

## Cambios en la comunidad de aves durante la sucesión natural, en áreas mineras auríferas abandonadas, municipio de Condoto (Chocó), Colombia\*

Ismael Palacios-Palacios<sup>1</sup>, Gloria Yaneth Flórez-Yepes<sup>2</sup>, Eric Yair Cuesta Ríos<sup>3</sup>

### Resumen

**Objetivo:** Determinar los cambios en la comunidad de aves, durante la sucesión natural, en áreas mineras auríferas abandonadas, Condoto (Chocó), Colombia, **Metodología:** Se escogieron tres escenarios con diferentes estados de sucesión secundaria en su etapa intermedia ecológica, donde se desarrollaron muestreos, utilizando censos desde puntos de radio fijo y a lo largo de transectos, para analizar los cambios en composición, estructura en el gradiente de la sucesión ecológica. **Resultados:** Se registraron 731 individuos, siendo la Zona 1, la de mayor riqueza ( $S=59$ ), abundancia ( $N=337$ ), equidad de Pielou ( $J'=0,90$ ) y diversidad ( $H'=3,4$ ). El porcentaje de similitud expresado por el índice Jaccard para la riqueza fue bajo entre las tres zonas (18%). Se encontraron entre otras algunas familias como la Ardeidae, Accipitridae, Jacanidae. **Conclusiones:** La diversidad de aves fue mayor en la Zona 1, mostrando que a medida que aumenta la sucesión, es mayor la diversidad, dejando en evidencia que los efectos de la degradación en el paisaje modifican la fisonomía vegetal del hábitat, influyendo en la dinámica y diversidad de las comunidades de aves.

**Palabras clave:** aves; bosques fragmentados; minería aurífera; sucesión ecológica; Región del San Juan-Chocó; Colombia.

## Changes in the bird community during the natural succession, in abandoned gold mining areas, municipality of Condoto (Choco), Colombia

### Abstract

**Objective:** To determine the changes in the bird community during natural succession in abandoned gold mining areas, Condoto (Choco), Colombia, **Methodology:** Three areas with different states of ecological succession were chosen where samplings were developed using censuses from points of fixed radius and along transects to analyze the changes in composition and structure in the gradient of the ecological succession. **Results:** A total of 731 individuals were registered, being Zone 1 the one with the highest richness ( $S = 59$ ), abundance ( $N = 337$ ),

\*FR: 4-VI-2021. FA: 2-VIII-2021.

<sup>1</sup> Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. E-mail: ismael3186@hotmail.com

 [orcid.org/0000-0002-3427-622X](https://orcid.org/0000-0002-3427-622X)

<sup>2</sup> Investigadora Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente Universidad de Manizales. E-mail: gflorez@umanizales.edu.co

 [orcid.org/0000-0003-4185-0178](https://orcid.org/0000-0003-4185-0178) [Google Scholar](#)

<sup>3</sup> Investigador asociado II, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), Grupo Investigación Conocimiento, Manejo y Conservación de los Ecosistemas del Chocó Biogeográfico. E-mail: ecuesta@iiap.org.co

 [orcid.org/0000-0002-1946-6762](https://orcid.org/0000-0002-1946-6762) [Google Scholar](#)

### CÓMO CITAR:

Palacios-Palacios, I.; Flórez-Yepes, G. Y. & Cuesta-Ríos, E. Y. (2022). Cambios en la comunidad de aves durante la sucesión natural, en áreas mineras auríferas abandonadas, municipio de Condoto (Chocó), Colombia. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 26(1), 85-98. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.6>



Pielou equity index ( $J' = 0.90$ ) and diversity ( $H' = 3.4$ ). The percentage of similarity expressed by the Jaccard index for richness was low among the three zones (18%). Some other families such as Ardeidae, Accipitridae, and Jacanidae were found. Conclusions: The diversity of birds was greater in Zone 1 showing that, as the succession increases, diversity is greater, evidencing that the effects of degradation in the landscape modify the vegetal appearance of the habitat, influencing the dynamics and diversity of bird communities.

**Key words:** birds; fragmented forests; gold mining; ecological succession; San Juan Region; Choco-Colombia.

## Introducción

Las perturbaciones antrópicas han provocado una acelerada alteración, fragmentación y pérdida de hábitat en diferentes ecosistemas y por efecto-*causa* la disminución de la biodiversidad (Primack et al., 2001). La modificación del paisaje por estos procesos dinámicos (pérdida y fragmentación de hábitat) es reconocida como un problema clave que enfrenta la conservación de la diversidad biológica (Bennett, 2004), además ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas.

A pesar de los muchos esfuerzos, la deforestación prosigue a una tasa alarmante, se prevé que podría registrarse una pérdida de hasta 170 millones de hectáreas de bosque entre 2010 y 2030 (Fondo Mundial para la Naturaleza – WWF, 2015). Millones de hectáreas de bosque tropical son convertidos en campos para la agricultura, pastizales y áreas infértiles, creando efectos ambientales nocivos para el conjunto de los seres de la naturaleza y amenazando a muchas especies a la extinción (Mora-Marín et al., 2017).

Entre las grandes amenazas a la biodiversidad está la minería a cielo abierto de oro y platino, la cual trae consigo total afectación de las dinámicas poblacionales de las comunidades animales propias de un lugar y sus zonas aledañas (IIAP-MADS, 2012). Las consecuencias de la deforestación y fragmentación del hábitat por minería son las transformaciones abruptas en los ambientes, donde se dan considerables cambios en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Esta condición crea diversos paisajes de parches remanentes, rodeados por una matriz de paisajes perturbados, lo que afecta el componente ambiental, biológico (distribución y abundancia de organismo) y las interacciones entre las especies, como la depredación, el parasitismo y el mutualismo (Olson et al., 2002).

En esta última, como resultado de estas transformaciones, se afecta el papel de algunos grupos funcionales, como por ejemplo la dispersión de semillas por aves y mamíferos, por la ausencia de sitios de percha en estos hábitats, donde puedan defecar (Ingle, 2003).

En el caso particular de la minería a cielo abierto de oro y platino, Cuesta-Ríos (2017) señala que esta actividad causa numerosos impactos de largo alcance en espacio y tiempo para todos los componentes ambientales, dado que se contaminan las fuentes hídricas y fragmentan otros ecosistemas, además de generar cambios en la estructura y función de las comunidades bióticas; fenómeno que trae consigo total afectación de las dinámicas poblacionales de las comunidades animales propias de un lugar y sus zonas aledañas, dada la migración de ciertas especies que entran a competir por espacio y alimento con las que ya habitaban en dicho ecosistema.

Los impactos de la minería a cielo abierto de oro platino, se sienten fuertemente en los grupos faunísticos terrestres especialmente grupos de hábitos estrictamente arbóreos como ranas arborícolas y lagartos, mamíferos como los perezosos que son de poca movilidad y naturaleza "tímida", primates y aves, que a pesar de presentar alta movilidad, igualmente dependen exclusivamente del recurso vegetal, el cual les brinda disponibilidad de hábitat, que es vital en los procesos de alimentación y reproducción de estos grupos. Las aves son organismos de gran importancia en los bosques húmedos tropicales convirtiéndose en los grupos más importantes en la dinámica ecológica y supervivencia de estos, son considerados como los mejores dispersores de semillas en términos de cantidad, distancia, transporte y por ser dispersores legítimos de la mayoría de las especies de semillas que ellos ingieren, adquiriendo un rol fundamental en la regeneración de los bosques nativos (Ortiz-Pulido et al., 2000).

Las aves poseen un sinnúmero de ventajas sobre el aporte al proceso de regeneración de los bosques, especialmente los tropicales y en algunos subtropicales, debido a que su permanencia en estos ecosistemas es durante casi todo año, contribuyendo de manera constante al proceso de restauración, además permiten medir su aporte en el proceso, ya que además de ser diurnas y fáciles de observar, son capaces de responder rápidamente a las modificaciones ambientales debido a su movilidad, también son valiosas en el estudio del impacto de las alteraciones producidas por la acción del hombre, a corto y largo plazo (Fenton et al., 1992).

En lo relacionado con las aves, la información es poca y aislada, ya que la mayor parte de los trabajos se han orientado al estudio de la biodiversidad ornitológica y dejando de lado aspectos ecológicos y poblacionales de las especies, pero el propósito es seguir investigando para tener un conocimiento más amplio del que se tiene, por lo cual en la presente investigación se pretendió determinar cambios en la comunidad de aves durante la sucesión natural en zonas mineras auríferas abandonadas, municipio de Condoto (Chocó), Colombia. De manera específica, se pretendió el análisis de la composición y cambios de la abundancia y riqueza de la comunidad, esto a partir de la comparación de la composición y estructura de las comunidades. También, se pretendió determinar los cambios en la estructura de la comunidad de aves, mediante la determinación de su diversidad alfa y beta. La información obtenida pretende contribuir a generar información

importante para comprender la dinámica de este grupo taxonómico en áreas alteradas por diversos factores de origen antrópico, generar alternativas para la restauración de estos ambientes y procurar la garantía para la sostenibilidad ambiental del territorio.

## Metodología

### Área de estudio.

El trabajo se desarrolló en el corregimiento de Jigualito, que geográficamente se ubica en el municipio de Condoto, localizado a los  $5^{\circ}06'01''\text{N}$  y  $76^{\circ}32'44''\text{W}$ , a 70 msnm (Figura 1), dentro de la ecorregión del Chocó Biogeográfico, que geopolíticamente en Colombia se denomina Costa Pacífica. Perteneció a la zona de vida de bosque húmedo tropical “bh-T”. Presenta una temperatura megatermal ( $25$  y  $28^{\circ}\text{C}$ ), una humedad relativa que la ubica dentro de las zonas con balance hídrico perhúmedo a super húmedo (86%) y una precipitación zonas de pluviosidad moderadamente alta (8000 mm), Poveda et al. (2004). Los sitios de muestreo se seleccionaron de acuerdo con una investigación previa, realizada por el IIAP-MADS (2012), están ubicados en Condoto, en las coordenadas geográficas  $\text{N } 05^{\circ}02'45''\text{N}$  y  $76^{\circ}42'20.8''\text{O}$ . Se caracterizan por ser bosques que fueron fuertemente intervenidos por actividad minera a cielo abierto para la extracción de oro y platino. Las áreas escogidas cumplen con las siguientes características, según IIAP-MADS (2012).

### Escenario 1. o Bosque de referencia.

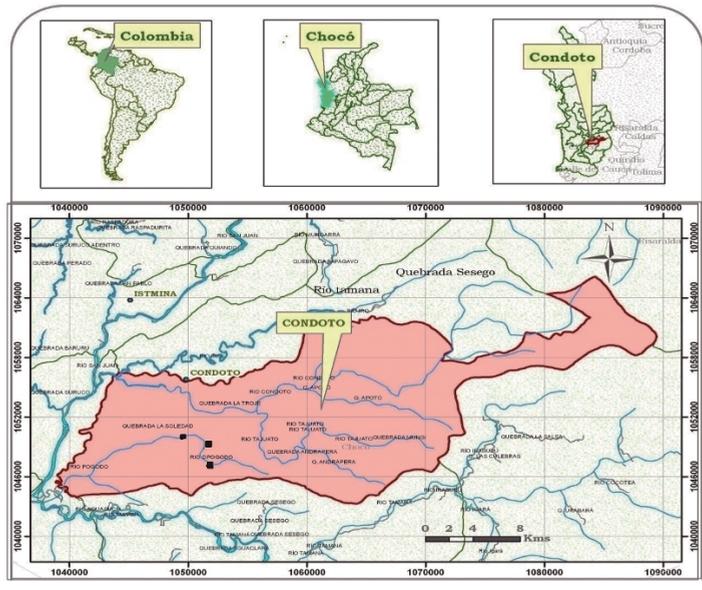
Correspondió a un bosque que no ha sido intervenido con actividad minera, el cual evidencia un importante estado de conservación. Igualmente se observó un gran potencial para la ocurrencia de especies faunísticas de comportamiento crítico, raras o asociadas a hábitats maduros.

### Escenario 2. Bosque con más de 30-50 años de cese de la actividad.

Existe un avanzado proceso de regeneración natural, exhibiendo un bosque donde se distinguen claramente tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo, dominados por Mimosáceas, Caesalpiniaceae, Melastomateaceae, entre otras.

### Escenario 3. Bosque entre 5-15 años de cese de la actividad.

Corresponde a un área intervenida, recientemente afectada por la actividad minera y ha tenido alrededor de 6 años para recuperarse, evidenciándose los primeros procesos de sucesión. En la cual se observó un importante número de plantas que fueron dispersadas por aves, donde se destacan *Vismia baccifera* y *Miconia* sp. El suelo aún desnudo, con poca hojarasca.



**Figura 1.** Mapa de localización geográfica del Municipio de Condoto, Chocó-Colombia.  
Nota. La figura muestra el área de estudio.  
Fuente: SIG-Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico

## Métodos.

El trabajo de campo tuvo una duración de seis meses, tiempo durante el cual se realizaron tres visitas por mes a las zonas objeto de estudio con una duración de cinco días, donde se realizaron muestreo de 12 horas diarias, entre 06:00-18:00.

## Determinación de la composición de la comunidad

Para la identificación de la comunidad que habita o visita los ecosistemas muestreados y zona de influencia, se emplearon dos métodos de muestreo a partir de censos de individuos, los cuales no necesitan permisos de colectas, ya que los individuos no fueron capturados, esto conforme al Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

### Censos desde puntos de radio fijo.

Se establecieron nueve puntos de radio fijo (tres por zona), donde el investigador se situó en el centro de un círculo imaginario de 5 m de radio y realizamos conteos de aves durante 10 minutos con la ayuda de binoculares (10 x 40), entre cada punto se tomó una distancia mínima 100 m.

## **Censos a lo largo de transectos.**

Se realizaron movimientos a velocidad constante a lo largo de una línea que cruzaba la zona de interés, observando y registrando las aves que se encuentren dentro del transecto con la ayuda de binoculares (10 x 40). La línea, a la cual llamamos transecto, fueron caminos que se encontraban en las zonas de estudio. La longitud de los transectos osciló entre 100 y 150 metros. El ancho de los transectos fue fijo en algunas ocasiones (5 m) y en otras varió (2-6 m), dependiendo de la orografía del terreno.

## **Identificación de especies.**

La determinación taxonómica se realizó mediante la revisión de la guía ilustrada de campo de Ayerbe (2018), y clasificadas siguiendo la propuesta de Remsen et al. (2019).

**Para el análisis de la composición y cambios de la abundancia y riqueza de la comunidad de aves:** se calculó la riqueza como el número de especies por sitio de muestreo. Los rangos de abundancia que se determinaron se obtuvieron según los criterios descritos en Villarreal et al. (2006). Adicionalmente, se elaboraron y graficaron curvas de diversidad-dominancia, que expresan la representatividad especies en las tres zonas evaluadas.

**Para determinar los cambios en la estructura del la comunidad de aves:** se determinó la diversidad alfa, donde se aplicaron índices de diversidad: equidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), y de Pielou ( $J'$ ), y el índice de dominancia ( $D$ ) en cada zona muestreada, según como se describe en Magurran (1998), Moreno (2001) Y Villareal et al. (2006), adicionalmente se realizó una Prueba Kruskal-Wallis para evaluar las diferencias de las abundancias, riquezas y diversidad en los zonas de muestreo, estos análisis se realizaron en el programa estadístico PAST 1.22 (Hammer et al., 2001).

Por otro lado se midió la diversidad beta, donde en cada zona, se construyó una matriz de especies versus unidades de muestreo, adicionalmente, se realizó un análisis de similaridad de Jaccard a nivel específico, como una medida de la diferencia entre las riquezas de especie presentes en el area de estudio.

## **Resultados**

### **Composición de la avifauna en áreas de sucesión natural producto de minería aurífera, Condoto (Chocó), Colombia**

Se registraron 731 individuos, distribuidos en 10 órdenes 21 familias y 75 especies (Tabla 1). El orden Passeriformes fue el de mejor representación, con un total de 11 familias y 51 especies.

**Tabla 1.** Composición taxonómica y abundancia de la avifauna presentes en áreas de sucesión natural degradadas por minería aurífera en Condoto-Chocó, Colombia.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES	E1	E2	E3	N	%
<b>Pelecaniformes</b>	Ardeidae	<i>Butorides striata</i>	0	0	3	3	0,41
		<i>Egretta thula</i>	0	0	4	4	0,55
<b>Accipitriformes</b>	Accipitridae	<i>Accipiter superciliosus</i>	1	1	0	2	0,27
		<i>Accipiter striatus</i>	0	2	0	2	0,27
<b>Charadriiformes</b>	Jacaniidae	<i>Jacana jacana</i>	0	0	2	2	0,27
<b>Cuculiformes</b>	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	8	8	14	30	4,10
		<i>Crotophaga major</i>	12	13	19	44	6,02
<b>Apodiformes</b>	Trochilidae	<i>Amazilia rosenbergi</i>	2	2	0	4	0,55
		<i>Amazilia tzacatl</i>	18	21	0	39	5,34
		<i>Androdon aequatorialis</i>	1	0	0	1	0,14
		<i>Florisuga mellivora</i>	2	0	0	2	0,27
		<i>Glaucis hirsutus</i>	4	5	0	9	1,23
		<i>Phaethornis longuemareus</i>	0	1	0	1	0,14
		<i>Phaethornis syrmatorphorus</i>	2	1	0	3	0,41
		<i>Threnetes ruckeri</i>	3	2	0	5	0,68
<b>Trogoniformes</b>	Trogonidae	<i>Trogon chionurus</i>	0	2	0	2	0,27
<b>Coraciiformes</b>	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	0	0	6	6	0,82
<b>Piciformes</b>	Ramphastidae	<i>Ramphastos ambiguus</i>	8	2	0	10	1,37
		<i>Ramphastos brevis</i>	6	0	0	6	0,82
		<i>Pteroglossus torquatus</i>	4	0	0	4	0,55
	Picidae	<i>Melanerpes pucherani</i>	0	1	0	1	0,14
		<i>Colaptes punctigula</i>	1	0	0	1	0,14
<b>Psittaciformes</b>	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	12	12	0	24	3,28
		<i>Taraba major</i>	2	0	0	2	0,27
<b>Passeriformes</b>	Thamnophilidae	<i>Thamnophilus atrinucha</i>	4	0	0	4	0,55
		<i>Myrmotherula pacifica</i>	1	2	0	3	0,41
		<i>Myrmotherula axillaris</i>	2	0	0	2	0,27
		<i>Poliocrania exsul</i>	6	6	0	12	1,64
		<i>Hylophylax naevioides</i>	5	5	0	10	1,37

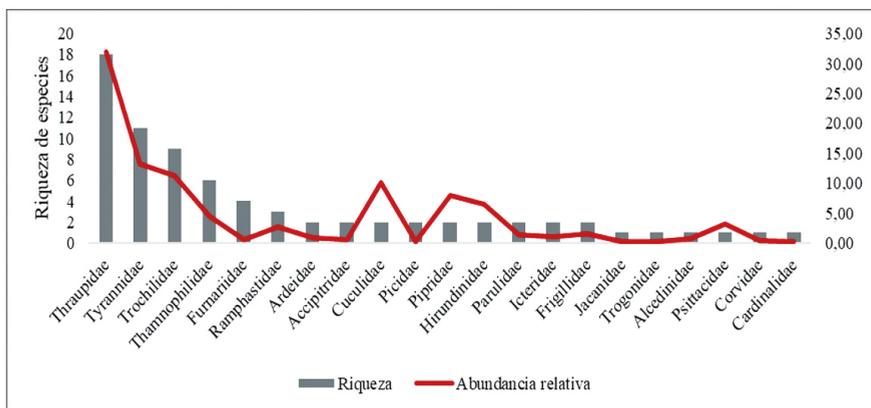
		<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	1	0	0	1	0,14
		<i>Glyphorhynchus spirurus</i>	1	0	0	1	0,14
	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus lachrymosus</i>	1	0	0	1	0,14
		<i>Xenops minutus</i>	1	0	0	1	0,14
		<i>Elaenia flavogaster</i>	16	11	0	27	3,69
		<i>Mionectes olivaceus</i>	0	1	0	1	0,14
		<i>Todirostrum cinereum</i>	1	0	0	1	0,14
		<i>Myiobius barbatus</i>	0	2	0	2	0,27
		<i>Contopus cinereus</i>	2	0	0	2	0,27
	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubianus</i>	3	0	0	3	0,41
		<i>Legatus leucophaeus</i>	2	2	0	4	0,55
		<i>Myiozetetes cayanensis</i>	0	8	12	20	2,74
		<i>Myiozetetes granadensis</i>	3	0	0	3	0,41
		<i>Tyrannus melancholicus</i>	12	12	6	30	4,10
		<i>Tyrannus tyrannus</i>	4	0	0	4	0,55
		<i>Lepidothrix coronata</i>	7	8	0	15	2,05
	Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	27	16	0	43	5,88
		<i>Cyanocorax affinis</i>	0	3	0	3	0,41
		<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	12	10	0	22	3,01
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	10	16	0	26	3,56
		<i>Islerothraupis luctuosa</i>	2	0	0	2	0,27
		<i>Tachyphonus delatrii</i>	16	31	0	47	6,43
		<i>Tachyphonus rufus</i>	2	0	0	2	0,27
	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	16	3	3	22	3,01
		<i>Ramphocelus flammigerus</i>	7	5	0	12	1,64
		<i>Thraupis episcopus</i>	6	12	1	19	2,60
		<i>Thraupis palmarum</i>	5	3	3	11	1,50
		<i>Tangara larvata</i>	23	18	0	41	5,61
		<i>Dacnis venusta</i>	2	1	0	3	0,41
	Thraupidae	<i>Cyanerpes caeruleus</i>	2	1	0	3	0,41
		<i>Sporophila corvina</i>	0	0	17	17	2,33
		<i>Sporophila funérea</i>	6	6	6	18	2,46

<b>Passeriformes</b>	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	1	0	1	0,14		
		<i>Saltator grossus</i>	2	0	2	0,27		
		<i>Saltator maximus</i>	6	0	6	0,82		
		<i>Saltator striatipectus</i>	2	0	2	0,27		
		<i>Volatina jacarina</i>	0	0	23	3,15		
		<i>Mitrospingus casiinii</i>	2	0	2	0,27		
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	0	2	2	0,27		
		<i>Parula pitiayumi</i>	6	0	6	0,82		
	Parulidae	<i>Parlesia noveboracensis</i>	2	0	4	0,55		
		<i>Psarocolius wagleri</i>	0	4	4	0,55		
	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	1	3	4	0,55		
		<i>Sporagra xanthogastra</i>	10	0	10	1,37		
	Frigillidae	<i>Euphonia xanthogaster</i>	2	0	2	0,27		
		<b>TOTAL</b>	21	75	337	273	121	731

Nota: Datos tomados del trabajo de campo de la investigación.

Fuente: propia.

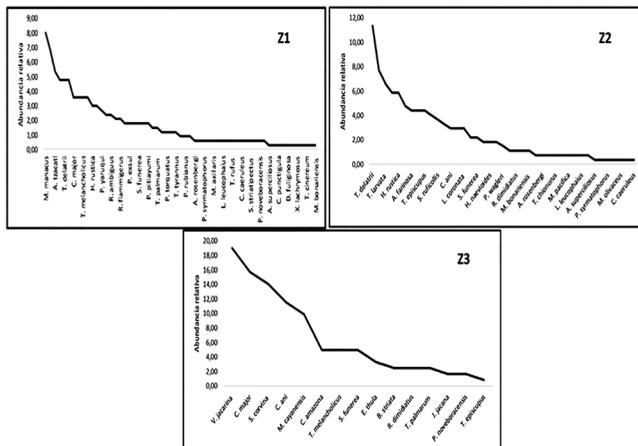
A nivel de familias, Thraupidae con 18 especies y 233 individuos (31,87%), fue la familia mejor representada, seguida por Tyrannidae, con 11 especies y 97 individuos (13,27%), además de Trochilidae con 9 especies y 82 individuos (11,22%). Las otras familias presentaron máximo seis especies y 82 individuos (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución de la riqueza específica y abundancia relativa de las familias en la comunidad de aves asociadas a áreas de sucesión natural degradadas por minería aurífera en Condoto (Chocó), Colombia.  
 Nota. Los datos fueron tomados del proceso de investigación.  
 Fuente propia.

Las especies más abundantes fueron *T. delatreei* (6,43%), *C. major* (6,02%), *M. manacus* (5,88%), *T. larvata* (5,61%) y *A. tzacatl* (5,34%). La distribución de las abundancias de las especies fue marcada entre las tres áreas. Solo el 9,3% de las especies presentaron abundancias superiores o iguales a los 30 individuos. El 16% de las especies presentaron abundancias intermedias (15-27) y un poco más del 74,6% de las especies presentaron una abundancia inferior a 15 individuos, lo que refleja la gran cantidad de especies raras encontradas en esta investigación.

En la zona 1 se obtuvo la mayor representatividad de las especies; *M. manacus* (8,01%), *T. larvata* (6,82%), *A. tzacatl* (5,34%). En esta zona, se registraron 59 especies, de las cuales 26 fueron exclusivas. Para la zona 2, *T. delatreei* (11,36%), *A. tzacatl* (7,69%), *Tangara larvata* (8%) y *M. manacus* (5,86%) y *H. rustica* (5,86%), fueron las más abundantes, mientras que *A. striatus*, *P. longuemareus*, *T. chionurus*, *M. pucherani*, *M. olivaceus*, *M. barbatus*, *C. affinis*, *P. rubra*, *P. wagleri*, fueron exclusivas para esta zona. Para la zona 3; *V. jacarina* (19,01), *C. major* (15,70) y *S. corvina* (14,05). En esta zona se encontraron seis especies exclusivas entre las que hay cuatro acuáticas o dependientes por el medio acuático (*B. striata*, *Egretta thula*, *Jacana jacana*, *Chloroceryle amazona*), *Volatina jacarina* y *Sporophila corvina* (Figura 3).



**Figura 3.** Curva dominancia – diversidad de la avifauna asociada a áreas de sucesión natural degradadas por minería aurífera en Condoto (Chocó), Colombia.  
 Nota: Los datos son producto del trabajo de investigación.  
 Fuente: propia.

Por zona, numéricamente se evidencian diferencias ligeramente marcadas con relación a la riqueza específica y número de individuos (Tabla 2), donde el mayor valor se encontró en la zona 1 o zona de referencia con 59 especies y 337 individuos, superando a la zona 2, donde se registraron 41 especies y 273 individuos. En la zona E3, solo se registraron 15 especies y 121 individuos. A pesar de que existió cierta variación entre las abundancias y riquezas de las tres zonas, los análisis mostraron que las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Kruskal–Wallis,  $p = 0,40$ ) y (Kruskal–Wallis,  $p = 0,47$ ), respectivamente.

**Tabla 2.** Representatividad de los diferentes taxones de la avifauna asociada a áreas en sucesión natural degradadas por minería aurífera en Condoto-Chocó, Colombia.

<b>Taxon</b>	<b>Zona 1 (REFE)</b>	<b>Zona 2 (30-50)</b>	<b>Zona 3 (5-15)</b>
<b>Familias</b>	13	13	7
<b>Especies</b>	59	41	15
<b>Individuos</b>	337	273	121

Nota. Cambios en la estructura de la comunidad de aves.  
Fuente: propia.

## **Diversidad alfa.**

La diversidad medida con métodos directos exhibe una diversidad alta en términos generales, siendo mayor en la zona 1, ( $H= 3,4$ ), zona el cual mostró mayor equitabilidad ( $0,90$ ) y menor dominancia ( $D=0,04$ ), lo que señala que en esta zona los recursos están mucho mejor repartidos para soportar una avifauna con comportamiento tróficos y habitacionales heterogéneos. Al realizar un análisis de T-student para comparar estas zonas con base al valor de Shannon Wiener, nos indicó que existe diferencia significativa entre ellas ( $T-studen: 2,92$ ,  $P-valor: 0,04$ ).

Diversidad beta. El porcentaje de similitud expresado por el índice Jaccard para la riqueza (Figura 4), nos muestran que existe un bajo grado de semejanza entre las tres zonas evaluadas, el cual equivale al 18%, siendo mayor entre la zona 1 y zona 2 (45%) y menor entre la zona 3 con las zonas 2 y 1 (18%).

**Tabla 3.** Índices para conocer la diversidad de aves asociada a áreas de sucesión natural degradadas por minería aurífera en Condoto-Chocó, Colombia.

Índice	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	T-Suden
Riqueza (S)	45	35	15	
Abundancia (n)	296	250	116	
Shannon Wiener (H')	3,5	3,2	2,3	2,92
Dominancia (_D)	0,04	0,05	0,12	
Pielou (J')	0,91	0,90	0,86	

Nota. Datos tomados de la investigación.  
Fuente: propia.

## Discusión

Los resultados guardan relación de las características del ambiente con la ornitofauna presente, presenta a los Passeriformes como el orden mejor representado en cuanto a número de familias y especies, presentando un patrón similar con otros trabajos en los bosques húmedos del Chocó (Ríos et al., 2007; Mosquera et al., 2008), donde este orden fue el más diverso. La representatividad de los Passeriformes obedece quizás a la capacidad que presentan estas aves de adaptarse a una variada gama de ambientes, gracias a su alta radiación adaptativa, que les ha permitido ser el grupo más exitoso en los ecosistemas tropicales (Guallar et al., 2009), apreciación que es compartida por Tabilo-Valdivieso (2006), quien además aduce que los Passeriformes son el grupo más especializado dentro de las aves, además presenta una excelente radiación adaptativa en hábitats tropicales, lo cual les permite acoplarse fácilmente a ecosistemas, aun estén modificados o transformados.

Respecto a las familias Thraupidae y Tyrannidae, dicha representación se debe a que algunas especies de estas familias son más abundantes en bosques húmedos tropicales, donde se alimentan casi por completo de una fuente muy variada y fácil de encontrar como los insectos, frutas de los árboles y arbustos que crecen en la selva; además les ofrece una gran variedad de ecosistemas y hábitats que satisfacen a la comunidad de aves (Hilty & Brown, 2001).

Las diferencias marcadas entre las zonas están asociadas a las características que exhibe cada una de ellas, donde se enmarca una arquitectura vegetal diferenciada, que permite albergar una avifauna específica, según las características de cada una. Claro ejemplo es la zona 3, donde la vegetación predominante son las herbáceas, entre estas las poaceas, que en muchos casos se convierten en el hábitat y alimento,

de especies como *V. jacarina*, *C. major* y *S. corvina*, donde levantan altas densidades y son dominantes en estos ambientes (Cuesta-Ríos, 2017).

El hecho de que la zona de referencia haya sido la que presentó la mayor diversidad, obedece a las características exhibidas por la zona, dadas las particularidades de esta para albergar una avifauna especial, marcada por sus propios requerimientos de tróficos y de hábitat. En esta zona se evidenció un buen estado de conservación, el cual se ratifica por la presencia de grupos claves y en la estructura básica de las formaciones tipológicas vegetales o de paisaje que presenta, lo que permite albergar un sinnúmero de aves, que dependen de óptimas condiciones del ambiente, dado sus altos requerimientos ecológicos, tales como Psittacidos Ramphastidos, Thamnophilidos y Furnariidos, que según las apreciaciones de Rodríguez-Mahecha (2005), son indicadores biológicos de la salud del ambiente, calidad de hábitat y conectividad del paisaje, además cumplen con procesos ecológicos fundamentales en el mantenimiento de la buenas condiciones ambientales de los bosques como la dispersión de semillas.

## Conclusiones

La avifauna de la zona en estudio representa el 6% de la riqueza de aves para el Chocó y el 40% para Condoto, dominada por los Thraupidae, con 18 especies, Tyrannidae con 11 y Trochilidae con 9, que gracias a su alta radiación adaptativa se acoplan con facilidad a diversos ecosistemas.

La diferencia de los resultados en cada escenario, son los siguientes: a nivel de especies y número de individuos, siendo mayor en la zona 1 (S=59, N=337), zona 2 (S=41, N=273), zona 3 (S=15, N=121), lo que muestra que los efectos de la fragmentación en el paisaje menos recuperado por acción natural, dan como resultado una menor riqueza de especies, lo que deja claro que las perturbaciones modifican la fisonomía vegetal del hábitat promoviendo la presencia de zonas con vegetación secundaria, lo cual influye en la dinámica y diversidad de las comunidades de aves.

Los índices ecológicos confirmaron que la avifauna de cada zona es diferente, es decir, cada área presenta una composición típica o propia, pero que tienden a ser similares a medida que avanza la sucesión ecológica, siendo esta quien define la composición y distribución de la avifauna.

## Contribución de los autores

Ismael Palacios-Palacios: autor principal, desarrollo de trabajo de campo y análisis de datos. Gloria Yaneth Flórez-Yepes: asesoría y realización del proceso de análisis de datos. Eric Yair Cuesta Ríos: desarrollo metodológico de la investigación.

## Agradecimientos

El autor agradece primeramente a Dios, también a la directora PhD. Gloria Yaneth Flórez Yepes, a su asesor y amigo Msc. Eric Yair Cuesta Ríos, a sus familiares y amigos que contribuyeron a la construcción de este artículo.

## Referencias bibliográficas

- Ayerbe, F. (2018). *Guía ilustrada de avifauna colombiana*. Wildlife Conservations Society. Punteoparte book vertising. 225p.
- Bennett, A. (2004). Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. San José, Costa Rica, UICN-Unión Mundial para la Naturaleza. 278 p.
- Caicedo, M. & Serna, N. (2005). Aves Passeriformes en la cuenca hidrográfica del río Cabí. Universidad Tecnológica del Chocó<sup>o</sup> Diego Luis Córdoba<sup>a</sup>, Facultad de Ciencias Básicas.
- Cuesta-Ríos, E. Y., Valencia-Mazo, J. D. & Jiménez-Ortega, A. M. (2007). Aprovechamiento de los Vertebrados Terrestres por una Comunidad Humana en los Bosques Tropicales (Tutunendo, Chocó, Colombia). *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó*, 26(2): 37-43.
- Cuesta-Ríos, E. Y. (2011). Evidencia de la conectividad ecológica del cerro Tacarcuna, expresada en la presencia y distribución de mamíferos terrestres neotropicales. *Bioetnia*, 8(2): 155-62.
- Cuesta-Ríos, E. Y. (2017). *Aves dispersoras de semillas y su contribución al proceso de regeneración natural de áreas degradadas por minería auríplatinífera en Condoto, Chocó-Colombia* (Proyecto de Magíster en Ciencias Ambientales). Universidad de Antioquia.
- Fenton, M., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M., Merriam, C., Obrist, M., Syme, D. & Adkins, B. (1992). Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24: 440-446.
- Fondo Mundial Para La Naturaleza – WWF. (2015). ¿Qué va a pasar con los bosques de Colombia durante el posconflicto? <http://www.wwwf.org.co/?251071/Que-va-a-pasar-con-los-bosques-de-Colombia-%20durante-el-posconflicto>
- Guallar, S., Santana, E., Contreras, S., Verdugo, H. & Gallés, A. (2009). Passeriformes del occidente de México: biometría, datación y sexado. *Museu de Ciències Naturals de Barcelona*. Barcelona, España. In: Omedes A & JM. Montserrat. *Monografies del Museu de Ciències Naturals*. Vol 5. 491 pp.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. & Ryan, P. (2001). PAST - Paleontological Statistics, ver. 1.89. *Palaeontologia electronica*, 4(1): 1-9.
- Hilty, S. L. & Brown, W. L. (2001). *Guía de aves de Colombia*. Princeton University Press, New Jersey.
- Ingle, N. (2003). Seed dispersal by wind, birds, and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. *Oecologia* 134: 251-261.
- Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (Iiap) & Ministerio De Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). Protocolo de restauración ecológica de áreas disturbadas por minería en el Chocó Biogeográfico. Informe final 82 pp.
- Magurran A. E. (1998). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 174 pp.
- Mora-Marín, M. A., Ríos-P, L., Ríos-R, L. & Almarío-Charry, J. L. (2017). Impacto de la actividad ganadera sobre el suelo colombiano. *Ing. y Región*, 17, 1. doi: 10.25054/22161325.1212.
- Moreno, C. E. (2001). Manual para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, vol. 1. Sociedad entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. Pp 83.
- Mosquera, L. A., Hurtado-Cuesta, Y. & Rengifo-Mosquera, J. (2008). Diversidad de aves en dos tipos de cobertura vegetal en pacurita, municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*, (2): 231-239.
- Olson, D., Dinerstein, E., Powell, G. & Wikramanayake E. D. (2002). Conservation biology for the Biodiversity Crisis. *Conservation Biology*, 1. February. pp 1-3.
- Ortiz-Pulido, R., Laborde, J. & Guevara, S. (2000). Frugivoría por Aves en un Paisaje Fragmentado: Consecuencias en la Dispersión de Semillas. *Biotropica*, 32(3): 473-488.
- Poveda, C., Rojas, C., Rudas, A. & Rangel-C. (2004). Climas del Chocó Biogeográfico de Colombia, 39-89 pp. En Rangel, J. (Ed). Colombia Diversidad Biótica IV. Chocó Biogeográfico/ Costa Pacifica. Universidad Nacional de Colombia. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. 997 pp.
- Primack, R., Rozzi, R. & Feinsinger, P. (2001). Diseño de áreas protegidas: 477-496 (In) *Fundamentos de conservación biológica Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México D. F. 797p.
- Remsen, J. V., Cadena, C. D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J., Robbins, M. B., Schulenberg, T. S., Stiles, F., Stotz, D. & Zimmer, K. J. (2018). A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>.
- Restall, R., Rodner, C. & Lentino, M. (2006). *Birds of northern South America*. Christopher Helm, London.
- Ríos, M. O., García, I. H. & Rengifo, J. (2007). Inventario de aves Paseriformes en áreas de expansión urbana en el municipio de Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista institucional universidad tecnologica del Chocó D.L.C.* 26: 79-89.
- Rodríguez-Mahecha, J. V. & Hernández-Camacho J. I. (2002). Loros de Colombia (Conservation Internacional Tropical field guide Series). Desarrollo Nacional para la Conservación de las aves de Colombia. Bogotá – Colombia. 265 pp.
- Tabilo-Valdivieso, E., -2006. El Censo Neotropical de Aves 2004. Global Series N° 17. Wetlands Internacional. Buenos Aires, Argentina. pp. 83-86. Las aves de Chile. Nueva guía de campo. Ediciones del Naturalista. Santiago. Decreto Supremo N° 034-2004-AG. El Peruano. pp. 27/6853-27/6855.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. 19-28 pp. En: Manual de métodos para el desarrollo de inventarios. Segunda edición. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.