



*Vertebrados Terrestres en Zonas con Alto Potencial de Recarga Hídrica del
Páramo de Ichubamba Yasepan*

*Terrestrial Vertebrates in Areas with High Potential for Water Recharge in the
Páramo de Ichubamba Yasepan*

*Vertebrados terrestres em áreas com alto potencial de recarga de água no
Páramo de Ichubamba Yasepan*

Diego Francisco Cushquicullma-Colcha ^I
diego.cushquiculma@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6265-8164>

Norma Ximena Lara-Vásquez ^{II}
norma.lara@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8381-0401>

Pedro Vicente Vaca-Cárdenas ^{III}
pedrocefafree@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-5420-1014>

Daniel Adrián Vistín-Guamantaqui ^{IV}
daniel.vistin@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8313-9176>

Guicela Margoth Ati-Cutiupala ^V
guicelaati@correo.ugr.es
<https://orcid.org/0000-0002-9779-2758>

Correspondencia: diego.cushquiculma@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 30 de septiembre de 2021 ***Aceptado:** 30 de octubre de 2021 * **Publicado:** 16 de noviembre de 2021

- I. Ingeniero en Ecoturismo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Instituto de Investigaciones, Ecuador.
- II. Magister en Ciencias, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.
- III. Ingeniero en Ecoturismo, Facultad Ciencias del Medio Ambiente, Universidad Indoamerica, Ecuador.
- IV. Doctor en Ciencias Forestales, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Sede Orellana, Ecuador.
- V. Máster en Estadística Aplicada. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, España.

Resumen

Ecuador destaca a nivel mundial por ocupar los primeros lugares en diversidad de especies entre mamíferos, aves y herpetofauna, en el país se acentúan los ecosistemas de paramo sus suelos se caracterizan por su gran capacidad de retención hídrica, lo que los define como zonas con alto potencial de recarga hídrica. El estudio se desarrolló en zonas con muy alto potencial de recarga hídrica del páramo de Ichubamba Yasepan en el margen oriental de la subcuenca del río Chambo, el inventario faunístico implicó el uso de la metodología de Evaluación Ecológica Rápida. Se hallaron 13 especies de mamíferos y respecto a la riqueza alcanzó una diversidad media alta (4,205), el índice de Simpson indicó una diversidad alta (resultó 0,901), El índice de equidad Shannon-Wiener fue 2,437 correspondiendo a diversidad media, con *Sylvilagus brasiliensis* "0.1817" con valores regulares de dominancia. Se registraron 32 especies de aves en el transecto 1 existe una diversidad medianamente baja y en el transecto 2 una diversidad media, la diversidad relativa alcanza un 48% con especies poco comunes, se registraron 5 especies de anfibios y de acuerdo a la valoración la UICN y al Libro Rojo del Ecuador, *Atelopus bomolochos* y *Atelopus nanay* se encuentran en peligro crítico con los mayores grados de amenaza, esta última es registrada por primera vez en un área protegida privada y por segunda vez en un área protegida estatal, finalmente el área alberga a una especie de reptil, valorada como casi amenazada, según la UICN y a el Libro Rojo del Ecuador.

Palabras claves: inventario; zonas de recarga hídrica; abundancia; diversidad.

Abstract

Ecuador stands out worldwide for occupying the first places in species diversity among mammals, birds and herpetofauna, in the country paramo ecosystems are accentuated its soils are characterized by their great water retention capacity, which defines them as areas with high water recharge potential. The study was developed in areas with very high potential for water recharge in the Ichubamba Yasepan páramo on the eastern margin of the Chambo river sub-basin. The fauna inventory implied the use of the Rapid Ecological Assessment methodology. 13 species of mammals were found and with respect to richness it reached a medium high diversity (4.205), the Simpson index indicated a high diversity (it was 0.901), the Shannon-Wiener equity index was 2.437 corresponding to medium diversity, with *Sylvilagus brasiliensis* "0.1817" with regular dominance values. 32 species of birds were registered in transect 1 there is a moderately low

diversity and in transect 2 a medium diversity, the relative diversity reaches 48% with Uncommon species, 5 species of amphibians were registered and according to the IUCN assessment and the Red Book of Ecuador, *Atelopus bomolochos* and *Atelopus nanay* are critically endangered with the highest degrees of threat, the latter is registered for the first time in a private protected area and for the second time in a state protected area, finally the area is home to a species of reptile, valued as near threatened, according to the IUCN and the Red Book of Ecuador.

Keywords: inventory; water recharge zones; abundance; diversity.

Resumo

Ecuador stands out worldwide for occupying the first places in species diversity among mammals, birds and herpetofauna, in the country paramo ecosystems are accentuated its soils are characterized by their great water retention capacity, which defines them as areas with high water recharge potential. The study was developed in areas with very high potential for water recharge in the Ichubamba Yasepan páramo on the eastern margin of the Chambo river sub-basin. The fauna inventory implied the use of the Rapid Ecological Assessment methodology. 13 species of mammals were found and with respect to richness it reached a medium high diversity (4.205), the Simpson index indicated a high diversity (it was 0.901), the Shannon-Wiener equity index was 2.437 corresponding to medium diversity, with *Sylvilagus brasiliensis* "0.1817" with regular dominance values. 32 species of birds were registered in transect 1 there is a moderately low diversity and in transect 2 a medium diversity, the relative diversity reaches 48% with rare species, 5 species of amphibians were registered and according to the IUCN assessment and the Red Book of Ecuador, *Atelopus bomolochos* and *Atelopus nanay* are critically endangered with the highest degrees of threat, the latter is registered for the first time in a private protected area and for the second time in a state protected area, finally the area is home to a species of reptile, valued as near threatened, according to the IUCN and the Red Book of Ecuador.

Keywords: inventory; water recharge zones; abundance; diversity.

Introducción

Los páramos presentan condiciones únicas asociadas con los climas fríos en las latitudes ecuatoriales (Llambí & Rada, 2019), éstas zonas albergan una enorme biodiversidad de especies de flora y fauna, la presencia de la Cordillera de los Andes y de los pisos altitudinales han

favorecido esta condición en el Ecuador (Sierra, 1999). Los páramos son húmedos debido a las altas precipitaciones que recibe y la vegetación propia de esta formación vegetal (Camacho, 2014; Caranqui-Aldaz et al., 2021), lo que propicia la gran capacidad de retención de agua en sus suelos, esta particularidad ha dado lugar a la generación de zonas de recarga hídrica caracterizadas por presentar un relieve escarpado, montañoso con vertientes irregulares y condiciones litológicas asociadas a rocas fisuradas y con porosidad, con suelos de texturas gruesa (Hernández-juárez et al., 2020; Lara-Vásconez et al., 2021).

En estudios desarrollados por Lara-Vásconez et al., (2021) se identifican zonas con muy alto potencial de recarga hídrica en el sector denominado Ichubamba Yasepan al sureste de la provincia de Chimborazo, en la parroquia Cebadas concretamente y cuya cobertura de vegetación paramuna alcanza un 71,57%. La importancia de estos sitios radica en la generación de diversos servicios ecosistémicos, entre los más importantes se encuentra el servicio de provisión de agua para la parte baja y gracias a sus condiciones particulares de vegetación, humedad y temperatura (Hofstede, 1997) es considerado como un ecosistema frágil (Hofstede, 2004; Mena Vásconez & Hofstede, 2006), debido a actividades antropogénicas como agricultura, ganadería, quemas, silvicultura y el cambio climático (Beltrán et al., 2009; Farley & Bremer, 2017; Hofstede et al., 2014) que tiene lugar en este ecosistema.

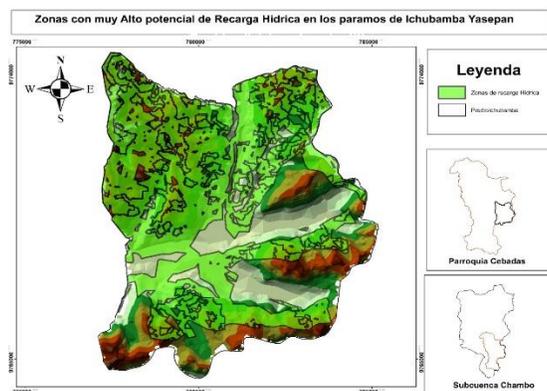
Estudios desarrollados previamente denotan la importancia de forjar estrategias que aporten a su conservación (Bayancela Delgado & Cajas Bermeo, 2020), y una de las acciones de especial importancia es la generación de información acerca de los recursos existentes en la zona. Bajo este paradigma la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ejecuta el proyecto de Investigación denominado “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo ambiental por teledetección en zonas con alto potencial de recarga hídrica en el margen oriental de la subcuenca del Río Chambo como estrategia para asegurar la provisión de los servicios eco sistémicos”, y como parte del cumplimiento de sus objetivos presenta el inventario de la diversidad de vertebrados terrestres en la zona de Recarga Hídrica Ichubamba Yasepán, el estudio además analiza los índices de diversidad de la fauna, se espera que los resultados expuestos figuren como base para futuras investigaciones sobre ecología de comunidades de especies de páramo, monitoreo y conservación de las zonas de recarga hídrica. Los grupos taxonómicos que se evalúan en el estudio corresponden a mamíferos, aves, herpetos que cumplen sus funciones ecológicas en estos sitios.

Metodología

Área de estudio

La investigación se efectuó en la provincia de Chimborazo en la jurisdicción del cantón Guamote, parroquia Cebadas, en los páramos denominados Ichubamba Yasepan determinados como zonas con muy alto potencial de recarga hídrica (Lara-Vásconez et al., 2021) poseen una extensión de 3446,13 hectáreas, cuyas coordenadas son 781186 E y 9769932,7 S (en metros) con un rango altitudinal que va desde los 3440 hasta 4320 msnm, su temperatura va desde 4°C a 20°C con una media anual de 13,7°C (Junta de Riego Chambo Guano, 2019).

Figura 1. Mapa de localización de los páramos Ichubamba Yasepan.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Hidrológicamente la zona forma parte de la subcuenca del Rio Chambo, presenta dos tipos de climas: invierno húmedo frío y verano cálido, seco, ventoso en los meses de octubre-mayo y junio-septiembre respectivamente, posee una humedad relativa del 96,8%, una nubosidad de 3.1 horas/día. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cebadas, 2015). La precipitación media anual en la parroquia Cebadas es de 681,3 mm (Junta de Riego Chambo Guano, 2019).

Métodos

Las salidas de campo se efectuaron entre los meses de junio y julio del 2021 en el marco del proyecto de investigación DIMATEZ. El estudio consistió en el análisis de tres grupos taxonómicos: mamíferos, aves y herpetos haciendo uso de la metodología de evaluación

rápida (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015). Para recopilar la información referente a mamíferos se establecieron dos transectos lineales de 1000m x 20m abarcando un área de muestreo de 20.000 m², se empleó el método de observación directa en recorridos diurnos y vespertinos a lo largo de los transectos, en zonas de gran extensión se realizaron recorridos durante tres días en los horarios de 06h00 hasta 10h30 y de 15h00 a 16h30. Se realizaron observaciones directas para macro-mamíferos (ungulados y carnívoros) y meso-mamíferos (carnívoros menores y roedores) y registros indirectos mediante huellas (pisadas) y otros rastros (madrigueras-refugios-sitios de reposo), comederos, heces fecales, marcas en árboles, olores, señales de alimentación y otros restos orgánicos que determinen la presencia de una especie de mamífero, así como la identificación de sonidos y vocalizaciones (Energy and Environmental Consulting, 2018; Tirira D, 2007). Para determinar el estado de conservación de estas especies se utilizó información de la IUCN (2013) y de los Apéndice I y II de la Convención sobre el comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora Silvestres (CITES, 2013) conocida como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre para su categorización.

Para el grupo taxonómico aves se efectuaron transectos de 1000m x 20 m (González-García, 2011) modificando algunos aspectos de acuerdo a las características de la zona además se aplicaron registros visuales y auditivos en los transectos marcados y en recorridos libres fue necesario el uso binoculares de medidas 10 x 42 para la observación de aves. Los datos obtenidos permitieron calcular el índice promedio de abundancia basada en el número real de una especie observada durante un punto en un determinado sitio (Ralph et al., 1997), también se utilizaron los sistemas de posicionamiento global (GPS) para recopilar los puntos de avistamiento de aves, los cuales fueron ingresados en el Software Arc Gis 10.8 y proyectadas en el sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator), zona 17 Sur, considerando que estas características geográficas son específicas para el Ecuador Continental (Gavilanes Montoya et al., 2021).

La identificación de las especies se fundamentó en la lista de aves del Ecuador se usó la nomenclatura científica y clasificación taxonómica de la Sociedad Americana de Ornitología (SACC). Además se analizaron las especies de acuerdo a los gremios alimentarios, el estado de conservación fue analizado de acuerdo a las categorías del Libro Rojo de Aves del Ecuador (Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M. B., Guerrero, M., Suárez, 2002) para especies amenazadas y en peligro de extinción.

El levantamiento de información referente a diversidad herpetológica consistió en la instalación de 2 transectos en zigzag de 600m de largo x 2 m de ancho. Cada transecto fue debidamente georreferenciado y marcado para su muestreo. Se obtuvieron datos significativos sobre la composición y densidad de especies. Se analizó la representatividad de las especies con mayor valor de importancia por su grado de conservación, familias, géneros y frecuencia (Ramírez-Jaramillo, 2016).

La medición de la diversidad específica de la avifauna presente en el área de estudio implicó la utilización del Índice de equidad de Shannon & Weaver (1949), con logaritmo natural (LN) de base 10 (García Nieto, 2014), de acuerdo con Pla (2006) este índice se deriva de la teoría de información como una medida de la entropía y refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre el número de especies presentes y su abundancia relativa.

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \times \log_2 p_i) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

i = cada especie

s = número total de especies

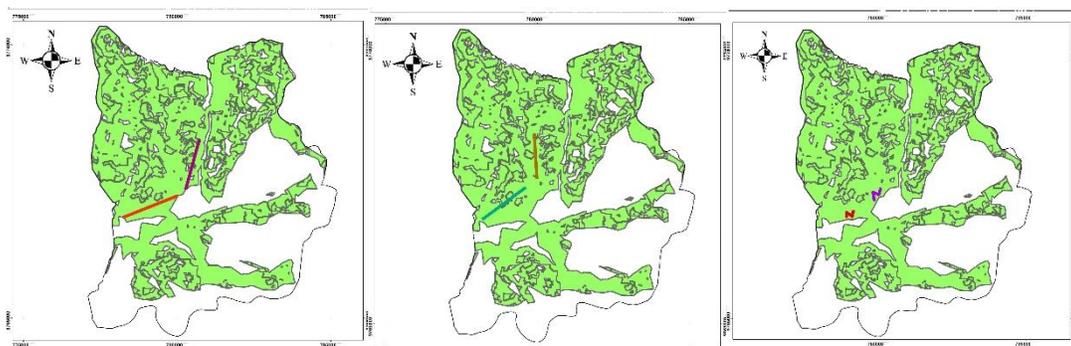
p_i = abundancia relativa de cada especie en la comunidad

/número de individuos de la especie i / número total de individuos

Los valores obtenidos van de 0 a 5. Los sitios con valores que van de 0.1 a 1.5 pueden considerarse sitios de baja diversidad, de 1.6 a 3.0 sitios de diversidad media y superiores a 3.1 diversidad alta (Magurran, 1988), además la interpretación de los valores de diversidad de Simpson y Shannon se basó en parámetros establecidos por Moreno (2001).

El análisis estadístico fue realizado el software informático Stimat 9.0, finalmente el índice de Margalef permitió determinar la riqueza específica.

Figura 2. Transecto inventario mamíferos, aves y herpetos.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tabla 1. Coordenadas transectos inventario mamíferos, aves y herpetos.

Grupo taxonómico	Transecto	Inicio/Fin	Coordenadas transectos		Extensión muestreo
Mamíferos	T1	Inicio	778277,613	9768327,54	1000x20
		Fin	779969,454	9769013,42	
	T2	Inicio	780266,669	9769287,78	1000x20
		Fin	780701,061	9770888,17	
Aves	T1	Inicio	778209,025	9768464,72	1000x20
		Fin	779580,788	9769447,82	
	T2	Inicio	780015,179	9769813,62	1000x20
		Fin	779900,866	9771208,25	
Herpetofauna	T1	Inicio	778875,444	9768359,37	600x2
		Fin	779150,56	9768588,63	
	T2	Inicio	779838,351	9768932,53	600x2
		Fin	780090,541	9769322,28	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Resultados y Discusión

Se han realizado escasos estudios de fauna en el país centro del país y en menor proporción en el ecosistema páramo (Sánchez et al., 2015) y particularmente en la parroquia Cebadas. En la zona con alto potencial de recarga hídrica Ichubamba Yasepán se registraron un total de 49 especies entre mamíferos (7 órdenes, 12 familias y 13 especies) que se evidencia en la tabla 2, aves (9 nueve órdenes 32 especies) y anfibios (3 familias y géneros y 5 especies). Esta zona a pesar de

abarcar el 6% de la extensión parroquial posee las dos terceras partes de las especies de mamíferos, aves y herpetos existentes en la Parroquia Cebadas (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cebadas, 2015), esta condición se ve explicada debido a la cercanía de la zona de estudio con el Parque Nacional Sangay (Junta de Riego Chambo Guano, 2019) una importante área de conservación que tiene el país.

Tabla 2. Inventario de mamíferos del área de conservación privada Ichubamba- Yasepan

N	Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Científico	F	Estado de conservación			Tipo de obs.
						ECU	IUCN	CITES	
1	Artiodactyla	Cervidae	Venado de cola blanca	<i>Odocoileus ustus</i>	3	NE	NE		OI
2	Carnivora	Canidae	Lobo de páramo	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	1	LC	VU	II	OD
3	Lagomorpha	Leporidae	Conejo de páramo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	4	LC	LC		OI
4	Carnivora	Mustelidae	Chucuri	<i>Mustela frenata</i>	1	LC	LC		E
5	Carnivora	Mephitidae	Zorrillo rayado	<i>Conepatus semistriatus</i>	2	LC	LC		OI/E
6	Rodentia	Cricetidae	Ratón campestre delicado	<i>Akodon mollis</i>	1	LC	LC		OD
7	Rodentia	Caviidae	Sacha Cuy	<i>Cavia patzelti</i>	1	LC	DD		E
8	Carnivora	Ursidae	Oso de anteojos	<i>Tremarctos ornatus</i>	1	EN	VU	I	E
9	Didelphimorphia	Didelphidae	Raposa	<i>Didelphis pernigra</i>	2	LC	LC		OI/E
10	Chiroptera	Phyllostomidae	Murciélago	<i>Sturnira erythromos</i>	1	LC	LC		E
11	Carnivora	Felidae	Puma	<i>Puma concolor</i>	1	VU	LC	II	E
12	Artiodactyla	Cervidae	Ciervo enano	<i>Mazama rufina</i>	2	VU	VU		H/E
13	Perissodactyla	Tapiridae	Tapir de montaña	<i>Tapirus pinchaque</i>	2	EN	EN	I	H/E

Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT), Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), No Evaluada (NE)

Tipo de Observación: (H) huella (E) entrevista (OD) observación directa (OI) observación indirecta

Fuente: Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. Tirira ed. 2017. UICN red List 2017. CITES 2017.

De acuerdo a Tapia et al., (2009) los mamíferos son uno de los grupos de animales de más amplia distribución en el planeta; nuestro país ocupa el cuarto lugar en número de especies de mamíferos en Sudamérica. Sin embargo especies como *Tremarctos ornatus* y *Tapirus pinchaque* se

encuentran en peligro de extinción en Ecuador, esto se debe a la fragmentación y pérdida de hábitats naturales en la región andina (Sandoval Guillen & Yáñez Moretta, 2019), *Tapirus pinchaque* se ve afectado por la caza ilegal y la competencia con el ganado (Alvarez Loaiza et al., 2017), mientras que *Puma concolor* y *Mazama rufina* se encuentran en estado vulnerable según la valoración del Ecuador. Entre tanto la UICN: categoriza a *Pseudalopex culpaeus*, *Tremarctos ornatus* y *Mazama rufina* en estado vulnerable. Y según CITES *Tremarctos ornatus* y *Tapirus pinchaque* corresponden al apéndice I especies en peligro de extinción.

Análisis de los índices de diversidad- mamíferos

La riqueza y abundancia de los mamíferos se determinó mediante el índice de Margalef con una diversidad media alta (4,205) lo que además indica que la comunidad es equitativa (Campo & Duval, 2014). En la Tabla 3 se representa los valores correspondientes al índice de Simpson y al de Shannon-Wiener. La abundancia relativa se expresa como la división entre el número de especies observadas de una misma comunidad y el total de especies observadas (Moreno, 2001), *Sylvilagus brasiliensis* posee una abundancia relativa de “0,18” mientras que *Odocoileus ustus* “0,13”, *Conepatus semistriatus*, *Didelphis pernigra*, *Mazama rufina*, *Tapirus pinchaque* con “0,09”, *Pseudalopex culpaeus*, *Mustela frenata*, *Akodon mollis*, *Cavia patzelti*, *Tremarctos ornatus*, *Sturnira erythromos* y *Puma concolor* obtuvieron ”0,04”, dando como resultado 1. (Tabla 3). El índice de Simpson resultó 0,901, lo que indica una diversidad alta, esto debido al que no existe una especie dominante (Vistin Guamantaqui et al., 2020). El índice de equidad Shannon-Wiener fue 2,437, diversidad media, con *Sylvilagus brasiliensis* “0.1817”, *Odocoileus ustus* “0.1364”, *Didelphis pernigra*, *Mazama rufina* y *Tapirus pinchaque* “0,099”, valores regulares de dominancia. Especies como *Pseudalopex culpaeus* pertenecen al gremio trófico carnívoro estos animales finalmente desarrollan la importante tarea de controlar a los animales herbívoros, como los roedores, para que se mantengan en un número adecuado para mantener el equilibrio en el ecosistema (Rojas Martínez & Moreno Ortega, 2014).

Tabla 3. Cálculo de la riqueza y abundancia relativa para mamíferos

Nº	Especies	Número de individuos	Abundancia relativa (Pi)	Pi*ln(Pi)	Pi^2
1	<i>Odocoileus ustus</i>	3	0.1364	-0.272	0.019
2	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	1	0.0455	-0.141	0.002

3	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	4	0.1818	-0.310	0.033
4	<i>Mustela frenata</i>	1	0.0455	-0.141	0.002
5	<i>Conepatus semistriatus</i>	2	0.0909	-0.218	0.008
6	<i>Akodon mollis</i>	1	0.0455	-0.141	0.002
7	<i>Cavia patzelti</i>	1	0.0455	-0.141	0.002
8	<i>Tremarctos ornatus</i>	1	0.0455	-0.141	0.002
9	<i>Didelphis pernigra</i>	2	0.0909	-0.218	0.008
10	<i>Sturnira erythromos</i>	1	0.0455	-0.141	0.002
11	<i>Puma concolor</i>	1	0.0455	-0.141	0.002
12	<i>Mazama rufina</i>	2	0.0909	-0.218	0.008
13	<i>Tapirus pinchaque</i>	2	0.0909	-0.218	0.008
S	13	22	1	-2.437	0.099
		I. de Shannon	Diversidad media	2.437	
		I. de Simpson	Diversidad Alta	0.901	
		I. de Margalef	Diversidad media alta	4.206	
		S	Riqueza específica		

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Aves

En el área de estudio se ha inventariado un total de 32 especies, 9 órdenes, 15 familias (tabla 4) que representan la tercera cuarta parte de de aves registradas en la parroquia (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cebadas, 2015). En el área de estudio se registraron 118 individuos de los cuales 58 individuos fueron avistados en el transecto 1 mientras que en el transecto 2 se obtuvieron 52 registros, siendo la más abundante *Zonotricha capensis* dada su amplia distribución en América neotropical y su tolerancia a las intervenciones humanas además tiene preferencia por forrajes cerca de ríos (Tellez-Farfán & Sánchez, 2016) característica de la zona de recarga hídrica Ichubamba Yasepan.

Tabla 4. Inventario de aves del área de conservación privada Ichubamba- Yasepan

Nº	Orden	Familia	Nombre científico	Frecuencia
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	5
2	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	3
3	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	5
4	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	3
5	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	3
6	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	2
7	Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura ferruginea</i>	5

8	Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>	5
9	Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	5
10	Apodiformes	Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	4
11	Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	1
12	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	4
13	Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Attagis gayi</i>	3
14	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia melanoptera</i>	2
15	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	1
16	Falconiformes	Acipitridae	<i>Circus cinerous</i>	4
17	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	4
18	Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus carunculatus</i>	6
19	Passeriformes	Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	3
20	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	3
21	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	6
22	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>	3
23	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	4
24	Passeriformes	Acipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	2
25	Passeriformes	Formicariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	1
26	Passeriformes	Tyranidae	<i>Muscisaxicola alpina</i>	3
27	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Nitiochelidon murina</i>	6
28	Passeriformes	Emberizidae	<i>Phrygilus unicolor</i>	4
29	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	5
30	Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotricha capensis</i>	9
31	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	2
32	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podiceps occipitalis</i>	2

Análisis de diversidad

Se efectuó el análisis de diversidad por transectos, se obtuvo en el transecto 1 una diversidad de **16,33** considerada una diversidad medianamente baja con relación a los 24 individuos registrados, en el transecto dos se contó con una diversidad de **20,46**, siendo esta una diversidad media con relación a los 22 individuos registrados.

ISS	
Transecto 1	16,33
Transecto 2	20,46

La categoría con mayor número de individuos por especie es Poco Común con el 48%, seguido de las especies Comunes con el 33%, especies raras con el 11% y especies abundantes el 8%.

Los gremios alimenticios fueron omnívoros mejor representados en cuanto a Riqueza con 25 especies correspondiente al 69%, lo anterior es reflejo de la disponibilidad de alimento para las aves en mención en el área de estudio (Ramos Moreno et al., 2019); las carnívoras e insectívoras representan el 14% y 8% respectivamente. Carroñera (6%) y nectarívora (3%) concluyen este listado. La altitud no es un factor determinante de coexistencia trófica, ya que no afecta la disponibilidad de presas (Romero-Díaz et al., 2018). Las especies carnívoras permiten mantener el equilibrio en el ecosistema. Las especies insectívoras son consideradas sensibles a la pérdida y fragmentación del hábitat (Salas-Correa & Mancera-Rodriguez, 2019), atributos de hábitat como el área del fragmento, el índice de área foliar y la abundancia de artrópodos están relacionados positivamente con la presencia de aves insectívoras (Oviedo Pérez, 2020) lo que indica el buen estado de conservación de la zona de estudio. Por otra parte, las especies carroñeras juegan un papel importante en el mantenimiento de un hábitat saludable, evitando la propagación de enfermedades. Las especies frugívoras como *Lesbia victoriae* son el tercer gremio de gran importancia puesto que son dispersoras de semillas destacándose su función en el equilibrio de ecosistemas (Ramos Moreno et al., 2019).

Las especies indicadoras son las cinco especies insectívoras (Formicariidae y Furnariidae) y al mismo tiempo como grupo funcional que el que tiene mayores variaciones estacionales (Fandiño et al., 2017). El análisis basado en este gremio constituye una de las herramientas más útiles para determinar la calidad y el estado de un ecosistema puesto el 50 % de especies de aves de este gremio presenta una sensibilidad alta y son característicos de escenarios prístinos. Casi ninguno de estas especies habita en hábitats intervenidos.

Respecto al estado de conservación de acuerdo a la (IUCN, 2015) todas las especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) y según el Libro Rojo de Aves Amenazadas de Ecuador todas las especies registradas presentaron Preocupación menor (LC).

Herpetofauna

En la investigación se identificaron cinco especies de anfibios pertenecientes al orden anura, comprendidos en tres familias y cinco géneros. Se registró a *Gastrotheca sp (espeletia)* y *Pristimantis tiktik* como las más frecuente seguida por *Atelopus bomolochus* cuyas especies han experimentado reducciones poblacionales significativas (Acosta-Galvis et al., 2006) en el

muestreo se hallaron dos individuos. Las bajas temperaturas repercuten en la actividad nocturna de los anfibios con relación a otros ecosistemas de paramo.

Tabla 6: Especies registradas durante el recorrido de los transectos.

Familia	Nombre científico	Frecuencia
Bufonidae/Anura	<i>Atelopus bomolochus</i>	2
Hemiphractidae	<i>Gastrotheca sp (espeletia)</i>	3
Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	1
Bufonidae	<i>Atelopus nanay</i>	1
Strabomantidae	<i>Pristimantis tiktik</i>	3

El estado de conservación de acuerdo a la UICN y al Libro Rojo del Ecuador, las especies *Atelopus bomolochos* y *Atelopus nanay* se encuentran en peligro crítico con los mayores grados de amenaza. De esta última especie únicamente se tienen registros en el Parque Nacional Cajas.

Tabla 7: Estado de conservación de las especies registradas

Nombre científico	IUCN	Libro rojo del Ecuador
<i>Atelopus bomolochos</i>	CR	CR
<i>Gastrotheca sp (espeletia)</i>	EN	VU
<i>Gastrotheca pseustes</i>	EN	LC
<i>Atelopus nanay</i>	CR	CR
<i>Pristimantis tiktik</i>	NE	EN

No aplica NA, Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT), Datos Insuficientes (DD), Preocupación menor (LC), No Evaluada (NE)

En el caso de reptiles, como se observa en la tabla 8 se registró un individuo durante todo el muestreo.

Tabla 8: Especies registradas durante el recorrido de los transectos.

Familia	Nombre científico	Frecuencia
Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus montium</i>	1

Fuente: Trabajo de campo, equipo técnico JURECH

La especie *Pholidobolus montium*, es una especie endémica de los andes con muy sensible ante la presencia humana (Ramírez-Jaramillo, 2016), de acuerdo a la UICN y al Libro Rojo del Ecuador, se encuentra casi amenazada según su valoración de conservación.

Conclusiones

- El área de estudio se establece como una zona de biodiversidad de importancia, encontrando 32 especies de aves: distribuidas en nueve órdenes con 15 familias, nueve especies de mamíferos: distribuidas en 8 órdenes con 12 familias, cinco especies de anfibios comprendidas en comprendidos en tres familias y en cinco géneros y una de reptiles.
- El análisis de los mamíferos determino que *Tremarctos ornatus* y *Tapirus pinchaque* están en peligro, *Puma concolor* y *Mazama rufina* son especies vulnerables. Según la UICN: *Pseudalopex culpaeus*, *Tremarctos ornatus* y *Mazama rufina* como especies vulnerables. Y según CITES *Tremarctos ornatus* y *Tapirus pinchaque* corresponden al apéndice I principalmente.
- La diversidad de aves es medianamente baja y media, debido a que en el transecto uno se obtuvo diversidad de 16,33: y en el transecto dos una diversidad de 20,46. La diversidad relativa alcanza un 48% con especies Poco Comunes, seguido de las especies Comunes con el 33%, especies raras con el 8% y especies abundantes el 8%.
- La zona de alto potencial de recarga hídrica Ichubamba Yasepan posee escenarios prístinos, considerando la presencia de especies insectívoras indicadoras de las familias Formicariidae y Furnariidae, como un grupo funcional que determinar la calidad y el estado de un ecosistema. Debido a que el 37, 50 % de las especies de este gremio poseen una alta sensibilidad alta y casi ninguno habita en hábitats intervenidos.
- El análisis de anfibios determinó que: en área alberga a especies en peligro crítico, de acuerdo a la valoración del estado de conservación de la UICN y a el Libro Rojo del Ecuador, respecto a las especies: *Atelopus bomolochos* y *Atelopus nanay*.
- El análisis de reptiles determinó que: el área alberga a una especie de reptil, valorada como casi amenazada, según la UICN y a el Libro Rojo del Ecuador

Referencias

1. Acosta-Galvis, A., Rueda-Almonacid, J., Velásquez-Álvarez, Á.-A., Sánchez-Pacheco, S., & Peña-Prieto, J. (2006). Descubrimiento de una nueva especie de *Atelopus* (Bufonidae) para Colombia: ¿ Una luz de esperanza o el ocaso de los sapos Arlequines.

- Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 30(115), 279–290.
2. Alvarez Loaiza, P. J., Abrigo Córdova, P. A., Vite Valverde, F. M., Trelles Ordoñez, D. A., Espinoza Torres, A. C., & Yanez, P. (2017). El Tapir de montaña (Tapirus pinchaque), como especie bandera en los Andes del sur del Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 2(8), 86–103. <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n8.2017.271>
 3. Bayancela Delgado, S. B., & Cajas Bermeo, C. A. (2020). Vertebrados terrestres del ecosistema Herbazal húmedo subnival del páramo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. *ConcienciaDigital*, 3(3), 127–140. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1285>
 4. Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yáñez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., Cárdenas, A., & Velástegui, A. (2009). Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador.
 5. Camacho, M. (2014). Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *Revista Anales*, 1(372), 77–92. <http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/view/1241>
 6. Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 34(2), 25–42. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47071
 7. Caranqui-Aldaz, J. M., Lara- Vásconez, N. X., Cushquicullma-Colcha, D. F., Espinoza, V. M., & Ati-Cutiupala, G. M. (2021). Caracterización florística en zonas con alto potencial de recarga hídrica del paramo de ichubamba yasepan Floristic characterization in areas with high potential for water recharge of the ichubamba yasepan paramo Caracterização florística em áreas com alt. *Polo Del Conocimiento*, 6(9), 605–624. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9>
 8. CITES. (2013). Apéndices I, II yIII. In *La Colmena: Revista de la Universidad Autónoma del Estado de México* (Vol. 41, Issue 80).
 9. Energy and Environmental Consulting. (2018). *MONITOREO BIÓTICO DE FLORA Y FAUNA DEL BLOQUE 31*.

10. Fandiño, B., Fernández, J. M., Thomann, M. L., Cajade, R., & Hernando, A. B. (2017). Comunidades de aves de bosques y pastizales en los afloramientos rocosos aislados del paraje tres cerros, Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 65(2), 535–550. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i2.24408>
11. Farley, K. A., & Bremer, L. L. (2017). “Water Is Life”: Local Perceptions of Páramo Grasslands and Land Management Strategies Associated with Payment for Ecosystem Services. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(2), 371–381. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1254020>
12. García Nieto, M. H. (2014). Aportaciones sobre las distribuciones del bastón roto y de pielou [Universidad de Salamanca]. https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/125453/DE_GraciaNieto_Aportaciones.pdf;jsessionid=64839A077C2651CFBF336DD1195728D3?sequence=1
13. Gavilanes Montoya, A. V., Esparza Parra, J. F., Chávez Velásquez, C. R., Tito Guanuche, P. E., Parra Vintimilla, G. M., Mestanza-Ramón, C., & Vizuete, D. D. C. (2021). A Nature Tourism Route through GIS to Improve the Visibility of the Natural Resources of the Altar Volcano, Sangay National Park, Ecuador. *Land*, 10(8), 884. <https://doi.org/10.3390/land10080884>
14. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Cebadas. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Cebadas. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660818930001_PDy_OT_Consolidado_final_29-10-2015_23-07-05.pdf
15. González-García, F. (2011). Métodos para contar aves terrestres. *Fauna Silvestre de México: Uso, Manejo y Legislación*, 85–116.
16. Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M. B., Guerrero, M., Suárez, L. (Eds.). (2002). Libro rojo de las Aves del Ecuador.
17. Hernández-juárez, R. A., Manuel, L., Rivera, M., & Peñuela-arévalo, L. A. (2020). Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio Identification of Potential Groundwater Recharge and Discharge Areas in the Ayuquila-Arm. *Investigaciones Geográficas*, 101, 1–19. <https://doi.org/dx.doi.org/10.14350/rig.59892>

18. Hofstede, R. (1997). La Importancia Hídrica del Páramo y Aspectos de su Manejo. Conferencia Electrónica “Estrategias Para La Conservación y Desarrollo Sostenible de Páramos y Punas En La Ecorregión Andina: Experiencias y Perspectivas.”
19. Hofstede, R. (2004). Health state of Páramos : an effort to correlate science and. Lyonia, 6(December), 61–73. http://origin.portalces.org/sites/default/files/references/039_Hofstede.2004.Lyonia.pdf
20. Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., Vásquez, A., & Cerra, M. (2014). LOS PÁRAMOS ANDINOS ¿Qué Sabemos? (UICN, Unio). www.uicn.org/sur
21. Junta de Riego Chambo Guano. (2019). Estudio de sostenibilidad financiera para la declaratoria de un área protegida privada en la Cooperativa Agropecuaria Ichubamba Yasepan. Riobamba, Ecuador.
22. Lara-Vásconez, N. X., Cushquicullma-Colcha, D. F., Guaiña-Yungán, J. I., Espinoza, V. M., & Ati-cutiupala, G. M. (2021). Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la subcuenca del Río Chambo mediante los sistemas de información geográfica y el análisis multicriterio. *Polo Del Conocimiento*, 6(6), 122–148. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i6.2745>
23. Llambí, L. D., & Rada, F. (2019). Ecological research in the tropical alpine ecosystems of the Venezuelan páramo: past, present and future. *Plant Ecology and Diversity*, 12(6), 519–538. <https://doi.org/10.1080/17550874.2019.1680762>
24. Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity*.pdf. <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-015-7358-0.pdf>
25. Mena Vásconez, P., & Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. [http://beisa.dk/Publications/BEISA Book pdfer/Capitulo 06.pdf](http://beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf)
26. Ministerio del Ambiente de Perú. (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre (Vol. 2, Issue 1). [http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GUÃ-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf](http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83A-A-DE-FAUNA-SILVESTRE.compressed.pdf)
27. Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Manuales y Tesis SEA, Vol 1.*, 85, 195–196. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
28. Oviedo Pérez, P. E. (2020). Uso de hábitats alterados por aves insectívoras de sotobosque en un gradiente ambiental y su potencial para la conservación al suroeste de la Península

- de Nicoya, Costa Rica. UNED Research Journal, 12(1), e2803.
<https://doi.org/10.22458/urj.v12i1.2803>
29. Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia Basada En El. *Interciencia*, 31(8), 583–590.
<http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>
30. Ralph, C. J., Sauer, J. R., & Droege, S. (1997). Monitoring Bird Populations by Point Counts. *The Journal of Wildlife Management*, 61(4), 1453.
<https://doi.org/10.2307/3802161>
31. Ramírez-Jaramillo, S. (2016). Nidos de *Pholidobolus montium* en un área intervenida de Mulaló, Cotopaxi-Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 37(1). <https://doi.org/10.26807/remcb.v37i1.10>
32. Ramos Moreno, A., Mayor Polanía, R., Ortiz P, N. H., & Tovar Pérez, L. F. (2019). La diversidad en aves como factor determinante de la interacción entre ecosistemas del departamento del Huila. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 12(1).
<https://doi.org/10.22335/rict.v3i2.158>
33. Rojas Martínez, A. E., & Moreno Ortega, C. E. (2014). Los servicios ambientales que generan los mamíferos silvestres. *PADI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 2(3). <https://doi.org/10.29057/icbi.v2i3.532>
34. Romero-Díaz, C., Ugalde Lezama, S., Tarango-Arámbula, L. A., Ruiz-Vera, V. M., Marcos-Rivera, U., & Cruz-Miranda, Y. (2018). Coexistencia y segregación trófica en aves insectívoras de un bosque templado con tres elevaciones. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(15), 477. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1596>
35. Salas-Correa, Á. D., & Mancera-Rodríguez, N. J. (2019). Aves indicadora ecologicas etapas suscecionales .pdf. *Biología Tropical*.
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v68n1/0034-7744-rbt-68-01-23.pdf>
36. Sánchez, C., Altamirano, N., , Hinojosa, H., Lasluisa, L., López, E., Acosta, J., Mena, J. C., Käslin, R., Ambiental, A. T., María, C., Hidalgo, A., Mejía, X., Medina, B., Tirado, M., Tirira, D., Calles, J., Escobar, R., Carrera, M., Rodríguez, F., ... Toaza, G. (2015). ESTADO ACTUAL DEL ECOSISTEMA PÁRAMO EN TUNGURAHUA.
37. Sandoval Guillen, P., & Yáñez Moretta, P. (2019). Aspectos biológicos y ecológicos del oso de anteojos(*Tremarctos ornatus*, Ursidae) en la zona andina de Ecuador y perspectivas para su conservación bajo el enfoque de especies paisaje. *La Granja*, 30(2), 19–27.

38. Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). The Theory of Mathematical Communication. International Business, 131. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164_3/component/file_2383163/content
39. Sierra, R. (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRG Ecociencia. January 1999, 194. <https://doi.org/10.13140/2.1.4520.9287>
40. Tapia, A., Nogales, F., & Ordoñez Delgado, L. (2009). Estrategia Nacional para la Conservación de los Tapires en el Ecuador. In Estrategia Nacional para la Conservación de los tapires en el Ecuador. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56527.pdf>
41. Tellez-Farfán, L., & Sánchez, F. A. (2016). Forrajeo de *Zonotrichia capensis* (Passeriformes: Emberizidae) y valor del parche en cercas vivas jóvenes de la sabana de Bogotá. Acta Biologica Colombiana, 21(2), 379–385. <https://doi.org/10.15446/abc.v21n2.52605>
42. Tirira D. (2007). Guía de Campo de los Mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélagos Blanco. In Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. (Issue December 2007).
43. Vistin Guamantaquí, D. A., Muñoz Jácome, E. A., & Ati Cutiupala, G. M. A. C. (2020). Monitoreo del Herbazal del páramo una estrategia de medición del cambio climático en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. Ciencia Digital, 4(2), 32–47. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i2.1195>