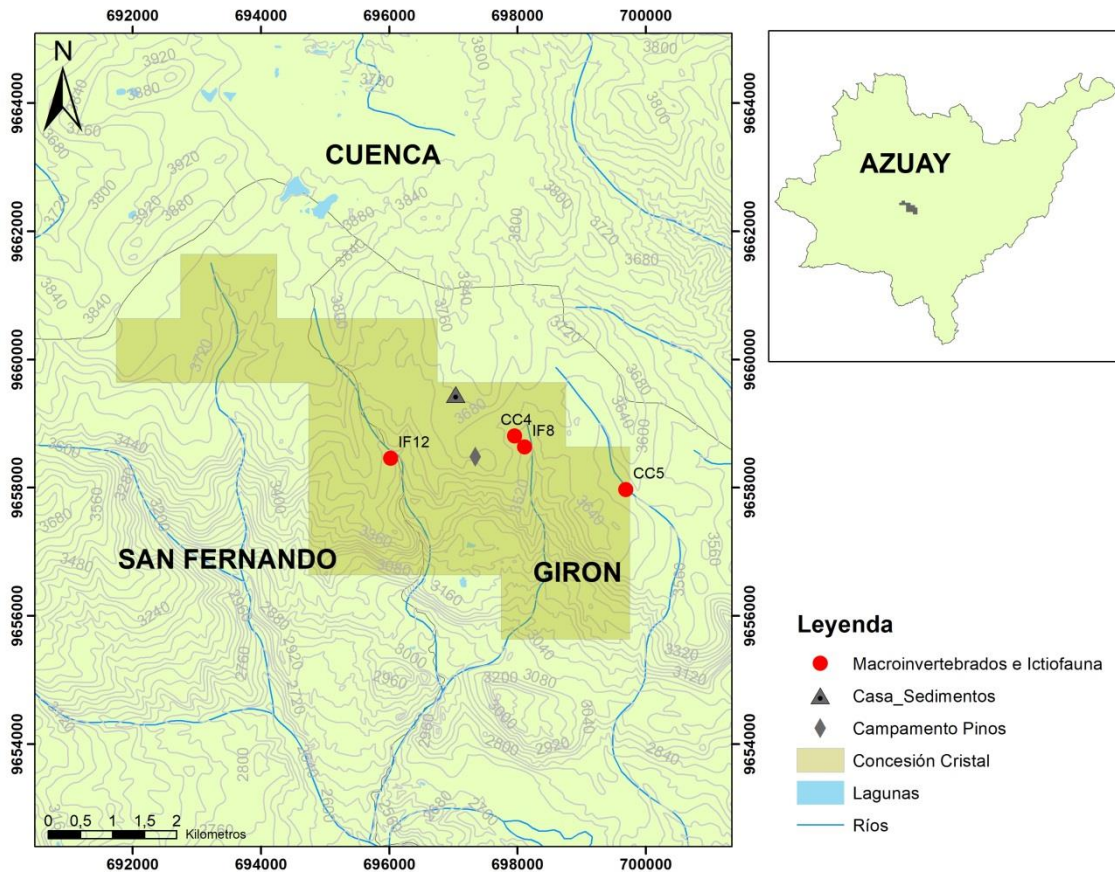
6.1. MÉTODOS

6.1.1. Fase de campo

Para el monitoreo de macroinvertebrados e ictiofauna se establecieron cuatro estaciones distribuidas en la localidad de Cristal, cada estación pertenece a una quebrada en particular (Mapa 4, Tabla 5). Métodos para cada grupo en específico se detallan a continuación.

Macroinvertebrados: En cada estación se utilizó una red tipo Surber de 25×25 cm con un ojo de malla: 0.5 mm, aplicando la técnica estandarizada de patada durante cinco minutos (Barbour *et al.* 1999). El esfuerzo de muestreo fue calculado en horas persona, se realizó un esfuerzo de muestreo de 12 horas persona⁻¹ (tres personas por una hora en cada estación). Todos los macroinvertebrados fueron separados de los sedimentos directamente en el campo para luego ser depositados en alcohol potable al 90%. Las muestras fueron llevadas a los laboratorios de la Universidad del Azuay donde se procedió a la identificación y conteo de individuos. Para el efecto se usó las claves taxonómicas de Dominguez & Fernandez (2009) como así también la guía de Rincón *et al.* (2016) de los macroinvertebrados acuáticos de los ríos del Parque Nacional Cajas. Sin embargo, no todos los especímenes pudieron ser identificados, en la mayoría de los casos se llegó a género, aunque el nivel taxonómico máximo fue el de familia.

Ictiofauna: En cada estación se utilizó una red triangular para capturar individuos que podrían estar dispuestos a lo largo de 50 m del cuerpo de agua. El esfuerzo de muestreo fue calculado en horas persona, se realizó un esfuerzo de muestreo de 12 horas persona⁻¹ (tres personas por una hora en cada estación). Una vez capturados los especímenes, estos fueron fotografiados y devueltos al cuerpo de agua, pero alejados del espacio (aguas abajo) de muestreo para evitar doble conteos. 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 Prado (2015) sobre los peces de aguas continentales de la vertiente occidental del Ecuador.



Mapa 4. Área de estudio para el levantamiento de información del componente Macroinvertebrados e Ictiofauna. Concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Tabla 5. Ubicación de transectos para el componente Macroinvertebrados e Ictiofauna en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Código	Coordenadas UTM – WGS84			Hábitat	
	X	Y	Elevación		
Cristal	CC4	697956	9658804	3616	Páramo herbáceo y en menor proporción páramo arbustivo. Sustrato pedregoso y arenoso. Quebrada aproximadamente de 1.11 m de ancho por 54 cm de profundidad.
	CC5	699687	9657969	3588	Páramo herbáceo. Sustrato pedregoso y fangoso. Quebrada aproximadamente de 1.14 m de ancho por 18 cm de profundidad.
	IF8	698113	9658632	3629	Páramo herbáceo. Sustrato arenoso. Quebrada aproximadamente de 2 m de ancho por 25 cm de profundidad.
	IF12	696024	9658457	3602	Páramo herbáceo y en menor proporción páramo arbustivo. Sustrato pedregoso. Quebrada aproximadamente de 2.5 m de ancho por 75 cm de profundidad.

6.2. RESULTADOS

6.2.1. Macroinvertebrados acuáticos

6.2.1.1. Riqueza y Abundancia

En total se colectaron 577 individuos asociados a 11 órdenes, 30 familias y 40 géneros (Anexo 8). Las familias con mayor abundancia fueron: Hyalellidae (27.04% de los registros), Leptophlebiidae (16.64% de los registros) y Chironomidae (9.01% de los registros) (Figura 12).

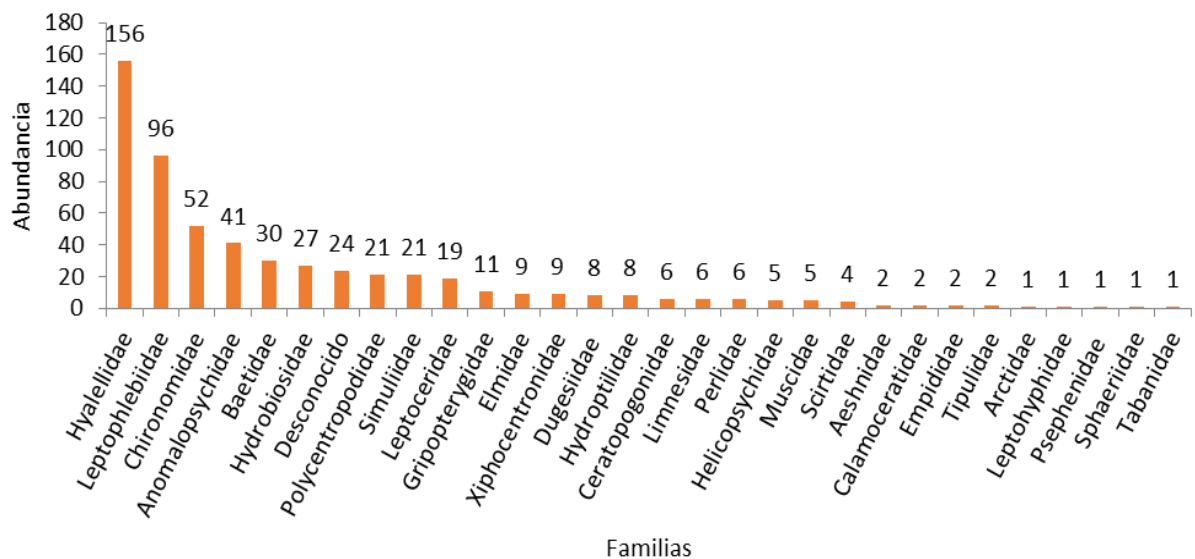


Figura 12. Abundancias por familias presentes en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

6.2.1.2. Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

La curva de rarefacción evaluada para la concesión Cristal no alcanza una asíntota definida. Aunque, la riqueza observada se acerca al estimador Chao 1 en un 97.5% a la estimación para la región (Riqueza observada = 40, Estimador Chao 1 = 45.14 ± 11.59 [media \pm SD]; Intervalo de Confianza del 95% [CI] = 41.75 – 48.53; Figura 13).

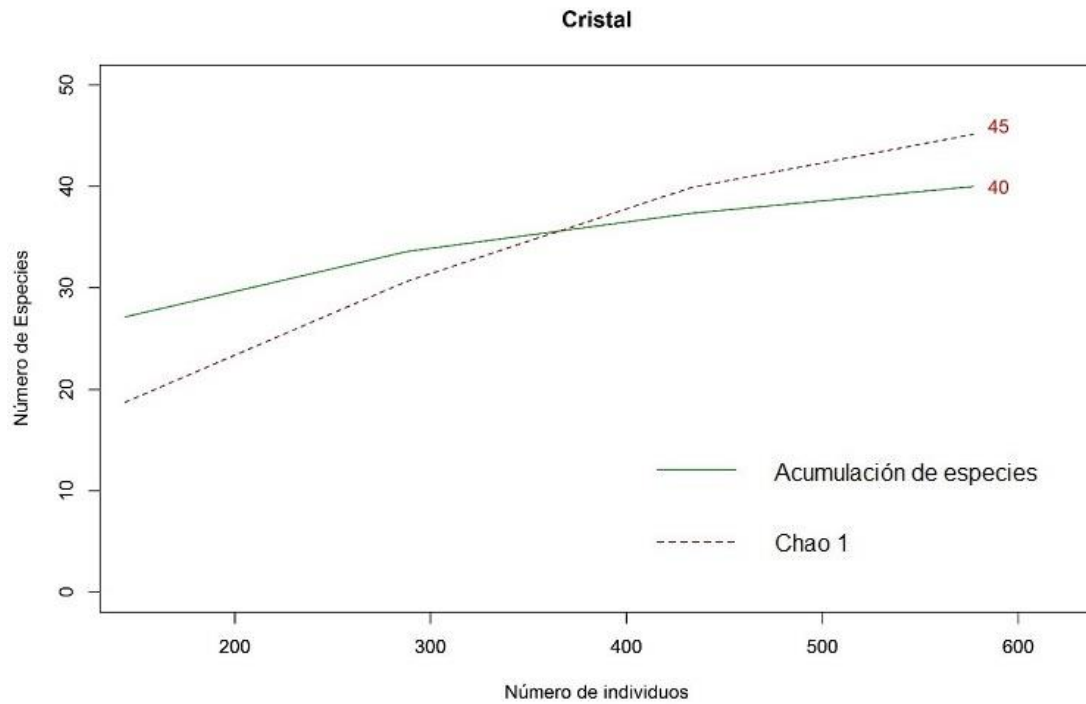


Figura 13. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente macroinvertebrados para concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

6.2.1.3. Curva de rango-abundancia

La curva de rango abundancia mostró que la comunidad de macroinvertebrados está dominada por la sub clase oligochaeta y por el género *Farrodes* (Figura 14).

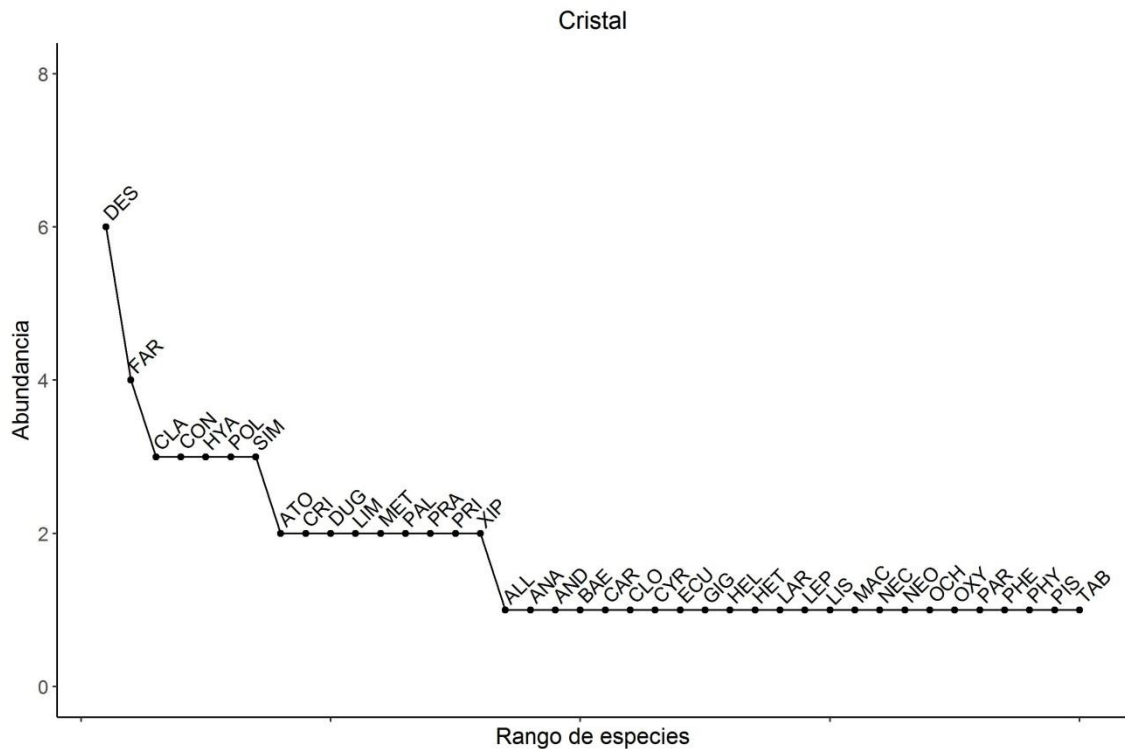


Figura 14. Curva de rango-abundancia. Muestran la abundancia de los géneros registradas en las estaciones localizadas en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga"- diciembre 2019. Código de los géneros: Oligochaeta (DES), Farrodes (FAR), Claudioperla (CLA), Contulma (CON), Hyaellidae (HYA), Polycentropus (POL), Simulium (SIM), Atopsyche (ATO), Critcotopus (CRI), Dugesidae (DUG), Linnophyes (LIM), Metrichia (MET), Palmomyia (PAL), Paracles (PAR), Xiphocentronidae (XIP), Allopatalia (ALL), Anacroneuria (ANA), Andesiops (AND), Baetodes (BAE), Cardiocladius (CAR), Cloedes (CLO), Cynrellus (CYR), Ecuaphlebia (ECU), Gigantodax (GIG), Helicopsyche (HEL), Heterelmis (HET), Larsia (LAR), Leptohyphes (LEP), Lipse (LIS), Macrelmis (MAC), Nectopsyche (NEC), Neoplasta (NEO), Ochrotrichia (OCH), Oxyethira (OXY), Parametricnemus (PAR), Pheneps (PHE), Phylloicus (PHY), Pisidium (PIS), Tabanus (TAB).

6.2.1.4. Cambios en la Comunidad

La similitud observada varía desde 6% a 27%. Lo que sugiere que no existe mayor similitud en la comunidad de macroinvertebrados entre las estaciones evaluadas. (Tabla 6).

Tabla 6. Índice de similitud de Bray-Curtis, expresado en porcentaje, para las estaciones monitoreadas dentro de la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma larga" – diciembre 2019.

	CC4	CC5	IF12
CC5	27%		
IF12	15%	11%	
IF8	24%	9%	6%

6.2.1.5. Índice Biótico de calidad (ABI)

La estación IF12 se encuentra dentro de la categoría buena, lo que corresponde a aguas muy limpias. Las estaciones CC4, CC5 e IF8 están dentro de la categoría aceptable, lo que corresponde a aguas ligeramente contaminadas (Figura 15; Anexo 9).

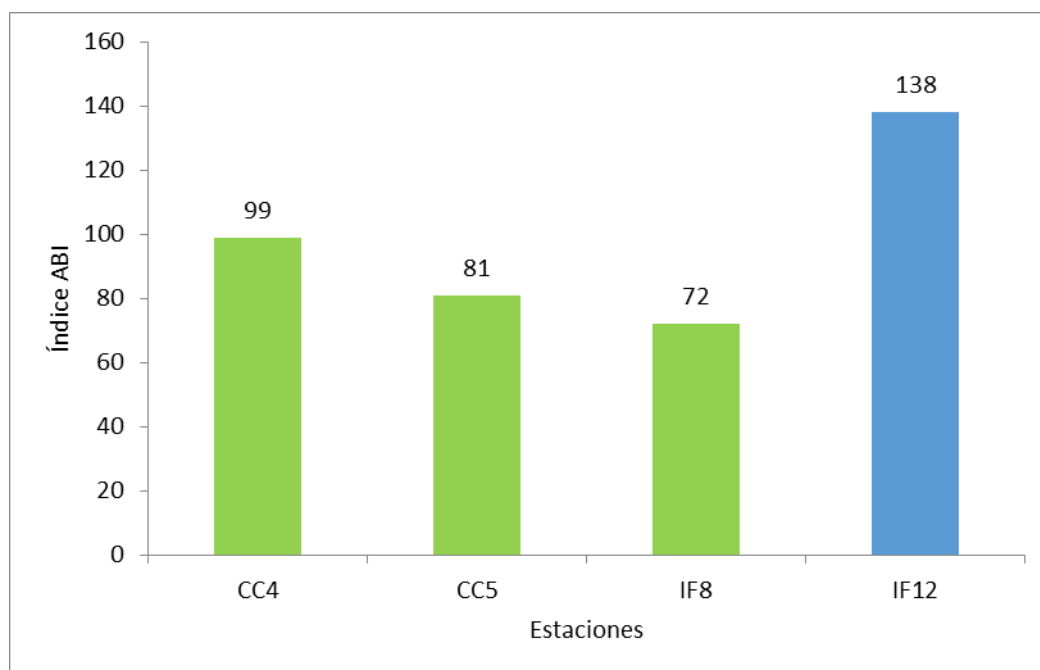


Figura 15. Valores ABI para cada una de las estaciones muestreadas en la localidad de Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

6.2.2. Ictiofauna

Debido a que el número de especímenes obtenidos durante la campaña de monitoreo fue reducido (cuatro individuos) los análisis de rarefacción y estimador Chao 1, curva de rango-abundancia e índice de similitud de Bray-Curtis no fueron incluidos.

6.2.2.1. Riqueza y abundancia

Durante el monitoreo se registraron 4 individuos, asociados a una especie (*Oncorhynchus mykiss*; Anexo 10).

6.3. DISCUSIONES

6.3.1. Macroinvertebrados acuáticos

La riqueza y abundancia entre las estaciones de monitoreo podría variar de acuerdo a los cambios en la heterogeneidad de los hábitats disponibles y a la complejidad de la comunidad vegetal de ribera en cada punto. Esto hace alusión a lo establecido por Acosta *et al.* (2009), donde indica que una comunidad bentónica diversa se encuentra en sitios en donde el índice de calidad fluvial muestra valores altos, siendo esto resultado de la

presencia de una variedad de elementos tales como: diversidad de sustratos, hojarasca, troncos, cobertura vegetal de ribera, vegetación acuática, velocidad de regímenes y naturalidad del canal (Palma *et al.* 2009).

La riqueza de los géneros evaluados a través de la rarefacción y estimadores no paramétricos Chao 1 demuestra que el número de géneros observados dentro de la concesión Cristal, a pesar de que no llega a estabilizarse, presenta valores que alcanzan un porcentaje mayor al 95% de la diversidad regional estimada, sin embargo, mayores esfuerzos tanto espaciales como temporales podrían estimar de mejor manera la diversidad regional.

Los rangos y abundancias de los géneros registrados muestra que la comunidad de macroinvertebrados bentónicos están en cierto equilibrio dentro de la comunidad, exceptuando los de la subclase Oligochaeta y los del género *Farrodes*. Este fenómeno puede ser el resultado de una elevada disponibilidad de un recurso en específico, tal como el aporte de materia orgánica al cauce del cuerpo de agua por parte de la vegetación de ribera (Dominguez & Fernandez 2009). Este es un recurso que puede ser aprovechado por los organismos detritívoros, favoreciendo el desarrollo de sus poblaciones (Morelli & Verdi 2014; Dominguez & Fernandez 2009).

Con respecto a la estructura y composición taxonómica entre las diferentes estaciones de monitoreo, no existe mayor similitud a través de estas. Este hallazgo podría deberse a que las cuatro localidades presentan características de hábitats distintas, presentando inclusive algunas de ellas barreras artificiales tales como captaciones de agua (Anexo 14). Este es un hecho mencionado por Gualdoni & Oberto (2012), el cual establece que una barrera artificial interrumpe el transporte de nutrientes, hecho que altera la estructura del hábitat, ocasionando que la presencia de organismos varíe.

Por otra parte, los bioindicadores de calidad de agua determinaron que existe solo una estación (IF12) con un valor suficiente para ser considerada con calidad buena, lo que se asume es resultado de la presencia de heterogeneidad de hábitats, diferencias en la velocidad de regímenes y una comunidad vegetal de ribera más compleja que las demás estaciones (Acosta *et al.* 2009). Por este hecho podría considerársele una estación de referencia para estudios posteriores. El resto de las estaciones (CC4, CC5 y IF8) se encuentran en la categoría de calidad ecológica aceptable, hecho que se atribuye a la homogeneidad de los hábitats presentes en los tramos de evaluación y además a que la

comunidad vegetal de ribera está compuesta básicamente por especies herbáceas, y muy escasos arbustos. Sin embargo, son rango de calidad que se encuentran fácilmente a través de toda la región (Meneses *et al.* 2019).

6.3.2. Ictiofauna

En cuanto a ictiofauna pese a las bajas detecciones concuerdan con líneas base y monitoreos previos (Nugra 2015; Barros *et al.* 2017) en donde se reporta la especie *Oncorhynchus mykiss* (Trucha arcoíris). 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).

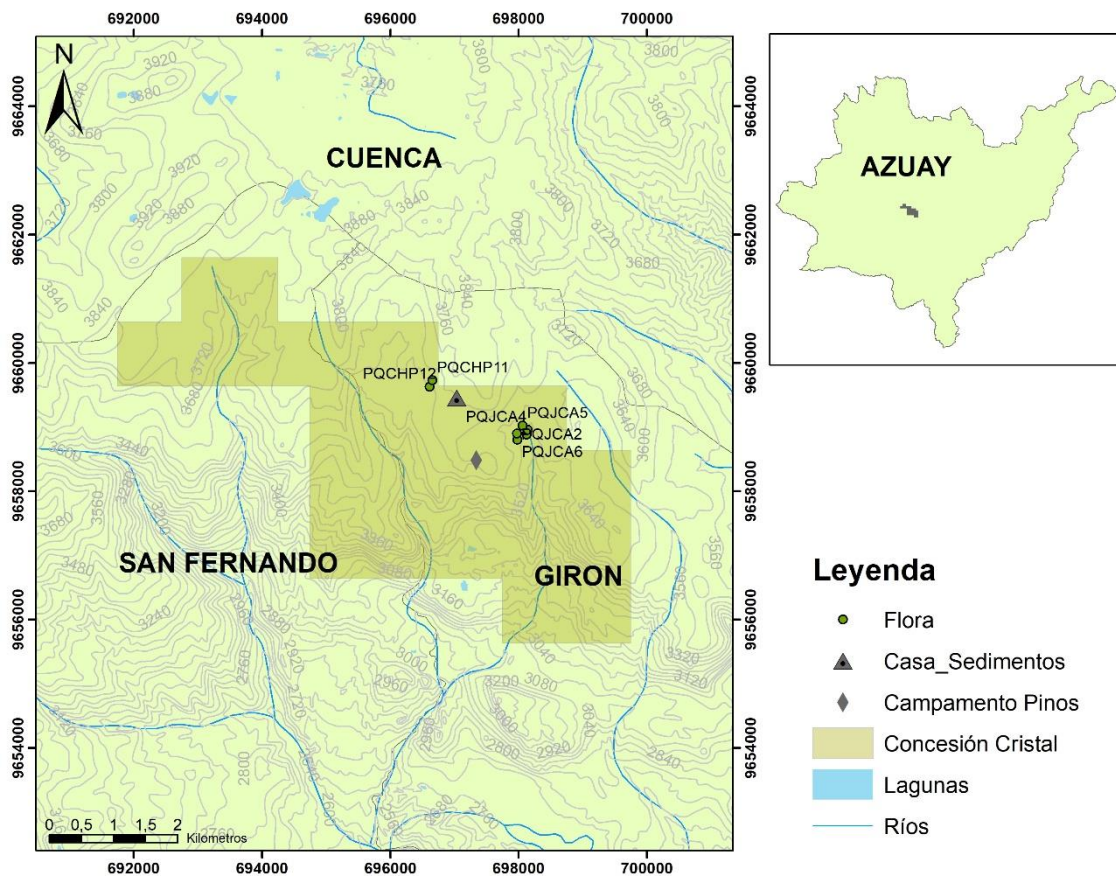
7. FLORA

Porras P., Jefferson. Landázuri P., Boris. Barros Q., Santiago

7.1. MÉTODOS

7.1.1. Fase campo

Para analizar la riqueza y composición florística se establecieron ocho parcelas de muestreo de 5×5 m (Gentry 1992; Phillips *et al.* 2002) siete ubicadas en páramo herbáceo y una en humedal (Mapa 5; Tabla 7).



Mapa 5. Área de estudio para el levantamiento de información del componente flora en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Tabla 7. Ubicación de transectos para el componente Flora en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.

Concesión	Asociación vegetal	Parcela	X	Y	Elevación
Cristal (5×5 m)	Pajonal	PQCHP11	696656	9659725	3724
	Pajonal	PQCHP12	696615	9659626	3701
	Pajonal	PQJCA1	697938	9658882	3639
	Pajonal	PQJCA2	697976	9658894	3631
	Humedal	PQJCA3	698126	9658881	3611
	Pajonal	PQJCA4	698145	9658957	3619
	Pajonal	PQJCA5	698065	9659019	3637
	Pajonal	PQJCA6	697983	9658801	3624

7.1.2. Parcelas en páramo herbáceo

Cada parcela fue dividida en 25 subparcelas de 1 m². De estas, se escogieron cinco: cuatro subparcelas en cada esquina y una subparcela en el centro. En cada subparcela se realizó un inventario de las especies y cobertura de plantas vasculares herbáceas y arbustivas. El cual sigue el método propuesto por Braun-Blanquet (1979) que 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 8).

Tabla 8. Escala de abundancia - dominancia de Braun-Blanquet y porcentaje de cobertura usado por el componente flora, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

Escala de Braun – Blanquet	Significado	Punto medio del rango de cobertura
r	Un solo individuo, cobertura despreciable	0.01
+	Más individuos, cobertura muy baja	0.1
1	Cobertura menor del 5%	2.5
2	Cobertura del 5% al 25%	12.5
3	Cobertura del 25% al 50%	37.5
4	Cobertura del 50% al 75%	62.5
5	Cobertura igual o superior al 75%	87.5

7.1.3. Índice de valor de importancia (IVI) para páramo herbáceo

Se calculó el Índice de Valor de Importancia (Krebs 1989) para las especies encontradas en el pajonal y humedal dentro de cada parcela. Dada la naturaleza herbácea de las especies encontradas en estas asociaciones no se contó con datos de densidad ya que es una medida para sistemas forestales. La fórmula usada fue:

$$IVI = DmR + FR$$

Para calcular DmR (Dominancia relativa) se utilizó la siguiente fórmula:

$$DmR = \frac{\text{Cobertura de la especie}}{\text{Cobertura de todas las especies}} * 100$$

Para calcular FR (Frecuencia relativa) se utilizó la siguiente fórmula:

$$FR = \frac{\text{Número de parcelas en la que esta la especie}}{\text{Número total de parcelas}} * 100$$

7.2. RESULTADOS

7.2.1. Riqueza y Abundancia

En total se registraron 53 especies de plantas vasculares distribuidas en 21 familias y 40 géneros. Nueve especies corresponden a arbustos, cinco especies a subarbustos y 39 especies a hierbas. Las familias con mayor número de especies son: Asteraceae (16.98%), Cyperaceae (15.09%) y Poaceae (7.55%). El resto de familias muestra un bajo número de especies (Figura 16). En el hábitat de pajonal se registraron 48 especies y 21 familias, mientras que en el humedal se registraron 12 especies y siete familias. Las dos especies dominantes fueron: *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud (51.62%) y *Paspalum bonplandianum* Flügge (14.85%) (Anexo 16).

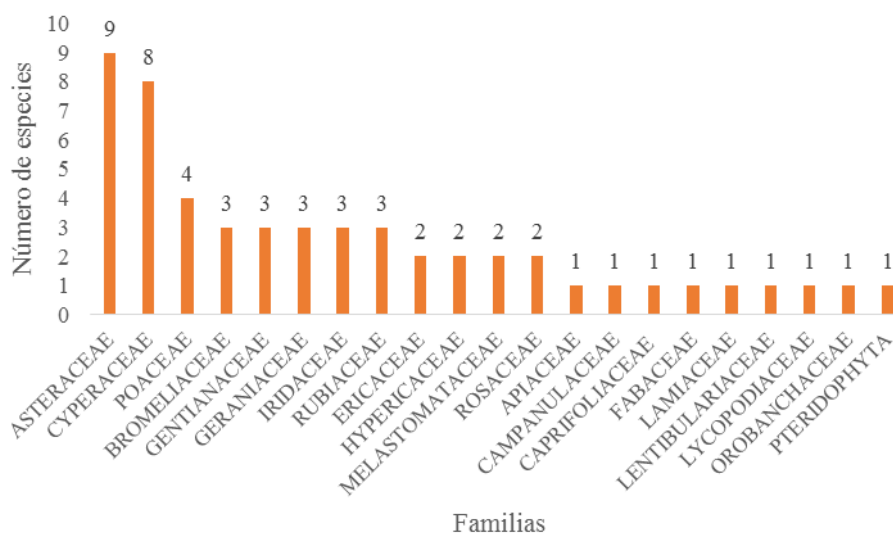


Figura 16. Número de especies por familia registradas en la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

7.2.2. Índice de valor de importancia (IVI)

Los resultados del IVI muestran que *C. intermedia* es la especie más importante, su dominancia es amplia sobre el resto de especies. La segunda especie importante es *P. bonplandianum* Flügge., esta es la única especie encontrada en todas las parcelas de muestreo. La tercera especie es *Monticalia vaccinioides* (Kunth) C. Jeffrey esta especie presenta una frecuencia relativa muy alta (Tabla 9; Anexo 17).

Tabla 9. Índice de valor de importancia (IVI) para las 10 especies importantes de la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019. Para el listado completo del IVI véase Anexo 17.

Nombre científico	Dominancia DmR %	Frecuencia FR %	IVI
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	51.62	10.14	61.76
<i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge.	14.85	9.01	23.87
<i>Monticalia vaccinioides</i> (Kunth) C. Jeffrey	5.18	7.32	12.50
<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	2.90	4.79	7.69
<i>Puya hamata</i> L.B. Sm.	4.92	1.69	6.61
<i>Oreobolus goeppingeri</i> Suess.	4.54	1.69	6.23
<i>Carex tristicha</i> Spruce ex Boott	1.68	3.94	5.62
<i>Loricaria ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Wedd.	2.06	2.54	4.59
<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	0.04	4.23	4.26
<i>Cortaderia sericantha</i> (Steud.) Hitchc.	1.82	2.25	4.08

7.2.3. Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

La curva de rarefacción no alcanza una asíntota definida. El número de especies observadas se aproxima a la curva estimada en un 84.9% (Riqueza observada = 53, Chao 2 = 62 ± 6.3 (media \pm SD); Intervalo de confianza del 95% [CI] = 64-61; Figura 17).

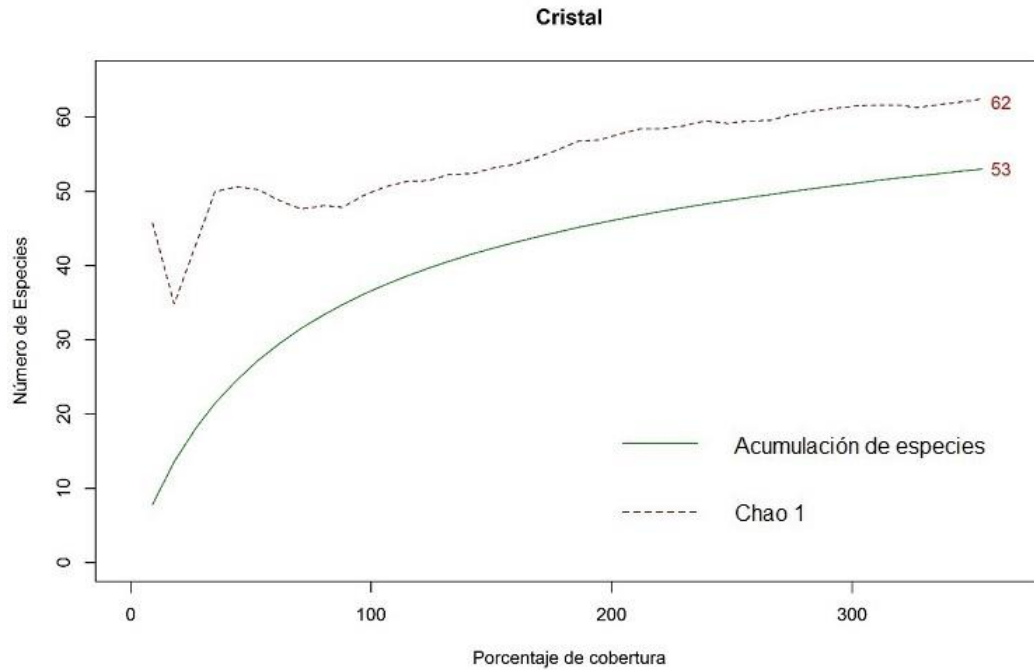


Figura 17. Curva de acumulación (línea verde) y Chao 1 (línea punteada roja) de la riqueza observada del componente flora para concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

7.2.4. Curva de rango-abundancia

Las especies registradas en las parcelas corresponden principalmente a vegetación de pajonal. La abundancia entre las parcelas es muy similar, sin embargo, la heterogeneidad de la cobertura vegetal puede influir en la composición vegetal que es dominada por *C. intermedia* (J. Presl) Steud debido a su alta densidad. Las demás especies asociadas tienen una baja representatividad dentro del pajonal. Por otro lado, la especie *P. bonplandianum* Flügge es dominante en humedales (Figura 18).

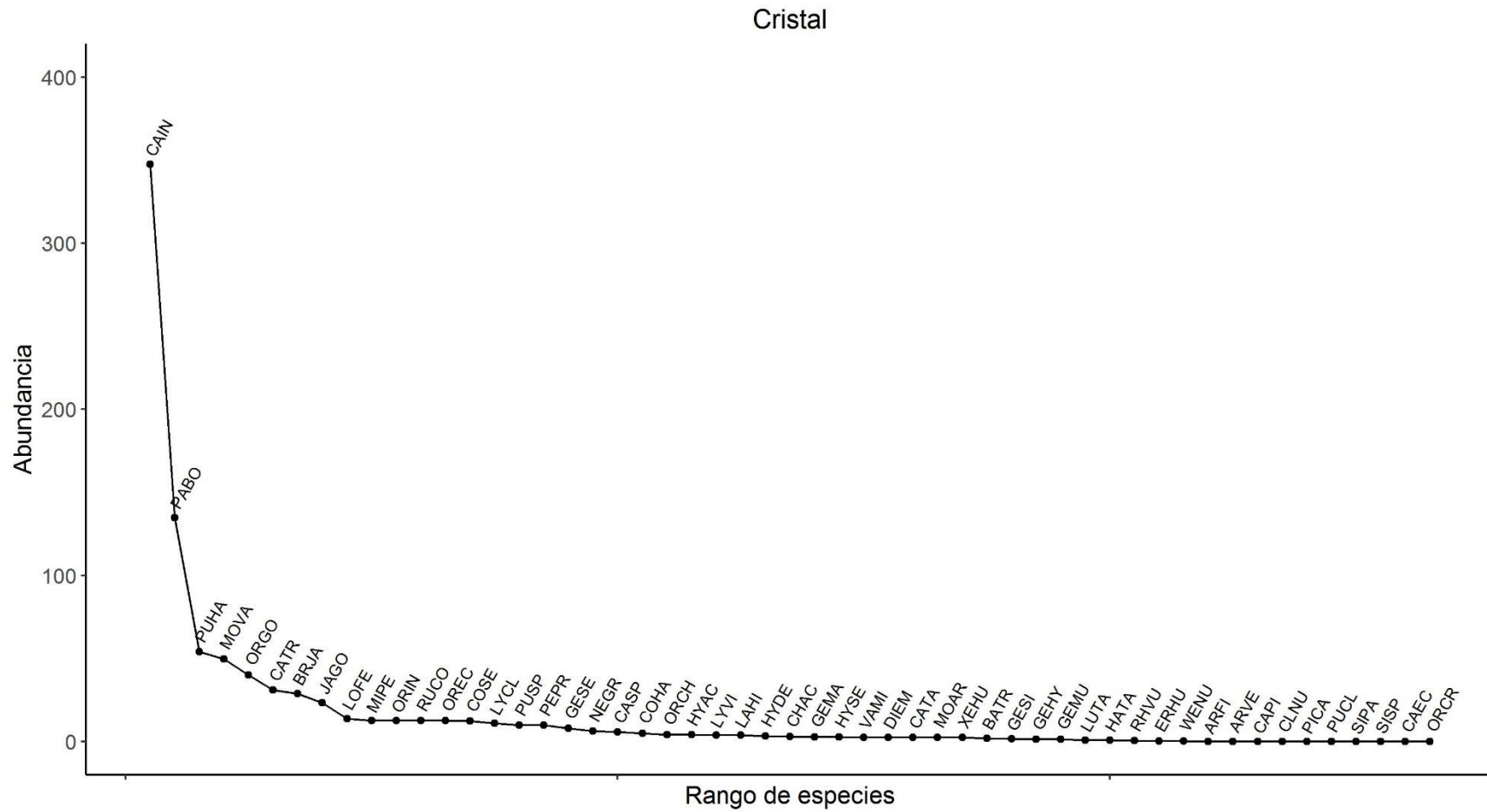


Figura 18. Curvas rango – abundancia. Muestran la abundancia de especies vegetales presentes en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019. Para los códigos de las especies véase Anexo 16

4.2.5. Cambios en la Comunidad

La similitud observada varía desde 8.18% a 82.38% (Tabla 10). Lo que podría deberse al tipo de hábitat, ya que presentan una composición y estructura florística específica. En general, muestras similares responden a condiciones de un mismo hábitat (eg., pajonal o humedal).

Tabla 10. Índice de similitud de Bray-Curtis, expresado en porcentaje, para las parcelas monitoreadas dentro de la concesión Cristal, proyecto estratégico "Loma larga" – diciembre 2019.

	PQCHP11	PQCHP12	PQJCA1	PQJCA2	PQJCA3	PQJCA4	PQJCA5
PQCHP12	18.54%						
PQJCA1	17.32%	66.47%					
PQJCA2	16.86%	65.78%	59.72%				
PQJCA3	12.80%	10.97%	15.37%	8.18%			
PQJCA4	16.20%	62.29%	75.70%	72%	21.46%		
PQJCA5	18.69%	66.32%	63.65%	75.80%	22.77%	82.38%	
PQJCA6	22.29%	69.45%	65.87%	65.82%	33.09%	73.83%	79.22%

4.2.6. Origen y estado de conservación de las especies

En total se registraron 43 especies como nativas, y ocho especies como endémicas para el país: *Arcytophyllum vernicosum* Standl., *Brachyotum jamesonii* Triana, *Castilleja ecuadorensis* N.H. Holmgren, *Gentianella hyssopifolia* (Kunth) Fabris, *Halenia taruga-gasso* Gilg, *Hypericum aciculare* Kunth, *Lysopomia vitreola* McVaugh y *Miconia pernettifolia* Triana.

De acuerdo a la Lista Roja de la UICN *L. vitreola* McVaugh se encuentra en la categoría En Peligro (EN) y las especies: *B. jamesonii*, *G. hyssopifolia*, *M. pernettifolia*, *C. ecuadorensis* N.H. Holmgren y *Puya clava-herculis* Mez & Sodiro se encuentran en estado Vulnerable (VU). La especie *H. taruga-gasso* se encuentra catalogada como casi amenazadas (NT). Y las especies *H. aciculare* Kunth, *Hypochoeris sessiliflora* Kunth y *Werneria nubigena* Kunth se encuentran en la categoría Preocupación Menor (LC). Las demás especies (n = 43) no han sido catalogadas bajo ningún estado de conservación.

4.3. DISCUSIONES

La diversidad registrada en este monitoreo reporta valores de riqueza de plantas muy afines a los encontrados en distintos estudios en los páramos del Ecuador (Sklenár & Ramsay 2001), y sustenta la diferencia entre tipos de páramos (eg., pajonal, humedal), demostrando los cambios en la cobertura y la riqueza de especies, tanto alfa como beta diversidad (Caranqui *et al.* 2016). Los resultados indican una alta dominancia de especies herbáceas (principalmente *C. intermedia* (J. Presl) Steud.), y la presencia de rosetas y arbustos dispersos, como han sido reportado en otros estudios de la región (Beltrán *et al.* 2009).

Los páramos se caracterizan por tener una alta diversidad de especies de plantas vasculares en la región altoandina, las familias más importantes son Asteraceae, Cyperaceae y Poaceae, las cuales están bien representadas en ecosistemas y regiones similares (Smith & Cleef 1988; Izco *et al.* 2007). Sin embargo, pueden existir variaciones en la distribución de acuerdo a su abundancia o número de especies, ya que su diversidad depende en gran medida de la gradiente altitudinal y el grado de intervención antrópica (Sklenár *et al.* 2005). La abundancia reportada en este estudio, determina a *C. intermedia* (J. Presl) Steud. y *P. bonplandianum* Flügge como las especies más dominantes e importantes debido a su amplia cobertura y frecuencia a lo largo de las parcelas evaluadas, lo que concuerda con estudios en distintos páramos andinos al sur del Ecuador (Izco *et al.* 2007; Minga *et al.* 2016).

En general, la acumulación de especies evaluada a través de la rarefacción demuestra que el número de especies observadas alcanza un porcentaje del 85% de la diversidad estimada para la concesión (valores Chao 2). Evidentemente no se ha registrado todas las especies para la región. Sin embargo, la curva de acumulación de especies se acerca a una asíntota lo cual indica que el esfuerzo de muestreo es suficiente para el área de estudio en concreto (Toti *et al.* 2000). En el actual monitoreo se ha registrado varias especies en estado fértil o en floración, lo cual ha permitido identificar y asociar a una especie determinada. Por otro lado, el número de especies puede variar dependiendo de la escala espacial y temporal en la que se realice el estudio (Jiménez-Valverde 2000; Gray 2002).

Todas las especies están registradas como especies propias de pajonal y humedal (Chimbolema 2013; Minga *et al.* 2016). Lo que se pudo evidenciar cómo la comunidad vegetal difiere en función de las parcelas por el tipo de ecosistema donde se evaluó, es decir, la parcela PQJCA3 (humedal) se distancia del resto debido a su composición. En

este sentido, se ha demostrado que la heterogeneidad en la cobertura de ciertas especies puede influenciar la agrupación de comunidades vegetales (Caranqui *et al.* 2016).

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las especies de aves registradas en el actual monitoreo corresponden a especies que previamente han sido reportadas para los ecosistemas de páramo en los Andes Sur del Ecuador. Así mismo, es posible que al incrementar las escalas espaciales y temporales en el muestreo, el número de especies y la abundancia podrían incrementar. Finalmente la comunidad mostró una fuerte relación con la estructura de la vegetación dentro de los transectos evaluados.

Es necesario incrementar el número de transectos para el componente herpetofauna con el objetivo de abarcar todos los microhábitats disponibles. De esta manera se contará con un área y esfuerzo de muestreo suficiente para establecer una línea base más actual de anfibios y reptiles. Por otra parte, es importante considerar que las poblaciones de *P. orestes* se encuentran catalogadas en un nivel de amenaza por lo que es necesario implementar estrategias de conservación para esta especie en particular y sus hábitats; aunque más estudios son necesarios.

Las especies de mamíferos registradas en el actual monitoreo corresponden a especies que previamente han sido reportadas para los ecosistemas de páramo en los Andes Sur del Ecuador. Por otra parte, las especies catalogadas dentro de las categorías de amenaza de extinción Nacional y Global como *Lycalopex culpaeus* deberían ser tomadas en cuenta en estudios específicos que podrían definir estrategias de conservación

Los índices de calidad de agua a través del uso de macroinvertebrados acuáticos mostraron que la calidad del agua de la concesión Cristal se encuentra dentro de los parámetros aceptables. Además, la realización de estudios más frecuentes en estos ecosistemas de páramo, ofrecerán 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.

La riqueza y las proporciones de cobertura vegetal en la concesión Cristal mostraron que el tipo de asociación influye en la composición de la comunidad. Además, la distribución de los taxones se ha utilizado para caracterizar la singularidad de la flora y vegetación (marcadas diferencias entre pajonal y humedal). En este sentido, el tipo de asociación vegetal debe ser uno de los parámetros considerados a la hora de definir el número de parcelas de muestreo.

Es importante tomar en cuenta que el páramo presenta asociaciones vegetales de pajonales y humedales, ambos con una composición florística particular. Es decir, se debe tener en cuenta especies de distribución restringida que distinguen a las comunidades. Recientemente, las especies endémicas han sido objeto de especial interés desde el momento en que se han incluido en unos de los criterios de las listas rojas de especies.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, R., RÍOS, B., RIERADEVALL, M. & PRAT, N., (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnética*, I (28), pp. 35-64
- ADLER, G.H., ENDRIES, M., & S. PIOTTER. (1997). Spacing patterns within populations of a tropical forest rodent, *Proechimys semispinosus*, on five Panamanian islands. *J. Zool. Lond.* 241: 43–53.
- ALCARAZ ARIZA, F. J. (2013). El método fitosociológico. *Geobotánica*, Tema (11). *Universidad de Murcia, España*, p16.
- PALMA, A., FIGUEROA, R., & RUIZ, V. H. (2009). Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana (Concepción)*, 73(1), 57-63.
- MENESES-CAMPO, Y., CASTRO-REBOLLEDO, M. I., & JARAMILLO-LONDOÑO, A. M. (2019). Comparación de la calidad del agua en dos ríos altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/COL. Y ABI. *Acta Biológica Colombiana*, 24(2), 299-310.
- 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*. . Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C. 298 pp.
- ARMESTO, L. O., & SEÑARIS, J. C. (2017). Anuros del norte de los andes: patrones de riqueza de especies y estado de conservación. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 57(39), 491-526.
- ASTUDILLO, P. X. (2014). Effects of forest fragmentation on bird communities in a tropical hotspot. *Philipps-Universität Marburg*.
- ASTUDILLO, P. X., BARROS, S., SIDDON, 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., 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.

BAQUERO, F., R. SIERRA, L. ORDOÑEZ, M. TIPÁN, L. ESPINOSA, M. RIVERA & P. SORIA. (2004). La vegetación de los Andes del Ecuador. EcoCiencia/CESLA/Corporación EcoPar/MAG SIGAGRO/CDC-Jatun Sacha/División Geográfica-IGM. Quito.

BARBOUR, M., GERRITSEN, J., SNYDER, B. & STRIBLING, J. (1999). Rapid Bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. United States.: Environmental Protection Agency.

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.

BARNETT, A. 1992. Expedition field techniques: small mammals (excluding bats). Expedition Advisory Centre, Londres.

BRAUN-BLANQUET, J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales [ed. 3]. H Blume Ediciones, Barcelona.

BREWER, S. W., & REJMÁNEK, M. (1999). Small rodents as significant dispersers of tree seeds in a Neotropical forest. *Journal of Vegetation Science*, 10(2), 165-174.

BRITO, J., CAMACHO, M. A., ROMERO, V., VALLEJO, A. F. 2017. Mamíferos del Ecuador. Versión 2017.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/>>.

BROWER, J. E. & J. H. ZAR. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 226 pp.

CADENA, G., & MALAGÓN, Z. C. (1994). *Parámetros poblacionales de la fauna de pequeños mamíferos no voladores del cerro de Monserrate (Cordillera Oriental, Colombia)* (No. Doc. 17066/v. 2)* CO-BAC, Santafé de Bogotá).

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.

CARMONA, V., & CARMONA, T. L. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*, 14, 20-28.

CARRIÓN, J. M. (2000). Breves consideraciones sobre la avifauna paramera del Ecuador. *Serie Páramo (Biodiversidad)* 7: 23-30

CELLERI, 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.

CHARDÓN, C. E. (1938). *Apuntaciones sobre el origen de la vida en los Andes*. Tip. La Nación.

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.

CIMÉ-POOL, J. A., HERNÁNDEZ-BETANCOURT, S. F., BARRIENTOS, R. C., & CASTRO-LUNA, A. A. (2010). Diversidad de pequeños roedores en una selva baja caducifolia espinosa del noreste de Yucatán, México. *Therya*, 1(1), 23-39.

CITES. (2017). Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Apéndices I, II y III (04/04/2017) – p. 75

DOMINGUEZ, E. & FERNANDEZ, H. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Tucumán, Argentina.: Fundación Miguel Lillo.

DOUGLAS BATES, MARTIN MAECHLER, BEN BOLKER, STEVE WALKER (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.doi:10.18637/jss.v067.i01.

DUELLMAN, W. E. (1988). Patterns of species diversity in anuran amphibians in the American tropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79-104.

ENTWISTLE, A., DUNSTONE N. (2000). [Priorities for the conservation of mammalian diversity: has the panda had its day?](#). Cambridge University Press. ISBN 9780521775366.

ESCALANTE, T. (2003). ¿Cuántas especies hay?: los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos Ciencia y Cultura*, 10, 53-55.

FJELDSÅ, J. & N. KRABBE. (1990). *Birds of the High Andes*. Zool. Mus. Univ. Copenhagen y Apollo Books, Svendborg.

FLEMING, T. H., & SOSA, V. J. (1994). Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy*, 75(4), 845-851.

FOX J, WEISBERG S (2018). “Visualizing Fit and Lack of Fit in Complex Regression Models with Predictor Effect Plots and Partial Residuals” *Journal of Statistical Software*, *87*(9), 1-27. doi:10.18637/jss.v087.i09 (URL: <http://doi.org/10.18637/jss.v087.i09>).

GARCÍA, J., SUÁREZ, E., ZAPATA-RÍOS (2016). An assessment of the populations of *Sylvilagus brasiliensis andinus* in Páramos with different vegetation structures in the northeastern Andes of Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 2016, vol. 2, no 1, p. 72-80.

GARECA EE, HERMY M, FJELDSÅ J, & HONNAY O. (2010). Polylepis woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodivers Conserv*. 19:3327–3346.

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.

GONZÁLEZ-SALAZAR, C., MARTÍNEZ-MEYER E., & LÓPEZ-SANTIAGO G. (2014) A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals.

GRANIZO, T., PACHECO, C., RIBADENEIRA, M. B., GUERRERO, M., SUÁREZ, L. (Eds.). (2002). Libro rojo de las aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación Internacional/EcoCiencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.

GRAY, J. S. (2002). Species richness of marine soft sediments. Mar. Ecol. Prog. Ser., 244: 285-297

GUALDONI C., OBERTO A. (2012). Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Achiras (Córdoba, Argentina): análisis previo a la construcción de una presa. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas. Físico-Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Córdoba. Argentina.

HOFSTEDDE, 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.*

HOFSTEDDE, 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.

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.

JANOS, D. P., SAHLEY, C. T., & EMMONS, L. H. (1995). Rodent Dispersal of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Amazonian Peru. *Ecology*, 76(6), 1852-1858.

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-VALVERDE, A. (2000). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Rev Iber Aracnol*, 8, 151-161.

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.

KREBS, C. (1989). Species diversity measures. pp. 328–370. En: Krebs CJ (ed) *Ecological Methodology*. Uharper Collins Publishers, Inc.

LAURANCE W. F. & BIERREGAARD R. O. JR. (eds.). 1997. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, 616 pp. ISBN 0-226-46898-4.

LOWE, S., BROWNE, M., BOUDJELAS, S. & POORTER, M., (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species., s.l.: s.n.

LUTEYN, J. (1999). Páramos: A checklist of plant diversity, geographic distribution, and botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 84: 1-278.

LYNCH, J., COLOMA, L. & RON, S. (2004). *Pristimantis orestes*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2004: e. T56814A11537354. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T56814A11537354.en>. Downloaded on 20 January 2020.

MACKENZIE, D., NICHOLS, J., LACHMAN, G., DROEGE, S., ROYLE J., & LANGTIM, C. (2005). Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one.

MAGURRAN, A. E. (2013). *Measuring biological diversity*. John Wiley & Sons.

MALCOLM, J. R. (1997). Biomass and diversity of small mammals in Amazonian forest fragments. *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*, 207-221.

MARTÍN-PIERA, F. (2000). Familia scarabaeidae. Coleoptera, Scarabaeoidea. Fauna Ibérica, 14, 215-446.

MCDIARMID. (1994). En: Angulo, A., Rueda, V., Rodríguez, V. & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Bogotá: Serie Manuales de Campo Nro. 2. Panamericana Formas e Impresos S.A, Bogotá D.C. 298 pp.

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 J.S., SOLARI S., CARRERA J.P., AGUIRRE L.F., GÓMEZ H. (2011) Small mammal diversity in the Tropical Andes. In: Herzog S.K., Martínez R., Jørgensen R.M., Tiessen H., editors. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. InterAmerican Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). p. 260-275

MEZA-JOYA, F. L., & TORRES, M. (2016). Spatial diversity patterns of *Pristimantis* frogs in the Tropical Andes. *Ecology and evolution*, 6(7), 1901-1913.

MINGA, D. & VERDUGO, A. (2007). Riqueza florística y endemismo del Parque Nacional Cajas, Cuenca, Ecuador.

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.

MORAN, D. (2017). “Análisis de continuidad de extensión de la mineralización alrededor del sistema de alta sulfuración loma larga” Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Carrera de Ingeniería en Geología.

MORELLI E. & VERDI A. (2014). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. Sección Entomología. Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Igúa 4225. Montevideo. Uruguay.

- MORENO, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T –Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- MORLÁNS, C., & BIÓL, M. (2014). Introducción a la ecología de poblaciones.
- MOSTACEDO, B., & FREDERICKSEN, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.
- NAYLOR, L. & ROACH, N. 2016. *Phyllotis haggardi*. (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T17227A115140273.
- NUGRA, F. (2015). Monitoreo de Ecosistemas Naturales en el Área del Proyecto Loma Larga.
- OKSANEN, J. (2019). vegan: Community Ecology Package (R package Version 2.5-5) <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- 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.
- 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 L., CAICEDO P., PALACIOS, J., CASTRO A., GUERRERO J. (2003). Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad de agua de la quebrada La Bendición. Municipio de de Quibdo (Chocó, Colombia). Acta biológica Colombiana, vol 8, 23.
- PRADO, P. J. (2015). Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE).
- 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.

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 20 de enero, 2020.

RUEDA, J., CASTRO, F. & CORTÉZ, C. (2006). Técnicas para el Inventario y Muestreo de Anfibios: Una Compilación. En: Angulo, A., Rueda, V., Rodríguez, V. & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional. Bogotá: Serie Manuales de Campo Nro. 2. Panamericana Formas e Impresos S.A, Bogotá D.C. 298 pp.

SAGRARIO, M. (2011). Limitación poblacional de las aves granívoras en la porción central del Desierto del Monte. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.

SALINAS, K. A., & VEINTIMILLA-YÁNEZ, D. A. (2010). Patrones de diversidad de anuros en el ecosistema páramo del parque nacional podocarpus (BS thesis).

SÁNCHEZ, J., & CELI, E. (2013). Condicionantes ecológicos de la distribución y composición de anfibios en cuatro microcuencas del Parque Nacional Cajas (PNC). Universidad del Azuay.

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

SIMMONS & MUÑOZ-SABA (2005). En: Angulo, A., Rueda, V., Rodríguez, V., & La Marca, E. (2006). Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina, Conservación Internacional. Bogotá: Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A, Bogotá D.C. 298 pp

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

SKLENÁŘ, P., J. L. LUTEYN, C. ULLOA ULLOA, P. M. JØRGENSEN & M. O. DILLON. (2005). Flora genérica de los páramos. Guía Ilustrada de las Plantas Vasculares. Memories of The New York Botanical Garden Vol 92. NY, USA. 499 pp.

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

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.

TIRIRA, D. (1999). *Mamíferos del Ecuador* (Vol. 2). Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

TIRIRA, D. (2017). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 11. Quito. 600 pp.

TIRIRA, D. G. ed. (2011). Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2a edición. Versión 1. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.

TORSTEN HOTHORN, FRANK BRETZ & PETER WESTFALL (2008). Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50(3), 346--363.

TOTI, D. S., COYLE, F. A., & MILLER, J. A. (2000). A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance. *The Journal of Arachnology*, 28(3), 329-346.

UICN. (2019). IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Web site: www.iucnredlist.org. Consulta: 2019.

URRUTIA, N. S. (2014): Mamíferos de un Área Degradada por Actividad Minera en la Costa Caucana. v1.1. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann (IIAP). Dataset/Occurrence. <http://ipt.biodiversidad.co/iiap/resource?r=mamiferosmineriacauca>.

VÁSCONEZ, P. M., & HOFSTEDE, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. Botánica económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz Palmer.

VUILLEUMIER, F., & D. SIMBERLOFF. 1980. Ecology versus history as determinants of patchy and insular distributions in high Andean birds. *Evol. BioI.* 12: 235-379.

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

WILSON, D. E. & DEE ANN M. REEDER (eds). (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2,142 pp.

WRIGHT, S. J., GOMPPER, M. E., & DELEON, B. (1994). Are large predators keystone species in Neotropical forests? The evidence from Barro Colorado Island. *Oikos*, 279-294.

YAHNER, R. H., & SMITH, H. R. (1991). Small mammal abundance and habitat relationships on deciduous forested sites with different susceptibility to gypsy moth defoliation. *Environmental Management*, 15(1), 113-120.

10. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de riqueza y abundancia de aves en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” periodo - diciembre 2019.

Familia	Nombre científico	Abundancia	Gremios
Emberizidae	<i>Catamenia inornata</i>	4	Granívoro
	<i>Phrygilus unicolor</i>	6	Granívoro
Formicariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	5	Insectívoro
Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	14	Omnívoro
	<i>Cinclodes fuscus</i>	2	Omnívoro
	<i>Leptasthenura andicola</i>	1	Insectívoro
	<i>Margarornis squamiger</i>	2	Insectívoro
Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	5	Omnívoro
Paruidae	<i>Myioborus melanocephalus</i>	1	Insectívoro
Thraupidae	<i>Conirostrum cinereum</i>	1	Insectívoro
	<i>Diglossa humeralis</i>	1	Nectarívoro
Trochilidae	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	3	Nectarívoro
	<i>Lesbia victoriae</i>	4	Nectarívoro
Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	17	Insectívoro
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	2	Omnívoro
Tyrannidae	<i>Agriornis montana</i>	1	Omnívoro
	<i>Cnemarchus erythropygius</i>	2	Insectívoro
	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	2	Insectívoro
	<i>Ochthoeca fumicolor</i>	4	Insectívoro

Anexo 2. Registro fotográfico de aves de páramo algunas especies de aves observadas en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga” periodo - diciembre 2019.



Catamenia inornata
TCR1
17/diciembre/2019



Phrygilus unicolor
TCR1
17/diciembre/2019



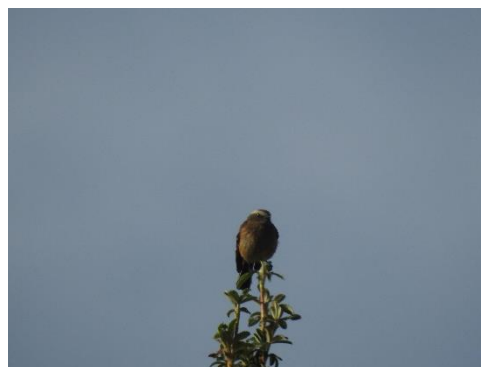
Cnemarchus erythropygius
TCR1
17/diciembre/2019



Leptasthenura andicola
TCR1
17/diciembre/2019



Cinclodes fuscus
TCR2
17/diciembre/2019



Ochthoeca fumicolor
TCR2
17/diciembre/2019

Anexo 3. Especies de mamíferos registrados en la concesión Cristal, proyecto estratégico “Loma Larga”- diciembre de 2019.



Akodon mollis



Lycalopex culpaeus



Lycalopex culpaeus



Microryzomys altissimus



Phyllotis haggardi



Sylvilagus andinus

Anexo 4. Distribución de la riqueza y abundancia de mamíferos registrados en la en la concesión Cristal del proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	Concesión Cristal	
			TCR1	TCR2
RODENTIA	Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	3	2
		<i>Phyllotis haggardi</i>	0	1
		<i>Microryzomys altissimus</i>	3	0
LAGOMORPHA	Leporidae	<i>Sylvilagus andinus</i>	6	9
CARNIVORA	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	3	1
ARTIODACTYLA	Cervidae	<i>Odocoileus ustus</i>	1	2

Anexo 5. Distribución de riqueza y abundancia de anfibios. Concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.

Clase	Orden	Familia	Especie	CRISTAL	
				THF-3	THF-6
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis orestes</i>	-	13
			<i>Pristimantis lutzae</i>	12	7
			<i>Pristimantis sp. 1</i>	1	-

Anexo 6. Listado de especies de anfibios y su categoría de amenaza. Concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN	Lista Roja del Ecuador	CITES	
Amphibia	Anura	Strabomantidae	<i>Pristimantis orestes</i>	Cutín de Urdaneta	En peligro	En peligro	Ningún apéndice
			<i>Pristimantis lutzae</i>	Cutín de Lutz	No evaluado	No evaluado	Ningún apéndice
			<i>Pristimantis sp. 1</i>	NA	NA	NA	NA

Anexo 7. Registro fotográfico de las especies de anfibios presentes en la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.



Pristimantis orestes



Pristimantis sp. 1



Pristimantis lutzae

Anexo 8. Abundancia de macroinvertebrados en las estaciones muestreadas dentro de la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” – diciembre 2019.

Orden	Familia	Género	CC4	CC5	IF12	IF8
Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i>	14	139	-	3
		<i>Heterelmis</i>	-	8	-	-
	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	1	-	-	-
Coleoptera	Psephenidae	<i>Pheneps</i>	-	-	-	1
	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i>	2	2	-	-
Oligochaeta	Desconocido	<i>Desconocido</i>	18	2	-	4
	Ceratopogonidae	<i>Palmomyia</i>	2	-	-	4
		<i>Cardiocladius</i>	-	-	-	4
	Chironomidae	<i>Cricotopus</i>	7	2	-	-
		<i>Larsia</i>	-	1	-	-
		<i>Parametriocnemus</i>	8	-	-	30
Diptera	Empididae	<i>Neoplasta</i>	-	-	2	-
	Muscidae	<i>Lispe</i>	-	-	5	-
	Simuliidae	<i>Gigantodax</i>	-	1	-	-
		<i>Simulium</i>	-	1	13	6
	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	1	-	-	-
	Tipulidae	<i>Limonia</i>	-	-	1	1
		<i>Andesiops</i>	-	-	-	22
	Baetidae	<i>Baetodes</i>	-	-	4	-
		<i>Cloeodes</i>	4	-	-	-
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	-	-	1	-
	Leptophlebiidae	<i>Ecuaphlebia</i>	-	-	52	-
		<i>Farrodes</i>	14	12	17	1
Lepidoptera	Arctidae	<i>Paracles</i>	1	-	-	-
Odonata	Aeshnidae	<i>Allopetalia</i>	2	-	-	-
Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Claudioperla</i>	2	1	-	8
	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	-	-	6	-
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	1	-	-	-
	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	1	5	35	-
	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	-	-	2	-
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	-	-	5	-
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	3	-	24	-
		<i>Metrichia</i>	1	-	4	-
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	-	-	1	-
		<i>Oxyethira</i>	2	-	-	-
	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	-	-	19	-
	Polycentropodidae	<i>Cyrnellus</i>	-	-	2	-
		<i>Polycentropus</i>	-	3	1	15
	Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	-	7	2	-
Tricladida	Dugesiidae	<i>Dugesia</i>	1	-	7	-
Trombidiformes	Limnesidae	<i>Desconocido</i>	-	3	1	2





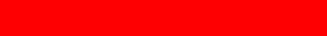
Anexo 9. Tabla de los puntajes del índice ABI para las estaciones muestreadas dentro de la concesión Cristal - Proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

Orden	Familia	Género	CC4	CC5	IF12	IF8	
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i>	6	6	-	6	
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i>	-	5	-	-	
		<i>Macrelmis</i>	5	-	-	-	
	Psephenidae	<i>Pheneps</i>	-	-	-	5	
	Scirtidae	<i>Prionocyphon</i>	5	5	-	-	
Oligochaeta	Desconocido	<i>Desconocido</i>	1	1	-	1	
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Palmomyia</i>	2	-	-	2	
		<i>Cardiocladius</i>	-	-	-	10	
	Chironomidae	<i>Cricotopus</i>	2	2	-	-	
		<i>Larsia</i>	-	2	-	-	
		<i>Parametriocnemus</i>	2	-	-	2	
		Empididae	<i>Neoplasta</i>	-	-	4	-
Muscidae	<i>Lispe</i>	-	-	2	-		
Ephemeroptera	Simuliidae	<i>Gigantodax</i>	-	5	-	-	
		<i>Simulium</i>	-	5	5	5	
	Tabanidae	<i>Tabanus</i>	4	-	-	-	
	Tipulidae	<i>Limonia</i>	-	-	5	5	
		<i>Andesiops</i>	-	-	-	4	
		<i>Baetodes</i>	-	-	4	-	
	Baetidae	<i>Cloeodes</i>	4	-	-	-	
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	-	-	7	-
			<i>Ecuaphlebia</i>	-	-	10	-
		Leptophlebiidae	<i>Farrodes</i>	10	10	10	10
Lepidoptera	Arctiidae	<i>Paracles</i>	4	-	-	-	
Odonata	Aeshnidae	<i>Allopetalia</i>	6	-	-	-	
Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Claudioperla</i>	10	10	-	10	
	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	-	-	10	-	
Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	3	-	-	-	
	Anomalopsychidae	<i>Contulma</i>	10	10	10	-	
	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>	-	-	5	-	
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	-	-	5	-	
	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	8	-	8	-	
		<i>Metrichia</i>	6	-	6	-	
		<i>Ochrotrichia</i>	-	-	6	-	
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>	6	-	-	-	
		<i>Nectopsyche</i>	-	-	8	-	
	Leptoceridae	<i>Cyrnellus</i>	-	-	8	-	
		<i>Polycentropus</i>	-	8	8	8	
	Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	-	8	8	-	
		Dugesiidae	<i>Dugesia</i>	5	-	5	-
Trombidiformes	Limnesidae	<i>Desconocido</i>	-	4	4	4	

Anexo 10. Abundancia de ictiofauna en las estaciones muestreadas dentro de la concesión Cristal - Proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.

ORDEN	FAMILIA	GENERO	ESPECIE	Cristal			
				CC4	CC5	IF8	IF12
Salmoniformes	Salmonidae	Oncorhynchus	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	1	0	3

Anexo 11. Tabla de los parámetros de calidad de agua a partir del puntaje del Andean Biotic Index (ABI).

BUENA	➤ 120	Aguas muy limpias	
BUENA	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	
ACEPTABLE	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
DUDOSA	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
CRÍTICA	16-35	Aguas muy contaminadas	
MUY CRÍTICA	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

Anexo 12. Valor ABI por familias (componente macroinvertebrados).

ORDEN	FAMILIA	VALOR ABI
Turbellaria		5
Hirudinea		3
Oligochaeta		1
Gastropoda	Ancylidae	6
	Physidae	3
	Hydrobiidae	3
	Limnaeidae	3
	Planorbidae	3
	Sphaeriidae	3
Amphipoda	Hyalellidae	6
Ostracoda		3
Hydracarina		4
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Leptophlebiidae	10
	Leptohiphidae	7
	Oligoneuridae	10
Odonata	Aeshnidae	6
	Gomphidae	8
	Libellulidae	6
	Coenagrionidae	8
	Calpterygidae	6
	Polythoridae	6
Plecoptera	Perlidae	8
	Gripopterygidae	10
Heteroptera	Veliidae	10
	Gerridae	10
	Corixidae	5
	Notonectidae	5
	Belostomatidae	5
	Naucoridae	5

ORDEN	FAMILIA	VALOR ABI	
Trichoptera	Helipsychidae	4	
	Calamoceratidae	5	
	Odontoceridae	10	
	Leptoceridae	10	
	Polycentropodidae	10	
	Hydroptilidae	8	
	Xiphocentronidae	8	
	Hydrobiosidae	6	
	Glossosomatidae	8	
	Hydropsychidae	8	
	Glossosomatidae	7	
	Hydropsychidae	5	
	Anomalopsychidae	10	
	Philopotamidae	8	
	Limnephilidae	7	
	Leptidoptera	Pyralidae	4
Coleoptera	Ptilodactylidae	5	
	Lampyridae	5	
	Psephenidae	5	
	Scirtidae (Helodidae)	5	
	Staphylinidae	3	
	Elmidae	5	
	Dryopidae	5	
	Gyridae	3	
	Dyctisidae	3	
	Hydrophilidae	3	
	Hydraenidae	5	
	Diptera	Blepharoceridae	10
		Simuliidae	5
Tabanidae		4	
Tipulidae		5	

ORDEN	FAMILIA	VALOR ABI
	Limoniidae	4
	Ceratopogonidae	4
	Dixidae	4
	Psychodidae	3
	Dolichopodidae	4
	Stratiomyidae	4
	Empididae	4
	Chironomidae	2
	Culicidae	2
	Muscidae	2
	Ephydriidae	2
	Athericidae	10
	Syrphidae	1

Anexo 13. Fotografías de las estaciones de muestreo para macroinvertebrados e ictiofauna en la concesión Cristal - Proyecto estratégico “Loma Larga” - diciembre 2019.



CC4



CC5



IF8



IF12

Anexo 14. Fotografías de campo y laboratorio (componente macroinvertebrados e ictiofauna).



Anexo 15. Registro fotográfico de algunas de las taxas de macroinvertebrados e ictiofauna encontrados en la concesión Cristal - Proyecto estratégico "Loma Larga" - diciembre 2019.



Contulma



Claudioperla



Aeshnidae



Prionocyphon



Onchorynchus mykiss

Anexo 16. Listado de especies registradas en la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” durante el censo diciembre 2019.

N°	Orden	Familias	Nombre científico	Código - especies
1	Asterales	POACEAE	<i>Cortaderia hapalotricha</i> (Pilg.) Conert	COHA
2	Gentianales	RUBIACEAE	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce	NEGR
3	Geraniales	GERANIACEAE	<i>Geranium maniculatum</i> H.E. Moore	GEMA
4	Geraniales	GERANIACEAE	<i>Geranium multipartitum</i> Benth.	GEMU
5	Geraniales	GERANIACEAE	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	GESI
6	Lycopodiales	PTERIDOPHYTA	<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	JAGO
7	Malpighiales	HYPERICACEAE	<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	HYAC
8	Poales	CYPERACEAE	<i>Carex</i> sp.	CASP
9	Poales	CYPERACEAE	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	RHVU
10	Poales	POACEAE	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	CAIN
11	Poales	POACEAE	<i>Cortaderia hapalotricha</i> (Pilg.) Conert	COHA
12	Poales	POACEAE	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge	PABO
13	Rosales	ROSACEAE	<i>Lachemilla hispidula</i> (L.M. Perry) Rothm.	LAHI
14	Apiales	APIACEAE	<i>Eryngium humile</i> Cav.	ERHU
15	Asparagales	IRIDACEAE	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	ORCH
16	Asparagales	IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium palustre</i> Diels	SIPA
17	Asparagales	IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium</i> sp.	SISP
18	Asterales	ASTERACEAE	<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	BATR
19	Asterales	ASTERACEAE	<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd.	CHAC
20	Asterales	ASTERACEAE	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	HYSE
21	Asterales	ASTERACEAE	<i>Loricaria ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Wedd.	LOFE
22	Asterales	ASTERACEAE	<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	MOAR
23	Asterales	ASTERACEAE	<i>Monticalia vaccinioides</i> (Kunth) C. Jeffrey	MOVA
24	Asterales	ASTERACEAE	<i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.	ORCR
25	Asterales	ASTERACEAE	<i>Werneria nubigena</i> Kunth	WENU

N°	Orden	Familias	Nombre científico	Código - especies
26	Asterales	ASTERACEAE	<i>Xenophyllum humile</i> (Kunth) V.A. Funk	XEHU
27	Asterales	CAMPANULACEAE	<i>Lysipomia vitreola</i> McVaugh	LYVI
28	Dipsacales	CAPRIFOLIACEAE	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	VAMI
29	Ericales	ERICACEAE	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	DIEM
30	Ericales	ERICACEAE	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	PEPR
31	Fabales	FABACEAE	<i>Lupinus tauris</i> Benth.	LUTA
32	Gentianales	GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	GESE
33	Gentianales	GENTIANACEAE	<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris	GEHY
34	Gentianales	GENTIANACEAE	<i>Halenia taruga-gasso</i> Gilg	HATA
35	Gentianales	RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	ARFI
36	Gentianales	RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum vernicosum</i> Standl.	ARVE
37	Geraniales	GERANIACEAE	<i>Geranium maniculatum</i> H.E. Moore	GEMA
38	Geraniales	GERANIACEAE	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	GESI
39	Lamiales	LAMIACEAE	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	CLNU
40	Lamiales	LENTIBULARIACEAE	<i>Pinguicula calyptrata</i> Kunth	PICA
41	Lamiales	OROBANCHACEAE	<i>Castilleja ecuadorensis</i> N.H. Holmgren	CAEC
42	Lycopodiales	LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	LYCL
43	Lycopodiales	PTERIDOPHYTA	<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	JAGO
44	Malpighiales	HYPERICACEAE	<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	HYDE
45	Myrtales	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum jamesonii</i> Triana	BRJA
46	Myrtales	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia pernettifolia</i> Triana	MIPE
47	Poales	BROMELIACEAE	<i>Puya clava-herculis</i> Mez & Sodiro	PUCL
48	Poales	BROMELIACEAE	<i>Puya hamata</i> L.B. Sm.	PUHA
49	Poales	BROMELIACEAE	<i>Puya sp1.</i>	PUSP
50	Poales	CYPERACEAE	<i>Carex pichinchensis</i> Kunth	CAPI
51	Poales	CYPERACEAE	<i>Carex tamana</i> Steyerm.	CATA
52	Poales	CYPERACEAE	<i>Carex tristicha</i> Spruce ex Boott	CATR

N°	Orden	Familias	Nombre científico	Código - especies
53	Poales	CYPERACEAE	<i>Oreobolopsis inversa</i> Dhooge & Goetgh.	ORIN
54	Poales	CYPERACEAE	<i>Oreobolus ecuadorensis</i> T. Koyama	OREC
55	Poales	CYPERACEAE	<i>Oreobolus goeppingeri</i> Suess.	ORGO
56	Poales	CYPERACEAE	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	RHVU
57	Poales	POACEAE	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	CAIN
58	Poales	POACEAE	<i>Cortaderia sericantha</i> (Steud.) Hitchc.	COSE
59	Poales	POACEAE	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé	PABO
60	Rosales	ROSACEAE	<i>Lachemilla hispidula</i> (L.M. Perry) Rothm.	LAHI
61	Rosales	ROSACEAE	<i>Rubus coriaceus</i> Poir.	RUCO

Anexo 17. Valores de IVI calculados para las especies registradas en la concesión Cristal. Proyecto estratégico “Loma Larga” durante el censo diciembre 2019. Códigos en columna: DmR = Dominancia relativa; FR = Frecuencia relativa; IVI = Índice de Valor de Importancia.

Nombre científico	DmR	FR	IVI
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	51.62	10.14	61.76
<i>Paspalum bonplandianum</i> Flüggé	14.85	9.01	23.87
<i>Monticalia vaccinioides</i> (Kunth) C. Jeffrey	5.18	7.32	12.50
<i>Jamesonia goudotii</i> (Hieron.) C. Chr.	2.90	4.79	7.69
<i>Puya hamata</i> L.B. Sm.	4.92	1.69	6.61
<i>Oreobolus goeppingeri</i> Suess.	4.54	1.69	6.23
<i>Carex tristicha</i> Spruce ex Boott	1.68	3.94	5.62
<i>Loricaria ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Wedd.	2.06	2.54	4.59
<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckeler	0.04	4.23	4.26
<i>Cortaderia sericantha</i> (Steud.) Hitchc.	1.82	2.25	4.08
<i>Hypericum decandrum</i> Turcz.	0.39	3.38	3.77
<i>Halenia taruga-gasso</i> Gilg	0.09	3.66	3.75
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	0.62	2.82	3.44
<i>Brachyotum jamesonii</i> Triana	1.67	1.69	3.36
<i>Baccharis tricuneata</i> (L. f.) Pers.	0.24	3.10	3.34
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	0.62	2.54	3.15
<i>Chrysactinium acaule</i> (Kunth) Wedd.	0.17	2.82	2.99
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	0.47	2.25	2.72
<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	0.09	2.54	2.63
<i>Gentianella hyssopifolia</i> (Kunth) Fabris	0.09	2.54	2.63
<i>Lachemilla hispidula</i> (L.M. Perry) Rothm.	0.23	1.97	2.21
<i>Miconia pernettifolia</i> Triana	0.68	1.41	2.09
<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	0.61	1.41	2.01
<i>Geranium maniculatum</i> H.E. Moore	0.09	1.69	1.78
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	0.09	1.69	1.78
<i>Cortaderia hapalotricha</i> (Pilg.) Conert	0.61	1.13	1.73
<i>Carex sp.</i>	0.53	0.85	1.37
<i>Puya sp1.</i>	0.53	0.85	1.37
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	0.23	1.13	1.36
<i>Lysipomia vitreola</i> McVaugh	0.16	1.13	1.28
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	0.16	1.13	1.28
<i>Lupinus tauris</i> Benth.	0.08	1.13	1.21
<i>Arcytophyllum filiforme</i> (Ruiz & Pav.) Standl.	0.01	1.13	1.13
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L. f.) Druce	0.38	0.56	0.94
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	0.08	0.85	0.92
<i>Eryngium humile</i> Cav.	0.01	0.85	0.85
<i>Oreobolopsis inversa</i> Dhooge & Goetgh.	0.38	0.28	0.66
<i>Oreobolus ecuadorensis</i> T. Koyama	0.38	0.28	0.66
<i>Rubus coriaceus</i> Poir.	0.38	0.28	0.66
<i>Geranium multipartitum</i> Benth.	0.08	0.56	0.64
<i>Werneria nubigena</i> Kunth	0.01	0.56	0.57

<i>Puya clava-herculis</i> Mez & Sodiro	-	0.56	0.57
<i>Sisyrinchium palustre</i> Diels	-	0.56	0.56
<i>Sisyrinchium</i> sp.	-	0.56	0.56
<i>Carex tamana</i> Steyerm.	0.08	0.28	0.36
<i>Monticalia arbutifolia</i> (Kunth) C. Jeffrey	0.08	0.28	0.36
<i>Xenophyllum humile</i> (Kunth) V.A. Funk	0.08	0.28	0.36
<i>Arcytophyllum vernicosum</i> Standl.	-	0.28	0.28
<i>Carex pichinchensis</i> Kunth	-	0.28	0.28
<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	-	0.28	0.28
<i>Pinguicula calyptrata</i> Kunth	-	0.28	0.28
<i>Castilleja ecuadorensis</i> N.H. Holmgren	-	0.28	0.28
<u><i>Oritrophium crocifolium</i> (Kunth) Cuatrec.</u>	-	0.28	0.28

*Anexo 18. Fotografías del muestreo del componente flora en la localidad Cristal.
Proyecto estratégico "Loma Larga" durante el censo diciembre 2019.*



Parcela en pajonal
17/diciembre/2019



Parcela en humedal
17/ diciembre /2019