



Análisis diversidad florística del ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo, parroquia Pilahuin – Tungurahua

Floristic diversity analysis of the humid herbazal ecosystem montano alto superior of the páramo, parroquia Pilahuin – Tungurahua

Análise da diversidade florística do ecossistema herbazal úmido montano alto superior do páramo, freguesia de Pilahuin - Tungurahua

Susana Monserrat Zurita-Polo ^I
susana.zurita@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5325-486X>

Marco Hjalmar Velasco-Arellano ^{II}
marco.velasco@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8356-9459>

Katherin Lizbeth Guzmán-Cáceres ^{III}
katherin.guzman@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0130-3487>

Correspondencia: susana.zurita@epoch.edu.ec

Ciencias naturales
Artículo de investigación

***Recibido:** 14 de abril de 2021 ***Aceptado:** 15 de mayo de 2021 * **Publicado:** 09 de junio de 2021

- I. Ingeniera en Sistemas Informáticos, Magíster en Educación a Distancia, Máster Universitario en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos, Docente Investigador Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Licenciado en Ciencias de la Educación, Profesor de Enseñanza Media en la Especialización de Ciencias Exactas, Magister en Educación Matemática, Docente Investigador Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniera en Ecoturismo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.

Resumen

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH) localizada en el corazón de los andes ecuatorianos en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, con un rango altitudinal que varía desde los 3200 a los 6310 msnm, está constituida en su mayoría por páramo que es considerado como un ecosistema estratégico gracias a las funciones primordiales para la sociedad que posee: son el principal regulador del sistema hídrico del país adicionalmente son de suma importancia ecológica por su biodiversidad especial y brindan espacio para ejercer actividades agrícolas.

Dentro de las cuatro zonas de vida se presentan siete tipos de ecosistema que son: Herbazal de Páramo, Herbazal y Arbustal siempre verde subnivel de Páramo, Arbustal siempre verde y Herbazal de Páramo, Herbazal inundable del Páramo, Herbazal ultra húmedo subnivel de Páramo, Herbazal húmedo montano alto superior de Páramo. El presente estudio tiene por objeto determinar la composición y estructura florística del ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo mediante la identificación de patrones de riqueza de especies y de la constitución a lo largo de las zonas transicionales, con la finalidad de contribuir a reducir los riesgos que afrontan los ecosistemas que componen la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo frente al cambio de uso de suelo, para lo cual se realiza el inventario de la flora así como el análisis de la diversidad florística del ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo.

Palabras claves: Reserva de Producción de Fauna; ecosistema; páramo; diversidad florística.

Abstract

The Chimborazo Fauna Production Reserve (RPFCH) located in the heart of the Ecuadorian Andes in the provinces of Bolívar, Chimborazo and Tungurahua, with an altitude range that varies from 3200 to 6310 meters above sea level, is made up mostly of paramo that It is considered a strategic ecosystem thanks to the essential functions for the society that it possesses: they are the main regulator of the country's water system, in addition, they are of great ecological importance due to their special biodiversity and provide space for agricultural activities.

Within the four life zones there are seven types of ecosystem that are: Herbazal of Paramo, Herbazal and Evergreen Shrubland sub-level of Paramo, Evergreen Shrubland and Herbazal of

Paramo, Flooded Herbazal of Paramo, Ultra-humid Herbazal sub-level of Paramo, Herbazal upper mountainous area of Paramo. The present study aims to determine the composition and floristic structure of the upper montane humid grassland ecosystem of the paramo by identifying patterns of species richness and constitution throughout the transitional zones, in order to contribute to reducing the Risks faced by the ecosystems that make up the Chimborazo Fauna Production Reserve against changes in land use, for which the flora inventory is carried out as well as the analysis of the floristic diversity of the upper mountainous humid grassland ecosystem of the paramo.

Keywords: Fauna Production Reserve; ecosystem; paramo; floristic diversity.

Resumo

A Reserva Produtora de Fauna Chimborazo (RPFCH) localizada no coração dos Andes equatorianos nas províncias de Bolívar, Chimborazo e Tungurahua, com uma faixa de altitude que varia de 3.200 a 6.310 metros acima do nível do mar, é composta principalmente por paramo que é considerado um ecossistema estratégico pelas funções essenciais que possui para a sociedade: são o principal regulador do sistema hídrico do país, além disso são de grande importância ecológica devido à sua biodiversidade especial e proporcionam espaço para atividades agrícolas. Dentro das quatro zonas de vida, existem sete tipos de ecossistema que são: Herbazal de Páramo, Subnível Herbazal e Evergreen Shrubland do Páramo, Evergreen Shrubland e Herbazal de Páramo, Várzea Herbazal del Páramo, Subnível Ultra-úmido Herbazal de Páramo, Herbazal área montanhosa superior do Páramo. O presente estudo tem como objetivo determinar a composição e estrutura florística do ecossistema campestre úmido do alto montano do páramo por meio da identificação de padrões de riqueza e constituição de espécies ao longo das zonas de transição, a fim de contribuir para a redução dos riscos enfrentados pelos ecossistemas que o compõem. a Reserva Produtiva da Fauna do Chimborazo face às alterações do uso do solo, para a qual é efectuado o inventário da flora e a análise da diversidade florística do ecossistema de pastagens húmidas altas montanhosas do páramo.

Palavras-chave: Reserva Produtiva de Fauna; ecossistema; páramo; diversidade florística.

Introducción

El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema (Canabio, 2012)

Según (De Groot, 2002) menciona que los ecosistemas contribuyen al bienestar humano mediante la generación de una amplia variedad de funciones de los ecosistemas, las cuales son definidas como la capacidad de promover servicios que satisfagan a la sociedad.

Los ecosistemas de alta montaña de los andes ecuatorianos constituyen la mayor cantidad de biodiversidad del planeta donde incluyen páramos, ríos, humedales, lagunas, bofedales, etc., en particular tienen una importancia en la producción de servicios ambientales como la regulación hídrica y al almacenamiento de carbono atmosférico (Schalatter, 2004).

En Ecuador el páramo cubre alrededor de 1'250.000 ha, es decir aproximadamente un 6% del territorio nacional. En estos ecosistemas la saturación de agua producto de la textura gruesa y muy densa del suelo, resulta en una zona totalmente impermeable y mal drenada que influye directamente en la vegetación, originando áreas de agua corriente o turberas y áreas inundadas con agua estancada conocidas como pantanos (Mena, Medina, & Hofsted, 2000).

Las áreas protegidas son espacios geográficos claramente definidos, reconocidos y gestionados, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados” (Dudley, 2008).

La Reserva de Producción Faunística Chimborazo (RPFCH), declarada el 26 de octubre de 1987 como tal, es una de las principales Áreas Protegidas del Ecuador se ubica en las provincias de Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, posee una superficie de 58560 ha, está conformada por cuatro zonas de vida: Bosque siempreverde montano alto, Páramo herbáceo, Páramo seco y Gelidofitia, la vegetación existente la forman especies de tipo herbáceo, con presencia esporádica de pequeños arbustos. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

Dentro de las cuatro zonas de vida se presentan siete tipos de ecosistema: Herbazal de Páramo, Herbazal y Arbustal siempreverde subnival de Páramo, Arbustal siempre verde y Herbazal de Páramo, Herbazal inundable del Páramo, Herbazal ultra húmedo subnival de Páramo, Herbazal húmedo montano alto superior de Páramo. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

La composición y estructura del páramo arbustivo varía hacia la parte baja de la distribución de este ecosistema, de tal manera que la riqueza de especies, promedio de estatura de los arbustos y número de arbolitos incrementa dramáticamente.

Fundamentación Teórica

La RPFCH está constituida en su mayoría por páramo que es considerado como un ecosistema estratégico gracias a las funciones primordiales para la sociedad que posee: es el principal regulador del sistema hídrico del país adicionalmente es de suma importancia ecológica por su biodiversidad especial.

De acuerdo al ministerio de Ambiente, (2016) las principales amenazas que se identifican en la RPCCH son; la actividad agrícola en zona no permitida, quema de pajonales por actividad agropecuaria, actividad pecuaria habilitación de tierras para plantaciones forestales y extracción de material pétreo (Arena y Piedra).

Composición y estructura florística

La diversidad florística del Ecuador está representada en gran medida por la variedad de ecosistemas que posee, lo cual constituye la razón principal para que el Ecuador sea considerado entre los países con mayor diversidad del mundo. A pesar de poseer esta diversidad, en la actualidad nuestro país soporta una deforestación superior a las 137.000 ha. al año, ya que sean pocos los proyectos de conservación, recuperación y forestación. (Caranqui, Lozano, & Reyes, 2016)

Pisos florísticos altitudinales

El piso altitudinal hace referencia a la ubicación de las formaciones con respecto al nivel del mar, y cambios florísticos, fisonómicos, y fenológicos correspondientes. En algunas localidades la vegetación puede encontrarse fuera del rango sugerido debido a condiciones climáticas y geológicas locales. La diversidad de especies depende de varias condiciones: como la gradiente

latitudinal, altitudinal y precipitación. Mena, (2010), menciona, la cordillera de los Andes genera una especie de escalera irregular en la cual cada escalón es un ambiente diferente, con condiciones climáticas y biológicas más o menos particulares, los cambios altitudinales no son abruptos, son paulatinos y con traslapes.

La región andina o Sierra norte del Ecuador incluye áreas ubicadas sobre los 1300 m.s.n.m. hasta la cúspide de las montañas tanto de la cordillera oriental como occidental de los Andes. La estructura de la vegetación puede ser similar en ambos lados de la cordillera andina pero la composición florística tiene notables diferencias.

Un elemento fundamental de la ecología de los bosques montanos es la abundancia de epífitas, que constituyen en gran medida el estrato inferior o sotobosque de estos ecosistemas. El desarrollo de una gran masa de epífitas es una indicación de circunstancias climáticas húmedas estables (Mena, P & Hofstede, R, 2006).

Diversidad

De acuerdo al Convenio de Diversidad Biológica de 1992, es término por el que se hace referencia la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permite la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentalmente el sustento de la vida sobre el planeta. (Morales, 2003)

Criterios sobre biodiversidad

En un estudio basado en la diversidad de ecosistema (Sierra, Campos, & Chamberlain, 1999) definen los siguientes criterios.

a. Diversidad de especies

La riqueza de especies tiene relación con el número de especies que se presentan en cada una de las diferentes formaciones vegetales o hábitats, tienen valores importantes las formaciones

vegetales con mayor riqueza de especies o alta diversidad en comparación con las áreas en las cuales la cantidad de especies es menor.

Sistema ecológico

Se define como un conjunto de elementos que están interrelacionados, comprende elementos naturales y humanos vinculados por relaciones de dependencia mutua, entre los cuales están el relieve, clima, ríos, suelos, seres humanos, plantas animales. En este sistema las características de cada elemento se explican por causas naturales físicas, químicas y biológicas (Holdridge, L., 2010).

Factores abióticos

Reciben el nombre de biotopo (lugar donde está la vida). El biotopo se resume entre los factores del clima y el soporte o sustrato donde están dispuestos los seres vivos. Las descripciones de estos deberían identificar las características abióticas sobresalientes que influyen sobre la distribución o función de un tipo de ecosistema, definen su intervalo de variabilidad natural y lo diferencian de otros sistemas. Su importancia para la vida y el equilibrio ecológico del planeta es muy grande, ya que determinan la distribución de los seres vivos sobre la Tierra, además, influyen sobre ellos y sobre su adaptación al medio. (Ramírez, 2010).

Factores energéticos Son la fuente de energía que utilizan los seres vivos para llevar a cabo funciones, puede iniciarse con la captación de luz solar para los organismos fotosintéticos o con la degradación de materia para algunas bacterias (Ramírez, 2010).

Factores climáticos Se refiere a los factores que regulan las condiciones climáticas en general. Entre estos factores tenemos la luz solar, humedad relativa, precipitación, la temperatura, la velocidad del viento, mismas que interactúa entre sí y determinan la regulación de las condiciones climáticas (Ramírez, 2010).

Factores bióticos

El caracterizar factores bióticos o componentes bióticos consiste en identificar a todos los organismos vivos que interactúan con otros organismos, considerando la fauna y la flora de un lugar específico y sus interacciones, haciendo referencia específica a cualquier especie animal o

vegetal amenazada o en peligro de extinción, debe indicarse también aspectos biológicos globales como la diversidad de especies y la estabilidad del ecosistema en general. (Ramírez, 2010).

Flora

En primer lugar, es necesario establecer la diferencia conceptual entre Flora y Vegetación. La vegetación se refiere a los aspectos cuantitativos de la arquitectura vegetal, es decir su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a la definición cualitativa de esta arquitectura, referido a las especies componentes de ella (Osuna & García, 2010). El objeto del estudio de la flora son las especies vegetales. La flora es el conjunto de especies presentes en un lugar o área dada.

El objeto del estudio de la vegetación son las comunidades vegetales, su estructura y composición florística. Si el concepto de flora está bien definido, el concepto de comunidad vegetal también lo está por la estructura o modo en que las especies ocupan en el espacio disponible, así como por el aspecto o carácter propio que presenta el conjunto como componente de un paisaje (Osuna & García, 2010).

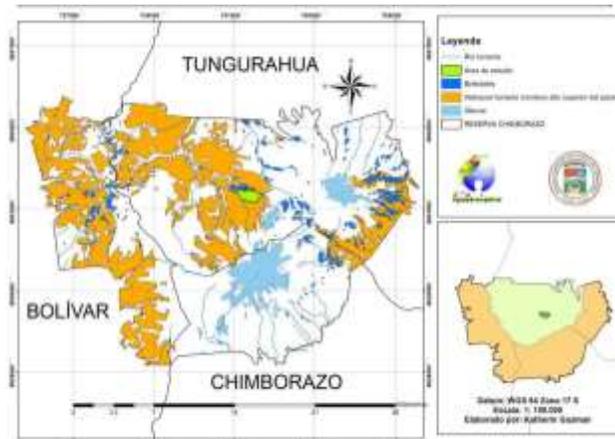
Herbazal

Esta formación está compuesta esencialmente por plantas herbáceas como aráceas, marantáceas y musáceas, excluyendo las gramíneas, o por plantas suculentas como aizoáceas o chenopodiáceas. Estas plantas se encuentran asociadas por lo general con áreas pantanosas o costeras (Harden, C., Farley, K., Bremer, L., & Hartsig, J., 2011).

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en parroquia Pilahuín, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, dentro de la jurisdicción de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

Figura 1: Ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: Zurita, Velasco, Guzmán, 2020

El lugar de estudio se encuentra en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo dentro de las coordenadas:

Tabla 1: Coordenadas proyectadas UTM zona 17S, DATUM WGS 84

Coordenada X	Coordenada Y	Altitud
740028,661	9842292,443	4300 m.s.n.m

Fuente: Zurita, Velasco, Guzmán, 2020

Límites

Norte: Comunidad Huañuna

Sur: Comunidad Rumicorral

Este: Comunidad Malesayata

Oeste: Comunidad Malesayata

(MAE, 2012).

Características climáticas

De acuerdo a Díaz, 2015 las características climáticas del sector donde se desarrolla la investigación, son las siguientes:

Temperatura: Oscila entre -3 a 14 °C

Precipitación: en la zona de páramo la pluviosidad es de 1000 mm/año

Humedad: 70-85%

Clasificación ecológica

Herbazal húmedo montano alto superior del páramo

Este ecosistema ha desaparecido o se encuentra muy restringido por los efectos de la quema, pastoreo o por la ampliación de la frontera agrícola. En los flancos interiores de la cordillera (hacia los valles internandinos), el ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo se encuentra como remanente en las vertientes exteriores, en particular en la oriental andina, este ecosistema se extiende unos 200 a 300 metros de elevación (3300 a 3600).

Tabla 2: Ecosistemas de la RPFCH

ECOSISTEMAS SEGÚN EL MAE	ALTITUD EN M.S.N.M	HECTÁREAS
Herbazal húmedo montano alto superior del páramo	3500 – 4200	16366,36

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2012

Entre las actividades que afectan estas áreas está el sobre pastoreo, manteniendo la vegetación de tamaño muy pequeño y una alta cobertura de suelo desnudo, lo cual produce un cambio drástico de la comunidad vegetal, la misma que está compuesta primordialmente por asociaciones de *Agrostis breviculmis* y *Lachemilla orbiculata*, ambas resistentes al pisoteo del ganado.

Especies Representativas: *Baccharis caespitosa*, *Calamagrostis intermedia*, *Cerastium crassipes*, *Festuca sublimis*, *Geranium chimborazense*, *Hypochaeris sessiliflora*, *Perezia pungens*, *Stipa ichu*, *Plantago australis*, *P. linearis*, *P. rigida*, *Valeriana rigida*.

Característica del suelo

Los suelos de la Reserva son de origen volcánico, con formaciones de rocas, sedimentos de material volcánico, morrenas y tobas volcánicas pliocénicas y más antiguas. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2002).

Entisol

En la Reserva existen 6.762,32 hectáreas de suelos entisoles que se caracterizan por ser suelos jóvenes, en los cuales su composición es muy parecida al material rocoso que le dio origen y sobre el cual descansa. Generalmente se presentan en cualquier régimen climático y en pendientes donde las pérdidas del suelo ocurren más rápido que su formación.

Materiales y equipos

Materiales

Hojas de papel bond, libreta de campo, lápiz, esferográficos, fichas de campo, fundas ZIMPLOX, piola

Equipos

Cámara de fotos, computador, GPS, Impresora, Memory flash, cuadrantes, estacas, flexómetro

Metodología

La presente es una investigación aplicada de tipo experimental, que se llevará a cabo utilizando técnicas de revisión bibliográfica y de campo a un nivel exploratorio, descriptivo, analítico y prospectivo, cuyos objetivos se cumplirán de la siguiente manera:

Para el cumplimiento del primer objetivo: realizar el inventario de la flora del ecosistema herbazal inundable del páramo.

Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio se recorrió la formación vegetal del ecosistema herbazal Húmedo montano alto superior del Páramo ubicado en Rio Colorado Alto, dentro de la reserva de producción fauna Chimborazo, se registraron datos como: altitud, latitud y longitud con la ayuda de un GPS, información que se utilizó en ArcMap versión 10.4 para la construcción del mapa de la zona, determinando de esta manera el área total de estudio.

Instalación de parcelas

En función de la metodología GLORIA (Iniciativa para la investigación y el seguimiento Global de los Ambientes Andinos), se realizó diez parcelas cada una de (5x5) m², utilizando 4 varillas de 30 cm y una piola de 20 m que sirvieron para la construcción de la parcela, procediendo de la siguiente manera donde se estableció un punto de inicio, colocando la primera varilla y se ató la piola a ella partir de este se midió 5m horizontales (norte) ubicando así el punto 2 y a 5 m de distancia (este) se colocó el punto 3, y finalmente a una distancia de 5m (sur) se instaló el punto 4, para así formar la parcela.

Dentro de la parcela se colocó cuatro cuadrantes de (1x1) m² cada uno de los cuadrantes fueron subdivididos en cuadrículas de 10 x10 cm, para lo cual se utilizó un cuadrado de madera a manera

de rejilla con hilo fino, que fueron colocados en las esquinas de la parcela para el levantamiento de la información que se realizó solo dentro de los cuatro. El levantamiento de la información para la identificación de las especies, riqueza, abundancia, dominancia y el número se realizó solo dentro de los cuatro cuadrantes.

Recolección de muestras

Para la recolección de muestras se llevó una libreta de campo, bolsas de plástico, tijeras de podar y lápiz para hacer anotaciones.

La recolección de especies para ser identificadas se realizó fuera de la parcela, teniendo presente las características que se necesitan para una buena muestra de herbario recolectando ejemplares representativos, con flores o frutos o ambos y varios duplicados (se recomiendan tres).

Una vez obtenida la muestra se procedió a colocar al interior de una bolsa de plástico, dentro de ella se depositó una etiqueta con los datos de las especies recolectadas, como la fecha, el código y en que parcela fue recolectado.

Identificar las especies

Dentro de los cuadrantes se identificó especies herbáceas mismas que se registraron en fichas de inventario de campo, las especies que no se lograron identificar se recolectaron y se herborizaron para posteriormente identificarlos en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo la información de todas las especies identificadas se sistematizo en fichas.

Descripción de las especies

Las 21 especies identificadas se las registró en fichas con su respectiva fotografía, descripción taxonómica y morfológica.

Sistematización de la información

Para la sistematización y análisis de la información obtenida se elaboró una base de datos en EXCEL. Posteriormente se determinó: la densidad relativa, frecuencia relativa y el valor de importancia de especie, de la siguiente manera:

IVI (Valor de Importancia)

$$IVI=DR+FR$$

DR= Densidad Relativa

DR= #de individuos de especie / # total de individuos en el muestreo x 100

FR= Frecuencia Relativa

FR= #de unidades de muestreo por especie / sumatoria de las frecuencias de todas las especies x100.

Para el cumplimiento del segundo objetivo: Analizar la diversidad florística del ecosistema herbazal Húmedo montano alto superior del páramo.

Con los datos obtenidos del inventario realizado, se aplicó los diferentes índices de medición de diversidad alfa y beta, utilizando el software PRIMER V5.0 y el software ESTIMATES 9.1.0 (Robert Colwell) que se trabajó con los siguientes índices:

Índice de diversidad de Shannon

Este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección y expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Toma 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.

El índice de Shannon integra dos componentes:

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

La ecuación para su cálculo es:

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_{10} P_i)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

Tabla 3: Matriz recomendada para organizar la información y calcular el índice de Shannon

Especie	Número Individuos	Pi= n/N	Ln.Pi	Pi*Lnpi
Especie	N			
Total especies	N			-Σpi.LnPi

Fuente: Moreno, 2001

La sumatoria de la columna Pi*Lnpi es el resultado del índice. Para el cálculo final no olvidar el símbolo, así $H' = (-) - \sum Pi \ln Pi$.

Tabla 4: Rangos de diversidad Shannon

Rangos	Significados
0 - 1,35	Diversidad baja
1,36 - 3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Fuente: Moreno, 2001

b. Índice de Margalef

Donde:

$$D_{MG} = \frac{S-1}{Ln N}$$

S = número de especies

N = número total de individuos

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S=k N$ donde k es constante. Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando S-1, en lugar de S, da $DMg = 0$ cuando hay una sola especie (Moreno, 2001) de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$. Es un

tipo de medida de dominancia (0-1), es decir cuanto menos dominancia hay de una especie, más diversidad existe.

$$\lambda = \sum_{p_i} 2$$

Para el cálculo de Diversidad beta:

Índice de disimilitud de Bray Curtis

El índice de Bray–Curtis se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente, y se expresa mediante:

$$I_{BC} = 1 - \frac{\sum(x_1 - y_1)}{\sum(x_1 + y_1)}$$

Dónde: x_i = abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1; y_i = abundancia de las especies en el otro (Moreno, 2001).

Resultados

El inventario de las especies de flora se realizó en diez parcelas cada una de (5x5) m² del ecosistema herbazal inundable del páramo.

Figura 2: Puntos de muestreo ubicados geográficamente en el ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo



Fuente: Katherin Guzmán

Tabla 5: Coordenadas de las parcelas

Parcela	X	Y	Parcela	X	Y
1	741017	9843233	6	741195	984296
2	741259	9843478	7	741329	9842923
3	741677	9843433	8	741359	741359
4	741680	9843445	9	741366	9842807
5	741125	9842976	10	741371	9842777

Fuente: Katherin Guzmán

Lista de especies por parcelas

Se registraron dentro de las 10 parcelas 23 especies, de las cuales 4 de ellas no fueron identificadas. Siendo la *Calamagrostis intermedia* la especie con mayor número de individuos teniendo un total de 213, y la especie con menor número de individuos es *Valeriana microphylla*.

Tabla 6: Lista de especies vegetales por parcelas

Nombre científico	Nº de individuos										TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
<i>Calamagrostis intermedia</i>	12	23	19	18	25	24	29	29	17	17	213
<i>Chuquiraga jussieui</i>	8	5	9	8	0	6	4	5	8	2	55
<i>Alchemilla vulgaris</i>	6	10	10	15	10	28	12	8	26	12	137
<i>sp.desconocida</i>	6	0	10	16	17	10	10	4	0	0	73
<i>Loricaria thuyoides</i>	19	33	10	5	6	1	0	0	1	0	75
<i>Bidens andicola</i>	7	3	0	0	14	2	4	3	0	0	33
<i>Lupinus tauris</i>	17	22	16	6	25	22	9	9	8	8	142
<i>Niphogeton dissecta</i>	2	0	0	5	0	8	0	0	0	0	15
<i>Valeriana microphylla</i>	1	2	0	0	4	1	0	0	3	0	11
<i>Astragalus geminiflorus</i>	0	7	0	0	0	4	4	6	3	2	26
<i>Werneria nubigena</i>	0	11	0	0	10	0	0	13	0	0	34
<i>Monticalia andicola</i>	0	0	10	0	0	0	3	5	0	0	18
<i>Lucilia kunthiana</i>	0	0	0	0	0	16	0	17	14	14	61
<i>Daucus montanus</i>	0	0	0	15	24	19	12	19	21	26	136
<i>Halenia weddelliana</i>	0	0	0	17	0	10	5	15	0	0	47
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	0	0	0	14	0	0	0	0	16	0	30
<i>lupinus pubescens</i>	0	0	0	9	12	0	0	10	0	15	46
<i>Culcitium canescens</i>	0	0	0	13	0	19	0	16	0	0	48
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	0	0	0	11	14	0	19	0	0	0	44
<i>Baccharis genistelloides</i>	0	0	0	15	0	0	12	0	0	0	27
<i>sp.desconocida</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	7	13
<i>sp.desconocida</i>	1	8	1	4	3	0	0	0	0	0	17
<i>sp.desconocida</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
TOTAL	79	124	85	171	164	170	130	159	117	103	1302

Fuente: Katherin Guzmán

Lista de especies por orden y familias

Se encontraron en total 7 familias, 7 orden y 19 especies reconocidas y 4 sp. que no fueron reconocidas, distribuidas en las 10 parcelas. La familia con mayor número de especies es Asteráceas (13) y ésta a la vez con la mayor cantidad de orden, siendo las más diversas en el sitio de estudio.

Tabla 7: Lista de especies vegetales de acuerdo orden y familia

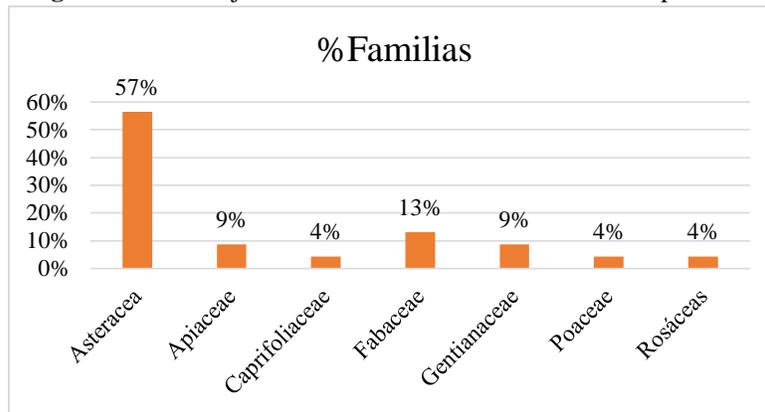
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Asterales	Asteraceae	<i>Chuquiraga jussieui</i>	Chuquiragua
	Asteraceae	<i>Werneria nubigena</i>	Condor Cebolla
	Asteraceae	<i>Sp. desconocida</i>	S/N
	Asteraceae	<i>Loricaria thuyoides</i>	Ata Jata
	Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	Chicapa
	Asteraceae	<i>Monticalia andicola</i>	S/N
	Asteraceae	<i>Lucilia kunthiana</i>	Wira wira
	Asteraceae	<i>Culcitium canescens</i>	Oreja de venado
	Asteraceae	<i>Lasiocephalus ovatus</i>	Arquitecta
	Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	Coniza de Tacunga
	Asteraceae	<i>Sp. Desconocida</i>	S/N
	Asteraceae	<i>Sp. Desconocida</i>	S/N
	Asteraceae	<i>Sp. Desconocida</i>	S/N
Apiales	Apiaceae	<i>Niphogeton dissecta</i>	Sacha zanahoria
	Apiaceae	<i>Daucus montanus</i>	Zanahoria de montes
Dipsacales	Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	Valeriana
Fabales	Fabaceae.	<i>Lupinus tauris</i>	Chocho
	Fabaceae	<i>Astragalus geminiflorus</i>	Hierba Cabrera
	Fabaceae.	<i>Lupinus pubescens</i>	Ashpa chocho de Rumipamba
Gentianales	Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i>	Cacho de Venado
	Gentianaceae	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	Cáliz de la aurora
Poales	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja
Rosales	Rosáceas	<i>Alchemilla vulgaris</i>	Piel de León

Fuente: Katherin Guzmán

Porcentaje de familias de acuerdo al número de especies

Las familias vegetales registradas en el ecosistema Herbazal húmedo montano alto superior del páramo que presentan un mayor número de especies son Asteráceas (57%) con 13 especies, Fabaceae (13%) con 3 especies, Gentianaceae (9%) con 2 especies y el resto de familias con (4%).

Figura 3: Porcentaje de familia de acuerdo al número de especies



Fuente: Katherin Guzmán

Porcentaje de órdenes de acuerdo al número de familias

En la formación vegetal Herbazal Húmedo montano alto superior del páramo dentro de la zona de estudio se encontraron 7 órdenes y en cada uno de ellos contienen una familia identificada con sus respectivas especies.

Figura 4: Porcentaje de órdenes de acuerdo al número de familias



Fuente: Katherin Guzmán

Análisis de la diversidad florística del ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo.

Índice de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia (IVI) se determinó en la formación vegetal y un global de todas las especies que fueron identificadas en el ecosistema.

Índice de Valor de Importancia de especies herbáceas

El índice de valor de importancia (IVI) se determinó en la formación vegetal

Frecuencia Relativa de especies

De las 23 especies identificadas en esta formación vegetal, las especies con los valores más altos de frecuencia relativa son *Calamagrostis intermedia* y *Lupinus tauris* (8,47%) *Niphogeton dissecta* (2,54%), *Werneria nubigena* (2,54%), *Monticalia andicola* (2,54%).

Tabla 8: Frecuencia relativa de especies

Nombre científico	Nombre común	ji (N° apariciones de la sp)	k (N° apariciones de todas las spp)	ji/k= Fr	Fr*100 =Frecuencia Relativa
<i>Calamagrostis intermedia</i>	Paja	10	118	0,08	8,47
<i>Chuquiraga jussieui</i>	Chuquiragua	9	118	0,08	7,63
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Piel de León	10	118	0,08	8,47
<i>Monticalia teretifolia</i>	S/N	7	118	0,06	5,93
<i>Loricaria thuyoides</i>	Ata Jata	7	118	0,06	5,93
<i>Bidens andicola</i>	Chicapa	6	118	0,05	5,08
<i>Lupinus tauris</i>	Chocho	10	118	0,08	8,47
<i>Niphogeton dissecta</i>	Sacha zanahoria	3	118	0,03	2,54
<i>Valeriana microphylla</i>	Valeriana	5	118	0,04	4,24
<i>Astragalus geminiflorus</i>	Hierba cabrera	6	118	0,05	5,08
<i>Werneria nubigena</i>	condor cebolla	3	118	0,03	2,54
<i>Monticalia andicola</i>	S/N	3	118	0,03	2,54
<i>Lucilia kunthiana</i>	wira wira	4	118	0,03	3,39
<i>Daucus montanus</i>	Zanahoria de montes	9	118	0,08	7,63
<i>Halenia weddelliana</i>	Cacho de venado	4	118	0,03	3,39
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	Caliz de la aurora	2	118	0,02	1,69
<i>lupinus pubescens</i>	ashpa chocho	4	118	0,03	3,39
<i>Culcitium canescens</i>	Cacho de venado	3	118	0,03	2,54
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	Arquitecta	3	118	0,03	2,54
<i>Baccharis genistelloides</i>	Coniza de tagua	2	118	0,02	1,69
<i>sp.desconocida</i>	S/N	2	118	0,02	1,69
<i>sp. Desconocida</i>	S/N	5	118	0,04	4,24
<i>sp. Desconocida</i>	S/N	1	118	0,01	0,85
TOTAL		118	2714	1,00	100

Fuente: Katherin Guzmán

Índice de Valor de Importancia de especies herbáceas

En el ecosistema herbazal húmedo montano alto superior de páramo las especies con el mayor valor de importancia ecológica acumulan el 53,22%. Las seis especies más representativas y que contribuyen significativamente en la composición y estructura vegetal del ecosistema herbazal húmedo montano alto superior de páramo son *Calamagrostis intermedia* (12,76%), *Lupinus tauris* (9,77%), *Alchemilla vulgaris* (9,57%), *Daucus montanus* (9,11%), *Chuquiraga jussieui* (5,96%) y *Loricaria thuyoides* (6,05%).

Tabla 9: Índice de valor de importancia de especies herbáceas

Nombre científico	N° Individuos	Densidad	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	IVI 200%	IVI
<i>Calamagrostis intermedia</i>	213	16,59	10	8,47	25,06	12,53
<i>Chuquiraga jussieui</i>	55	4,28	9	7,63	11,91	5,96
<i>Alchemilla vulgaris</i>	137	10,67	10	8,47	19,14	9,57
<i>sp.desconocida</i>	73	5,69	7	5,93	11,62	5,81
<i>Loricaria thuyoides</i>	75	5,84	7	5,93	11,77	5,89
<i>Bidens andicola</i>	33	2,57	6	5,08	7,65	3,83
<i>Lupinus tauris</i>	142	11,06	10	8,47	19,53	9,77
<i>Niphogeton dissecta</i>	15	1,17	3	2,54	3,71	1,86
<i>Valeriana microphylla</i>	11	0,86	5	4,24	5,09	2,55
<i>Astragalus geminiflorus</i>	26	2,02	6	5,08	7,11	3,55
<i>Werneria nubigena</i>	34	2,65	3	2,54	5,19	2,60
<i>Monticalia andicola</i>	18	1,40	3	2,54	3,94	1,97
<i>Lucilia kunthiana</i>	61	4,75	4	3,39	8,14	4,07
<i>Daucus montanus</i>	136	10,59	9	7,63	18,22	9,11
<i>Halenia weddelliana</i>	47	3,66	4	3,39	7,05	3,53
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	30	2,34	2	1,69	4,03	2,02
<i>lupinus pubescens</i>	46	3,58	4	3,39	6,97	3,49
<i>Culcitium canescens</i>	48	3,74	3	2,54	6,28	3,14
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	44	3,43	3	2,54	5,97	2,98
<i>Baccharis genistelloides</i>	27	2,10	2	1,69	3,80	1,90
<i>sp. Desconocida</i>	13	1,01	2	1,69	2,71	1,35
<i>sp. Desconocida</i>	17	1,32	5	4,24	5,56	2,78
<i>sp. Desconocida</i>	1	0,08	1	0,85	0,93	0,46
Total	1302		118			

Fuente: Katherin Guzmán

Determinación de los índices de Biodiversidad Alfa

El listado de especies con su número de individuos se ingresó en el Software Primer 5 tanto para el cálculo de biodiversidad por parcelas y para toda el área de estudio, de esta manera se obtuvieron los índices de diversidad de Simpson, Shannon y Margalef (Tabla 10).

Tabla 10: Resultados índices de diversidad alfa con el software Primer V5.0 para las 10 parcelas.

Parcela	Especies	Individuos	Simpson_1-D	Shannon_H	Margalef
	N	S	Lambda	H(Loge)	D
1	10	79	0,85	2,00	2,06
2	10	124	0,85	2,02	1,87
3	8	85	0,86	1,95	2,72
4	15	171	0,93	2,62	2,72
5	12	164	0,90	2,33	2,16
6	14	170	0,90	2,35	2,53
7	14	130	0,89	2,37	2,67
8	14	159	0,91	2,46	2,56
9	10	117	0,86	2,04	1,89
10	9	103	0,85	1,98	1,73

Fuente: Software Primer V5.0

Índice de dominancia de Simpson

Para cuantificar este índice se parte de que los valores tienen un rango entre 0 y 1 y la dominancia es inversamente proporcional a la diversidad, mientras los valores de dominancia más cercanos son a 1 existe mayor dominancia, pero la diversidad será baja, y al ser inversamente proporcional si los valores de diversidad son más cercanos a 1 existirá mayor diversidad, pero una baja dominancia. Los resultados obtenidos de los datos de trabajo de campo para el ecosistema de estudio indica que la diversidad de especies es alta en la parcela 4 con un 0,93 y la dominancia baja.

Índice de equidad de Shannon

Los valores del índice de equidad Shannon-Wiener se relacionan con los del índice de Margalef siendo así que el ecosistema presenta una diversidad y equidad media con un valor mayor de 2.62 y un menor de 1,95, lo que nos da cierta probabilidad de predecir la especie a la que pertenece un individuo escogido al azar.

Índice de diversidad de Margalef

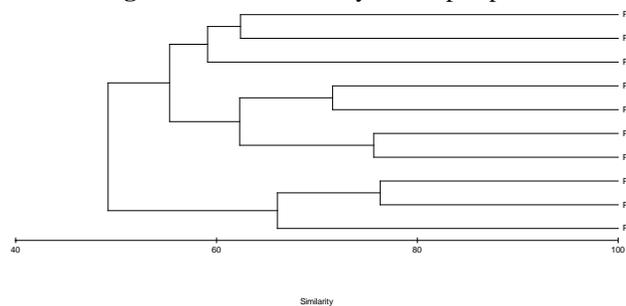
Según el índice de Margalef aplicado en 10 parcelas del ecosistema herbazal inundable del páramo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Del total de parcelas registradas se ha obtenido un resultado de 2,72, lo cual indica que la parcela 3 y 4 posee una diversidad media, mientras que la parcela 10 ha obtenido un resultado de 1,73 con una diversidad baja.

Determinación de los índices de Biodiversidad Beta

De acuerdo a la figura, el índice de similitud de Bray Curtis indica la semejanza y variación de especies entre las diez parcelas de estudio donde se evidencia una similitud del 89% entre la parcela 1y 3 con 23 especies iguales, por parte, el resto d parcelas son de menor similitud en el 65%.

Similitud de Bray Curtis

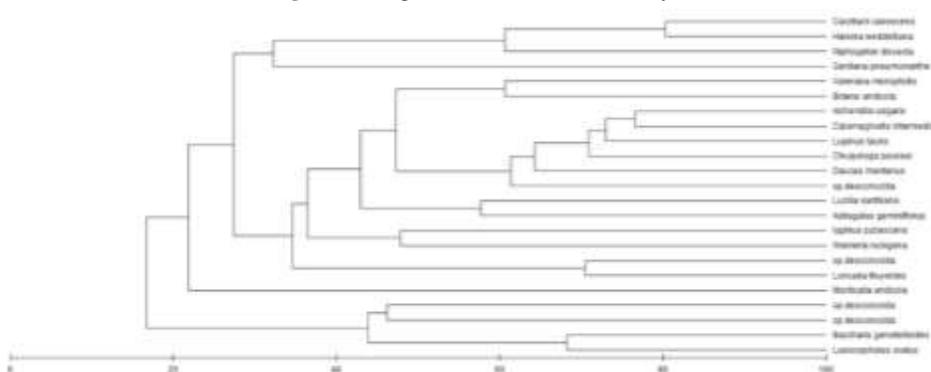
Figura 5: Índice de Bray Curtis por parcelas



Fuente: Software Primer V5.0

De acuerdo al índice de similitud de Bray Curtis de las especies de estudio se evidencia una similitud del 94% entre la especie *Culcitium canescens* y *Halenia weddelliana*.

Figura 6: Figura de Similitud de Bray -Curtis



Fuente: Software Primer V5,0

Esfuerzo de muestreo

Tabla 11: Esfuerzo de muestreo

Samples	S(est)	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean
1	15,2	15,28	15,16
2	20,3	20,89	20,46
3	22,2	22,53	22,12
4	22,8	22,79	22,79
5	23	23	23

Fuente: EstimateS 9.1.0

El esfuerzo de muestreo se basó en la curva de acumulación de especies, en la cual se tomaron en cuenta las salidas efectivas de muestreo y las especies registradas durante esas salidas. En la gráfica se representa una asíntota que indica que el número de especies registradas si refleja la diversidad del área del estudio es decir que se trabajó con un número razonable de las especies.

Conclusiones

Se realizó un inventario de las especies de flora obtenidas de 10 parcelas en ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo en la comunidad de Rio Colorado Alto en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, el cual determino un total de 1302 individuos recolectados, repartidos en 8 órdenes y 8 familias; donde la especie con mayor número de individuos corresponde a Calamagrostis intermedia, con un total de 213 individuos y la especie con el menor número de individuos es Valeriana microphylla con un total de 11 individuos.

En el ecosistema herbazal húmedo montano alto superior del páramo indica que en los índices de diversidad: Simpson indica que la diversidad de especies es alta en la parcela 4 con 0,93 y la dominancia es baja. Shannon presenta que una diversidad y equidad que la diversidad de especie a la que pertenece un individuo ecológico al azar. Margalef indica que la diversidad de la formación vegetal es media 2,72. El índice de similitud de Bray Curtis indica la semejanza y variación donde se evidencia una similitud del 89% entre la parcela 1 y 3 por parte el resto de parcelas son de menor similitud

Referencias

1. Canabio. (2012). Biodiversidad. Obtenido de ¿ Que es un ecosistema?: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees.html>
2. 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.
3. Coronel, A. (2016). Determinación de carbono en el suelo y biomasa del páramo de la comunidad Chocaví de la parroquia San Isidro. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
4. De Groot, R. M. (2002). A typology for the classification,description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 200-201.
5. Dudley. (2008). Ministerio del Ambiente. Obtenido de Qué es área protegida: <http://www.ambiente.gob.ec/areas-protegidas-3/>
6. Harden, C., Farley, K., Bremer, L., & Hartsig, J. (2011). Servicios ambientales ecosistémicos y cambio en el suelo en el páramo.
7. Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. San José de Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=m3Vm2TCjM_MC&printsec=frontcover&=gsge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=40%25&f=false
8. Mena, P., & Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. *Botánica Económica de los Andes centrales*, 91-109. Obtenido de <https://behttps://beisa.au.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf>
9. Mena, P., Medina, G., & Hofsted, R. (2000). *Los páramos del Ecuador, particularidades, problemas y perspectivas*. Quito: Abya Yala.
10. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de ecosistemas de Ecuador continental*. Quito: Ministerio del Ambiente.
11. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Actualización del plan de manejo de la Reserva de producción de fauna Chimborazo*. Riobamba: Ministerio del Ambiente.
12. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2002). *Características del suelo*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/mapa-de-cobertura-y-uso-de-suelo-servira-para-la-planificacion-productiva/>

13. Morales, A. (2003). Biodiversidad en Páramos. Facultad de ciencias exactas y naturales. Universidad de Caldas.
14. Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. España: CYTED.
15. Osuna, J. M., Marroquín, J. A., & García, E. (2010). Ecología y Medio Ambiente. México.
16. Ramírez, I. (2010). Ecología y Medio Ambiente. (C. d. Sonora, Ed.) Recuperado de [http://www.sibalcobachsonora.com/Materiales/SDH02/unidad_3/ECOLOGIA_Y_MEDI O_ AMBIENTE.pdf](http://www.sibalcobachsonora.com/Materiales/SDH02/unidad_3/ECOLOGIA_Y_MEDI_O_AMBIENTE.pdf)
17. Schalatter, R. (2004). Los turbales de la Patagonia, bases para su inventario y conservación de su biodiversidad. Buenos Aires - Argentina: Wetlandas International.

© 2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)