

Conference Paper

Guidelines for the Conservation of Subnival Wet Grassland Plant Formation of the Moor, 'Rio Blanco' in the Chimborazo Fauna Production Reserve

Lineamientos para la Conservación de la Formación Vegetal Herbazal Húmedo Subnival del Páramo, 'Rio Blanco' en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo

G. M. Ati, E. A. Muñoz, D. A. Vistin, and G. Y. Balseca

Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH, Riobamba, Ecuador

VII International Congress of
Science, Technology,
Entrepreneurship and
Innovation (SECTEI 2020)

Corresponding Author:

G. M. Ati

guicela.ati@epoch.edu.ec

Published: 26 August 2021

Production and Hosting by
Knowledge E

© G. M. Ati. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

The Chimborazo Wildlife Production Reserve is one of the most important protected areas in Ecuador, located in the provinces of Chimborazo, Tungurahua, Bolívar in the Andes, has an area of 52683 ha, consisting of eight plant formations, 41 indigenous communities that inhabit in this conservation site. Rio Blanco, is a representative community of the subnival wet grassland ecosystem of the moorland where the research was carried out, in which the floristic composition, the threats were analyzed, from which the guidelines for its conservation were formulated. The Gloria methodology was applied to determine coverage, biodiversity indexes and the IVI. 10 families and 23 genera were found, the most abundant are asteraceae and geraniaceae. The site reports a diversity that goes from medium to high. The identified ecosystem services are supply, regulation and cultural. From the analysis of contribution and irreversibility; of severity and scope, the formation presents an average of (2.05) and (2.8) respectively, it means that the pressure is wide in scope, with these elements in a participatory way the guidelines were defined to avoid the deterioration of the ecosystem to Through four programs.

Keywords: conservation, training, grassland threats, guidelines.

Resumen

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es una de las áreas protegidas más importantes de Ecuador, ubicada en las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Bolívar en los Andes, tiene una extensión de 52683 ha, formada por ocho formaciones vegetales, 41 comunidades indígenas que habitan en este sitio de conservación. Rio Blanco, es una comunidad representativa del ecosistema herbazal húmedo subnival del páramo donde se desarrolló la investigación, en esta se analizó la composición florística, las amenazas, a partir de lo cual se formularon los lineamientos para su conservación. Se aplicó la metodología *Gloria* para determinar coberturas, índices de biodiversidad y el IVI. Se encontraron 10 familias y 23 géneros, las de mayor abundancia son asteraceae y geraniaceae. El sitio reporta una diversidad que va de media a alta. Los servicios ecosistémicos identificados son de suministro, regulación y cultural. A partir de los análisis de contribución e irreversibilidad; de severidad y alcance, la formación presenta un promedio de (2,05) y (2,8) respectivamente, significa que la presión es

 OPEN ACCESS



de amplio alcance, con estos elementos en forma participativa se definieron los lineamientos para evitar el deterioro del ecosistema a través de cuatro programas.

Palabras Clave: *conservación, formación, herbazal, amenazas, lineamientos.*

1. Introducción

En una época donde la pérdida de biodiversidad se ha acelerado uno de los mayores logros de la humanidad es la creación de áreas protegidas –AP- [1], que sirven como estrategia para la conservación de la biodiversidad y para la mitigación de los efectos negativos de la interacción sociedad-naturaleza [2, 3] son herramientas trascendentales para la gestión y protección de los ecosistemas [4], han permitido establecer las mayores superficies globales dedicadas a la conservación [2]; las zonas con mayor dinamismo en la creación de nuevas AP son Centro América y el Caribe.

A pesar de los esfuerzos generalizados para la conservación un tercio de la tierra protegida mundial está bajo una intensa presión humana [1], se prevé que estas presiones sobre las AP y el conflicto entre la conservación de la biodiversidad y las necesidades de la población local aumenten debido a numerosos factores [5] como la degradación ambiental, la reducción de tamaño de las AP, y una dinámica socioeconómica difícil de controlar [6, 7].

Dilucidar la importancia de las comunidades locales en las acciones de protección es fundamental para la conservación a largo plazo [8], por lo tanto es necesario gestionar las áreas protegidas incluyendo los aspectos del bienestar humano, incorporando a la población local en su gestión a través de un enfoque ecosistémico que promueva además su uso sustentable de forma justa y equitativa [9], en este contexto la conservación se considera un acontecimiento social [10].

Las áreas alto andinas presentan elevada vulnerabilidad al desequilibrio ecológico provocado por factores antrópicos y naturales, bajo esta perspectiva es imprescindible contar con información de la tipología de la vegetación, con el propósito de generar estrategias para la mitigación y adaptación a los efectos provocados por los factores anteriormente citados, de tal forma que los impactos sobre la población sean minimizados e, incluso, puedan ser aprovechados para mejorar las condiciones de vida [4, 11–13].

Ecuador cuenta con 56 áreas dedicadas a la conservación y protección de ecosistemas en los niveles terrestre y marino, a la provisión de servicios eco sistémicos



[14], una de las áreas protegidas más importantes del país es la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo con una extensión de 52683 [15], ubicado en los andes ecuatorianos en la que habitan 41 comunidades indígenas [16, 17] compuesta por ocho formaciones vegetales: Herbazal del Páramo, Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo, Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo, Herbazal inundable del Páramo, Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo, Bosque siempreverde del Páramo, Herbazal húmedo subnival del Páramo, Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo [4, 11, 17].

La formación vegetal herbazal húmedo subnival del páramo se caracteriza por la presencia de pastos de tallo corto, rosetas acaulescentes y hierbas en cojín, una comunidad característica de esta formación vegetal son los cojines edafoxerófilos [19], que son un grupo diverso adaptado fisiológicamente a las condiciones climáticas extremas [20–22]. Esta formación vegetal ofrece una serie de servicios ecosistémicos [23], no obstante en la actualidad son reconocidas como fuentes críticas de agua con grandes reservas de carbono en el suelo y altos niveles de biodiversidad [24], por ello se consideran ecosistemas estratégicos para la población rural y para las poblaciones urbanas [24]. Dada la importancia de este tipo de vegetaciones es esencial su conservación para la gestión de áreas protegidas.

En la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo las 41 comunidades en su mayoría indígenas han tenido constante interacción [23] con esta formación vegetal a lo largo de los años, la comunidad Rio Blanco está circunscrita a la parroquia Pilahuin [25], ocupa gran parte de la formación vegetal herbazal húmedo subnival del páramo.

Las principales actividades de subsistencia de la comunidad son la agricultura y ganadería [11, 17, 26] lo que ha generado que con transcurrir de los años la expansión de áreas cultivables y las prácticas pecuarias como la quema y pastoreo se contraponen a los objetivos de conservación del área natural protegida [17, 26, 27].

El proyecto 'Medidas ante los riesgos que afrontan los ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo frente al cambio de uso de suelo que ejecuta la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo' como parte de su acción investigativa viene trabajando en la formación vegetal herbazal húmedo, uno de los territorios de estudio es la comunidad Rio Blanco en la cual se determinó la composición y diversidad florística mediante la aplicación del método GLORIA [28], se identificaron las amenazas significativas que afectan a la formación mediante el método desarrollado por The Nature Conservancy [29], a partir de estos resultados se construyó en forma participativa los lineamientos para su conservación.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

La investigación se realizó en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo en la formación vegetal herbazal húmedo subnival del páramo [17, 30] en la cual se identificaron 10 parcelas de muestreo (Tabla 1 y Figura 1). Esta zona está localizada en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Pilahuín, Comunidad Rio Blanco que se encuentra localizada en las coordenadas 746272 E y 98475050 S (en metros) y a una altitud de 4350 metros sobre el nivel del mar (Tabla 1).

Table 1

Ubicación de las zonas de muestreo dentro de la RPFCH.

Herbazal húmedo subnival del paramo	Rio Blanco	P1	746251	9846963	4349
		P2	746242	9846954	4349
		P3	746380	9846936	4488
		P4	746902	9846966	4488
		P5	746847	9846921	4355
		P6	746263	9846844	4349
		P7	746333	9847329	4349
		P8	746281	9846916	4355
		P9	746307	9846909	4359
		P10	746299	9846854	4349

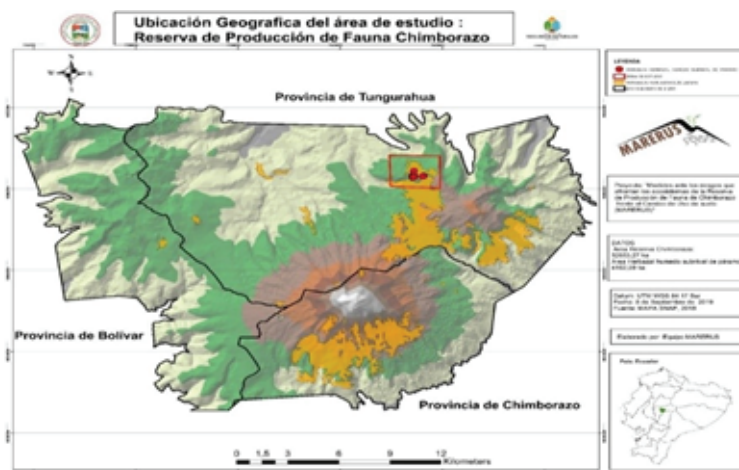


Figure 1

Mapa de los sitios de muestreo en la comunidad Rio Blanco.

2.2. Diseño de muestreo

La metodología utilizada fue la propuesta por [31] para el proyecto GLORIA en la región europea, a la que se le realizaron algunas variaciones que permitieron adaptarla a la zona de estudio [32, 33].

Se aplicaron los criterios: vegetación, composición vegetal y estado de conservación [34] para definir las zonas de muestreo además se utilizaron la ayuda de 128 ortofotos de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. En los sitios de estudio se instalaron cuadrantes de 5x5 m con un área de 25 m² en total, cada cuadrante se subdividió en parcelas de 1x1 m, la recolección de información se realizó únicamente en los extremos o esquinas de cada parcela en los cuadrantes de 5x5 m ya que los otros pueden quedar alterados por el pisoteo de los investigadores al realizar el muestreo. Cada una de las parcelas de 1x1 m, se subdividieron en cuadrículas de 0.1x0.1 m, para ello se utilizó un armazón de madera con un enrejado formado por hilos finos que delimitan 100 celdillas de 0,1x0,1 m, de acuerdo a la metodología del manual GLORIA y modificada por [33], con el fin de obtener la mayor cantidad de datos para el análisis.

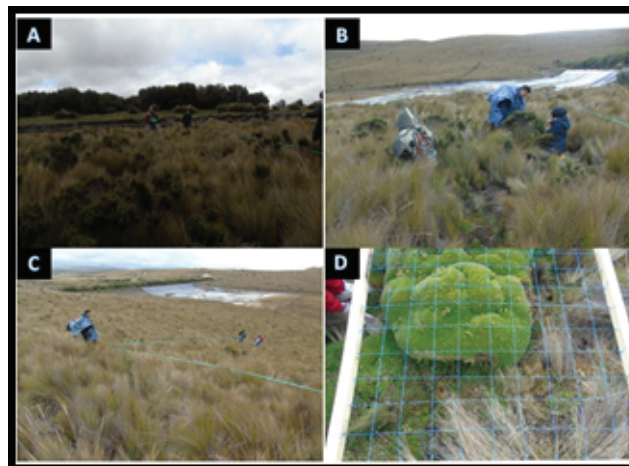


Figure 2

Fotografías ilustrativas de la formación vegetal en el área de estudio. (A) Zonificación de la formación vegetal, (B) Selección de los sitios de muestreo, (C) Delimitación de la parcela, (D) Inventariación de las especies.

En el interior de las parcelas se registró información relativa al número de especies y la cobertura de cada una de ellas, lo que permitió determinar la diversidad por familia, densidad e índices de diversidad. También se determinó el índice de valor de importancia (IVI), para lo cual se obtuvo previamente la dominancia y frecuencia relativa [35].



2.3. Determinación de amenazas significativas que se encuentran en la formación vegetal

El objeto de análisis fue el ecosistema herbazal húmedo subnival de páramo en la comunidad Río Blanco, para el cual se basó en la metodología de Planificación para la conservación de sitios [36], en el cual se detalla el análisis del objeto en función a la composición, función y extensión, las presiones se identificaron con base en severidad (nivel de daño al objeto de manejo) y alcance (superficie afectada), y finalmente las fuentes de presión a partir de dos criterios; contribución (aporte de la fuente actuando sola) e irreversibilidad (nivel de reversión de sus efectos).

2.4. Lineamientos para la conservación de la formación vegetal

Los lineamientos de conservación se formularon aplicando el método de investigación de campo, la técnica de diagramación de amenazas- estrategias, las orientaciones para desarrollar el análisis valorativo de amenazas de objetos de conservación propuesto por [37] y los lineamientos de estructuración de información formulados por [38].

2.4.1. Análisis estadístico

Los datos se analizaron acorde a las características para la estimación de la riqueza de especies, siendo la riqueza de especies, definida como el número de especies que se encuentran en un sitio determinado, o que se registran dentro de un muestreo, con el fin de determinar si el muestro es suficiente para incluir la mayoría de especies que existen efectivamente en un área. Por ello para evaluar la riqueza de especies se empleó la curva de acumulación de especies que muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras [39]. Hasta llegar a la asíntota, para obtener la curva se ingresaron los datos en el software estimate.

2.4.2. Índices de biodiversidad

Se configuro un listado de especies con sus respectivas coberturas (400%) en cada una de las parcelas, posteriormente se obtuvo: riqueza, diversidad (índice de Simpson, índice de Shannon) para ello se utilizó el software estadístico estimate

Según [35], la fórmula para el índice de Simpson es:

$$D'_{si} = \sum_{i=1}^S \frac{n_i - 1}{n - 1} \quad (1)$$

donde:



n: el número total de organismos de una especie en particular; N: el número total de organismos de todas las especies.

El valor de D oscila entre 0 y 1:

Si el valor de D da 0, significa diversidad infinita.

Si el valor de D da 1, significa que no hay diversidad.

El índice es una representación de la probabilidad de que dos individuos, dentro de una misma región y seleccionados al azar, sean de la misma especie. El rango del índice de Simpson va de 0 a 1, así:

Cuanto más se acerca el valor de D a 1, menor es la diversidad del hábitat. Cuanto más se acerca el valor de D a 0, mayor es la diversidad del hábitat.

Es decir, cuanto mayor es el valor de D, menor es la diversidad. Esto no es fácil de interpretar de manera intuitiva y podría generar confusión, razón por la cual se llegó al consenso de restar el valor de D a 1, quedando de la siguiente manera: 1-D.

2.4.3. Índice De Shannon – Weaver

Es el índice más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra.

Adquiere valores entre cero cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Se puede calcular usando el logaritmo natural (más exacto) o con logaritmo base 10

El índice de Shannon y Weaver (1949) se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por 'S' clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son p_1, \dots, p_S) y es probablemente el más usado en ecología de comunidades.

Integra dos componentes: [39]

Riqueza de especies - Equitatividad/representatividad (dentro del muestreo).

La fórmula para su cálculo es:

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_n P_i), \quad (2)$$

donde:

H: Índice de Shannon; Ln: Logaritmo natural;

P_i: Proporción del número total de individuos que constituye la especie i.



3. Resultados y Discusión

3.1. Esfuerzo de muestreo

Se utilizó la curva de acumulación de especies para validar el esfuerzo de muestreo [40], de acuerdo con los datos tabulados mediante el software Eco Sim teniendo en cuenta la abundancia, riqueza, límite inferior y límite superior con un porcentaje de confiabilidad del 95%, la tendencia de la curva de acumulación de especies alcanza la asíntota con un valor de 1400 individuos, por lo que se considera que el muestreo fue suficiente para representar la composición florística lo que concuerda con los dicho por [41] cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas.

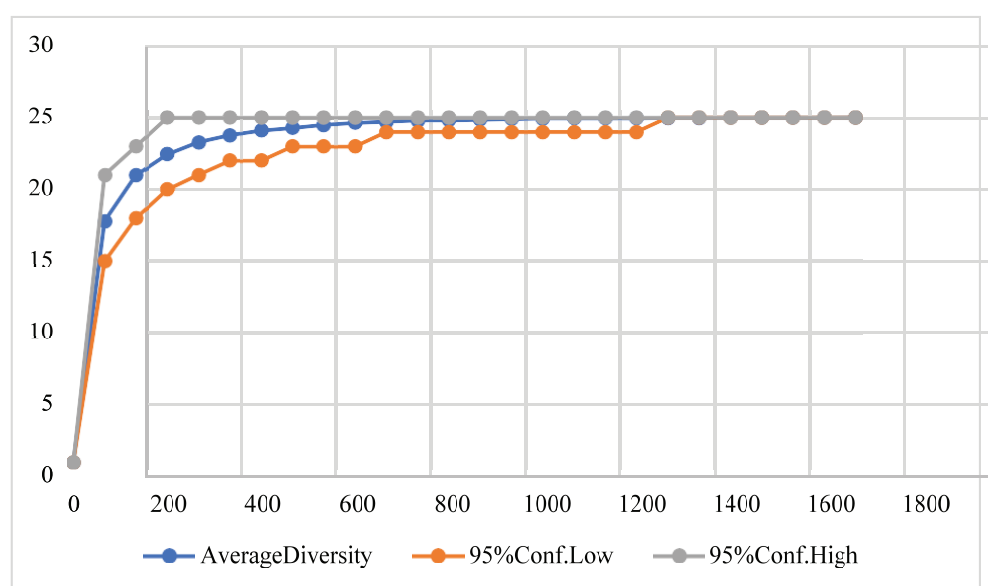


Figure 3

Curva de acumulación de especies para validar el esfuerzo de muestro en la formación vegetal.

3.2. Riqueza florística y cobertura

Se registró un total de 25 especies, 10 familias, 23 géneros y 10 órdenes en el área de estudio, las que mayor número de especies tienen son: Asteraceae (10) y Geraniaceae (4), el resto de familias con valores menores. Estas dos familias contienen 14 especies es decir el 56% del total de familias registradas.

Calamagrostis intermedia, *Plantago rigida*, *Geranium ayavacense* tienen presencia en las 10 zonas de muestreo, *Calamagrostis intermedia* tiene mayor cobertura. *Hypochaeris sonchoides* tiene presencia en nueve de las 10 zonas de muestreo, las especies restantes registran presencias y coberturas en menor representatividad. Lo



que concuerda con estudios realizados por [18, 22] que indican que son las especies más características en zonas de paramo debido a la resiliencia que poseen para resistir en zonas y condiciones adversas.

Table 2

Listado de especies más representativas con sus respectivas coberturas (400%) en las 10 parcelas.

<i>Plantago rigida</i> Kunth	52	2	146	150	28	60	51	56	20	83
<i>Geranium ayavacense</i> W. (Pasuchaca)	49	51	71	13	20	10	18	16	36	3
<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	5	0	0	0	0	8	1	0	0	2
<i>Lachemilla hispidula</i> (L. M. Perry) Rothm	200	4	0	0	0	13	6	44	7	15
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	1	0	0	5	58	8	0	4	0	3
<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	2	1	68	86	38	12	0	12	1	1
<i>Xenophyllum humile</i> (Kunth) V.A.Funk	25	5	0	0	4	0	20	0	0	30
<i>Monticalia andicola</i> (Turcz.) C. Jeffrey	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Azorella pedunculata</i> (Spreng.) Mathias & Constance	0	90	0	0	0	30	0	10	0	56
<i>Gentianella cernua</i> (Kunth)	0	2	0	1	0	8	22	9	7	0
<i>Niphogeton dissecta</i> (Benth.)	0	4	8	10	1	22	0	7	9	0
<i>Pentacalia peruviana</i> (Pers.) C. Jeffrey	0	1	0	0	0	19	46	0	37	0
<i>Huperzia crassa</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Rothm.	0	5	5	0	0	10	0	0	0	0
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	0	1	0	0	0	5	0	0	47	0
<i>Loricaria thuyoides</i> (Lam.) Sch Bip	0	0	0	55	17	0	0	0	0	0
<i>Halenia weddelliana</i> Gilg.	0	0	0	10	0	1	0	1	0	0
<i>Baccharis caespitosa</i> (Lam.) Pers.	0	0	0	12	20	5	30	24	58	10
<i>Geranium multipartitum</i> Kunth	0	0	0	10	0	11	32	5	3	0
<i>Lupinus microphyllus</i> Desr.	0	0	0	7	20	0	28	19	10	6
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
<i>Lucilia kunthiana</i> (DC.) Zardini	0	0	0	0	0	6	0	0	0	11
<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb	0	0	0	0	0	7	34	28	24	14
<i>Chuquiraga jussieui</i> J.F.Gmel.	0	0	0	0	0	0	30	38	26	49
ESPECIES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud	232	15	90	31	89	143	82	122	115	70
<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20



3.3. Índices de biodiversidad

La biodiversidad de la Reserva es la variabilidad que existe entre los organismos, desde las fuentes y sistemas ecológicos de los cuales forman parte, incluyendo la diversidad dentro de las especies, entre especies y la de las formaciones vegetales como ecosistemas.

Desde la perspectiva de la Ecología, las unidades de estudio son paisajes, ecosistemas, comunidades y conjuntos [42, 43], reconociéndose que no todas las especies son abundantes.

En muchos ecosistemas, algunas especies monopolizan el espacio o la energía (tienen la mayor parte de la biomasa o de los individuos), en tanto que muchas otras tienen muy pocos individuos o biomasa [44].

3.3.1. Índice de Simpson

El listado de especies se ingresó en el software estadístico PAST generándose el índice de diversidad de Simpson que arrojó valores de 0,92 lo cual indica que la biodiversidad es alta de acuerdo a [35], este resultado difiere de estudios realizados anteriormente en la zona los cuales evidencian que la diversidad florística va de media a baja, lo cual coinciden con algunos estudios realizados en la zona como el de [34].

3.3.2. Índice de Shannon-Weaver

Aguirre Mendoza [39] asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra, se configuró un listado de especies con sus respectivas coberturas en cada una de las parcelas, posteriormente fueron calculados en el software estadístico past obteniéndose (2,82), de acuerdo al índice de diversidad específica de Shannon-Weaver su valor normal está entre 2 y 3 donde valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies, se infiere que existe una diversidad media en la zona de estudio, tal como lo planteo [34] en su investigación.

Ante las demás especies, no obstante, según menciona que la biodiversidad disminuye con la altitud y la latitud así este ecosistema no deja de ser importante no solo porque alberga a una gran cantidad de avifauna sino por todos los servicios ecosistémicos que brinda.



3.3.3. Índice de valor de importancia

Mediante el índice de valor de importancia se obtuvieron las especies con el mayor peso ecológico, siendo cinco las especies más representativas pues abarcan el 46,93% del IVI total, estas especies; *G. ayavacense* (12,44%), *P. rigida* (9,48%), *Calamagrostis intermedia* (9,28%), *Lachemilla hispidula* (8,87%) y *H. sonchoides* (6,86%), desempeñan un papel importante en la tipología de la vegetación [45].

3.4. Amenazas significativas

Se definió como objeto de análisis a la formación vegetal herbazal húmedo subnival de páramo de la comunidad Rio Blanco de (a) categoría natural; (b) características físicas el objeto de análisis se encuentra a una altitud de 4330 a 4350 m.s.n.m., posee una temperatura de 5°C; (c) valoración, la sensibilidad al cambio en este ecosistemas es muy alta y se encuentra en proceso de deterioro; presentan una importancia intrínseca por su conectividad (Prácticas productivas ancestrales, Páramo herbáceo) y por su representatividad (Páramo seco, Microcuenca).

En cuanto a servicios ecosistémicos, la formación vegetal brinda servicios de suministro, regulación y cultural. Además, la presencia de fauna es media y la de flora nativa alta. Adicionalmente el uso actual del objeto de conservación es económico.

3.4.1. Presiones y fuentes de presión a la formación vegetal herbazal húmedo subnival del paramo

Las actividades generadas por los habitantes como las quemadas de pajonal, sobrepastoreo, erosión y compactación del suelo por ganadería de suelo han ocasionado la destrucción y deterioro del hábitat (ponderación de 2,8

= alta), impulsado por actividades de subsistencia incompatible con el ecosistema como la presencia de ganado bovino y ovino, actividades antrópicas generadas por el hombre, desconocimiento al manejo adecuado del páramo y la presencia de desechos inorgánicos (ponderación de 2,05 = media), lo que concuerda con estudios realizados antes en la zona de amortiguamiento de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo como el de [9].

3.5. Lineamientos para la conservación de la formación vegetal

Para moderar las presiones y disminuir las fuentes de presión se generaron participativamente estrategias con el fin de Mantener la estructura, la composición y la funcionalidad del ecosistema herbazal húmedo subnival de páramo de la comunidad de

**Table 3**

Densidad, frecuencia e índice de valor de importancia de las especies registradas.

Especie	Densidad		Frecuencia		IV	
	Ab	R	Abs	R		
	s	el	el	I		
	esp	Ni/	%	N/si	%	
		tios				
<i>Calamagrostis intermedia</i>	9	18	1	10	7	9,
		0,98		,58	28	
<i>Plantago rigida</i>	6	19	1	10	7	9,
		1,38		,58	48	
<i>Valeriana microphylla</i>		10	0,	10	7	4,
		58		,58	08	
<i>Lupinus microphyllus</i>		87	5,	6	4	4,
		05		,55	8	
<i>Disterigma empetrifolium</i>		44	2,	6	4	3,
		56		,55	55	
<i>Lachemilla orbiculata</i>		64	3,	5	3	3,
		72		,79	75	
<i>Lachemilla hispidula</i>	4	21	1	7	5	8,
		2,43		,3	87	
<i>Gentianella cernua</i>		99	5,	6	4	5,
		75		,55	15	
<i>Gentiana sedifolia</i>		3	0,	1	0	0,
		17		,76	47	
<i>Azorella pedunculata</i>		33	1,	4	3	2,
		92		,03	47	
<i>Niphogeton dissecta</i>		61	3,	7	5	4,
		54		,3	42	
<i>Geranium ayavacense</i>	8	29	1	10	7	1
		7,31		,58	2,44	
<i>Geranium multipartitum</i>		56	3,	5	3	3,
		25		,79	52	
<i>Halenia weddelliana</i>		8	0,	3	2	1,
		46		,27	37	
<i>Huperzia crassa</i>		25	1,	3	2	1,
		45		,27	86	
<i>Baccharis caespitosa</i>		38	2,	7	5	3,
		21		,3	75	
<i>Lucilia kunthiana</i>		11	0,	2	1	1,
		64		,52	08	
<i>Chuquiraga jussieui</i>		17	0,	4	3	2,
		99		,03	01	
<i>Oritrophium peruvianum</i>		8	0,	1	0	0,
		46		,76	61	
<i>Loricaria thuyoides</i>		28	1,	2	1	1,
		63		,52	57	
<i>Pentacalia peruviana</i>		24	1,	4	3	2,
		39		,03	21	
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>		43	2,	4	3	2,
		5		,03	76	
<i>Hypochaeris sonchoides</i>	9	11	6,	9	6	6,
		91		,82	86	
<i>Xenophyllum humile</i>		37	2,	5	3	2,
		15		,79	97	
<i>Monticalia andicola</i>		10	0,	1	0	0,
		58		,76	67	
TOTAL		17	1	132	1	1
	22	00		00	00	

Abs: Valores absolutos; Rel: Valores relativos (%).

**Table 4**

Calificación presiones.

Presiones	Severidad	Alcance	Presión
Erosión del Suelo	Muy alto (4)	Alto (3,5)	Muy Alto (3,8)
Sobrepastoreo	Alto (3,5)	Medio (2,5)	Alto (3)
Quema del pajonal	Alto (3,5)	Medio (2,5)	Alto (3)
Compactación del suelo por ganadería	Medio (2,5)	Bajo (2,2)	Medio (2,4)
Presión global			Alto (2,8)

Table 5

Calificación fuentes de presión.

Fuente de presión	Contribución	Irreversibilidad	Fuente de presión
Presencia de ganado bovino y ovino	Alto (3)	Medio (2)	Medio (2,5)
Actividades antrópicas generadas por el hombre	Alto (3,5)	Medio (2,5)	Alto (3)
Desconocimiento al manejo adecuado del páramo	Alto (3)	Medio (2,5)	Alto (2,8)
Presencia de desechos inorgánicos	Medio (2)	Medio (2)	Medio (2)
Total de las fuentes de presión			Medio (2,05)

Rio Blanco del que se derivan la ejecución de estrategias como Programa de Control y Vigilancia; que permitirá la Programas Comunicación, Educación y Participación Ambiental, Programa de buenas prácticas agropecuarias, que se aplicarían durante lograrían en un periodo comprendido de 3 a 5 años la disminución de sobrepastoreo, disminución de la compactación del suelo por ganadería, disminución de las quemas de pajonal y la disminución de la erosión del suelo.

4. Conclusiones

La formación vegetal herbazal húmedo subnival de páramo está compuesta por herbazales dispersos que se encuentran restringidos a las partes más altas de las montañas, se evidencia la dominancia de *Calamagrostis intermedia*, *P. rigida*, *G. ayavacense* en las 10 zonas de muestreo. Que son los grupos botánicos caracterizaos por la elevada resistencia a las condiciones climáticas adversas y a los procesos de degradación del páramo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Se infiere que los valores medios y altos que se obtuvieron al aplicar los índices de biodiversidad Simpson 0,92 y shannon-Weaver 2,83, se deben al elevado número de

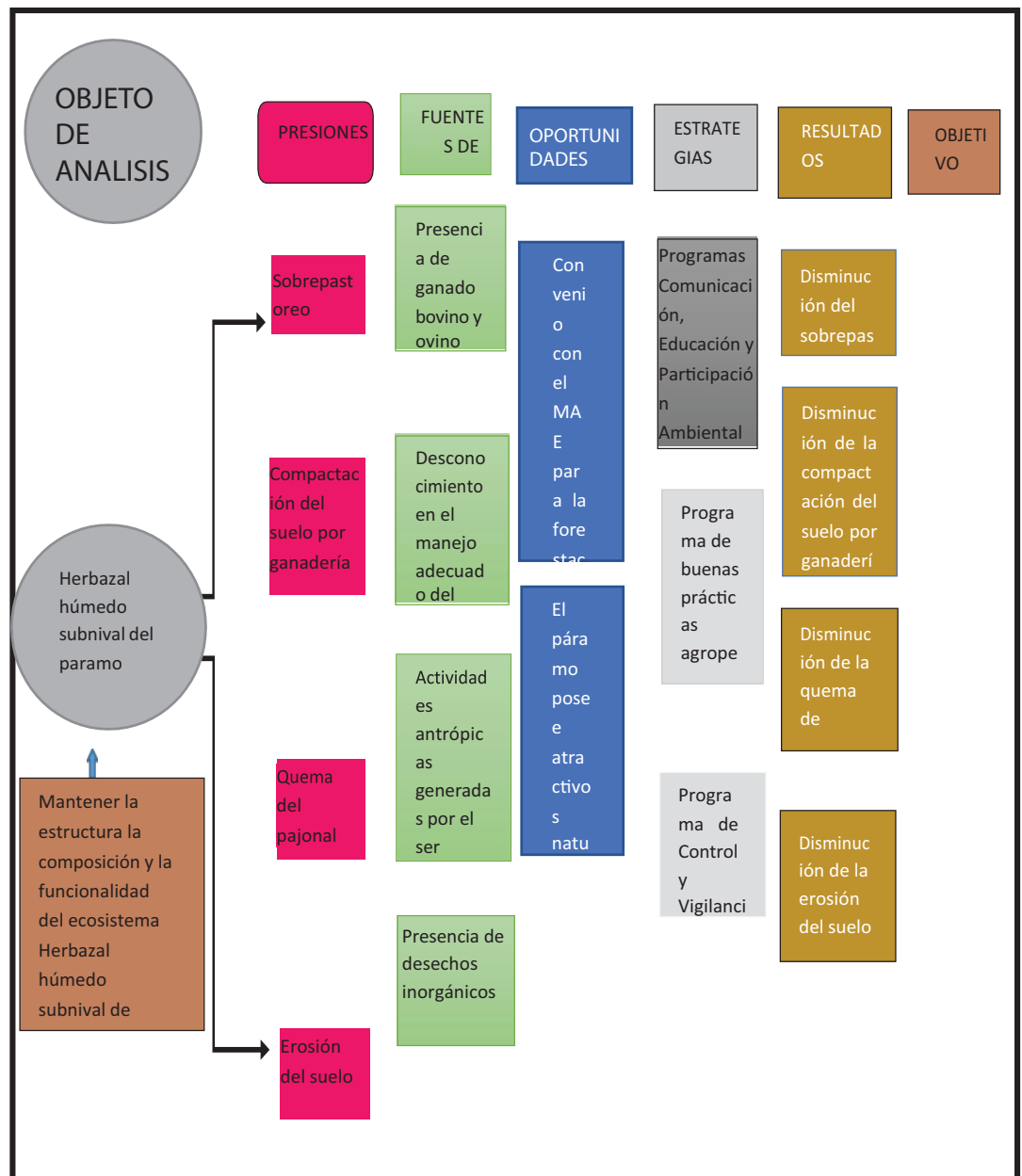


Figure 4

Objetivos y estrategias del objeto de análisis.

especies que se encontraron en la mayoría de parcelas pertenecientes a la especie Calamagrostis intermedia. Se muestrearon 1400 especies que fueron suficientes para validar el esfuerzo de muestreo.

La distribución de las especies en el área de estudio presenta una fisonomía típica de ellas evolucionando en formas de roseta basal, reduciendo su tamaño, pero aumentando el número de individuos por especie, presentando en casos simbiosis entre ellas como una estrategia de adaptación al cambio climático la cual no ha escapado este sitio de estudio.



Las presiones a la formación vegetal herbazal húmedo subnival arrojaron un puntaje de 2,8, que corresponde a la categoría: Alto, refleja la afectación del objeto focal de conservación en muchos sectores de la formación vegetal alcanzando un puntaje correspondiente a severidad y alcance (2,8) que se categorizan como alto, afectando principalmente a los servicios ecosistémicos de regulación hídrica y suministro de agua.

Para mitigar las amenazas que intervienen en la formación vegetal herbazal húmedo subnival de páramo en el área de estudio, se han generado de manera participativa lineamientos a ser trabajadas en conjunto con los gestores del área protegida como: Programa de Control y Vigilancia, Programa de Comunicación, Educación y Participación Ambiental, Programa de buenas prácticas agropecuarias, las cuales ayudarían a disminuir la degradación del objeto de estudio.

Debido a la gran presencia de la especie *Calamagrostis* intermedia típica del área de estudio esta formación se convierte en una de las más importantes para realizar un monitoreo ante el creciente cambio climático ya que el páramo es un gran sumidero de carbono, no tanto por la biomasa que sustenta, como por las formaciones edáficas que alberga. En efecto, el pajonal del páramo puede cuantificarse en unas 40 tn/ha, como máximo, de materia seca, lo que equivale a unas 20 tn/ha de carbono.

Agradecimientos

Al Rector de la ESOCH Dr, Byron Vaca Barahona por el apoyo institucional para la ejecución del proyecto. Al Ing. Eduardo Muoz Director del proyecto 'Medidas ante los riesgos que afrontan los ecosistemas de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo frente al cambio de uso de suelo' de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo por haber confiado en el equipo para la ejecución del proyecto.

Referencias

- [1] Jones K, Venter O, Fuller R et al. One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science*. 2018;360: 788-791.
- [2] Palomo I, Montes C, Martín-López B et al. Incorporating the social-ecological approach in protected areas in the anthropocene. *BioScience*. 2014;64: 181–191.
- [3] Pérez M, Flores J. Uso público de áreas protegidas. Una alternativa para la participación comunitaria. *Scielo*. 2016;8:138-145.
- [4] Salgado S, Cuesta F, Beltrán K, León S, Romoleroux K, Ortiz E, Cárdenas A, Velástegui A. Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización climática en el Ecuador, *EcoCiencia, Proy. Páramo Andín. y Herb*. Quito: QCA; 2009.



- [5] Oldekop J, Holmes G, Harris W, Evans K. A Global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. *Conserv Biol.* 2016;30(Suppl1):133-141.
- [6] Riemann H, Santes-Álvarez R, Pombo A. The role of natural protected areas in local development: The case of the peninsula of Baja California. *Gest. y Polit. Publica.* 2011;20:141-172.
- [7] Qin S, Golden R, Cook C et al. Protected area downgrading, downsizing, and degazettement as a threat to iconic protected areas. *Conserv. Biol.* 2019;33:1275–1285.
- [8] Szymanski M. Portal Unión Internacional para el Cuidado de la Naturaleza; 2016. Disponible en: <https://www.iucn.org/es/news/secretariat/201609/el-15-de-las-tierras-del-planeta-están-protegidas-pero-quedan-excluidas-áreas-cruciales-para-la-biodiversidad>
- [9] Lozano P, Armas A, Machado V. Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador. *Enfoque UTE.* 2016;7: 55-70.
- [10] Muñoz B. Percepciones de la gestión del turismo en dos reservas de biosfera ecuatorianas: Galápagos y Sumaco. *Investig. Geogr.* 2017;110–125.
- [11] Morales-Betancourt J, Estévez-Varón J. El páramo: ¿ecosistema en vía de extinción? *Revista Luna AzuL.* 2006;22:39-51.
- [12] Hofstede R, Vasconez S, Cerra M. Vivir en los páramos. Percepciones, vulnerabilidades, capacidades y gobernanza ante el cambio climático. Quito: UICN; 2015.
- [13] Rodríguez N, de la Nuez AM. La vicuña ecuatoriana y su entorno Ecuador mamallaktapi tiyak wikuña paypak kuskapi. 1st edition. Riobamba; 2017.
- [14] Lozano P. Valoración económica del carbono capturado en el suelo de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo [tesis de posgrado]. Riobamba: ESPOCH; 2017.
- [15] Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental 2013 (Ecuador).
- [16] Hofstede R, Calles J, López V et al. Los páramos andinos ¿Qué Sabemos?. Quito: UICN; 2014.
- [17] Actualización del Plan de Manejo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo 2014 (Ecuador).
- [18] Bustamante M, Albán M, Argüello M. Los Paramos de Chimborazo Un Estudio Socioambiental para la toma de Decisiones. Quito: EcoCiencia; 2011.
- [19] Josse C, Navarro G, Comer P et al. Sistemas ecológicos de América Latina y El Caribe: Una clasificación de trabajo de los sistemas terrestres., Arlington: NatureServe; 2003.
- [20] Körner C. Alpine Plant Life: Functional ecology of high mountain ecosystem plants. The climate plants experience. Heidelberg: Springer; 2003. p. 31–46.



- [21] Sklenář P, Balslev H. Superpáramo plant species diversity and phytogeography in Ecuador. *Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants.* 2005;200:416– 433.
- [22] Sklenář P. Presence of cushion plants increases community diversity in the high equatorial Andes. *Flora - Morphol. Distrib. Funct. Ecol. Plants.* 2009;204: 270–277.
- [23] Molina R, Campos R, Guerrero HS, Giraldo L, Atzori A. Sustainable feedbacks of colombian paramos involving livestock, agricultural activities, and sustainable development goals of the agenda 2030. *Systems.* 2019;7:52-69.
- [24] Farley K, Bremer L. Water is life: Local perceptions of páramo grasslands and land management strategies associated with payment for ecosystem services. *Ann. Am. Assoc. Geogr.* 2017;107:1-11.
- [25] Estadísticas de Patrimonio Ecuador continental 2015(Ecuador).
- [26] Giné D, Sánchez R. El Páramo Andino: Características territoriales y estado ambiental. aportes interdisciplinarios para su conocimiento1. *Estudios Geograficos.* 2015;76:369–393.
- [27] Hofstede R. Health state of Páramos: An effort to correlate science and practice. *Lyonia.* 2004;6:61–73.
- [28] Pauli H, Gottfried M, Lamprecht A et al. Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básico, complementarios y adicionales. 5th ed. Jaca: GLORIA; 2015.
- [29] The Nature Conservancy. 2016.
- [30] Ministerio del Ambiente del Ecuador. Plan Gerencial Reserva de Producción Faunística Chimborazo Resumen Ejecutivo. Riobamba; 2002.
- [31] Pauli H, Gottfried M, Hohenwallner D, Reiter K, Grabherr G. Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Aproximación al estudio de las cimas. Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos, como contribución al Sistema Terrestre de Observación Global (GTOS). Jaca: 2003.
- [32] Eguiguren V, Ojeda T, Aguirre N. Diversidad Florística del ecosistema paramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del Cambio Climático. *Ecología Forestal.* 2010;1:7-18.
- [33] Rodriguez, M. Estudio de la diversidad florística a diferentes altitudes en el páramo de almohadillas de la comunidad yatzaputzán, cantón Ambato. 2011.
- [34] Caranqui J, Lozano P, Reyes J. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE.* 2016;7:33-45.
- [35] Aguirre M. Guia de metodos para medir la biodiversidad. Loja: 2013.
- [36] The Nature Conservancy, 2006.
- [37] Granizo, et al, 2006.



- [38] Ortegón, E, Pacheco J, Prieto A. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de programas y proyectos. Santiago de Chile: CEPAL; 2015.
- [39] Pauta L. Biodiversidad fungica en el suelo del bosque protector Aguarongo. Azuay. 2016.
- [40] González-Oreja J, De la Fuente–Díaz–Ordaz A, Hernández-Santín L, Buzo-Franco D, Bonache-Regidor C. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Anim. Biodivers. Conserv.* 2010;33: 31–45.
- [41] Jiménez-Valverde A, HJ. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Rev. Ibérica de Aracnología.* 2003;8:151-161.
- [42] Wilson 1991.
- [43] Matthews y Whittaker 2014.
- [44] McGill, 2011.
- [45] Soler P, Berroterán J, Gil J, Acosta R. Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agron. Trop.* 2011;62:25–37.
- [46] Geoinformática y Sistemas Cia. Ltda. “Estudio del estado actual del ecosistema páramo en tungurahua”, honorable gobierno provincial de tungurahua (HGPT) - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana para el Desarrollo). Ambato: 2015.