



This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

Manuscrito recibido: Julio 1, 2024

Revisión recibida: Octubre 21, 2024

Aceptado: Octubre 28, 2024

Research article

## Biota asociada al guano de murciélagos en cuevas cuarzoareníticas de la Amazonia colombiana

Biota associated with bat guano in quartz-arenite caves of the Colombian Amazon

Yaneth Muñoz-Saba<sup>1,2</sup> ✉, Jhon Cesar Neita-Moreno<sup>3</sup> ✉, María Alejandra Perdomo-Gaitán<sup>2</sup> ✉  
Juan Gómez-Hernández<sup>4</sup>, Francesco Sauro<sup>5</sup> ✉, Carlos A. Lasso<sup>3,5,6</sup> ✉

<sup>1</sup>Profesora Asociada, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN), Bogotá, Colombia

<sup>3</sup>Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia

<sup>4</sup>Resguardo Indígena Monochoa, Araracuara, Caquetá, Colombia

<sup>5</sup>La Venta Esplorazioni Geografiche, Treviso, Italia

<sup>6</sup>Asociación Espeleológica Colombiana (Espeleocol)

### RESUMEN

Se presenta la biota de invertebrados asociada a diferentes tipos de guano recolectado en las cuevas cuarzoareníticas de Los Guácharos y Necaeridagoda ubicadas en la Serranía de Chiribiquete, departamento del Caquetá, Amazonía colombiana. Se realizó una caracterización de las cavidades haciendo énfasis en la ubicación del guano recolectado y se llevó a cabo un tamizaje selectivo en el laboratorio para diferenciar la mayor cantidad de morfos. Se analizaron 457 especímenes que representan dos filos, siendo Arthropoda el mejor representado. Dentro de este, la clase Insecta alcanzó el 81,62 %. La riqueza trófica de la fauna está dominada por los detritívoros (78,95 %) y con registro de morfos troglobios (Fanniidae, Staphylinidae, Termitidae). Se hizo énfasis en la estandarización de la metodología, tanto en el campo como en el laboratorio.

**Palabras clave:** Annelida, Arthropoda, categoría trófica, sustrato, troglobio.

### ABSTRACT

The invertebrate biota associated with different types of guano collected in the quartz-arenite caves of Los Guácharos and Necaeridagoda located in the Serranía de Chiribiquete in the department of Caquetá, Colombian Amazon, is presented. A characterization of the cavities was carried out with emphasis on the location of the collected guano. A selective screening was carried out in the laboratory in order to differentiate the greatest number of morphs. 457 specimens representing two phyla were analyzed, with Arthropoda being the best represented. Within this, the Insecta class reached 81.62%. The trophic richness of the fauna was dominated by detritivores (78.95%) and troglobitic morphs were recorded (Fanniidae, Staphylinidae, Termitidae). Emphasis was placed on the standardization of the methodology both in the field and in the laboratory.

**Keywords:** Annelida, Arthropoda, trophic category, substrate, troglobitic.

**Citación:** Muñoz-Saba, Y., Neita-Moreno, J.C., Perdomo-Gaitán, M.A., Gómez-Hernández, J., Sauro, F., Lasso, C. (2024). Biota asociada al guano de murciélagos en cuevas cuarzoareníticas de la Amazonia colombiana. Boletín Geológico, 51(2), Número Especial de Espeleología.

<https://doi.org/10.32685/0120-1425/bol.geol.51.2.2024.729>

## 1. INTRODUCCIÓN

En región Neotropical existe poca información acerca tanto de la biota troglobia —animales que dependen totalmente de las cuevas, los cuales presentan adaptaciones para vivir en total oscuridad (Muñoz-Saba, González-Sánchez, y Calvo-Roa, 2013), como de la biota trogloestigobia —animales cavernícolas obligados que habitan las aguas subterráneas donde desarrollan todo su ciclo de vida (Trajano y Bichuette, 2006; Muñoz-Saba y Lasso, 2020; Asenjo, Pellegrini, Vieira, y Mise, 2022)—. A nivel mundial, los esfuerzos por conocer esta biota se han enfocado en las zonas Paleártica y Neártica, pero en los últimos años se está haciendo énfasis en otras latitudes (Culver et al., 2006).

El guano, es el resultado de las deyecciones y regurgitaciones de los murciélagos y otros vertebrados que viven en las cuevas y cavernas, como el guácharo, un ave cavernícola (*Steatornis caripensis*: Steatornithidae: Caprimulgiformes), y ocasionalmente algunos anfibios, reptiles y mamíferos no voladores. El guano también está compuesto de los restos de alimento de la fauna cavernícola y del material en descomposición de la flora y fauna que allí habita (Muñoz-Saba et al., 2013), este es rico en urea y compuestos nitrogenados excretados (amoníaco, nitritos), y en algunos casos es el único o principal aporte energético para la fauna cavernícola (Bernath y Kunz, 1981; Tércia-Pimentel, 2021). Los excrementos y el guano son una fuente de alimento para muchos invertebrados que son a su vez, alimento de otros

organismos (Perdomo-Gaitán, Muñoz-Saba, y Casallas, 2024; Muñoz-Saba y Lasso, 2020)—.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la biota asociada a diferentes tipos de guano en cuevas cuarzoareníticas del Escudo Guayanés con énfasis en las especies troglobias, y dar herramientas para la consolidación de una metodología estándar de campo y de laboratorio estándar para el análisis del mismo.

**Área de estudio.** Este trabajo se realizó en el departamento de Caquetá (amazonia colombiana), en una región cuya historia orogénica está asociada a la prolongación meridional del macizo de Chiribiquete. Este macizo de arenisca cuarzosa se considera el extremo más occidental del Escudo Guayanés con típicas montañas de "tepuy" rodeadas de abruptos acantilados. La cadena montañosa alcanza altitudes de hasta 1.000 m s. n. m. y se desarrolla a lo largo de unos 280 km de norte a sur (Sauro y Lasso, 2023).

El sector septentrional y central de la cadena montañosa está protegido dentro del Parque Nacional Natural (PNN) Chiribiquete y al sur por el Resguardo Indígena de Monochoa (417.000 hectáreas). Los principales ríos de la serranía de norte a sur son Ajajú-Apoporis, Mesay, Yari y Caquetá (Sauro y Lasso 2023; <https://es.mongabay.com/2023/03/colombia-comunidades-indigenas-excluidas-de-un-proyecto-de-carbono-en-su-territorio/>) (Fig. 1).

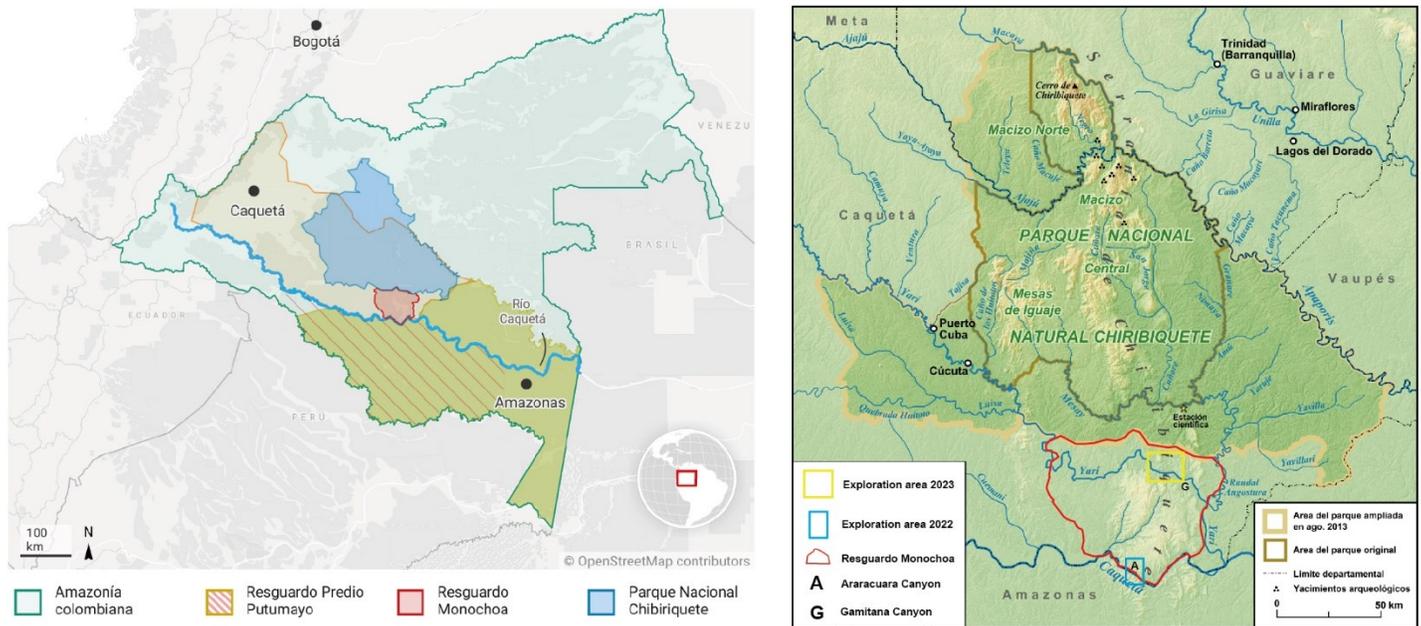


Fig. 1. Localización del área de las cuevas exploradas, se resalta el PNN Chiribiquete y el Resguardo Indígena Monochoa. Fuente: Francesco Sauro, 2023

## 1.1 Sistemas explorados

Las cavidades exploradas pertenecen a la Región Espeleológica Amazonia-Orinoquia (RAM) (Valdivieso-Bohórquez et al., 2025). Las cuales son:

- Cueva Los Guácharos (ID-CEN Caq-14-0670). Caquetá. Parque Nacional Natural Chiribiquete, municipio Solano, quebrada Araracuara, debajo del aeropuerto de Araracuara, 0°35'54,52"S 72°24'29,28"W, 172 m s. n. m.; Hábitat: cueva arenisca cuarzosas, bosque conservado inmerso en el Escudo Guayanés, río de aguas negras; # campo: CQTA-7C; Etimología: nombre dado por la presencia del guácharo, ave cavernícola; Observación: descubierta en el siglo XX por pobladores de la región (Fig. 2a).

- Cueva Necaeridagoda o Cueva de Los Sueños (ID-CEN Caq-14-0788). Caquetá. Serranía Tepuy Yari, norte río Yari, entre los rápidos El Danto y La Gamitana, 0°10'46,33"S 72°32'4,09"W / 0°10'47,78"S 72°31'54,44"W; Hábitat: cueva arenisca cuarcítica, bosque conservado inmerso en el Escudo Guayanés, río de aguas negras; # campo: CQTA-19M / CQTA-19N; Etimología: nombre en etnia Uitoto; Observación: descubierta en la expedición Sauro y Lasso (2023) (Fig. 2b).

## 2. MÉTODO

### 2.1 Exploración y topografía de las cuevas

Las entradas a las cuevas se identificaron mediante el análisis de imágenes por satélite (plataformas *Google Maps* y *Bing Map*) y sobrevuelos aéreos posteriores, con la única excepción de la Cueva Los Guácharos que era bien conocida por la comunidad indígena Uitoto. Las topografías de las cuevas se obtuvieron midiendo una línea poligonal entre estaciones mediante un distanciómetro láser Leica Disto D8 acoplado con el instrumento Cavesniper (Megaplot SJ; Polok et al., 2012), un dispositivo portátil y ligero equipado con una brújula electrónica integrada con un clinómetro digital, cuyas lecturas se calculan con un procesador ARM7TDMI. Estos instrumentos permitieron medir rápidamente la distancia, el acimut y la inclinación entre las estaciones con un

alto grado de precisión (exactitud 1 mm y 1°, respectivamente). El uso de esta instrumentación ligero y compacto proporcionó una medición de alta precisión de la posición de cada estación sin necesidad de utilizar instrumentos pesados de estación total o GPS, que son respectivamente de difícil transporte y carecen de señales de satélite en el complejo entorno subterráneo. Utilizando el dispositivo *CaveSniper* fue posible medir los *splay shots* lo que permitió una referencia de respaldo de alta precisión para el dibujo del plan topográfico (Sauro et al., 2013).

### 2.2 Caracterización de las cavidades

**Cueva Los Guácharos.** Etimología: nombre dado por la presencia del guácharo. Observación: descubierta en el siglo XX por pobladores de la región.

La cueva presenta paredes cuarcíticas de 70 m de altura con un desarrollo horizontal de 150 metros, y uno vertical de 35 metros. Es una resurgencia —manantiales o fugas de agua permanente o intermitente, de alto o bajo caudal, resultado del fracturamiento de la roca, sirve como conducto de salida para los cursos subterráneos; resurgimiento de un arroyo que anteriormente se había hundido bajo tierra, retornando a un curso epigeo (Monroe, 1976; Mendoza-Parada, Moreno-Murillo, y Rodríguez-Orjuela, 2009; Montero, 2011)—, y es probable que drene a un arroyo presente en la meseta (Sauro y Lasso, 2023).

La cueva se caracteriza por una entrada a 25 metros por encima de la quebrada de Araracuara; el agua sale por una apertura de 15 m de altura y 10 m de anchura, con dos cascadas que desembocan al río Caquetá. La galería principal da acceso a una cámara, la pared izquierda la ocupa una cascada de 10 m de altura con una fractura alargada, casi vertical, paralela a las paredes del cañón, agrandada por la erosión del agua. En la parte superior de la cascada se accede a una cámara suspendida con varios nidos de guácharos. Se sigue el curso del agua por encima de grandes bloques encajados en una amplia fractura, hay galerías más altas. El arroyo sigue cerca de 10 metros hasta un derrumbe (Sauro y Lasso, 2023) (Fig. 3).



Fig. 2. Localización de las cuevas exploradas. A. Ubicación de la Cueva Los Guácharos; B. Ubicación de la Cueva Necaeridagoda. Elaborado por Francesco Sauro,

### CUEVA DE LOS GUACHAROS AMAZONAS COLOMBIA

GRADE 5 (DISTO-X)  
SURVEY & ILLUSTRATION  
DAN STRALEY 2022

EXPEDITION 2019 & 2022 TEAMS  
MONOCHOA PEOPLE  
LA VENTA  
INSTITUTO HUMBOLDT

Cueva de los Guacharos is a quartzite cave located in the tepal mountains of the Colombian Amazon. The cave is named after a large colony of guacharo birds (oil bird, *Iago*) found inside the cave. The guacharo bird is one of two bird groups in the world that can navigate in 100% darkness using echo location.

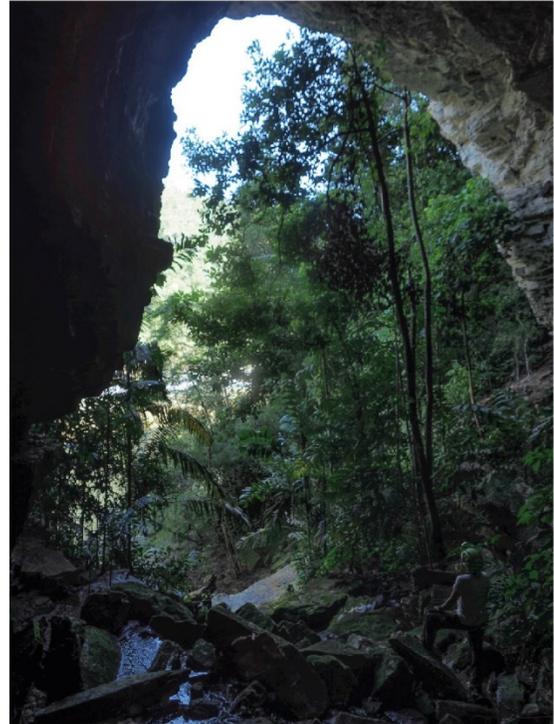
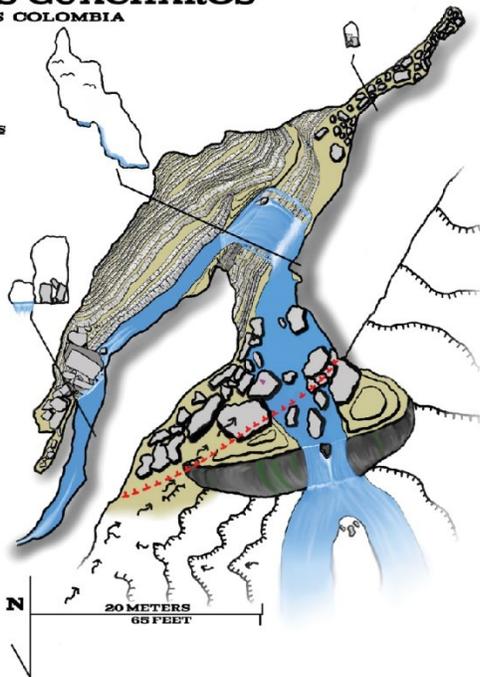


Fig. 3. Topografía y fotos de la Cueva Los Guácharos (Caquetá). Tomado de Sauro y Lasso (2023); Fotos de Alessio Romeo.

**Cueva Necaeridagoda o Cueva de Los Sueños.** Etimología: Necaeridagoda, vocablo en lengua de la étnica Uitoto. Observación: descubierta en la expedición Sauto y Lasso (2023).

La Cueva de Los Sueños, es una caverna activa —caverna recorrida por una corriente de agua y que va siendo ampliada por su trabajo (Montero, 2011)—. La cueva tiene una entrada grande al fondo de los acantilados de la meseta de tepuyes Ononeñagoda; 3,4 km al norte del río Yará. Es una surgencia de un drenaje cuya cuenca hidrográfica pertenece a una depresión de colapso amplia y larga, la cual se abre en el centro de la meseta, con un desarrollo de 625 m. La entrada inferior, alcanza 30 m de altura y 35 m de anchura, con galerías laterales y salientes con proceso erosivo de socavación. El agua emerge por debajo de una serie de bloques. Por encima de los bloques se accede a una galería inactiva, en el suelo se encuentran las cuarcíticas grandes que se han desprendido del techo, la galería continúa hasta unas bifurcaciones. Aguas arriba, tras el cruce en la que se unen los dos ramales, la galería se abre en una amplia y alta cámara, de 30 m de anchura y más de 60 m de longitud. Las paredes se caracterizan por bancos erosivos y curvas profundas inferiores donde la corriente está erosionando nuevos pasajes. El portal desemboca en la amplia depresión del derrumbe en la cima de la meseta del tepuy. Siguiendo las paredes del derrumbe, se registran varias salientes y galerías secundarias que se ramifican entre pilares erosivos y bloques; en esta zona es evidente el efecto de la socavación de las paredes (Sauro y Lasso, 2023).

A la derecha del nivel de galerías se llega a una cámara donde se registra una colonia de murciélagos y gran acúmulo de guano. Al lado izquierdo hay un pasaje inclinado que conecta al nivel inferior de la cueva. Desde la bifurcación, en la rama izquierda se desciende a un conducto grande del arroyo, con playas arenosas y pequeños lagos (Sauro y Lasso, 2023) (Fig. 4).

### 2.3 Muestreo dentro de las cavidades

El estudio se llevó a cabo en cuevas cuarzoareníticas. La nomenclatura catastral sigue a Valdivieso-Bohórquez et al. (2025). El muestreo se realizó donde se evidenció gran acúmulo de guano de cada tipo (murciélagos, guácharo), se recolectó alrededor de 250 g con una pala cóncava y se almacenó en bolsas plásticas de cierre hermético, se preservó con etanol al 70 % y se etiquetó con la siguiente información, según fuera el caso (Fi. 5):

- Cueva Los Guácharos (ID-CEN Caq-14-0670): CQTA-7C (CQTA: departamento Caquetá); 04 feb 2022; Recolectores: Carlos A Lasso, Jesús Fernández-Auderset.

- Cueva Necaeridagoda (ID-CEN Caq-14-0788): CQTA-19M, CQTA-19N; 26 feb 2023; Recolectores: Carlos A Lasso, Juan Gómez-Hernández.

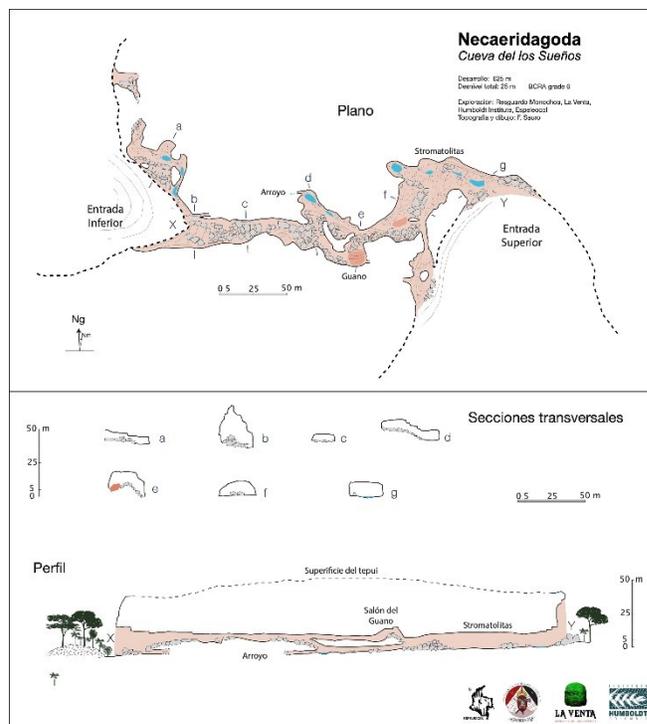


Fig. 4. Topografía de la Cueva Necaeridagoda o Cueva de Los Sueños (Caquetá). Elaborado por Francesco Sauro, 2023.



Fig. 5. Muestreo de guano. Foto de Alessio Romeo.

Las características del guano que se tuvieron en cuenta al momento de recolección fueron (ver: Perdomo-Gaitán et al., 2024) (Tabla 1):

I. Ubicación del guano dentro de la cueva o caverna - zona de la caverna.

1. Zona de entrada o zona de luz.
2. Zona intermedia o zona de penumbra.
3. Zona profunda o zona de oscuridad.

II. Distancia del guano desde la entrada de la cueva o caverna.

III. Caracterización de caracteres organolépticos del guano: consistencia.

1. Líquida.
2. Sólida.

IV. Estado de frescura (*sensu* Ferreira et al., 2007).

1. Guano fresco: pH alcalino, húmedo, alto contenido de materia orgánica.

2. Guano seco: pH ácido, seco (materia orgánica seca)  
 V. Tipo de guano: según los hábitos alimenticios de la fauna (Decu, 1986; Trajano y Gnaspini-Netto, 1990; Ferreira y Martins, 1999).

1. Murciélagos frugívoros: semillas pequeñas no digeridas, ocasionalmente semillas más grandes, pulpa adherida a las semillas y a las heces.

2. Murciélagos hematófagos: consistencia pastosa; en fresco color rojizo, en seco color negro, polvoriento.

3. Murciélagos insectívoros: trozos masticados de quitina de artrópodos e insectos.

4. Guácharos: semillas grandes no digeridas, plántulas.

**2.4 Trabajo de laboratorio**

El trabajo se llevó a cabo en los laboratorios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Las muestras de guano se colocaron en cuarentena en un congelador a una temperatura de -20 °C durante 48 horas, para el procedimiento de análisis se dejaron descongelar a temperatura ambiente (Perdomo-Gaitán et al., 2024; Simmons y Muñoz-Saba, 2005). El tiempo invertido en esta fase fue de doce días, tres horas diarias, labor que realizaron entre una a cinco personas del semillero estudiantil de la Universidad Nacional de Colombia nominado Ecología de Mamíferos Neotropicales (EMN) e integrantes del grupo de investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN). El proceso de análisis en el laboratorio fue fotografiado.

La disgregación del guano se realizó con una serie de tamices de diferente ojo de malla (tamiz 1: 4,7 mm; tamiz 2: 0,9 mm; tamiz 3: 0,5 mm). Se emplearon estereomicroscopio (marca Leica 2000; oculares 15 X; objetivos: 0,7 X a 3,0 X), lupas, alfileres y pinzas finas (ver: Perdomo-Gaitán et al., 2024) (Fig. 6).

**2.5 Determinación taxonómica**

El material recolectado en el guano (artropofauna, otros invertebrados; semillas) fue separado, etiquetado, preservado y

almacenado (Simmons y Muñoz-Saba, 2005) y enviado a los especialistas.



Fig. 6. Metodología para el análisis del guano realizado en el laboratorio. A. Análisis; B. Tamices empleados. Fotos de EEFN (2023).

La curaduría de los morfos pertenecientes a los phylum Annelida y Arthropoda siguieron los protocolos establecidos para la colección de invertebrados del Instituto Alexander von Humboldt (IAvH-I) (ver: [http://biblioteca.humboldt.org.co/images/pdf/F\\_protocolodededepositoejemplares.pdf](http://biblioteca.humboldt.org.co/images/pdf/F_protocolodededepositoejemplares.pdf)). La determinación se llevó a cabo en el laboratorio del Instituto Humboldt en Villa de Leyva (Boyacá), con el apoyo de la colección y literatura especializada (ver: Foote et al., 1991; Lawrence et al., 1991; Yoke et al., 1991). A este grupo de invertebrados (estudio de caso) se le hizo un análisis desde su ecología. Las fotografías de los especímenes se realizaron con un estereomicroscopio marca Leica S8APO equipado con una cámara Leica MC190 HD (Fig. 7).

**3. RESULTADOS**

**3.1 Material registrado en el guano**

Se registraron pelos y plumas, los cuales no fueron determinados. En el primer tamiz (4,7 mm) se separaron semillas de palma de mil pesos (*Oenocarpus* sp.: Arecaceae); y fauna de microorganismos en los estadios de larva y pupa (Fig. 8); en estado adulto se registraron Coleoptera, Dermaptera, Diplopoda e Ixodoidea (garrapatas), entre otros morfos (Fig. 9).

En el segundo tamiz (0,9 mm) se registraron semillas de aproximadamente 2 mm y larvas en diferente etapa de desarrollo; y varios morfotipos de Tipulidae (mosquito gigante), garrapatas y Siphonaptera (pulgas) (Fig. 10).

Tabla 1. Características del guano al momento de la recolección. Se resaltan las variables que se tienen en cuenta en el análisis.

Caverna	# campo	Ubicación	Distancia	Caracteres organolépticos		Tipo de guano	Cantidad	Observaciones
				Consistencia	Estado de frescura			
Cueva Los Guácharos	CQTA-7C	Penumbra	Zona final, salida	Sólida	Fresco	Murciélagos frugívoros	Abundante	Ubicación guano Fig. 3
Cueva Necae-ridagoda [Cueva de Los Sueños]	CQTA-19M	Oscuridad	Parte media 250 m	Sólida	Superficial: fresco Profundidad: seco: antiguo	Murciélagos frugívoros Guácharos	Abundante Escaso	Ubicación guano Fig. 4
	CQTA-19N	Penumbra		Sólida	Fresco	Murciélagos frugívoros	Abundante	Fruto, semillas Ubicación guano Fig. 4



Fig. 7. Curaduría de la colección de Annelida y Arthropoda analizados. A. Material empacado, etiquetado listo para enviar a especialistas; B. Colecciones debidamente curadas y depositadas en el IAvH; C. Protocolos curaduriales. Fotos de EEFN (2023), IAvH (2024).



Fig. 8. Morfos de microorganismos separados en el tamiz 1 (4,7 mm). A.-B.-C. Larvas; D. Pupas. Aumento: 7 X a 30 X. Fotos de EEFN (2023).

En el tercer tamiz (0,5 mm) se evidenciaron estados larvales y ninfales de Annelida, Acari (Arachnida), garrapatas y pulgas (Fig. 11).

### 3.2 Estudio de caso

Se analizó el grupo de invertebrados con mayor abundancia (457 individuos), los cuales pertenecen a dos phylum, Arthropoda con tres clases y el 98,91 % de individuos y Annelida con una clase (Fig. 12a). Dentro del filo Arthropoda la clase Insecta es la más representativa con el 81,62 %, seguido de Arachnida (17,51 %) y Malacostraca (0,88 %) (Fig. 12b). Los órdenes más frecuentes de la clase Insecta fueron Diptera (48,64 %) Isoptera (25 %) y Coleoptera (22,83 %) (Fig. 12c; Tabla 2).

### 3.3 Características ecológicas

El estadio de vida mejor representado fue el larval con el 63,03 % en el tamiz 1 (4,7 mm), el 53,57 % en el tamiz 2 (0,9 mm) y el 100 % en el tamiz 3 (0,5 mm) (Tabla 2).

En la Cueva Los Guácharos se registraron larvas de todos los taxa (56,01 %) en los tres calibres de tamices. En la Cueva Necaeridagoda se registra en el tamiz 2 mayor cantidad de individuos (Adultos: 129 (68,62 %), Larvas: 59) (Tabla 2).

Al caracterizar ecológicamente el guano se registra que el 78,95 % de la biota es detritívora; el 10,53 % depredadora, donde se registra una morfoespecie de Carabidae. (Coleoptera), Pheidole sp. (Formicidae: Hymenoptera); el 5,26 % es fitófaga, un morfo de Cydnidae (Hemiptera); y un morfo necrófaga de la familia Fanniidae (Diptera) (Fig. 13; Tabla 2).

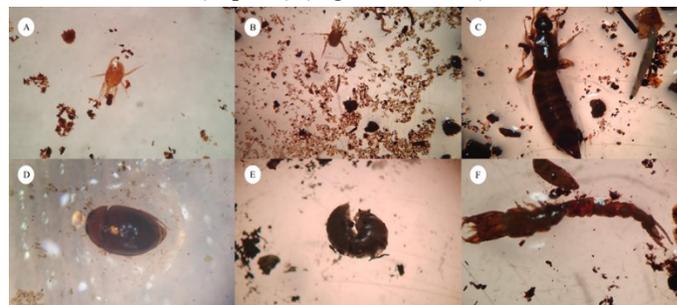


Fig. 9. Morfos de microorganismos adultos separados en el tamiz 1 (4,7 mm). A.-B. Ixodoidea (garrapatas); C. Forticulidae (Dermaptera); D. Coleoptera; E. Isoptera; F. Larva, Staphylinidae (Coleoptera). Aumento: 7 X a 30 X. Fotos de EEFN (2023).



Fig. 10. Morfos de microorganismos adultos separados en el tamiz 2 (0,9 mm). A. Pupa, Tipulidae (Diptera) (mosquito gigante); B.-C.-E.-G. Ixodoidea (garrapatas); D. Siphonaptera (pulga). Aumento: 7 X a 30 X. Fotos de EEFN (2023).



Fig. 11. Morfos de microorganismos adultos separados en el tamiz 3 (0,5 mm). A.-B. Larvas; C. Larva, Coleoptera; D. Larva, Annelida. Aumento: 7 X a 30 X. Fotos de EEFN (2023).

Tabla 2. Fauna de invertebrados del guano en sistema cavernícola.

Cueva					Diversidad trófica	Tamiz								
Phylum	Clase	Orden	Familia	morfo		4,7 mm				0,9 mm		0,5 mm		
Especies de desarrollo						Larvas		Adultos		Larvas		Adultos	Larvas	
Cueva						Los Guácharos	Necaeridagoda	Los Guácharos	Necaeridagoda	Los Guácharos	Necaeridagoda	Necaeridagoda	Los Guácharos	
2	3	8	14	19	457*	104 (11)		61 (8)		150 (11)		130 (5)	12 (2)	
					%									
Annelida: 5				morfos	Detritívoro			5						
Arthropoda: 452	Arachnida: 80	Acari		morfo	Detritívoro			13		6				
					Detritívoro					1	60			
	Insecta: 373	Blattoidea	Blattidae	morfo	Detritívoro								1**	
			Coleoptera	Carabidae	morfo	Depredador			1					
		Staphylinidae	Elmidae	morfo	Detritívoro	1				6				
				morfo	Detritívoro	1								
				morfo 1	Detritívoro		34		3					
				morfo 2	Detritívoro		2		1		34			
		Dermaptera	Forficulidae	morfo	Detritívoro	1								
		Diptera	Bibionidae	morfo	Detritívoro	7					16			
			Drosophilidae	morfo	Detritívoro	6								
					Detritívoro		21					23		
	Fanniidae		morfo	Necrófaga		1								
	Sciaridae		sp.	Detritívoro	27					43			11	
	Syrphidae		sp.	Detritívoro						4				
				Detritívoro							1			
	Stratiomyidae		sp.	Detritívoro									1	
	Tipulidae	sp.	Detritívoro	3					15					
	Hemiptera	Cydnidae	sp.	Fitoívoro								10		
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Pholidole</i> sp.	Depredador					1					
Isoptera	Termitidae	<i>Heterotermes</i> sp.	Detritívoro				36				56			
Malacostraca: 4	Isopoda: 4		morfo	Detritívoro			1							
				Detritívoro							3			

Se especifica el porcentaje de larvas y adultos separados en cada uno de los tamices. Se resalta la fauna troglobia; () : número de morfos; \* número de individuos; \*\* CQTA-19M.

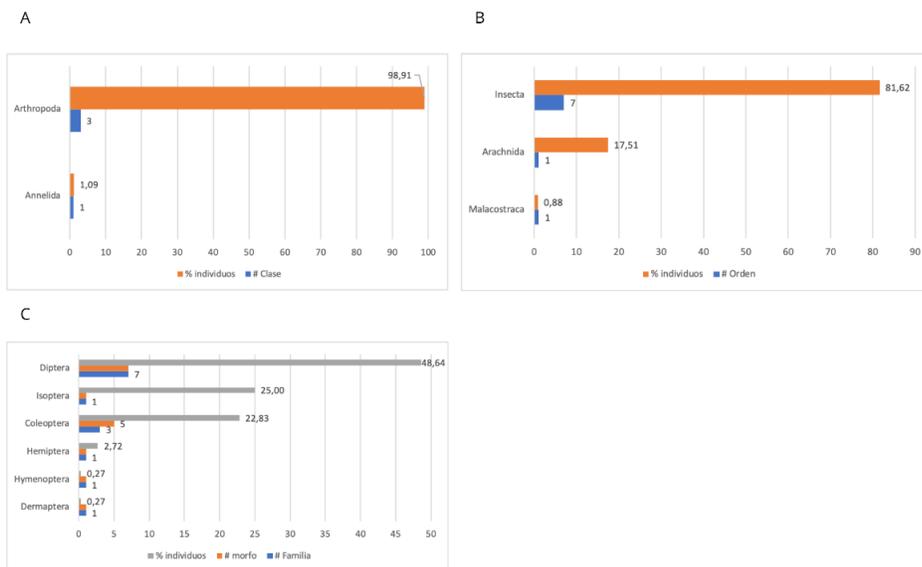


Fig. 12. Número de taxa y porcentaje de morfos registrados en las cuevas Los Guácharos y Necaeridagoda (Caquetá). A. Phylum; B. Clases del phylum Arthropoda; C. Familias y morfos de la clase Insecta (Arthropoda)

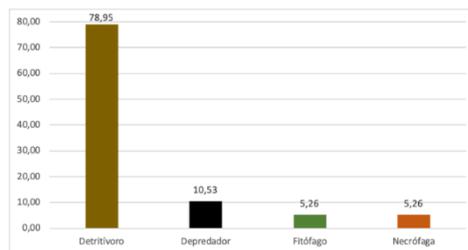


Fig. 13. Riqueza trófica de la fauna registrada en las cuevas Los Guácharos y Necaeridagoda (Caquetá).

## 4. DISCUSIÓN

Al analizar el guano fresco de murciélagos de la zona de penumbra de las dos cuevas se registra que hay una mayor riqueza de morfos del orden Diptera en su estado de larva en la Cueva Los Guácharos. Este orden se caracteriza por presentar un hábito trófico detritívoro o saprófago —fauna que se alimenta de materia orgánica en descomposición—. La familia Fanniidae tiene un hábito diferente, es necrófaga —fauna que se alimenta de cadáveres—, por ello la importancia de este sustrato (guano) para las poblaciones de estos organismos en las cuevas. En estado adulto, muchos de estos grupos holometábolos —insectos que mediante metamorfosis pasan de huevo a larva, pupa y estado adulto—, presentan hábitos alimenticios diferente a las larvas (Fig. 8, 9; Tabla 2).

Aunque este muestreo es preliminar y no es estandarizado, se recolectaron muestras típicas de especies troglobias como son las larvas y adultos de Staphylinidae (Coleoptera), larvas de Fanniidae (Diptera), y adultos de *Heterotermes* (Rhinoitermitidae: Isoptera) por la coloración blanca, café claro o café oscuro, principalmente. Esto es una evidencia de que estas cuevas presentan dinámica de interacciones bióticas y abióticas similares a las registradas en otras zonas kársticas de otras latitudes (Culver et al., 2006) (Fig. 14).

Para las cuevas y cavernas de Colombia hay poca información sobre la biodiversidad de invertebrados en estos ambientes, siendo un área que requiere mayor exploración y estudio detallado de los componentes de esta biota, aportando importantes información sobre la taxonomía, ecología e historia natural de la biota, en donde las especies bioindicadoras proveerán herramientas claves para su uso en planes de monitoreo y conservación de estos ecosistemas que son patrimonio de la Nación (Decreto 1353, 2018).

Un muestreo más amplio en tiempo y espacio, considerando otras variables, aportaría a una mayor comprensión de las interacciones biológicas que existen entre estos organismos, sobre todo en lo relacionado con las variables micro ambientales que condicionan estas dinámicas propias de las cuevas.

Conservar las dinámicas de las especies aportantes al sustrato (guano), como aves y murciélagos, principalmente, constituye un pilar importante que garantizaría la permanencia de la biota troglobia y trogloestigobia asociadas a cuevas y cavernas, los cuales presentan vulnerabilidad en medio de las actividades antrópicas a las que se ven sometidas estos ecosistemas.

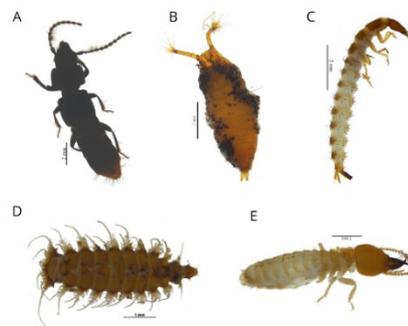


Fig. 14. Fauna troglobia de Insecta de las cuevas Los Guácharos y Necaeridagoda (Caquetá). A. Adulto, Staphylinidae (Coleoptera); B. Pupa, Drosophilidae (Diptera); C. Larva, Staphylinidae (Coleoptera); D. Larva, Fanniidae (Diptera); E. Adulto, *Heterotermes* sp. (Rhinoitermitidae: Isoptera). Fotos de IAvH (2024).

## FINANCIACIÓN

El proyecto contó con el apoyo de la iniciativa *Perpetual Planet* de Rolex y con la asistencia técnica de Ferrino, Hennessy Hammock, Tiberino y Amphibious.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses financieros o relaciones personales que puedan haber influido en el trabajo reportado en este artículo.

## RECONOCIMIENTOS

El guano analizado se recolectó en marco del proyecto “Exploración y estudio de las cuevas de areniscas cuarzosas de los ríos Caquetá y Yari (Caquetá, Colombia)”, realizado por el Resguardo Indígena Monochoa, Araracuara, Caquetá; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; La Venta Esplorazioni Geografiche, Treviso, Italia; Asociación Espeleológica Colombiana (Espeleocol). Al grupo de investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN) y al semillero Ecología de Mamíferos Neotropicales (EMN) por el apoyo en el trabajo en los laboratorios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

## REFERENCIAS

- Asenjo, A., Pellegrini, T. G., Vieira, L. M. y Mise, K. M. (2022). Coleoptera. En R. de Almeida Zampaulo y X. Prous (Eds.), *Fauna cavernícola do Brasil*. Belo Horizonte: Editora Rupestre.
- Bernath, R. F. y Kunz, T.H. (1981). Structure and dynamics of arthropod communities in bat guano deposits in buildings. *Canadian Journal of Zoology*, 59(2): 260–270. Doi: 10.1139/z81-041.

- Culver, D. C., Deharveng, L., Bedos, A., Lewis, J. J., Madden, M., Reddell, J. R., Sket, B., Trontelj, P. y White, D. (2006). The mid-latitude biodiversity ridge in terrestrial cave fauna. *Ecography*, 29: 120–128.
- Decreto 1353. (2028). Decreto Número 1353 de 31 julio 2018. Bogotá: República de Colombia, Ministerio de Minas y Energía.
- Decu, V. (1986). Some considerations on the bat guano synusia. *Travail du Institut de Spéologie “Emile Racovitza”*, 25(1): 41–51.
- Ferreira, R. L. y Martins, R. P. (1999). Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. *Tropical Zoology*, 12(2): 231–252. Doi: 10.1080/03946975.1999.1053939.
- Ferreira, R. L., Prous, X. y Martins, R. P. (2007). Structure of bat guano communities in a dry Brazilian cave. *Tropical Zoology*, 20: 55–74.
- Foot, B. A., Thompson, F. C., Dahlem, G. A., Dennis, D. S., Stasny, T. A. y Teskey, H. J. (1991). Orden Diptera. En F. W. Stehr (Ed.), *Immature Insect*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Lawrence, J. F., Anderson, D. M., Beal Jr., R. S., Becker, E. C., Bell, R. T., Bousquet, Y., Bright, D. E., Brown, H. Kavanaugh, D. H., LaBella, D. M., Lawason, F. A., Pfaffenberge, L., Reichardi, H., Selander, R. B., Spangler, P. J., Spilman, T. J., de Viedma, M. G., Wheeler, Q. D. y Young, D. K. (1991). Orden Coleoptera. En F. W. Stehr (Ed.), *Immature Insect*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Mendoza-Parada, J. E., Moreno-Murillo, J. M. y Rodríguez-Orjuela, G. (2009). Sistema cárstico de la Formación Rosablanca Cretácico inferior, en la provincia Santandereana de Vélez, Colombia. *Geología Colombiana*, (34): 1–44.
- Monroe, W. H. (1976). The karst landforms of Puerto Rico. *Geological Survey Professional Paper*, (899): 211–317.
- Montero G., I. A. (2011). Nuestro patrimonio subterráneo: historia y cultura de las cavernas en México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Muñoz-Saba, Y., González-Sánchez, I. y Calvo-Roa, N. (Eds.). (2013). *Cavernas de Santander: guía de campo*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Muñoz-Saba, Y. y Lasso, C. (2020). Biodiversidad cavernícola de Colombia: conocimiento, uso y conservación. En L. A. Moreno, G. I. Andrade, G. Didier y O. L. Hernández-Manrique (Eds.), *Biodiversidad 2020: estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap1/106/>.
- Perdomo-Gaitán, M. A., Muñoz-Saba, Y. y Casallas-Pabón, D. (2024). Excretas y guano: análisis taxonómico y ecológico de un estudio de caso en Colombia. *Mammalia aequatorialis*, 6, 123–153.
- Sauro, F., Vergara, F., De Vivo, A., De Waele, J. (2013). Imaeari Yeuta: A new giant cave system in the quartz sandstones of the Auyan Tepui, Bolivar State, Venezuela. *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology*.
- Sauro, F. y Lasso, C. A. (Eds.) (2023). *Exploración y estudio de las cuevas de arenisca cuarzosa de los ríos Caquetá y Yari (Colombia, Caquetá)*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Simmons, J. y Muñoz-Saba, Y. (Eds.). (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Bogotá: Conservación Internacional Colombia.
- Tércia-Pimentel, N. (2021). *A contribuição dos morcegos no input de energia na forma de guano para bat caves no semiárido nordestino (tesis de doctorado)*. Universidad Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Trajano, E. y Bicquette, M. E. (Eds.). (2006). *Biología subterránea. Redespeleo Brasil*.
- Trajano, E. y Gnaspini-Netto, P. (1990). Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. *Revista Brasileira de Zoologia*, 7(3): 383–407.
- Valdivieso-Bohórquez, G., Uasapud, N., Moreno-Murillo, J. M., Mendoza, J. E., Rodríguez-Orjuela, G., Cruz-Carreño, D., Lasso, C. A. y Muñoz-Saba, Y. (2025). *Catastro espeleológico Nacional: clasificación de las zonas espeleológicas de Colombia*. En C. A. Lasso y H. Gallo-Martínez (Eds.), *Biodiversidad Cavernícola*. Bogotá: Publicaciones Universidad de El Bosque.
- Yoke, T. R. y Lawson, F. A. (1991). Orden Diptera. En F. W. Stehr (Ed.), *Immature Insect*. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.