



# EFFECTO DE LA ACTIVIDAD MINERA SOBRE LA BIODIVERSIDAD EN UN SECTOR DEL CANTÓN PAQUISHA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE-ECUADOR

EFFECT OF MINING ACTIVITY ON BIODIVERSITY IN A SECTOR OF THE PAQUISHA PARISH, PROVINCE OF ZAMORA CHINCHIPE-ECUADOR

Ernesto Delgado Fernández<sup>id</sup>, Maribel León Peralta\*<sup>id</sup>, Carlos Cantos Guamán<sup>id</sup>, y Martha Guzmán Juárez<sup>id</sup>

INBIAM Grupo de investigación en Biotecnología y Ambiente, Universidad Politécnica Salesiana, Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, Cuenca 010102, Ecuador.

\*Autor para correspondencia: [mdelgado@ups.edu.ec](mailto:mdelgado@ups.edu.ec)

Manuscrito recibido el 30 de marzo de 2021. Aceptado, tras revisión, el 26 de enero de 2022. Publicado el 1 de septiembre de 2023.

## Resumen

La región amazónica ecuatoriana representa el 45% del territorio nacional y constituye una de las mayores reservas ecológicas de la humanidad debido a su riqueza biológica. En los últimos años el área de bosque en la amazonia latinoamericana se redujo en un 4,5% (240.000 km<sup>2</sup>); en este orden, Ecuador es uno de los países con mayor deforestación en la región (2,4%). Por esta razón, el objetivo de este estudio es valorar el efecto de la actividad minera sobre la biodiversidad. Para el efecto se estimaron los posibles cambios en el ecosistema, la fragmentación, abundancia, riqueza, dominancia y diversidad de especies. El área de estudio se ubicó en una zona de explotación minera en la Provincia de Zamora Chinchipe, Cantón Paquisha-Ecuador. Mediante estimadores puntuales se identificaron 123 especies de plantas vasculares divididas en 43 familias. Asteraceae presentó mayor abundancia con el 12%, Araceae con el 8,5% y Melastomataceae el 7,5%. Asimismo, se identificaron 42 especies de aves, 16 de mamíferos, 12 entre anfibios y reptiles y 36 individuos macroinvertebrados. Los resultados permiten inferir que en la zona existe un deterioro marcado del ecosistema, empero se mantiene una diversidad interesante de especies, principalmente de flora. En lo referente a fauna la pérdida de ciertas especies es evidente, debido principalmente a la expansión agrícola, la caza y la actividad minera. La fauna acuática de acuerdo con el índice de Shannon es baja, y de acuerdo al índice BMWP/Col el agua en la zona es muy contaminada.

**Palabras clave:** Biodiversidad, abundancia, ecosistema, dominancia.

### Abstract

The Ecuadorian Amazon region represents 45% of the national territory and constitutes one of the largest ecological reserves of humanity due to its biological wealth. In recent years, the forest area in the Latin American Amazon has been reduced by 4.5% (240,000 km<sup>2</sup>). Ecuador is one of the countries with the highest deforestation in the region (2.4%). The objective of this study was to assess the effect of mining activity on biodiversity, hence possible changes in the ecosystem, fragmentation, abundance, richness, dominance and diversity of species were estimated. The study area was located in a mining area in the Province of Zamora Chinchipe, Cantón Paquisha-Ecuador. Through point estimators, 123 species of vascular plants divided into 43 families were identified, the highest abundance was presented by Asteraceae with 12%, followed by Araceae with 8.5% and Melastomataceae with 7.5%. Likewise, 42 species of birds were identified, 16 of mammals, 12 of amphibians and reptiles, and 36 macroinvertebrate individuals. It could be inferred that there is a marked deterioration of the ecosystem in the area, however an interesting diversity of species remains, mainly flora. In relation to fauna, the loss of certain species is evident, mainly due to agricultural expansion, hunting and mining activity. According to the Shannon index, the aquatic fauna is low, and according to the BMWP / Col index the water in the area is highly polluted.

**Keywords:** Biodiversity, abundance, ecosystem, dominance.

---

Forma sugerida de citar: Delgado Fernández, E., León Peralta, M., Cantos Guamán, C. y Guzmán Juárez, M. (2023). Efecto de la actividad minera sobre la biodiversidad en un sector del cantón Paquisha, Provincia de Zamora Chinchipe-Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 38(2):106-123. <http://doi.org/10.17163/lgr.n38.2023.08>.

---

IDs Orcid:

Ernesto Delgado Fernández: <http://orcid.org/0000-0002-9532-7940>

Maribel León Peralta: <http://orcid.org/0000-0002-0236-0371>

Carlos Cantos Guamán: <http://orcid.org/0000-0001-7690-5082>

Martha Guzmán Juárez: <http://orcid.org/0000-0002-7103-6903>

## 1 Introducción

Ecuador alberga en su territorio la más alta concentración de ecosistemas, especies biológicas y biodiversidad. La región Amazónica Ecuatoriana representa el 45% del territorio nacional y constituye una de las mayores reservas ecológicas de la humanidad (Myers y col., 2000). Según la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), en la región amazónica se encuentra aproximadamente el 80% de la biodiversidad de todo el país, pudiéndose encontrar de 150 a 312 especies de árboles por hectárea, 600 especies de peces y más de 250 especies de anfibios y reptiles (Toro, 2006). La región amazónica tiene una importancia biológica única, seguramente aquí se ubica una carga microbica nativa muy particular de especies no catastradas de microorganismos. Es importante mencionar que las condiciones topográficas y ambientales de la región, la suma de estas y otras interacciones influyen de manera directa en la biodiversidad de la zona (Alexa, 2010). Sin embargo, las actividades productivas provocan impactos ambientales y el problema de la región amazónica está ligado con la actividad minera y la deforestación. Según el informe de la red amazónica de información socioambiental georreferenciada (RAISG) entre los años 2000 y 2010 el área de bosque de la amazonia latinoamericana se redujo en un (4,5%), unos 240 mil kilómetros cuadrados aproximadamente, Ecuador es uno de los países de la región que presenta el mayor índice de deforestación (2,4%), en este sentido la biodiversidad está

bajo creciente presión y amenaza (MAE, 2015).

La actividad minera particularmente relacionada con el oro en la república del Ecuador ha venido ocurriendo desde hace siglos (Equipo MMSD América del Sur, 2002); por lo tanto, la presente investigación sugiere que la expansión de la actividad minera en la zona provoca pérdidas en la biodiversidad. El estudio del ecosistema tuvo como propósito identificar los posibles cambios en el mismo, la fragmentación, abundancia, riqueza, dominancia y diversidad de especies, en definitiva, el objetivo de la investigación es generar datos que a futuro se puedan utilizar y comparar con otros resultados de investigación con el fin de desarrollar estrategias de conservación.

## 2 Materiales y métodos

Este estudio se llevó a cabo en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Paquisha, comunidad Congüime, coordenadas UTM: WGS 84,17 m; 762056.24 m E; 9553263.64 m S; 838 m de altitud (Figura 1). En el lugar se ubicaron elevaciones con pendientes pronunciadas que varían entre los 700 m.s.n.m y 2800 m.s.n.m y que conforman la cordillera del Cóndor al Este y en la parte baja el valle del río Nangaritz que corre de Sur a Norte.

Aleatoriamente y de forma estratégica se ubicaron 5 puntos de muestreo, los mismos se codificaron como: COFA para fauna y COF para flora (Tabla 1).

**Tabla 1.** Puntos de muestreo flora y fauna.

PUNTOS (CÓDIGOS)	COORDENADAS		ALTURA (m)	ÁREA
	UTM (Zona 17S)			
	WGS84			
X	Y			
COF-1/COFA-1	764002	9553233	901,3	Bosque secundario y mosaico matorral
COF-2/COFA-2	763548	9552652	857	Mosaico matorral y pasto
COF-3/COFA-3	763222	9553334	905,6	Mosaico matorral y pasto
COF-4/COFA-4	762188	9552973	844,7	Mosaico matorral, pasto y cultivos
COF-5/COFA-5	762042	9553272	842	Matorral, pasto y acciones antrópicas

Coordenadas y ubicación, altura máxima 905.6 m.s.n.m

### 2.1 Flora del área de estudio

Para el estudio se trazaron parcelas de 50 m × 50 m en un área total de 0,25 ha; posteriormente se subdi-

vidieron en áreas de 0,25 × 0,25 m. cada una (Arias y col., 2012). Las variables de estudio fueron: área basal, densidad relativa, dominancia relativa, índice

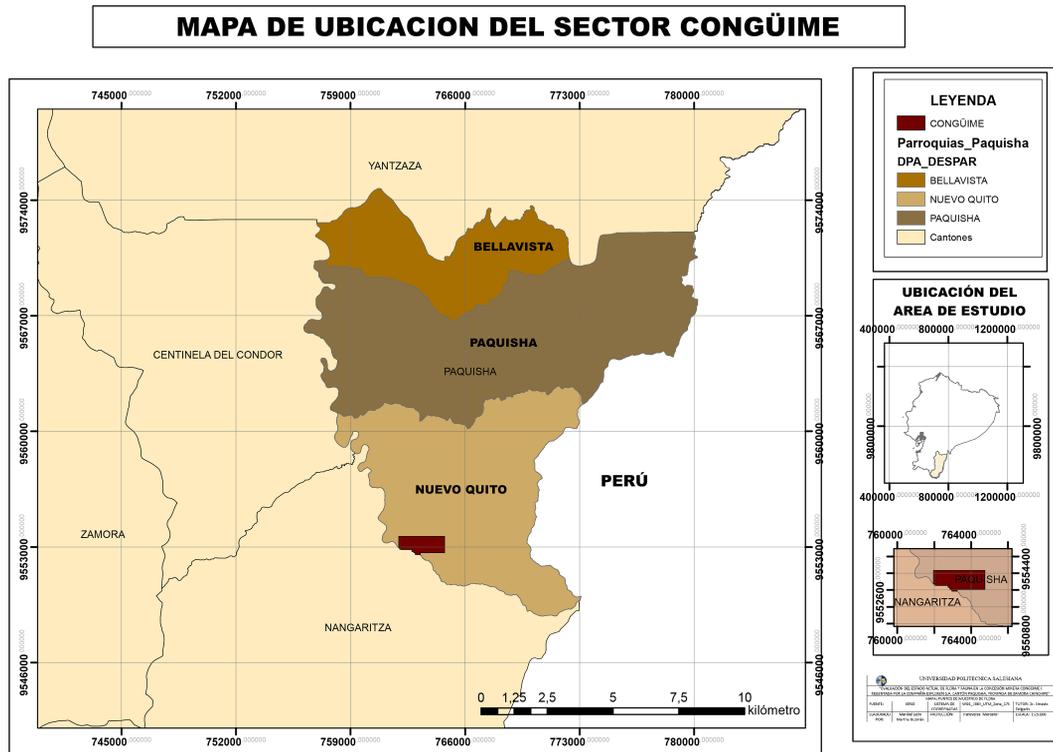


Figura 1. Mapa cartográfico, ubicación del área de estudio.

de valor de importancia, e índice de dominancia de Simpson. Cuando el rango fue de 0 a 1, los valores más cercanos a (1) se interpretaron como dominancia de una especie sobre la otra según el índice de dominancia de Simpson. Cuando los valores fueron de 0 a 5, los valores cercanos a cero se interpretaron como baja diversidad y viceversa, de acuerdo al índice de diversidad de Shannon (Zamora, 2015).

### 3 Avifauna

Los muestreos se hicieron en base a 3 criterios: puntos de censo, caminatas al azar y registros auditivos (Balderrama y col., 2005). Se estudió la diversidad, abundancia y ubicación geográfica, y las referencias se tomaron de la lista de aves del Ecuador continental (Ridgely, Greenfield y Guerrero, 1998). Para estimar la abundancia relativa y diversidad de especies se aplicó el índice de dominancia de Simpson en un rango de 0 a 1. Inferimos que los valores cercanos a (1) son indicadores de dominancia de una especie sobre las demás (Campo y Duval, 2014a). El índice Shannon-Weaner nos sirvió para estimar la diversi-

dad (Zamora, 2015); además, se evaluaron aspectos ecológicos como el gremio trófico y las especies sensibles e indicadoras.

#### 3.1 Mastofauna y herpetofauna

El estudio se hizo mediante transectos, avistamientos, conteo, monitoreo indirecto, rastros, presencia de excremento, madrigueras, diámetro de agujeros y encuestas a los moradores de la comunidad (Arévalo, 2001). Se llevaron a cabo 3 recorridos de observación a lo largo de 200, 500 y 1000 m. Además, mediante registros auditivos y encuentros visuales se identificaron: ranas, sapos, salamandras, etc. (Yáñez, Reyes y Meza, 2007). La valoración se hizo a través del índice de Shannon.

#### 3.2 Macroinvertebrados

En el lecho del río, mediante una red patada (Carra y Fierro, 2001) se hizo el muestreo en la quebrada Chinapintza, río Congüime y en la unión de los dos. Los grupos de datos se compararon para determinar riqueza y abundancia de especies. La diver-

sidad biológica se determinó mediante los índices: Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949); dominancia de Simpson (Campo y Duval, 2014b); riqueza de Margalef e índice de uniformidad o equidad. La calidad del agua se estimó a través de los índices EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*) (Bispo, Bini y Sousa, 2006) y el índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party/modificado por Colombia) (Zamora y Alba, 1996).

## 4 Resultados y Discusión

### 4.1 Flora del área de estudio

Se registraron 123 especies de plantas y 43 familias. Las especies que presentaron mayor abundancia fueron *Araceae* y *Asteraceae*. En el punto (COF-3) se presentó la mayor diversidad de especies, mientras que en el punto (COF-1) se presentó mayor número de familias. Inferimos que los puntos 1 y 3 fueron áreas de menor intervención (Figura 2).

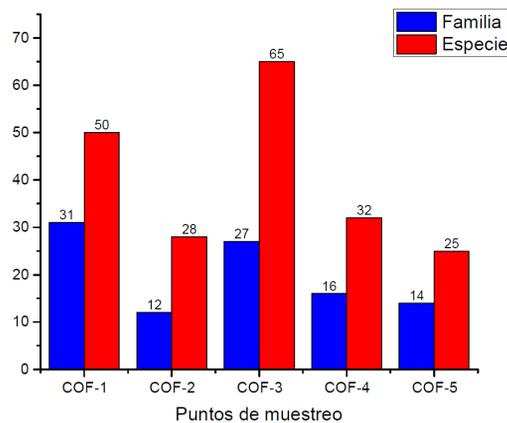


Figura 2. Diagrama de barras, familias y especies en los puntos de muestreo.

#### 4.1.1 Estimación de diversidad biológica

De acuerdo con el índice Shannon-Weaver, los valores (3,708) para (COF-1) y (3,873) para (COF-3), se refieren a una fracción de bosque secundario de al-

ta diversidad. En cuanto a (COF-2) (3,00) (COF-4) (3,01) y (COF-5) (2,87), estos son indicadores de una diversidad media de acuerdo con el índice de Simpson (>0,9). (Tabla 2).

Tabla 2. Diversidad de especies.

Áreas de muestreo	Nº de especies	Nº de individuos	Índice de Shannon	Interpretación	Índice de Simpson	Interpretación
COF-1	50		3,708	Diversidad alta	0,9713	Diversidad alta
COF-2	28		3,005	Diversidad media	0,936	Diversidad alta
COF-3	65	200	3,873	Diversidad alta	0,974	Diversidad alta
COF-4	32		3,01	Diversidad media	0,9318	Diversidad alta
COF-5	25		2,877	Diversidad media	0,9287	Diversidad alta

#### 4.1.2 Índice valor de importancia (IVI)

Por la variedad de especies arbóreas y el dosel parcialmente abierto (capa aérea vegetal) se consideró hacer la valoración en (COF-3). Se registraron ma-

yormente dos familias *Urticaceae* y *Arecaceae*; las especies con mayor (IVI) fueron *Mauritia flexuosa* L.f. (27.44), *Pourouma bicolor* Mart. (20.76), *Ficus americana* Aubl. (19.45), *Cecropia ficifolia* (18.56) y *Astrocaryum chambira* Burret (14.91) (Tabla 3).

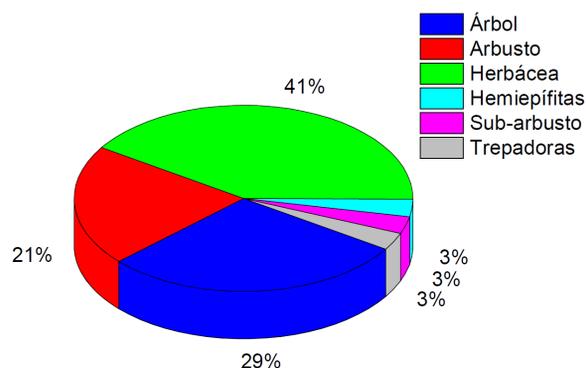
**Tabla 3.** Índice de valor de Importancia (IVI) del (COF-3).

Species	ABU	AB ( $m^2$ )	DR	DM	IVI
<i>Mauritia flexuosa</i>	2	1.865	2.47	24.97	27.44
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	5	1.09	6.17	14.60	20.77
<i>Ficus americano</i> Aubl.	6	0.9	7.41	12.05	19.46
<i>Cecropia ficifolia</i>	12	0.28	14.81	3.75	18.56
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	11	0.1	13.58	1.34	14.92
<i>Batocarpus orinocensis</i> Karsten.	1	0.99	1.23	13.26	14.49
<i>Himatanthus sucuuba</i> Woodson	6	0.48	7.41	6.43	13.83
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	9	0.2	11.11	2.68	13.79
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	8	0.13	9.88	1.74	11.62
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	6	0.2663	7.41	3.57	10.97
<i>Myriocarpa stipitata</i> Benth	8	0.025	9.88	0.33	10.21
<i>Perebea guianensis</i> Aubl.	3	0.43	3.70	5.76	9.46
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	1	0.43	1.23	5.76	6.99
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	2	0.25	2.47	3.35	5.82
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	1	0.032	1.23	0.43	1.66
TOTAL	81	74.683	100	100	200

AB = Basal Area DnR = Relative Density DmR = Relative Dominance IVI = Importance Value Index.

#### 4.1.3 Hábito de las especies vegetales

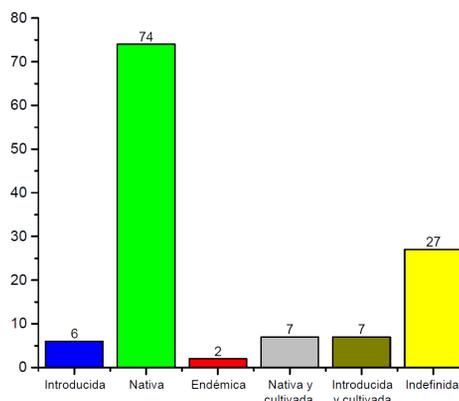
Se encontraron especies herbáceas, árboles y arbustos con el 36%, 29% y 22% respectivamente (Figura 3). Las especies herbáceas corresponden a zonas de mayor intervención (Jørgensen y León-Yáñez, 1999).



**Figura 3.** Distribución de especies vegetales de acuerdo a su patrón de desarrollo (hábito).

#### 4.1.4 Estado de conservación

Se registró 74 especies vegetales que se ubicaron como nativas (76,2%); 6 especies introducidas (6,2%); 7 introducidas y cultivadas (7,2%) 7 nativas y cultivadas (7,2%) además de 2 especies endémicas (2,05%) (Figura 4).



**Figura 4.** Componente biótico (especies vegetales) y su estatus.

Las especies cultivadas que se catastraron fueron: *Carica papaya* L. (papaya), *Inga edulis* Mart. (Guabilla), *Ipomoea batatas* (L.) Lam. (Camote silvestre), *Pourouma cecropiifolia* (Uvilla), *Renealmia alpinia* (Achira del monte), *Solanum quitoense* Lam. (Naranja-jilla) y *Bactris gasipaes* Kunth. (Palmito). Además, las especies nativas: *Paspalum saccharoides* Ness ex Trin (Yajoch irpa), *Sobralia rosea* Poepp. Endl (Orquídea), *Pourouma minor* Benoist (Chumico) y *Piper obliquum* Ruiz Pav (Matico liso). Igualmente se registró 13 especies vegetales introducidas e introducidas y cultivadas, 2 especies endémicas *Anthurium jaramilloi* y *Miconia dodsonii*, especies que se encuentran en categoría vulnerable y en peligro de extinción (León-Yáñez y col., 2011; IUCN, 2017) (Ver Tabla 5).

Tabla 4. Hábito de especies.

ESPECIE	HÁBITO	ESPECIE	HÁBITO	ESPECIE	HÁBITO
<i>Bactris</i> sp.	Árbol	<i>Ficus</i> sp.	Árbol	<i>Physalis</i> <i>rivinoide</i> s kunth & CD Bouché	Herbácea
<i>Ipomoea ramossissima</i> (Poir.) Choisy	Herbácea	<i>Ficus</i> sp.	Herbácea	<i>Piper aduncum</i> L.	Arbusto
<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.	Arbusto	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P. Beauv.	Herbácea	<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav.	Arbusto
<i>Actotis indicata</i>	Herbácea	<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig	Herbácea	<i>Piper pelatum</i>	Herbácea
<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	Árbol	<i>Hedyosmum racemosum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Arbusto	<i>Piper</i> sp. 1	Arbusto
<i>Aeschynomene americana</i> var. <i>glandulosa</i> (Poir. ex Lam.) Rudd	Sub-arbusto	<i>Heliconia orthotricha</i> L. Andersson	Herbácea	<i>Piper</i> sp. 2	Arbusto
<i>Andropogon bicornis</i> L.	Herbácea	<i>Heliconia</i> sp.	Herbácea	<i>Piptocoma discolor</i>	Arbusto
<i>Anthurium jarrailloti</i>	Herbácea	<i>Himantibus succuba</i> Woodson	Árbol	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Árbol
<i>Apelandra nellii</i>	Herbácea	<i>Hypnis brevipes</i> Poir.	Herbácea	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Árbol
Asteraceae <i>indeterminada</i>	Herbácea	<i>Inga edulis</i> Mart.	Herbácea	<i>Pourouma minor</i> Benoit	Árbol
<i>Astrocaryum chambira</i> Burret	Árbol	<i>Inga leiocalycina</i> Benth.	Árbol	<i>Pourouma</i> sp.	Árbol
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Arbusto	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Árbol	<i>Peritium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	Herbácea
<i>Baccharis trimeris</i> Pers.	Arbusto	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Trepadora	<i>Renelma alpina</i>	Herbácea
<i>Baccharis urinoensis</i> Karsten.	Árbol	<i>Ipomoea ramossissima</i> (Poir.) Choisy	Herbácea	<i>Renelma</i> sp.	Herbácea
<i>Besleria</i> aff. <i>barbata</i> (Poepp.) Hamst	Subarbusto	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Árbol	<i>Rhodospadha latifolia</i> Poepp.	Hemiepiñita
<i>Caladium streudnerifolium</i> Engl.	Herbácea	<i>Leandra</i> cf. <i>Caqueña</i> Spruce	Arbusto	<i>Rubus niveus</i>	Arbusto
<i>Carica papaya</i> L.	Árbol	<i>Macrotelipteria torresiana</i>	Herbácea	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Arbusto
<i>Cecropia andina</i> Cuatrec.	Árbol	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Arbusto	<i>Sapium maritieri</i> Huber	Árbol
<i>Cecropia facifolia</i>	Árbol	<i>Marricaria recutita</i>	Herbácea	<i>Sicydium tamnifolium</i> (Kunth) Cogn.	Lianas
<i>Chelonanthus acutangulus</i> (Ruiz & Pav.) Gilg	Herbácea	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	Árbol	<i>Sida poeppigiana</i> (K. Schum.) Fryxell	Sub-arbusto
<i>Chelonanthus acutangulus</i> (Ruiz & Pav.) Gilg	Herbácea	<i>Merremia quinquefolia</i>	Herbácea	<i>Sobralia rosea</i> Poepp. & Endl.	Herbácea
<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C.E. Jarvis	Trepadora	<i>Miconia dadsonii</i>	Árbol	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Árbol
<i>Citrus medica</i> L.	Arbusto	<i>Miconia</i> sp.	Arbusto	<i>Solanum quitense</i> Lam.	Arbusto
<i>Clitemia hirta</i>	Arbusto	<i>Mikania</i> sp.	Herbácea	<i>Solanum</i> sp.	Arbusto
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott.	Herbácea	<i>Munozia hastifolia</i> (Poepp.) H. Rob. & Bretell	Herbácea	<i>Sp. 1</i>	Herbácea
<i>Columnnea inaequalitera</i> Poepp.	Herbácea	<i>Musa x paradisiaca</i> L. (pro sp.)	Herbácea	<i>Sp. 3</i>	Árbol
<i>Costus lasius</i> Loes.	Herbácea	<i>Myriocarpa stipitata</i> Benth	Árbol	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	Arbusto
<i>Costus</i> sp.	Herbácea	<i>Niphidium crassifolium</i>	Herbácea	<i>Tibouchina ciliaris</i> (Vent.) Cogn.	Arbusto
<i>Cyperus aggregatus</i>	Herbácea	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Arbusto	<i>Tibouchina ciliaris</i> (Vent.) Cogn.	Arbusto
<i>Desmodium aff. purpurei</i> Brandegee	Herbácea	<i>Paspalum saccharoides</i> Ness ex Trin.	Herbácea	<i>Ureva baccifera</i> (L.) Gaudich. /	Árbol
<i>Drymonia urceolata</i> Wiehler	Herbácea	<i>Pennisetum purpureum</i>	Herbácea	<i>Vernoniaanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	Árbol
<i>Epidendrum bracteatum</i> Barb. Rodr.	Herbácea	<i>Persea guianensis</i> Aubl.	Árbol	<i>Xanthosoma</i> aff. <i>pubescens</i> Poepp.	Herbácea
<i>Epidendrum calanthum</i>	Herbácea	<i>Phllocladon aff. asplundii</i>	Herbácea	<i>Zapoteca</i> sp.	Arbusto
<i>Epidendrum</i> sp.	Herbácea	<i>Phllocladon ernestii</i> Engl.	Herbácea	<i>Sp. 4</i>	Árbol
<i>Erythrina peruviana</i> Krukoff	Árbol	<i>Phllocladon pedatum</i> (Hook.) Kunth	Hemiepiñita	<i>Sp. 5</i>	Árbol
<i>Ficus</i> aff. <i>insipida</i> Willd	Árbol	<i>Phllocladon</i> sp.	Herbácea	<i>Sp. 6</i>	Árbol
<i>Ficus americano</i> Aubl.	Árbol	<i>Physalis pubescens</i> L.	Herbácea		

## 5 Fauna del área de estudio

### 5.1 Avifauna

Se registró 42 especies de aves que se ubicaron en 13 órdenes y 22 familias (2.31%) del total de aves registradas en el Ecuador (MAE-SUIA, 2015). *Tyrannidae* (20%) y *Thraupidae* (15%) presentaron mayor abundancia (Figura 8).

## 6 Ubicación biogeográfica

Se registró 20 especies de aves categorizadas como comunes y 13 como poco comunes (Ridgely, Greenfield y Guerrero, 1998). La dominancia de especies

comunes sobre las poco comunes es un indicador del área perturbadas (Velásquez y col., 2003).

Con mayor abundancia se registró *Tyrannus melancholicus* (Tirano tropical), *Sicalis flaveola* (Semillero basto), *Ramphocelus carbo* (Tangara concha de vino), *Oryzoborus angolensis* (Semillero menor), *Myiozetetes similis* (Mosquero social), *Doliornis remseni* (Cotinga ventricastaña), y *Crotophaga ani* (Garrapatero piquiliso) (Figura 11). El número total de especies registradas en la zona fue de 42; la mayoría pertenece a la familia Tyrannidae. Un mayor porcentaje de especies se registró en el punto COFA-3; 49 sp. y en menor número en el punto COFA-5 19 sp. Esto se debe principalmente a que el área se encuentra intervenida por actividades mineras.

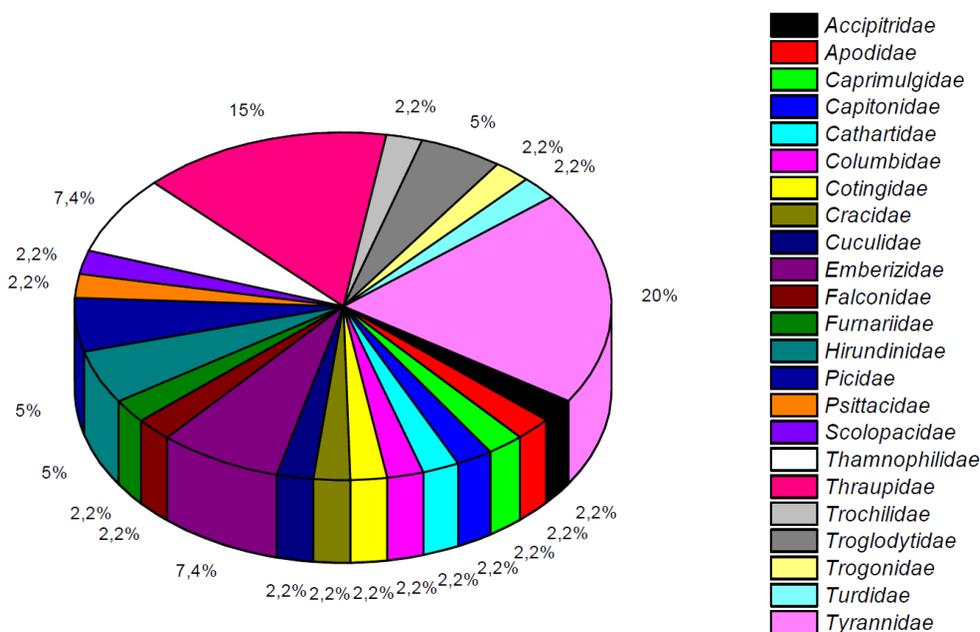


Figura 5. Porcentajes de aves presentes en el área.

La curva de acumulación de especies para avifauna es un indicador de la tasa a la que nuevas especies se pueden encontrar y cada unidad de esfuerzo consiste en puntos de muestreo realizados en horarios y lugares estratégicos. Se ha establecido el modelo exponencial negativo, para valorar la calidad del muestreo y colecta, obteniéndose un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.9995, una pendiente de 0.0062 y un esfuerzo de muestreo del 87%, lo que nos indica un buen ajuste del modelo y un

muestreo completo y fiable con una buena calidad de inventario (Figura 6).

### 6.1 Estimación de la biodiversidad

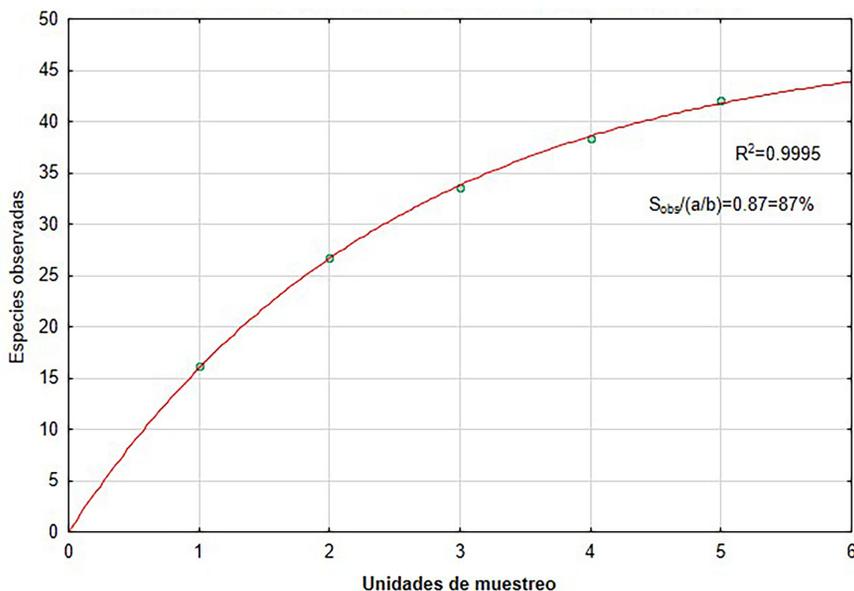
De acuerdo con el índice Shannon-Weaner el valor (3.1) para COFA-3; es un indicador de diversidad alta (Zamora, 2015). Mediante la comparación de valores observados y esperados (Índice de Pielou-J) (Moreno, 2001) se valoró la biodiversidad del área.

Los resultados se aproximan a (1) por lo que inferimos que las especies son abundantes en los diferentes puntos (Tabla 6).

**Tabla 5.** Especies introducidas y estatus de conservación según la IUCN.

Especie	Estatus (IUCN)	Catálogo: Plantas vasculares del Ecuador
<i>Pennisetum purpureum</i>	LC	Introducida
<i>Citrus medica</i> L.	NE	Introducida y cultivada
<i>Colacasia esculenta</i> (L.) Schott.	LC	Introducida y cultivada
<i>Hedychium coronarium</i> J. Koenig	-	Introducida
<i>Macrothelypteris torresiana</i>	NE	Introducida
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	-	Introducida y cultivada
<i>Matricaria recutita</i>	LC	Introducida y cultivada
<i>Musa x paradisiaca</i> L. (pro sp.)	NE	Introducida y cultivada
<i>Musa x paradisiaca</i> L. (pro sp.)	-	Introducida y cultivada
<i>Opuntia ficus-indica</i>	DD	Introducida
<i>Rubus niveus</i>	LC	Introducida
<i>Sacharum officinarum</i> L.	LC	Introducida y cultivada
<i>Urochloa aff. dictyoneura</i>	NE	Introducida

Nomenclatura: **LC**= Preocupación menor; **NE** =No Evaluada; **DD**= Datos Deficientes.



**Figura 6.** Curva de acumulación de especies de aves.

De acuerdo con el índice de Simpson no existen especies dominantes en los puntos de muestreo (Tabla 7).

## 6.2 Aspectos ecológicos

El gremio trófico se clasificó bajo 8 parámetros de acuerdo con el tipo de alimentación o condición (Al-

buja, 2011). El gremio trófico con mayor representatividad fue el insectívoro (23), el gremio incrementó su frecuencia cuanto más alejado estuvo de las poblaciones y áreas perturbadas (Canaday y Rivadeneira, 2001) (Figura 7).

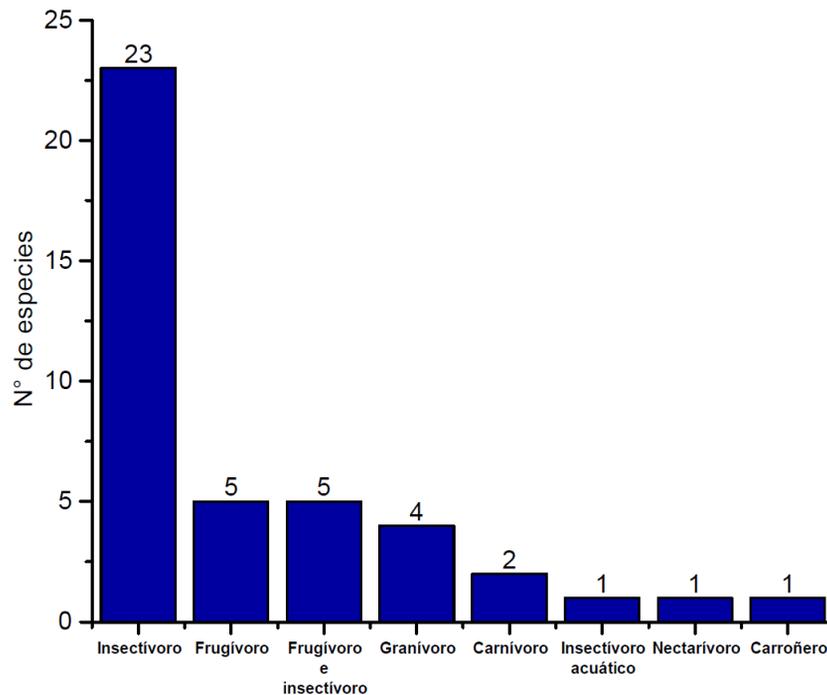
**Tabla 6.** Índice de diversidad-avifauna.

Áreas de muestreo	No de especies	No de individuos	Índice Shannon (H)	Equidad (j)	Ubicación
COFA1	20		1,59535	0,8904	Diversidad media
COFA2	37		2,36959	0,8979	Diversidad media
COFA3	49	173	3,05037	0,9477	Diversidad alta
COFA4	48		2,83833	0,9182	Diversidad media
COFA5	19		2,47912	0,9394	Diversidad media

Grupos de datos referentes a los índices de Shannon-Weaner y equidad.

**Tabla 7.** Cálculo del índice de dominancia de Simpson-Avifauna.

Puntos de muestreo	No de especies	Dominancia	Diversidad	Ubicación	Ubicación
COFA1	20	0,23	0,77	Baja dominancia	Diversidad media
COFA2	37	0,12	0,88	Baja dominancia	Diversidad alta
COFA3	49	0,06	0,94	Baja dominancia	Diversidad alta
COFA4	48	0,07	0,93	Baja dominancia	Diversidad alta
COFA5	19	0,10	0,90	Baja dominancia	Diversidad alta



**Figura 7.** Gremio trófico avifauna.

### 6.3 Especies sensibles e indicadoras

Las aves presentan diferente grado de sensibilidad frente a las alteraciones de su entorno (Stotz y col., 1996). Las especies con sensibilidad baja se registraron en mayor número (28 sp); sensibilidad media (13 sp) sensibilidad alta (1sp). La dominancia de especies con sensibilidad baja es un indicador de alteración del ecosistema.

### 6.4 Estado de conservación

La mayoría de especies se ubicaron en la categoría "preocupación menor" (LC) (40 especies); 2 especies en la categoría vulnerable *Patagioenas subvinacea*

(Paloma Rojiza) y *Doliornis remseni* (Cotinga ventricastaña). Las especies *Buteo magnirostris* (Gavilán Caminero), *Thalurania furcata* (Colibrí ninfa tijereta), *Amazona ochrocephala* (Lora amazona Coroniamarilla) y *Daptrius ater* (Caraca negra), son especies que no se encuentran en peligro de extinción, pero su comercio debe controlarse (CITES, 2010).

Además, se catastraron 3 especies de aves migratorias, *Buteo magnirostris* (Gavilán caminero), *Coragyps atratusc* (Gallinazo negro) y *Actitis macularius* (Playero coleador) (Apéndice II), especies en estado de conservación desfavorable que requieren de acuerdos internacionales para su conservación (CMS, 2015) (Figura 8).

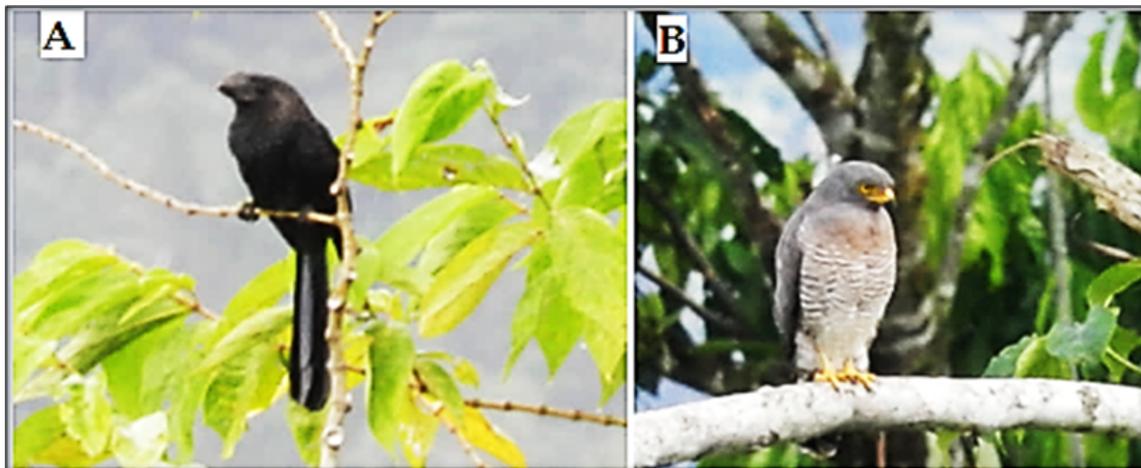


Figura 8. (A) Garrapatero piquiliso (*Crotophaga ani*). (B) Gavilán caminero (*Buteo magnirostris*).

## 7 Presencia de mamíferos

A través de encuestas se registró 16 especies de mamíferos (3,7% del total de mamíferos del Ecuador). El 100% de los encuestados afirmó conocer y haber tenido avistamientos de *Dasypus novemcinctus* (Armadillo de 9 bandas) y en menor porcentaje (2,2%) *Bradypus variegatus* (Perezoso) y *Leopardus tigrinus* (Tigrillo chico).

### 7.1 Registros por métodos indirectos

El índice de abundancia relativa resulta de dividir el número de observaciones para la longitud del re-

corrido (Zapata, Araguillin y Jorgenson, 2006). Se registró 8 especies de mamíferos en un recorrido de 1 250 metros (Tabla 8).

### 7.2 Estimación de la diversidad

Mediante muestreo indirecto se registró 8 especies de mamíferos, la abundancia relativa se determinó a través del número de huellas, los resultados evidencian un índice de diversidad bajo (1,50) de acuerdo con el índice Shannon-Wiener.

**Tabla 8.** Monitoreo por métodos indirectos.

ESPECIE	N	Abundancia (n/km)	Recorrido por especie (km)
<i>Didelphis marsupialis</i>	2	1,6	250
<i>Marmosa murina</i>	3	2,4	200
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	26	20,8	500
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	3	2,4	250
<i>Cuniculus paca</i>	4	3,2	250
<i>Platyrrhinus brachycephalus</i>	1	0,8	100
<i>Carollia brevicauda</i>	3	2,4	250
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	9	7,2	500
<b>TOTAL</b>	51	40,8	-

Grupos de datos: Abundancia relativa de mamíferos en la zona.

### 7.3 Estado de Conservación

La mayoría de las especies se encontraron en categoría de preocupación menor (LC) excepto *Cuniculus paca* (Guanta de tierras bajas); *Tayassu pecari* (Cerdo salvaje); *Mazama americana* (Venado Colorado) y *Leopardus tigrinus* (Tigrillo chico) que se ubican en las categorías: casi amenazada (NT), en peligro de extinción (EN), casi amenazada (NT) y vulnerable (VU) respectivamente (Cuesta y Tirira, 2011). La mayoría de las especies se encuentran en la categoría de preocupación menor, con excepción

de *Tayassu pecari* (Cerdo salvaje) y *Leopardus tigrinus* (Tigrillo chico) que están en la categoría vulnerable (VU) (IUCN, 2017).

Se registró 3 especies en el apéndice III. *Nasua nasua* (Cuchucho); *Eira barbara* (Cabeza de mate) y *Cuniculus paca* (Guanta de tierras bajas); 2 especies en el apéndice II, *Tayassu pecari* (Pecari de labio blanco) y *Bradypus variegatus* (Perezoso); y *Leopardus tigrinus* (Tigrillo chico) en el apéndice I (Especie de mayor amenaza) (CITES, 2017).

### 7.4 Análisis gremial trófico de mamíferos

Se valoró los cambios en hábitat y ecosistema, además de la forma en que las especies hacen uso de sus recursos a través del tiempo (Pérez-Irineo y Santos-Moreno, 2013). En el lugar se registró 6 gremios tróficos: Carnívoros (1); omnívoros (5); insectívoros (1); frugívoros (6); folívoros (1) y herbívoros (2). predominan los frugívoros y omnívoros (Segundo nivel trófico) (consumidores secundarios).

po gigante) (0,46%) fue la más abundante (Figura 14), seguido de *Hypsiboas lanciformis* (Rana arborícola) (0,19%), *Hypsiboas almendarizae* (Rana arborícola) (0,15%), *Bothrocophias microphthalmus* (Hoja podrida) (0,04%); las especies restantes representan el (0,02). De acuerdo con el índice de Shannon (1,70) la diversidad es media en el lugar de estudio (Figura 13).

## 8 Herpetofauna

Se registró 52 individuos (47 anfibios y 5 reptiles) 0,96% reptiles y 1,62% anfibios que se ubicaron en 7 familias, mayor abundancia presentó Bufonidae (46%), mientras que Hylidae el (40%); en menor porcentaje Leptodactylidae y Ranidae (2%). Los reptiles en su mayoría pertenecen a la familia Squamata, mayor abundancia presentó Viperidae (6%); mientras que Gekkonidae y Boidae el (2%). En cuanto a anfibios, *Rhinella marina* (Sa-

### 8.1 Estado de conservación

Preocupación reviste: *Hypsiboas almendarizae* (rana arborícola) que se encuentra en la categoría (casi amenazada) (NT). *Bothrocophias microphthalmus* (Hoja podrida) y *Boa constrictor* (Boa Mata caballo) en la categoría vulnerable (VU) (Carrillo, Altamirano y Ayala, 2005; CITES, 2017) (Tabla 10). De acuerdo a la UICN la mayoría de las especies se encuentran en la categoría "preocupación menor" (LC). *Hypsiboas almendarizae* es una especie endémica de acuerdo con la lista roja de anfibios del Ecuador (Coloma, 2005).

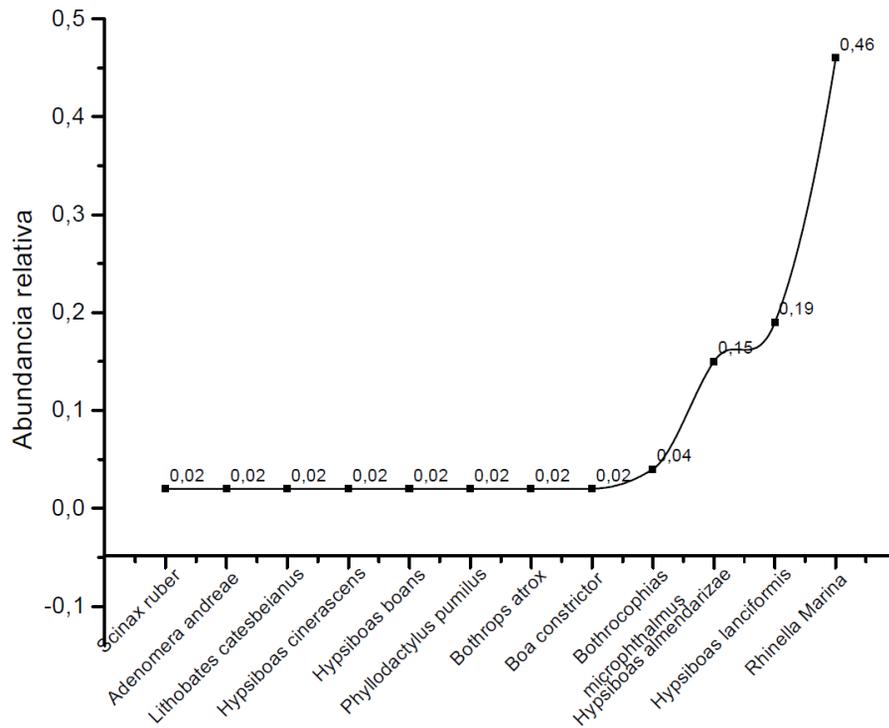


Figura 9. Abundancia-diversidad herpetofauna.

Tabla 9. Análisis gremial de mamíferos.

Especie	Gremio trófico	Actividad
<i>Didelphis marsupialis</i>	Om	Arbórea terrestre nocturna
<i>Marmosa murina</i>	Om	Arbórea nocturna
<i>Carollia brevicauda</i>	Fr	Forraje nocturno
<i>Platyrrhinus brachycephalus</i>	Fr	Nocturna
<i>Dasybus novemcinctus</i>	In	Terrestre nocturna
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	H	Terrestre nocturna
<i>Sciurus granatensis</i>	Fr	Arborícola diurna
<i>Cuniculus paca</i>	Fr	Forrajear nocturno
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Fr	Diurno
<i>Nasua nasua</i>	Om	Diurno
<i>Eira barbara</i>	Om	Arbóreos diurnos-crepuscular
<i>Mazama americana</i>	H	Diurnos con más frecuencia en la noche
<i>Ateles sp.</i>	Om	Diurnos
<i>Tayassu pecari</i>	Fr	Terrestre y gregarios diurnos
<i>Bradypus variegatus</i>	Fo	Diurnos y nocturnos arbóreos
<i>Leopardus tigrinus</i>	Cr	Nocturno-crepuscular

Nomenclatura: Carnívoro (Cr), Frugívoro (Fr), Insectívoro (In), Omnívoro (Om), folívora (Fo), Herbívoro (H).

Recopilado de: Vallejo Boada, (2014); Brito, Astua de Moraes, & Lew, (2015); Emmons y Feer, (1999); Tirira, (2007).

Tabla 10. Estado de conservación de las especies de Herpetofauna.

Especie	UICN (2017)	CITES (2017)	Lista roja de anfibios del Ecuador	Lista roja de reptiles del Ecuador
<i>Rhinella Marina</i>	LC	NA		
<i>Scinax ruber</i>	LC	NA		
<i>Adenomera andreae</i>	LC	NA		
<i>Lithobates catesbeianus</i>	LC	NA		
<i>Hypsiboas almendarizae</i>	NE	NA	NT	
<i>Hypsiboas lanciformis</i>	LC	NA		
<i>Hypsiboas cinerascens</i>	LC	NA	LC	
<i>Hypsiboas boans</i>	LC	NA	LC	
<i>Phyllodactylus pumilus</i>	DD			DD
<i>Bothrops atrox</i>	NE	NA		LC
<i>Bothrocophias microphthalmus</i>	NE	NA		VU
<i>Boa constrictor</i>	NE	Apéndice I		VU

Nomenclatura: DD = Datos Deficientes; LC = Preocupación menor; NT = Casi Amenazada; NE = No Evaluada; VU = Vulnerable



Figura 10. (A) *Rhinella Marina* (Sapo gigante), (B) *Hypsiboas boans* (Rana arborícola).

## 8.2 Especies sensibles e indicadoras

La condición “sensibilidad baja” es la más representativa (8 especies); sensibilidad media (3) y sensibilidad alta (1). Las especies indicadoras de ambientes perturbados son: *Rhinella marina* (Sapo gigante), *Scinax ruber* (S/n), *Hypsiboas lanciformis* (Rana arborícola), *Lithobates catesbeianus* (Rana Toro); *Bothrops atrox* (Equis); *Hypsiboas cinerascens* (Rana arborícola) y *Hypsiboas boans* (Rana arborícola) (IUCN, 2017).

## 9 Fauna Acuática

Se colectaron 36 macroinvertebrados acuáticos que se ubicaron en 4 órdenes, 8 familias y 10 géneros

(Figura 15). En la quebrada de Chinapintza se colectaron 12 individuos que integran 4 órdenes, 4 familias y 6 géneros. En el río Congüime se colectaron 13 individuos que se integran en 3 órdenes, 5 familias y 5 géneros y en la unión entre estos dos ríos se colectaron 11 individuos que integran 3 órdenes, 4 familias y 4 géneros (Figura 15).

El 42% pertenece a la orden *Ephemeroptera* y el 33% *Diptera* que a su vez representa ael mayor número de géneros en los puntos de muestreo (Figura 16). En las variables riqueza y abundancia no existe diferencia significativa en los puntos de muestreo, la baja abundancia y riqueza se debe a la contaminación evidente del agua debido a la actividad minera en la zona. (Tabla 11).



**Figura 11.** Fotos al estereomicroscopio: Macroinvertebrados (A) Orden *Díptera* - familia Chironomidae, los más abundantes en los puntos de muestreo y tolerantes a altos niveles de contaminación. (B) Orden *Coleoptera* - familia Elmidae - género *Cylloepus*. (C) Orden *Diptera* - familia Empididae. (D) Orden *Coleoptera* - familia Hydrophilidae. (E) Orden *Coleoptera* - familia Elmidae - género *Neoelmis*. (F) Orden *Ephemeroptera* - familia Baetidae - género *Paracloeodes*, son tolerantes a ciertos niveles de contaminación. (G) Orden *Diptera* - familia Psychodidae. (H) Orden *Trichoptera* - familia Hydropsichidae - género *Smicridea*. (I) Orden *Ephemeroptera* - familia Leptohephidae - género *Trichorytodes*, considerados como bioindicadores de la calidad de agua al igual que el orden *Trichoptera*.

**Tabla 11.** Riqueza y abundancia en cada punto de muestreo de macroinvertebrados.

	Quebrada Chinapintza	Río Congüime	Unión Chinapintza y Congüime
<b>Riqueza</b>	4	5	4
<b>Abundancia</b>	12	13	11

Riqueza = Familias; Abundancia = Individuos

## 9.1 Diversidad y abundancia por familia

Hubo dominancia de Baetidae y Chironomidae, consideradas tolerantes a ciertos niveles de contaminación (Mosquera, 2008). El mayor número se registró en el río Congüime. Es importante mencionar que Chironomidae se asocia a ambientes con bajos niveles de oxígeno y altos niveles de contaminación (Hahn y col., 2009).

## 9.2 Estimación de la diversidad

De acuerdo con el índice Shannon-Weaver, el lugar se encuentra en un rango de baja diversidad, debido principalmente a la contaminación del agua. El índice de dominancia de Simpson muestra valores medios, con la presencia de cierto número de individuos dominantes en la comunidad. De acuerdo con el índice Margalef en la zona la diversidad es baja, al igual que con el índice de uniformidad, los valores fueron medios y bajos (Tabla 12).

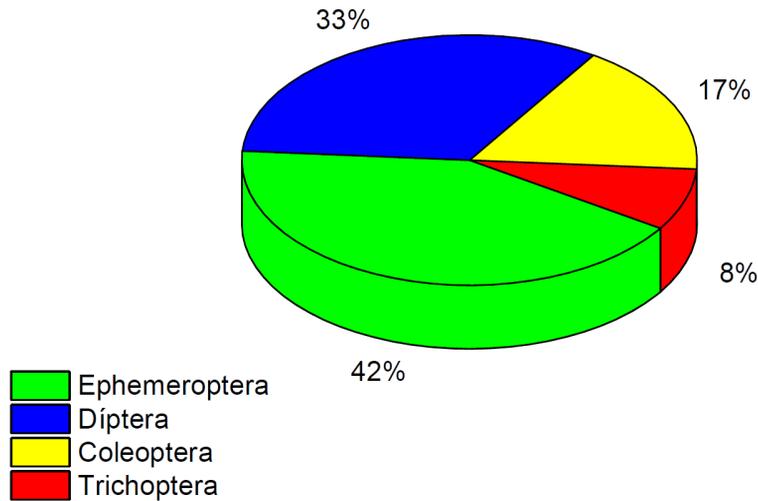


Figura 12. Total, porcentual de los órdenes de macro bentos presentes en los puntos de muestreo.

### 9.3 Índices de calidad del agua

Los valores del índice BMWP/Col en los 3 puntos de muestreo son 20%, 26% y 18% respectivamente, se ubican en la clase IV (Aguas muy contaminadas y con calidad crítica) (Zamora y Alba, 1996). En el cálculo ASPT se obtuvieron valores de 5, 5.2 y 4.5 respectivamente, al comparar con los índices BMWP/Col. (Pérez, 1999) (Tabla 13). El cálculo del índice Biótico Andino (ABI) muestra valores de 16, 20 y 15 respectivamente y de acuerdo con estos parámetros inferimos que la calidad del agua es mala con un rango entre 11 y 26 (Loayza, 2016) (Tabla 13).

Tabla 12. Índices de diversidad-Macroinvertebrados.

Índices	P1	P2	P3
Índice de Shannon-Weaver	1,27	0,90	1,04
Dominancia de Simpson	0,31	0,52	0,37
Diversidad de Margalef	3,22	3,90	4,02
Índice de uniformidad	0,35	0,24	0,30

## 10 Conclusiones

El objetivo de esta investigación fue valorar el efecto de la actividad minera sobre la biodiversidad del área de estudio, se estimó los posibles cambios en el

ecosistema, con relación a la fragmentación, abundancia, riqueza, dominancia y diversidad de especies. De acuerdo a los resultados podemos concluir que la flora del lugar es de nivel medio, aunque el nivel de dominancia de especies es bajo en todos los puntos de muestreo. En cuanto a fauna, el nivel es medio para avifauna, excepto en el punto COFA-3 que la diversidad es alta, se registraron un total de 42 especies de aves que se ubicaron en 22 familias, mayor abundancia presentó *Tyrannidae* y *Thraupidae*, especies consideradas de sensibilidad baja (28 sp). Se registró 16 especies de mamíferos, *Cuniculus paca*, *Tayassu pecari*, *Mazama americana* y *Leopardus tigrinus* son especies consideradas con alta amenaza, la abundancia relativa para estas especies es baja (1.50). En cuanto a herpetofauna, mayor abundancia presentó *Bufo* (46%) e *Hyla* (40%). Los reptiles en su mayoría pertenecen a la familia *Viperidae* (6%). *Rhinella marina* (sapo neotropical gigante o sapo marino) fue la especie más común de anfibio, en el lecho del río se identificó 36 macroinvertebrados que se ubicaron en 4 órdenes y 8 familias, predominan *Baetidae* y *Chironomidae*, especies consideradas tolerantes a la contaminación del agua.

Conclusión, El área de estudio mostró una diversidad media y dominio de especies con sensibilidad baja, la mayoría generalistas, con dominio del gremio frugívoro y omnívoro e indicadores de ambientes perturbados, para este caso de estudio debido a la actividad minera, la expansión agrícola, ganadera y la deforestación.

**Tabla 13.** Índices BMWP/Col., ASPT y ABI para cada punto de muestreo.

<b>RIO CHINAPINTZA</b>				
<b>ÍNDICE</b>	<b>VALOR</b>	<b>RANGO</b>	<b>CALIDAD</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
BMWP/Col	20	16 - 35	Critica	Aguas muy contaminadas
ASPT	5	0-10		
ABI	16	01/11/26	Mala	-
<b>RIO CONGÜIME</b>				
BMWP/Col	26	16 - 35	Critica	Aguas muy contaminadas
ASPT	5,2	0-10		
ABI	20	01/11/26	Mala	-
<b>INTERSECCIÓN DE LOS RÍOS</b>				
BMWP/Col	18	16 - 35	Critica	Aguas muy contaminadas
ASPT	4,5	0-10		
ABI	15	01/11/26	Mala	-

BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party/ modificado por Colombia);  
ASPT (Average Score per Taxon); ABI (Índices biótico andino).

## Referencias

- Albuja, L. (2011). *Fauna de Guiyero, Parque Nacional Yasuní*. Escuela Politécnica Nacional-EcoFondo.
- Alexa, I. (2010). *Biodiversidad y factores que lo determinan*.
- Arévalo, J. (2001). *Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación*. Asociación de conservacionistas de Monteverde.
- Arias, R. y col. (2012). «Evaluación de la biodiversidad en cinco comunidades Kichwa de la zona de colonización de la alta Amazonía ecuatoriana». En: *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* 1.3, 157-172. Online:https://bit.ly/3GA9dub.
- Balderrama, J. y col. (2005). *Técnicas de Colecta y Censo de Fauna*. Museo Americano de Historia Natural.
- Bispo P. and Oliveira, L., L. Bini y K. Sousa (2006). «Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures». En: *Brazilian Journal of Biology* 66, 611-622. Online:https://bit.ly/3KvzniC.
- CITES (2010). *Listados actualizados de las especies de Fauna y Flora*. CITES.
- (2017). *CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES*.
- CMS (2015). *Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres*. Inf. téc. CMS. España.
- Campo, A. y V. Duval (2014a). «Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural: Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)». En: *Anales de Geografía* 34.2, 25-42. Online:https://bit.ly/3mX4IDn.
- (2014b). «Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural: Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)». En: 34.2, 25-42. Online:https://bit.ly/3nVhT7K.
- Canaday, C. y J. Rivadeneyra (2001). «Initial effects of a petroleum operation on Amazonian birds: terrestrial insectivores retreat». En: *Biodiversity & Conservation* 10, 567-595. Online:https://bit.ly/3oJV3AB.
- Carrera, C. y K. Fierro (2001). *Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. EcoCiencia.
- Carrillo, E., M. Altamirano y F. Ayala (2005). *Lista Roja de los Reptiles del Ecuador*. Fundación Novum Milenium, UICN-Sur, UICN-Comité Ecuatoriano, Ministerio de Educación y Cultura.
- Coloma, L.A. (2005). *Anfibios de Ecuador*. Quito: Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Cuesta, F. y D. Tirira (2011). *Libro rojo de los Mamíferos del Ecuador*. 2a. Fundación Mamíferos y Conservación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador.

- Equipo MMSD América del Sur (2002). *Minería, minerales y desarrollo sustentable en América del Sur*. Equipo MMSD América del Sur.
- Hahn, C. y col. (2009). «Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia». En: *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural* 13.2, 89-105. Online: <https://bit.ly/3Hef88e>.
- IUCN (2017). *The IUCN Red List of Threatened Species*.
- Jørgensen, P. y S. León-Yáñez (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. Vol. 75. Missouri Botanical Garden Press St. Louis.
- León-Yáñez, S. y col. (2011). «LIBRO ROJO DE LAS PLANTAS ENDÉMICAS DEL ECUADOR». En: *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
- Loayza, R. (2016). «Macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua». Online: <https://bit.ly/3Lspbt8>.
- MAE-SUIA (2015). *Ministerio del Ambiente-Sistema único de información ambiental*.
- MAE (2015). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Gobierno de Ecuador*. Ministerio del Ambiente.
- Moreno, Claudia E (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y tesis SEA.
- Mosquera, D. (2008). «Bioindicación de la calidad del agua del río Cali, Valle del Cauca, Colombia; usando macroinvertebrados acuáticos». En: *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 1.20. Online: <https://bit.ly/3L9Jl9F>.
- Myers, N. y col. (2000). «Biodiversity hotspots for conservation priorities». En: *Nature* 403.6772, 853-858. Online: <https://go.nature.com/2Gnztdw>.
- Pérez-Irineo, G. y A. Santos-Moreno (2013). «Riqueza de especies y gremios tróficos de mamíferos carnívoros en una selva alta del sureste de México». En: *Therya* 4.3, 551-564. Online: <https://n9.cl/lomj5>.
- Pérez, G. (1999). «Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua». En: *Academia Colombiana de Ciencia* 23.88, 375-387. Online: <https://n9.cl/t5zuq>.
- Ridgely, R., P. Greenfield y M. Guerrero (1998). *Una lista anotada de las Aves del Ecuador Continental*. Fundación Ornitológica del Ecuador, CECIA.
- Shannon, C. y W. Weaver (1949). *Amazonía ecuatoriana bajo presión*. University of Illinois Press.
- Stotz, D. y col. (1996). *Neotropical birds: ecology and conservation*. University of Chicago Press.
- Toro, H. (2006). «Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA)». En: *Reunión Subregional de Representantes y Directores de Centro del Cono Sur y Area Andina*. OPS, págs. 1-20.
- Velásquez, A. y col. (2003). «Lista anotada de las aves de los humedales de la parte alta del Departamento de Caqueta». En: *MEMORIAS: Manejo de Fauna Silvestre en Amazonía y Latinoamérica*, págs. 320-329.
- Yáñez, M., J. Reyes y P. Meza (2007). «Análisis de diversidad de la herpetofauna en el área de Guayllabamba. Distrito Metropolitano de Quito». Online: <https://bit.ly/3AuZ4vg>.
- Zamora, C. y J. Alba (1996). «Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods». En: *Journal of the North American Benthological Society* 15.3, 332-352. Online: <https://bit.ly/3Lwodfa>.
- Zamora, H. (2015). «Macroinvertebrados acuáticos registrados durante la época de lluvias en tres ríos del piedemonte llanero de Colombia». En: *Revista Colombiana de Ciencia Animal* 7.2, 139-147. Online: <https://n9.cl/553n7>.
- Zapata, G., E. Araguillín y J. Jorgenson (2006). «Caracterización de la comunidad de mamíferos no voladores en las estribaciones orientales de la cordillera del Kutukú, Amazonia ecuatoriana». En: *Mastozoología neotropical* 13.2, 227-238. Online: <https://n9.cl/k58v0>.