



Sometido: 2024-02-20

Aceptado: 2024-06-25




Publicado: 2024-07-05

DOI: <https://doi.org/10.59763/mam.aeq.v6i.84>

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Excretas y guano: análisis taxonómico y ecológico de un estudio de caso en Colombia

Excreta and guano: taxonomic and ecological analysis of a case study in Colombia

María Alejandra Perdomo-Gaitán^{1,3,*} , Yaneth Muñoz-Saba^{1,2} ,
and Diego Casallas-Pabón^{1,3} 

¹ Grupo de Investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

² Profesora Asociada, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

³ Applied Biodiversity Foundation, Bogotá, Colombia.

Autor de correspondencia: alejandraperdomo14@gmail.com

RESUMEN

La investigación de vertebrados suele realizarse con muestreos directos que implican uso de trampas. Otros métodos indirectos, como observación de rastros, son poco utilizados, aunque fáciles, económicos y con una adecuada interpretación ofrecen valiosa información. Proponemos un protocolo de análisis de excretas y guano con el fin de orientar a los investigadores para obtener información taxonómica y ecológica. Este protocolo incluye detalles del muestreo, registros fotográficos, recolección de muestras, rescate de información, reporte de caracteres organolépticos, procedimientos de laboratorio, preservación, almacenamiento, montaje y conservación. Detallamos información para determinar taxonómicamente la excreta e interpretar correctamente la información. Presentamos un estudio de caso en Colombia con los detalles de cada tipo de análisis. En conclusión, resaltamos la importancia de los protocolos estandarizados

Forma de citar:

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.

para el análisis de este tipo de muestreos como testigo o *voucher* biológico para obtener información sobre ecología, etología, hábitat, dinámica trófica y edad de ciertas especies.

Palabras clave: colecciones extendidas, inventarios rápidos, pelos de guardia, rastros, semillas.

ABSTRACT

Vertebrate research is usually carried out with direct sampling that involves the use of traps. Other indirect methods, such as observing tracks, are rarely used, although they are easy, economical, and with adequate interpretation, offer valuable information. We propose a protocol for analyzing excreta and guano in order to guide researchers to obtain taxonomic and ecological information. This protocol includes sampling details, photographic records, sample collection, information rescue, reporting of organoleptic characteristics, laboratory procedures, preservation, storage, assembly, and conservation. We detail information to determine the excreta taxonomically and correctly interpret the data. We present a case study with the details of each type of analysis. In conclusion, we highlight the importance of standardized protocols for the analysis of this type of sampling as a biological witness or voucher to obtain information on ecology, ethology, habitat, trophic dynamics, and age of certain species.

Keywords: Extended collections, fast inventories, guard hairs, indirect, seeds.

INTRODUCCIÓN

Existen diversos métodos en el estudio de los vertebrados, algunos directos, que involucran al animal con el uso de trapeo y mayor esfuerzo de muestreo; y otros indirectos, que se usan como trabajo complementario, en donde se emplean metodologías de búsqueda y observación del rastro que deja el animal, como rasguños, pelos, plumas, madrigueras, excretas, entre otros (Muñoz-Saba et al., 2019; Navarro y Muñoz, 2000). Estos elementos son considerados como un *voucher* biológico con criterios de existencia y repetibilidad, espacial y temporal (Gómez-Sandoval et al., 2017; Kageyama et al., 2006). Un *voucher* biológico es un espécimen, una muestra o producto del mismo (rastros de alimentación, refugio, actividad: avistamiento, caminadero, excreta, huella, olor, pelo, rasguño, vocalización), y sus datos asociados, que documenta la existencia de un organismo en un lugar y tiempo determinado, de una manera consistente con estándares disciplinarios para asegurar la repetibilidad de la investigación, que de otra forma no podría ser adecuadamente revisada o reevaluada (Kageyama, 2003; Kageyama et al., 2006: 262).

Las excretas *sensu stricto* —o restos fecales, son referidas a los desperdicios sólidos (heces) que son el producto final del proceso de diges-

tión—, proporcionan información sobre la dieta, el área de acción, los refugios, la demografía, el sexo, la edad, la dispersión, la viabilidad de semillas, entre otros (Caselli y Maturrano, 2016; Farías, 2019; Putman, 1984; Rojas et al., 2014; Sandoval-Gómez et al., 2012; Tirira, 2007). La búsqueda de excretas se realiza en posibles áreas de forrajeo y refugio, algunos de los sitios de descanso o alimentación son los ecosistemas subterráneos, en donde se registran excrementos y guano —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, 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); el guano es rico en urea y compuestos nitrogenados excretados (amoníaco, nitritos), 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 (Muñoz-Saba y Lasso, 2020)—. Por lo tanto, este tipo de investigaciones, sobre el

análisis de las excretas en general, permiten el conocimiento de la biota de los ecosistemas.

Dependiendo de los objetivos de la investigación hay diferencias en la toma y procesamiento de las muestras, a pesar de la cantidad de información que las excretas y el guano ofrecen para la comprensión de la biodiversidad no existen métodos comparables que permitan maximizar la información. Hay protocolos en los cuales se realiza un tamizado con un lavado previo, lo cual conlleva a una pérdida de información (Emmons, 1987; Hernández-Guzmán et al., 2011; Manjarrés, 2015; Restrepo y Botero-Botero, 2012); otros preservan las muestras en alcohol al 96 % para evitar plagas (Fariás, 2019; Restrepo y Botero-Botero, 2012; Sánchez et al., 2008), y permite la extracción de ADN (Ramón-Laca et al., 2015; Roeder et al., 2004); otras metodologías no usan etanol, sino bolsas de cierre hermético con perlas de sílice o son congeladas para contrarrestar la humedad (Biswas et al., 2019; Lynsdale et al., 2015; Reddy et al., 2012). Para el guano emplean embudos Berlese-Tullgren para recolectar la artrópoda (Bernath y Kunz, 1981); o colectores y medidores en el suelo con el objeto de determinar la cantidad y calidad de guano que ingresa en un tiempo determinado y en sitios específicos y así correlacionarlo con la fauna de vertebrados que allí habitan (Tércia-Pimentel, 2021).

Para asegurar que en los muestreos se recupere la mayor cantidad de información diseñamos el presente protocolo pensado desde el momento en que se plantea la investigación, se recolecte la muestra hasta el análisis y resultado final, con el objeto de que se incluya en la metodología de muestreos rápidos para la caracterización de ecosistemas terrestres según la normativa de cada país (ver: MinAmbiente, 2024) en donde la inversión en el tiempo de muestreo en campo disminuye (esfuerzo de muestreo), al igual que los costos y el número de personas que realizarían el muestreo (Villareal et al., 2004: 16). Por ello, en este protocolo ofrecemos metodologías indirectas que permiten realizar análisis cualitativos y cuantitativos para la caracterización simultánea de los componentes de la biodiversidad (Villareal, 2004: 13). Por último, detallamos algunos estudios de caso que ejemplifican la utilidad de la metodología propuesta.

MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área referida a los estudios de caso se localiza en Colombia, comprende 34 localidades ubicadas en la región Andina (departamentos Cesar: 2; Cundinamarca: 3; Huila: 1; Santander: 22), región Caribe (departamento Cesar: 2) y región Orinoquia (departamentos Arauca: 2; Meta: 2) (figura 1).

Región Andina

Departamento Cesar:

- Municipio Manaure: (1) vereda El Cinco (10°22'17,40" N, 72°57'15,50" W; altitud 2295 m); hábitat: bosque secundario conservado. (2) vereda Altos de Perijá, sitio Páramo del Avión, forma parte de la región denominada Sabana Rubia (10°21'44,80" N, 72°54'48,00" W; altitud 3018 m); hábitat: páramo.

Departamento Cundinamarca:

- Municipio Medina: (3) vereda La Macarena, caño Choapal, aprox. 500 m de la desembocadura al río Gazamumo, 13 km del municipio, por la vía al Alto La Macarena (04°24'22,38" N, 73°18'15,20" W; altitud 307 m); hábitat: bosque de galería secundario alrededor de abrigo rocoso. (4) vereda Palmichal, río Gazamumo, finca de los hermanos Delgado, a 3 km de la carretera principal (04°26'36,37" N, 73°20'25,67" W; altitud 460 m); hábitat: bosque de galería conservado.
- Municipio Chipaque: (5) vereda Los Cerezos, cerro Bochica (04°28'49,70" N, 74°00'26,40" W; altitud 2800 m); hábitat: bosque Altoandino, secundario.

Departamento Huila:

- Municipio Baraya: (6) vereda Chivera, campo área de perforación exploratoria Damasco (03°10'54,15" N, 75°06'48,24" W; altitud 532 m); hábitat: relicto de bosque secundario.

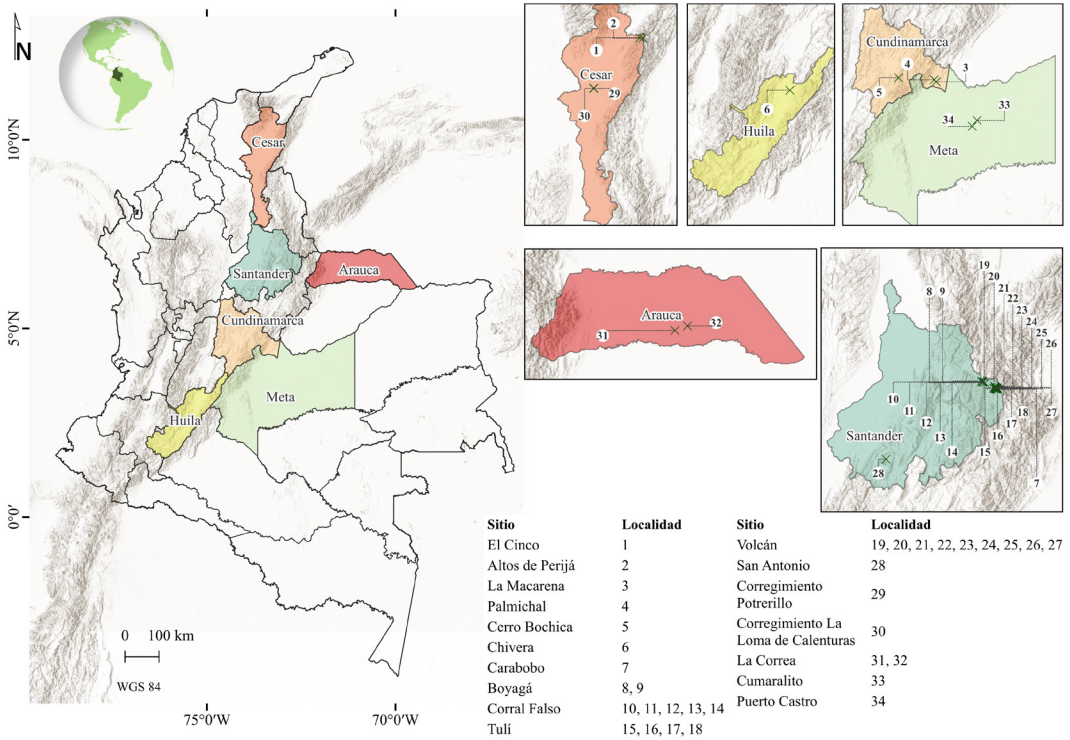


FIGURA 1. Localidades de los estudios de caso. Elaborado por Didier Alonso Quimbay-Galindo, 2024.

Departamento Santander:

- Municipio Concepción: páramo del Almorzadero, (7) vereda Carabobo, sector Tanacuta (06°52'26,00" N, 72°32'47,50" W; altitud 2986 m); hábitat: páramo.
- Municipio El Cerrito, páramo del Almorzadero, vereda Boyagá, sector El Mortiño: (8) (06°56'55,9" N, 72°42'4,5" W; altitud 3786 m); hábitat: páramo. (9) (06°57'32,6" N, 72°43'04,4" W; altitud 3951 m); hábitat: páramo. (10) Vereda Corral Falso, sector El Mortiño: (06°57'19,3" N, 72°43'28,5" W; altitud 3894 m); hábitat: páramo. (11) (06°57'24,4" N, 72°43'48,7" W; altitud 3978 m); hábitat: páramo. (12) (06°57'22,0" N, 72°43'53,2" W; altitud 4009 m); hábitat: páramo; (13) (06°57'21,5" N, 72°43'52,7" W; altitud 4009 m); hábitat: páramo. (14) (06°58'05,1" N, 72°44'24,9" W; altitud 4132 m); hábitat: páramo. Vereda Tuli, sector Tanacuta: (15) (06°52'41,0" N, 72°35'16,5" W; altitud 3395 m); hábitat: páramo. (16) (06°52'42,3" N, 72°34'21,7" W; altitud

- 3135 m); hábitat: páramo. (17) (06°52'18,4" N, 72°33'59,0" W; altitud 3175 m); hábitat: páramo. (18) (06°52'26,3" N, 72°34'10,0" W; altitud 3170 m); hábitat: páramo. Vereda Volcán, sector Tanacuta: (19) (06°53'19,5" N, 72°34'27,1" W; altitud 3279 m); hábitat: páramo. (20) (06°53'34,2" N, 72°34'33,4" W; altitud 3379 m); hábitat: páramo. (21) (06°54'03,4" N, 72°34'57,7" W; altitud 3462 m); hábitat: páramo. (22) (06°54'17,7" N, 72°34'59,2" W; altitud 3347 m); hábitat: páramo. (23) (06°53'46,8" N, 72°34'45,2" W; altitud 3449 m); hábitat: páramo. (24) (06°53'10,5" N, 72°35'51,0" W; altitud 3260 m); hábitat: páramo. (25) (06°52'37,8" N, 72°33'24,9" W; altitud 2954 m); hábitat: páramo. (26) (06°53'35,6" N, 72°33'27,3" W; altitud 3117 m); hábitat: páramo. (27) (06°53'03,8" N, 72°33'40,8" W; altitud 3165 m); hábitat: páramo.
- Municipio El Peñón: (28) vereda San Antonio, cavernas (06°03'46,00" N, 73°50'39,00" W; altitud: 1200–2800 m); hábitat: caverna.

Región Caribe

Departamento Cesar:

- Municipio El Paso: (29) corregimiento Potrerillo (09°38'41,50" N, 73°36'55,70" W; altitud 43 m), Hábitat: ciénaga. (30) Corregimiento La Loma de Calenturas (09°38'44,00" N, 73°37'05,70" W; altitud 49 m); hábitat: ciénaga.

Región Orinoquia

Departamento Arauca:

- Municipio Puerto Rondón: (31) vereda La Correa, finca Campo Alegre (06°23'44,58" N, 70°49'26,22" W; altitud 120 m); hábitat: mata de monte antiguo (palma real). (32) finca El Trébol (06°26'41,10" N, 70°41'23,70" W; altitud 120 m); hábitat: bosque ripario.

Departamento Meta:

- Municipio San Martín: (33) vereda Cumaralito, finca El Porvenir, Reforestadora Cumare SAS (03°41'00,98" N, 72°32'24,10" W; altitud 130 m); hábitat: predominan las palmas de moriche (morichal). (34) Serranía de Manacacías, vereda Puerto Castro, finca Las Palmitas (03°34'19,68" N, 72°37'46,08" W; altitud 207 m); hábitat: bosque ripario.

PROPUESTA METODOLÓGICA

A partir de metodologías de campo y de laboratorio propuestas para la recolección y análisis de excretas y guano (Aranda, 2012; Perdomo-Gaitán, 2021; Muñoz-Saba et al., 2024; Tirira, 2007) planteamos un protocolo para su recolección y análisis. Realizamos pruebas de ensayo y error para consensuar técnicas de muestreo sistemático teniendo en cuenta metodologías para la caracterización de la biodiversidad (ver: MinAmbiente, 2024; Villareal et al., 2004). El protocolo que detallamos está diseñado para realizar una descripción y análisis de cada muestra con el mínimo de pérdida de información.

ESTUDIO DE CASO

El estudio de caso lo realizamos con excretas recolectadas en diferentes proyectos. El muestreo de las excretas fue al azar u ocasional; por lo tanto, no especificamos el esfuerzo de muestreo. En los laboratorios del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia llevamos a cabo los procesos de cuarentena, procesamientos de muestras y análisis de la información. La caracterización de las excretas la hicimos a partir de una descripción detallada, teniendo en cuenta la forma, los caracteres organolépticos (color, olor, textura), el peso (seco, en este caso), las medidas morfométricas referidas a la longitud total, longitud de las plicas —plica o haustros (haustra coli —haustra del colon), son filas de saculación (herniación), abultamiento o pliegues semilunares que se presentan en el intestino grueso (colon) los cuales dan la apariencia de bolsas, su marca se visualiza en las heces (Contreras et al. 2000; Cortés, 2002)— y el diámetro; la textura la definimos a partir del grado de dureza (dura, semidura, blanda) (Aranda, 2012; Chame, 2003, Smithe, 1975). Del procedimiento y las muestras tomamos fotografías (ver: Sánchez-Nivicela y Muñoz-Saba, sometido).

Previo a la disgregación de las excretas, si estas eran duras (como en *Cuniculus taczanowskii*: Cuniculidae: Rodentia), las hidratamos por un periodo mínimo de 24 horas. Las muestras las separamos y tamizamos; con el apoyo de un estereoscopio o una lupa de alta potencia y con agujas finas separábamos los diferentes tipos de materiales, los etiquetábamos y preservábamos.

Entre el material separado registramos con frecuencia pelo, que para su identificación realizamos el procedimiento de aclaramiento con el fin de observar los patrones de las escamas de la cutícula y médula (Arita y Aranda, 1987; Chakraborty y Chakraborty, 1996; Day, 1966; Fasola et al., 2005; Palma, 2019; Quadros y Monteiro-Filho, 2006). Los huesos, mandíbulas y dientes los limpiamos con agua destilada y posteriormente los secamos.

Realizamos la identificación de los pelos, el material óseo y los dientes a partir de la comparación de estos con el material depositado

en la Colección de Mamíferos “Alberto Cadena García” del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá D.C., Colombia) y la taxonomía propuesta por diferentes autores (Curay-Guala, 2019; Prieto-Torres et al., 2015; Quiroga-Carmona, 2013; Ramírez-Chaves et al., 2024; Smith et al., 2018). La edad la establecimos a partir del desgaste dental (Curay-Guala, 2019). Los nombres comunes son los nominados para Colombia (ver: Rodríguez-Mahecha et al., 1995). La información la sistematizamos en plantillas para la estandarización de datos, como el formato *Darwin Core* que se emplea en Colombia.

ESFUERZO DE MUESTREO

El esfuerzo de muestreo es la medida que da un estimado del número de personas y el tiempo que invertimos en los procedimientos y análisis de las muestras (excreta, guano) en el laboratorio.

Excretas: El trabajo en el laboratorio involucra los procesos de cuarentena, caracterización de las excretas, fotografía en el laboratorio, disgregación, tamizaje, caracterización de los tipos de material, conservación y depósito en una colección biológica registrada (si procede).

A partir de este trabajo establecimos que una (1) muestra de excreta, dependiendo de la consistencia de la muestra, involucró para su análisis a dos (2) personas, por un tiempo de seis (6) horas cada uno (cuadro 1).

Guano: El trabajo en el laboratorio involucra los procesos de cuarentena, fotografía en el laboratorio, procesamiento previo del guano, disgregación, tamizaje, caracterización de los tipos de

Muestra	tiempo (horas)
1	12 h
44	EM
EM = 12 h X 44 = 528 horas	

CUADRO 1. Esfuerzo de muestreo para el trabajo de las excretas en el laboratorio. Estudio de caso de la presente publicación. EM: Esfuerzo de muestreo.

material, conservación y depósito en una colección biológica registrada (si procede).

A partir de este trabajo establecimos que una (1) muestra de guano que tiene un volumen de 100 cm³ involucró para su análisis a dos (2) personas, por un tiempo de ocho (8) horas cada uno (cuadro 2).

Muestra	tiempo (horas)
1 (100 cm ³)	16 h
5	EM
EM = 16 h X 5 = 80 horas	

CUADRO 2. Esfuerzo de muestreo para el trabajo de las muestras de guano en el laboratorio. Estudio de caso de la presente publicación. EM: Esfuerzo de muestreo.

RESULTADOS

ESTUDIO DE CASO

Analizamos 44 muestras de 34 localidades pertenecientes a 14 especies, 12 géneros, 11 familias y seis órdenes. Identificamos 28 excretas hasta especie, dos hasta género, 10 hasta nivel de familia y cuatro hasta nivel de orden; en total diferenciamos 22 morfos (figura 1, tabla 1, material suplementario 1).

Determinación taxonómica de las excretas

Para la caracterización taxonómica, hacemos énfasis en las excretas de mamíferos (clase Mammalia) que se tuvieron en cuenta en el estudio de caso.

Orden Didelphimorphia

Forma: cilíndrica irregular, con marcas suaves de las plicas. Consistencia: compacta. Textura: rugosa. Color: café oscuro a casi negro.

Orden Cingulata

Forma: intestino grueso con haustros poco definidas. La excreta es cilíndrica o semiredonda

TABLA 1. Lista de mamíferos a partir de la descripción morfológica de las excretas. Números solos indican el número de muestras; números entre paréntesis corresponden al número de géneros o especies registrados en la dieta. **Resaltamos** los morfos registrados en el análisis de la dieta. ND = no definido.

Número de muestra	Orden	Familia	Género	Especie	Localidad
1	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis</i>	<i>D. marsupialis</i>	32
2, 3	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	<i>D. novemcinctus</i>	4, 31
26, 27, 28, 29		ND	ND	ND	1, 2, 31, 32
11, 12, 17		Cricetidae	ND	ND	2, 4, 5
30	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus</i>	<i>C. paca</i>	3
31, 32, 33, 34, 35, 36, 37				<i>C. taczanowskii</i>	9, 10, 11, 12, 13, 27, 28
16		Erethizontidae	<i>Coendou</i>	<i>Coendou</i> sp.	2
38, 39, 40, 41, 42, 43	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>S. andinus</i>	2, 8, 14, 17, 24, 25
44				<i>S. floridanus</i>	29
12	Eulipotyphla	Soricidae	<i>Cryptotis</i>	<i>Cryptotis</i> sp.	2
12, 13		Felidae	ND	ND	1, 2
14, 15			<i>Leopardus</i>	<i>L. pardalis</i>	1, 30
16			<i>Puma</i>	<i>P. concolor</i>	2
4, 5, 6, 7, 8, 9	Carnivora	Canidae	ND	ND	7, 18, 19, 20, 21, 22
10, 11			<i>Cerdocyon</i>	<i>C. thous</i>	4, 6
20		Ursidae	<i>Tremarctos</i>	<i>T. ornatus</i>	26
17		Procyonidae	ND	ND	5
18				<i>Nasua</i>	<i>N. nasua</i>
13, 16, 19				<i>N. olivacea</i>	1, 2, 23
25		Tayassuidae	ND	ND	34
21, 22	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama</i>	<i>Mazama</i> sp.	29
23, 24			<i>Odocoileus</i>	<i>O. goudotii</i>	15, 16
44	6 (7) Total	11 (13)	12 (14)	14 (17)	34

(Aranda, 2012); cuando se seca se desintegra con facilidad (Aya, 2015). Consistencia: blanda. Color: varía dependiendo del tipo de sedimento, las tonalidades van desde amarillo ocre hasta café oscuro. Las excretas de armadillos las podemos identificar a nivel genérico y/o específico cuando se asocian a otros rastros, como huellas y a la distribución de las especies (Chame, 2003) (figura 2A).

Orden Rodentia

Forma: el ciego que se encuentra al principio del colon ascendente, contiene varias plicas o haustrias estrechas y marcadas, que permiten una buena compactación, la excreta es expulsada con las plicas sueltas (Aranda, 2012; Perrin y Curtis, 1980). La forma de la excreta es cilíndrica con las extremidades redondas o una ligera-

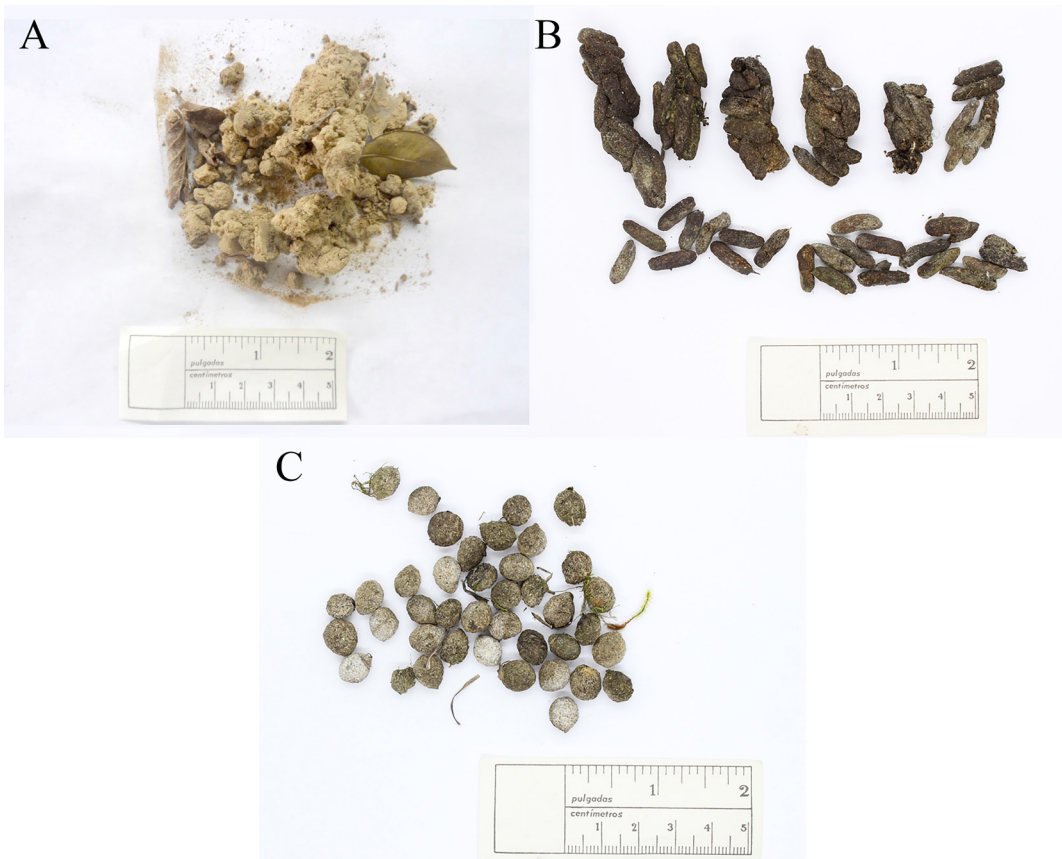


FIGURA 2. Morfotipos de excretas de mamíferos. **A.** Orden Cingulata; **B.** Familia Cuniculidae (Rodentia); **C.** Género *Sylvilagus* (Leporidae: Lagomorpha). Fotos de EEFN (2020).

mente ahusada (Chame, 2003) y algo alargada. Color: va de café claro a oscuro.

- Familia Cuniculidae: Forma: ovoide, alargada e irregular. Consistencia: dura. Textura: lisa. Color: café claro a oscuro (figura 2B).

Orden Lagomorpha

- Género *Sylvilagus* (familia Leporidae): Forma: intestino grueso largo con relación a su tamaño; con plicas conspicuas de longitud corta, que permite la forma redonda de la excreta; este grupo absorbe al máximo el agua. La excreta es expulsada con las plicas sueltas (Aranda, 2012; Halabi, 2009). Consistencia: compacta. Color: con tonalidades que van de amarillo ocre a café claro (figura 2C).

Orden Carnivora

Forma: intestino grueso con haustras marcadas, lo que confiere a la excreta una forma alargada, cilíndrica, con abundancia de plicas definidas, uno de los extremos tiende a ser cónico, como una especie de pincel en la región apical (Aranda, 2012; Chame, 2003; Mayor y López, 2021). El tamaño varía según la especie. Consistencia: varía entre dura y blanda. Textura: varía de áspera a suave. Color: café oscuro.

- Familia Canidae: la excreta varía según la dieta, no todas las especies pertenecientes a esta familia son especializadas en el consumo de carne, algunos son carroñeros, otros omnívoros. Forma: en general esta familia tiene un intestino grueso con haustras definidas; cilíndrica y alargada. Textura: rugo-



FIGURA 3. Morfotipo de excretas de mamíferos. **A.** Familia Canidae (Carnivora); **B.** Familia Felidae (Carnivora); **C.** Familia Procyonidae (Carnivora); **D.** Familia Cervidae (Artiodactyla). Fotos de EEFN (2020).

sa. Color: va de café claro a café oscuro; la excreta seca es de color grisáceo o varía entre diferentes tonalidades de color café (figura 3A).

- Familia Felidae: esta familia se especializa en el consumo de carne (depredadores, mesodepredadores). Forma: cilíndrica y alargada con haustrias bien definidas. Textura: rugosa. Color: café oliváceo a oscuro. Algunas veces la excreta presenta gran cantidad de pelo asociado a su presa, que ocasiona otra tonalidad de color (figura 3B).
- Familia Procyonidae: Forma: cilíndrica y alargada. Consistencia: tiende a estar suelta, tiene poco endurecimiento. Textura: rugosa. Color: café oscuro (figura 3C).

Orden Artiodactyla

Forma: a lo largo del colon descendente hay un asa en forma de espiral de longitud corta que permite una agrupación de pellas —masa que se une y aprieta, regularmente en forma redonda u ovalada— que pueden estar compactas o sueltas (Aranda, 2012; Mayor y López, 2021); puntiaguda en uno de los extremos y cóncava en el otro (Chame, 2003). Consistencia: dura. Color: con tonalidad café oliváceo.

- Familia Cervidae: Forma: ovalada, en la parte superior e inferior algo aplanada. Algunas pellas pueden estar unidas y apretadas. Consistencia: dura. Textura: lisa. Color: café oscuro (figura 3D).

Dieta

Realizamos el análisis de las excretas y registramos que para el tigrillo (*Leopardus pardalis*: Felidae: Carnivora; TG-MPG-006) de Manauare (Cesar) la dieta se compone de abundantes Hemiptera (Belostomatidae, Coreidae) y semillas sin proceso de escarificación —proceso de raspar o mellar el epispermo (tegumento o cubierta seminal, capa que rodea a la semilla) de forma física o química, lo cual induce a germinar—; en otro Felidae (TG-MPG-009) de esta misma localidad registramos huesos de aves y de cusumbo (*Nasua olivacea*: Procyonidae: Carnivora); un félido de la alta montaña de la Serranía de Perijá (TG-MPG-004), consume pequeños mamíferos como las musarañas (*Cryptotis*: Soricidae: Eulipotyphla) y roedores de la familia Cricetidae; y para el *Puma concolor* (Felidae: Carnivora) de la serranía (TG-MPG-003), registramos en su dieta al cusumbo (ejemplar adulto) y al puercoespín del género

Coendou (Erethizontidae: Rodentia) (figura 4, tabla 1, material suplementario 1).

Teniendo en cuenta el análisis detallado de las excretas en la cual especificamos los diferentes recursos, incrementamos la lista de especies a 17 (3 morfos más), 14 géneros (2), 13 familias (2) y siete órdenes (1) (*Cryptotis* sp. (Soricidae: Eulipotyphla), *Nasua olivacea* (Procyonidae: Carnivora), *Coendou* sp. (Erethizontidae, Rodentia)) (figura 4, tabla 1, material suplementario 1).

Entre los potenciales dispersores de semillas y que podrían apoyar en la regeneración del bosque tenemos al venado (*Mazama*: Cervidae: Artiodactyla), al puerco de monte (Tayassuidae: Artiodactyla) y a un roedor (Rodentia); esto lo inferimos porque las semillas encontradas en las excretas presentaban procesos de escarificación (tabla 1, material suplementario 1).

PROTOCOLO

Objetivo

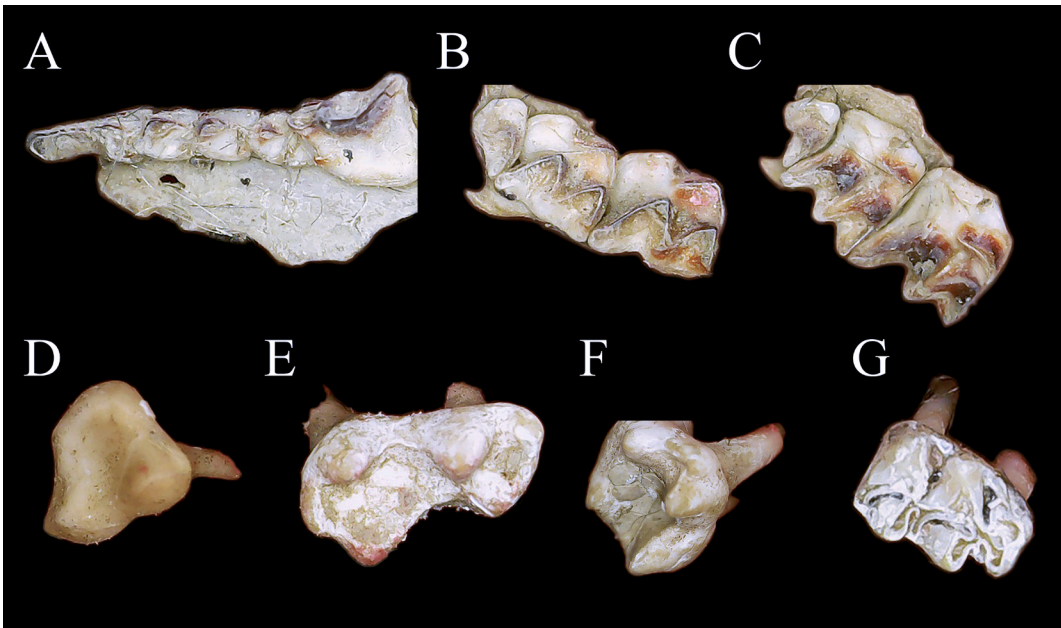


FIGURA 4. Dientes registrados en excretas de mamíferos. *Cryptotis* (Soricidae: Eulipotyphla): A. Maxila izquierda (CM1, Adulto); B y C. Molares 2 a 4 de la maxila izquierda (M2-M4, Adulto); *Nasua olivacea* (Procyonidae: Carnivora): D. Molar 3 de la maxila derecha (M3, Adulto); E. Molar 2 de la mandíbula derecha (m2, Adulto); F. Molar 2 de la maxila derecha (M2, Adulto); Cricetidae (Rodentia): G. Molar 1 de la maxila izquierda (M1, Adulto; IV-V). Fotos de EEFN (2020).

Excretas: la búsqueda de rastros indirectos, como las excretas, por la cantidad de información taxonómica y ecológica que generan, minimizan los riesgos o efectos negativos del contacto directo con la fauna (Fariás, 2019). De la misma forma, son de utilidad para el registro de macro y mesodepredadores, difíciles de observar (Cazón et al., 2009), o que sólo están siendo detectables con cámaras trampa. Este tipo de *voucher*, que es un rastro que deja el animal en sus actividades diarias, nos permite determinar el uso del hábitat, información ecológica relevante para la caracterización de la biodiversidad y el planteamiento de programas de conservación.

Guano: con el conocimiento de la composición, las características ecológicas y la estructura del ensamblaje que conforman al guano podemos caracterizar la biodiversidad cavernícola; la presente propuesta es una metodología que nos permite estandarizar el muestreo y realizar curvas de acumulación de especies (de artrópodos o semillas), donde se evidencia el número de especies acumulado en un área definida a partir de lo cual se planifica el esfuerzo de muestreo, se compara con otros muestreos, podríamos realizar análisis del cambio climático y da bases para la conservación de los ecosistemas cavernícolas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; Mitchell, 1970).

Búsqueda de muestras

Excretas: sugerimos que el muestreo de excretas cuente con el apoyo de la comunidad, ya que los pobladores conocen su región y los diferentes rastros que deja la fauna. Para el muestreo recomendamos diseñar transectos o recorridos estratégicos, teniendo en cuenta el objetivo y los recursos de la investigación.

Para la obtención de las muestras seleccionamos senderos donde se han registrado avistamientos, caminaderos (realizados por los animales), zonas de cuerpos de agua (bebederos), comederos, excretas, frutos mordidos, hozadero —huecos que hace la fauna cuando buscan alimento, ya sean con el hocico o las garras—, huellas, madrigueras, olores, pelos, plumas, rasguños, vocalizaciones, entre otros.

La metodología que sugerimos tiene las siguientes características: Tiempo: las horas de los recorridos las definimos teniendo en cuenta los periodos de mayor actividad de forrajeo de los vertebrados (04:30–09:30, 18:00–23:00 horas); distancia del transecto: 3 km (distancia mínima, depende del hábitat); ancho del transecto: 2 m a cada lado del punto medio, si es posible; área de muestreo: 12 000 m², si es posible; número de personas por transecto: 2; velocidad: 0,5 km/h (Muñoz-Saba et al., 2019).

Guano: el muestreo de guano lo realizamos en cavernas y otros refugios naturales o artificiales, particularmente en las cavernas se pueden ver marcas y manchas que evidencian la presencia de colonias de murciélagos y guácharos en puntos específicos.

Se recolecta alrededor de 100 cm³ de cada tipo de guano (Bernath y Kunz, 1981) (de murciélagos frugívoros, hematófagos, insectívoros, guácharos o mixtos), en las diferentes zonas de la cueva (zona de entrada o zona de luz, zona intermedia o zona de penumbra, zona profunda o zona de oscuridad; Muñoz-Saba et al., 2013); la fauna de invertebrados varía en pequeños espacios, por eso hacemos énfasis en la zonificación, la cual se asocia con la intensidad de luz, la distancia del guano con respecto a alguna de las entradas del sistema y al grado de descomposición del guano, lo que determina la diversidad y dominancia de los organismos (Bernath y Kunz, 1981; Palacios-Vargas et al., 1985). Cada muestra puede comprender dos capas (Bernath y Kunz, 1981): una de la superficie, o nivel superior, y otra, cuando sea posible, del sustrato a 1,5 cm de profundidad.

Para el muestreo de los macroinvertebrados que habitan en el guano proponemos analizar de forma aleatoria el 10 % del área total de cada tipo de guano (el área se divide en submuestras de 400 cm²) (según propuestas de Bernath y Kunz, 1981; Ferreira y Martins, 1999).

Otras recolectas de guano las podemos realizar en la parte externa de la caverna o en refugios naturales o artificiales de murciélagos. En estos casos la acumulación del guano suele ser inferior a la que se puede encontrar en el interior de las cavernas donde no se presentan rápidos

procesos de descomposición o dispersión de semillas secundarias por parte de otra fauna (Casallas-Pabón, 2016).

Determinación taxonómica de las excretas

Descripción: la primera aproximación taxonómica de las excretas la debemos realizar en campo con apoyo de la experticia de los pobladores de la región o del investigador. Las excretas cuando se registran no siempre se encuentran en condiciones idóneas, ya sea por variables ambientales, por el paso del tiempo o por problemas digestivos, entre otros, propios de cada individuo. Por lo tanto, la información asociada en campo es relevante para el análisis.

Registro fotográfico

Es necesario que realicemos una documentación fotográfica de la zona de estudio con el objeto de caracterizar el hábitat y el refugio, y contextualizar el registro.

Indicamos la orientación en la fotografía tomada, según la rosa de los vientos —rumbo que divide el horizonte: norte, sur, este, oeste. Puntos cardinales que se establecen teniendo en cuenta la salida del sol: este, sale el sol; oeste: se pone el sol—. Para las fotografías de la excreta *in situ* establecemos la orientación de esta —anterior, posterior, dorsal, ventral (Cárdenas-Contreras, 2023)—, añadimos una escala métrica y de colores, no movemos la muestra del sitio para evitar pérdida de información. Si la excreta está dispersa, tomamos una fotografía panorámica y otras específicas.

Sugerimos que, para las fotografías del guano, siempre que sea posible, asociemos la muestra con la colonia de fauna que se encuentre en la parte superior.

Recolección y preservación de muestras en campo

Para la recolección de muestras de excretas y guano debemos usar ropa de asepsia, guantes de caucho sintéticos y tapabocas, y mantener una asepsia frecuente.

Las muestras y submuestras las etiquetamos con papel pergamino, la escritura la realizamos

con rapidógrafo con tinta a base de carbón al 100 % (Simmons y Muñoz-Saba, 2005). La información que anexamos de forma legible es, el número de campo ('XXX'-000) y la fecha de recolección (año, mes, día: AAAA.MM.DD).

Excretas: la recolección de las excretas la hacemos con ayuda de una pala o herramienta pequeña, manual, que nos permita mover material de baja conexión y densidad, para evitar el daño de la muestra. Sugerimos recolectar el sustrato donde se encuentra la muestra con el objeto de utilizarlo para sembrar las semillas. No olvidemos registrar la información asociada.

La excreta la envolvemos en un paño absorbente —sugerimos los materiales con compuestos de polipropileno y celulosa, libres de ácido, de color blanco (como WypAll®)—, por espacio de unos cinco minutos con el objeto de secarla; posteriormente, la envolvemos en papel parafinado para evitar el deterioro biológico; este es un papel impermeabilizado que protege a la muestra de humedad, agua y grasa, también es flexible, lo cual permite mantener la forma de la muestra. Sugerimos el no uso de bolsas de papel ya que cuando la excreta se seca el papel se pega a la muestra y por ser de material vegetal puede afectar el análisis. Las muestras las almacenamos en cajas de cartón corrugado (doble pared, libre de ácido) (Simmons y Muñoz-Saba, 2005) para evitar su deterioro o pérdida de integridad. A la caja les añadimos bolsas de sílica gel para absorber la humedad y evitar el crecimiento de plagas (como hongos).

En campo iniciamos el proceso de secado de las excretas a temperatura ambiente o a una temperatura aproximada de 20 °C, el tiempo depende de la humedad de la muestra (entre dos y tres días, o hasta que seque completamente). La excreta la colocamos en un recipiente que permita la aireación, la proteja de las plagas y del deterioro medio ambiental. Si no podemos llevar a cabo el proceso de secado las refrigeramos a -20 °C (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

Guano: el equipo a emplear para la recolección del guano es un barreno de media caña —aparato perforador con tubos de acero inoxidable, reutilizable después de un lavado desinfectante—;

este equipo impide la exposición de la muestra al aire. Con este muestreo tenemos un análisis de la artropofauna y semillas tanto de superficie como de profundidad; también llevamos a cabo un muestreo superficial con una pala cóncava o una herramienta pequeña.

El guano lo almacenamos en bolsas de cierre hermético (plástico: polietileno, estable, inerte, transparente) o en frascos plásticos de un volumen aproximado de 250 ml o más, de boca ancha con tapa de rosca plástica (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

El embalaje de las muestras de guano lo verificamos después de salir de la caverna y las bolsas las almacenamos en frascos plásticos. Así evitamos perder información, ya que la artropofauna asociada al guano posee poderosas mandíbulas, como el caso de los *Dermestes* (Coleoptera) que rompen las bolsas, por lo que se puede perder la muestra por derrame.

En campo, el guano y las submuestras recolectadas las preservamos según el tipo de investigación que se desee realizar. Para análisis de la estigobiota microscópica —animales cavernícolas obligados que habitan las aguas subterráneas donde desarrollan todo su ciclo de vida (Asenjo et al., 2022; Muñoz-Saba y Lasso, 2020; Trajano y Bichuette, 2006)— las muestras las preservamos en etanol al 70%; para análisis de ADN-*barcoding* en etanol al 96%; para análisis ecológicos y de biodiversidad las refrigeramos a -20 °C; sugerimos llevar una nevera con hielo para este proceso. Si no se puede refrigerar preservamos en etanol al 70%, teniendo en cuenta que se pierde información ecológica como el establecer la germinación o no de las semillas.

Información asociada

Toda la información asociada la consignamos en libretas de campo y la etiquetamos con materiales idóneos para la preservación de la información —papel: 100 % algodón, libre de ácido, pH neutro (Simmons y Muñoz-Saba, 2005)— y la digitalizamos en el estándar de datos informáticos *Darwin Core* (<https://biodiversidad.co/recursos/plantillas-dwc/>), para el caso de Colombia.

La información que debemos registrar en campo es (material suplementario 2):

- Nombre del proyecto, si es posible.
- Número de campo: ‘XXX’-000, tres letras asociadas con el proyecto o el nombre del recolector y tres dígitos para enumerar, separado por un guion medio (-).
- Fotografía: sugerimos incluir el número automático que proporciona la cámara.
- Fecha: año, mes, día (AAAA.MM.DD).
- Hora de inicio y finalización (sistema de 24 horas): 00:00 h.
- Recolector: nombre completo, acrónimo.
- Localidad: departamento, municipio, corregimiento, vereda, sitio, para el caso de Colombia; coordenada en formato geográfico (00°00’00” N/S, 00°00’00” W/E; altitud en metros sobre el nivel del mar).
- Hábitat: tipo de bosque, caverna, otros; según proceda.
- 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.
- Intensidad de la luz —en cavernas: se mide a partir de la entrada, con un sensor de densidad de flujo de fotones fotosintéticos.
- Sustrato: lugar donde las excretas o el guano se recolecta (hojas, roca, suelo, tronco, otros).
- Altura (en metros): donde se encuentra ubicada la excreta; si es posible.
- Identificación de las excretas: nombre común en la región, nombre científico; si es posible.
- Sexo del individuo al que pertenece la excreta; si es posible.
- Edad del individuo al que pertenece la excreta; si es posible.
- Distancia del guano desde la entrada de la cueva o caverna.
- Temperatura —en cavernas: empleamos un termómetro infrarrojo, en cada muestra de guano.
- Estado de la excreta: fresca (depositada aproximadamente en las últimas 48 horas) o no; determinación que realizamos con el apoyo de los pobladores. El grado de hidratación y malformación de una excreta depende del hábitat, región geográfica y

altitud donde se encuentre; ya que en sitios húmedos se podrá descomponer en menor tiempo; en lugares secos se deshidratan rápidamente y dan una apariencia de excreta casi fosilizada; en zonas de temperaturas bajas (altoandinas, subpáramos, páramos, puna), por la criocongelación, las excretas de hace varios meses o años tendrá una apariencia de excreta fresca.

- Caracterización de caracteres organolépticos de las excretas: (1) consistencia: la definimos por el grado de dureza (blanda, semidura, dura); (2) olor: carácter subjetivo que depende de cada recolector.
- Caracterización de caracteres organolépticos del guano: (1) consistencia: líquida, sólida; (2) pH: se emplean tiras de pH, en cada muestra de guano.
- Otros: entorno de la muestra.

Cuarentena: excreta, guano

Las excretas y el guano, preservados en seco que provienen del campo y las muestras que se

encuentran en las colecciones biológica pero no almacenadas de forma idónea, o previo a su análisis (disgregación), las dejamos en cuarentena —proceso de desinfección de posibles plagas—. La muestra la ubicamos en una bolsa de polietileno, herméticamente cerrada, a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un tiempo mínimo de 48 horas (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

Caracterización de las muestras

Excretas: terminado el proceso de cuarentena, empezamos la caracterización de la muestra:

- Color (pigmento): sugerimos seguir a *Naturalist's Color Guide* (Smithe, 1975). Caracterizamos los colores principalmente de la parte ventral y dorsal de la excreta.
- Forma: sugerimos seguir a Aranda (2012). Las medidas son: longitud total, longitud de las plicas, diámetro (inicial, intermedio, final). Las dimensiones de peso (gramos) y longitud (milímetros) nos permiten inferir una aproximación del tamaño del individuo (Chame, 2003) (figura 5).

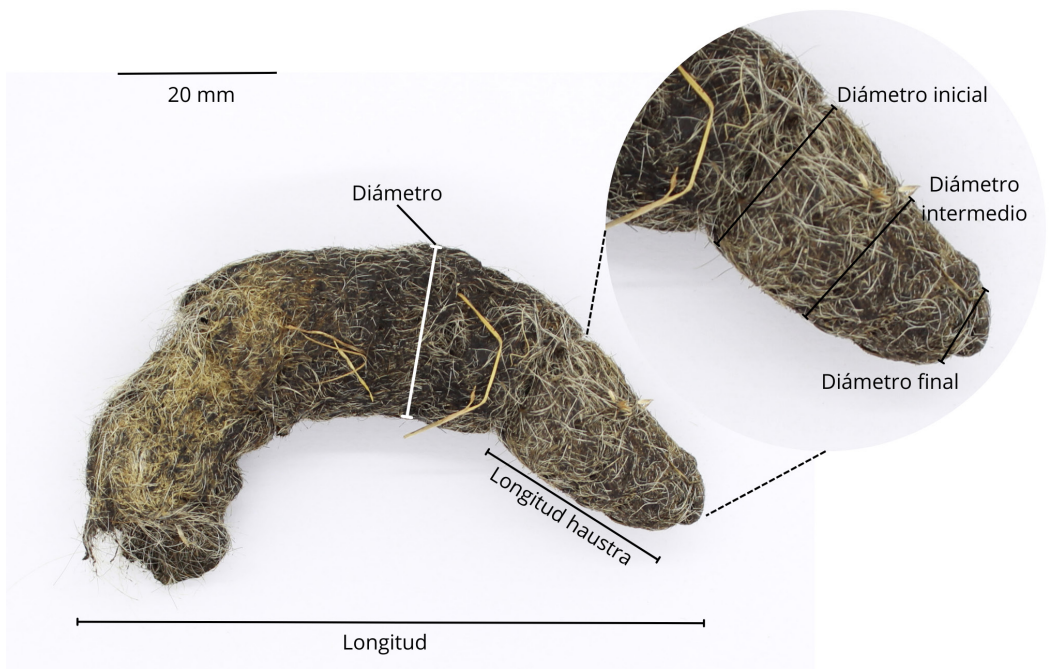


FIGURA 5. Dimensiones (diámetro, longitud) para caracterizar el tamaño y forma de la excreta. Elaborado por M. A. Perdomo-Gaitán.

Guano: para la caracterización física del guano consideramos el estado de frescura, el tipo de guano y su caracterización ecológica:

Estado de frescura (Ferreira et al., 2007):

- Guano fresco: pH alcalino, húmedo, alto contenido de materia orgánica.
- Guano seco: pH ácido, seco (materia orgánica seca).

Tipo de guano: según los hábitos alimenticios de la fauna, el guano puede ser (Decu, 1986; Ferreira y Martins, 1999; Trajano y Gnaspini-Netto, 1990):

- Murciélagos frugívoros: semillas pequeñas no digeridas, ocasionalmente semillas más grandes, pulpa adherida a las semillas y a las heces.
- Murciélagos hematófagos: consistencia pastosa; en fresco color rojizo, en seco color negro, polvoriento.
- Murciélagos insectívoros: trozos masticados de quitina de artrópodos e insectos.
- Guácharos: semillas grandes no digeridas, plántulas.

Caracterización ecológica del guano (Decu, 1986; Ferreira y Martins, 1999):

- Organismos detritívoros directamente asociados con el guano.
- Organismos detritívoros facultativos.
- Organismos depredadores: consumen especies detritívoras.
- Organismos depredadores facultativos.

Fotografía en laboratorio: excreta, guano

La excreta la ubicamos sobre un fondo de color preferiblemente neutro, dependiendo del color de la muestra (blanco, gris, negro), opaco (mate), y liso; sugerimos usar tela de lycra —fibra sintética—, sin porosidad.

Para las fotografías de la excreta o sus colecciones anexas (dientes, fragmentos de artrópodos, huesos, pelo, semillas) establecemos la orientación —anterior, posterior, dorsal, ventral (Cárdenas-Contreras, 2023)—, incluimos una escala métrica y de colores, y realizamos las siguientes fotos:

- Excreta seca; si la excreta se encuentra fraccionada, tomamos una foto general y otras de cada fracción.
- Muestra con su información asociada: etiqueta, muestra de suelo.
- Tipo de material registrado: cuando son pequeños (dientes, fragmentos de artrópodos, frutos, huesos, pelo, semillas, entre otros) realizamos una microfotografía con apoyo de un estereoscopio o microscopio, según sea el caso.

Procesamiento previo del guano

Las muestras de guano que se encuentran refrigeradas las dejamos descongelar a temperatura ambiente, posteriormente las colocamos en embudos Berlese-Tullgren (ver: Bernath y Kunz, 1981), el cual se expone a una bombilla de 25 W, que produce una temperatura de 55 °C, condiciones que ocasiona que la artropofauna caiga en viales ubicados en la parte inferior que contienen etanol al 70 %; este proceso lo llevamos a cabo por cerca de 60 horas (figura 6).

Disgregación de las excretas

Las excretas preservadas en seco, después de pasar por cuarentena las revisamos con una lupa de alta potencia para verificar la presencia o no de hongos (como Basidiomycota), mohos, entre otros; elementos que descartamos en el análisis. La disgregación del material lo realizamos con apoyo de una lupa o estereomicroscopio y con agujas finas de disección, con el fin de encontrar la mayor cantidad de componentes y evitar su daño.

Las excretas pueden tener las siguientes condiciones:

- Excreta preservada en seco: puede ser blanda o semidura. Realizamos la disgregación de la excreta con cuidado.
- Excreta preservada en seco: puede ser dura. Previo a la disgregación, la muestra la hidratamos. La remojaamos con agua destilada o desionizada por un periodo de 24 horas o más, si así lo requerimos.
- Excreta preservada en líquido y guano en general: los procesamos como muestra blan-

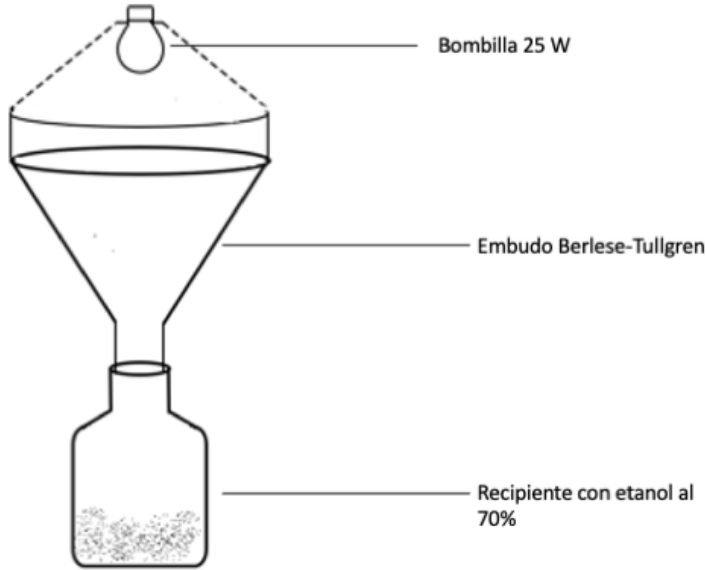


FIGURA 6. Embudo Berlese-Tullgren, modificado. Elaborado por M. A. Perdomo-Gaitán.

da, previa extracción del preservante; para lo cual tamizamos la muestra con cuidado y el reactivo lo desechamos, siguiendo los protocolos de residuos químicos.

Tamizaje de las excretas y el guano

Para la disgregación de las excretas y el guano usamos un juego de tamices de cobre con el ojo de malla de 2, 0,8, 0,315 y 0,2 mm. Realizamos el análisis de la muestra en seco, con el fin de evitar posibles daños por la fuerza del agua, pues, aunque sea suave, es posible que se quiebren algunos restos frágiles, como antenas, patas y otros; muchos de los protocolos sugieren el lavado para quitar impurezas (Gallina, 2011; Hernández-Guzmán et al., 2011; Manjarrés, 2015; Restrepo y Botero-Botero, 2012; Sánchez et al., 2008). Para la disgregación empleamos agujas de punta muy fina, con el fin de evitar el daño de los componentes. Posteriormente, separamos, etiquetamos y almacenamos los diferentes tipos de material.

Sugerimos codificar las muestras de la siguiente manera: 'XXX'-000: tres letras asociadas con el proyecto o el nombre del recolector y tres dígitos para enumerar, separado por un guion medio (-). Para las submuestras empleamos la letra

inicial del componente dietario: A: artrópodos, D: dientes, F: fibra vegetal, H: huesos, P: pelos, S: semillas, O: otros; en el caso de posibles repeticiones incluimos otra letra del abecedario que va en minúscula: Ho: hojas, Se: sedimento; si hay varios recursos del mismo componente dietario, añadimos un número romano consecutivo. El código sería: 'XXX'-001-Ho-I.

Caracterización del material registrado en excretas y guano

Los tipos de material registrados en las excretas y el guano los agrupamos según su similitud:

- Artrópodos: referido a un animal completo, estructuras completas o fragmentos de abdomen, alas, antenas, cápsulas de cabeza, élitros, mandíbulas, patas, entre otros.
- Dientes (figuras 7A, B y C): característica de varios grupos de vertebrados. En algunos casos establecemos la edad dependiendo del desgaste dental y de la experticia del investigador, ya que los ácidos digestivos propios de cada individuo o especie y los ácidos de los componentes de la dieta pueden causar el deterioro de las piezas dentales; desgaste que nos impide la determinación taxonómica (figura 8).

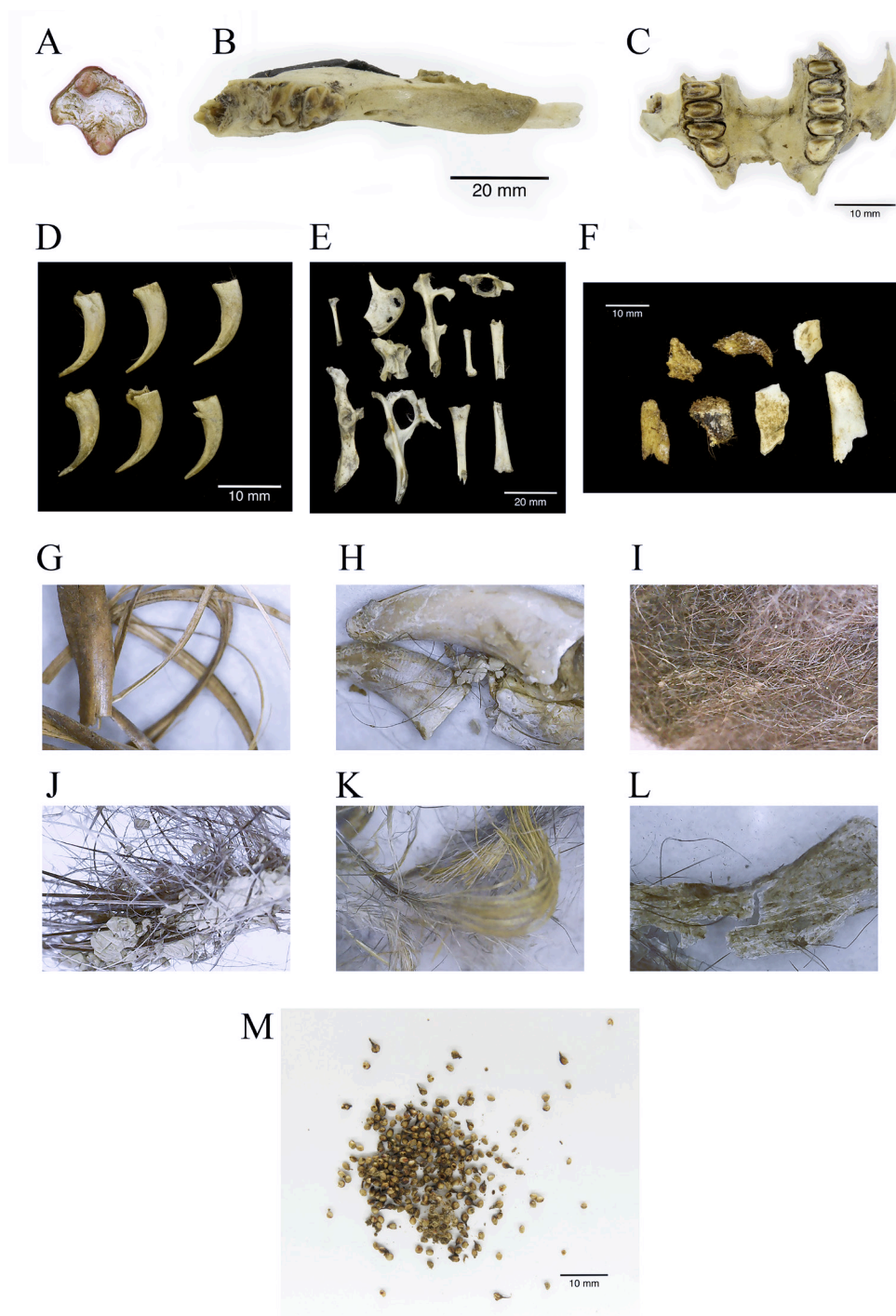


FIGURA 7. Tipos de material registrados en las excretas y el guano. **A.** Molar (Mammalia); **B.** Fragmento de mandíbula izquierda con molares m1-m2, juvenil (Rodentia); **C.** Fragmento de cráneo con pre-molares y molares, Pm1-M2-M4, juvenil (*Sylvilagus*: Leporidae: Lagomorpha); **D.** y **H.** Garras (Mammalia); **E.** y **F.** Huesos (Mammalia); **G.** Fibra vegetal; **I.** Pelo; **J.** Pelo (*Coendou* sp.: Erethizontidae: Rodentia); **K.** Plumas; **L.** Piel; **M.** Semillas. Fotos de M. A. Perdomo-Gaitán.

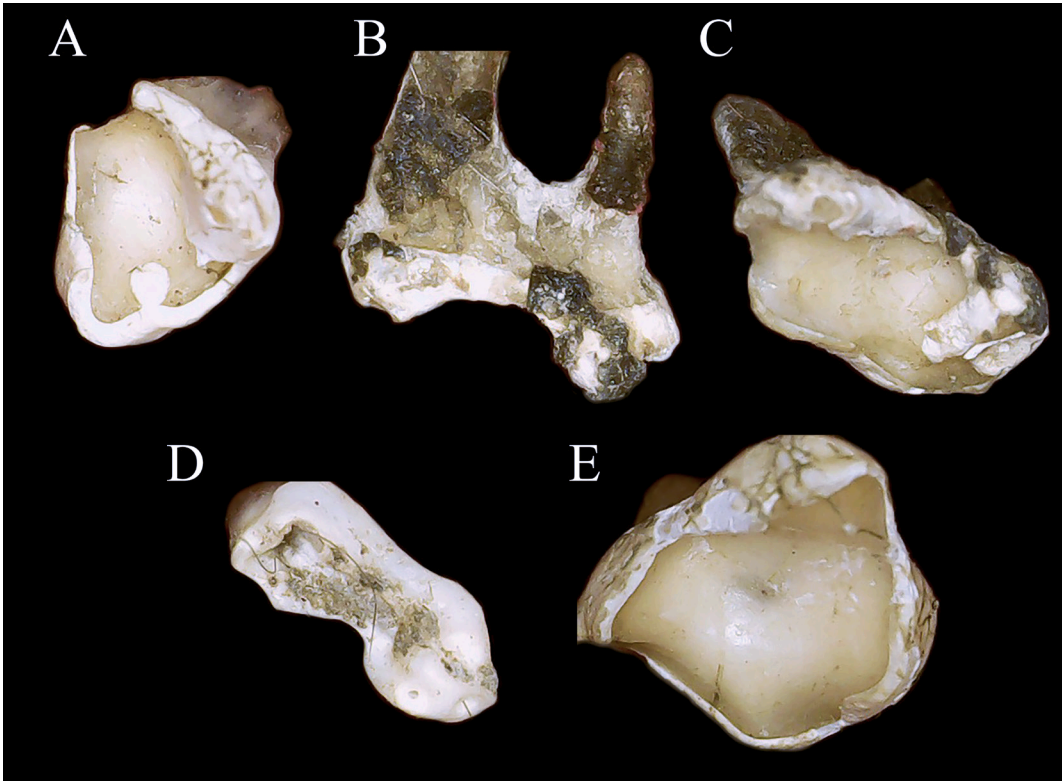


FIGURA 8. Desgaste dental posiblemente causado por los ácidos digestivos o por los componentes de la dieta.

- Fibra vegetal (figura 7G): brotes, hojas, musgo, partes reproductivas (flores, frutos, semillas), tallos tiernos, etc. Realizamos placas histológicas, lo cual nos permite definir características de la epidermis, forma de las células, pared celular, etc.
- Huesos (figuras 7B, C, E y F): libres de tejido muscular, por lo que, si es posible, realizamos el proceso de limpieza (Muñoz-Saba et al., 2020).
- Pelo (figuras 7I y J): exclusivo de mamíferos, es un carácter diagnóstico para cada grupo.
- Plumas (figura 7K): exclusivo de aves actuales, cuando no es un plumón, es un carácter diagnóstico.
- Semillas (figura 7M): pueden ser completas o fragmentos.
- Otros (figuras 7D, H y L): garras, hongos; piedras, piel, sedimentos, material sintético, entre otros.

Preservación

El material que resulta después del análisis que realizamos de las muestras en el laboratorio, sugerimos preservarlo de la siguiente manera:

- Los artrópodos e insectos (cuerpos enteros, fragmentos) que obtenemos en las excretas y del guano los preservamos en etanol al 70 %.
- Los invertebrados (cuerpos enteros, fragmentos) que obtenemos en las excretas y el guano los preservamos en etanol al 70 %.

Almacenamiento

Las muestras (excreta, guano) cuando no las analizamos de forma inmediata y las submuestras —tipo de material resultado del proceso de disgregación— las etiquetamos, fotografiamos y depositamos en colecciones biológicas regis-

tradas, teniendo en cuenta la normativa de cada país. El almacenaje que sugerimos es:

- Excreta y guano: refrigerarlas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).
- Artrópodos: en viales pequeños.
- Dientes: en bolsas de cierre hermético o viales pequeños.
- Fibra vegetal: cuando son abundantes en bolsas de cierre hermético, cuando son escasas en viales.
- Huesos: en bolsas de cierre hermético o viales pequeños.
- Pelos: en bolsas de papel (libre de ácido).
- Semillas: en bolsas de cierre hermético con sílica gel.

Montaje de pelos

Los pelos los manipulamos con pinzas de punta fina, los ubicamos en tubos o en vasos de precipitado, dependiendo de la cantidad a analizar. Los recipientes los etiquetamos. El proceso de montaje sigue tres etapas: limpieza, aclaramiento y montaje.

Limpieza: lavamos con agua destilada o desionizada con jabón líquido (marca Rey® o similares), con el objeto de quitar grasa, polvo u otro tipo de suciedad y tener una mejor respuesta al tratamiento; lo dejamos en esta mezcla por un tiempo aproximado de 20 minutos (Baca-Ibarra y Sánchez-Cordero, 2004; Benavides, 2021); volvemos a lavar con agua destilada o desionizada; por último, los sumergimos en etanol al 70 % durante una hora, para reducir impurezas (Fasola et al., 2005; Palma, 2019).

Aclaramiento: para observar la médula, el pelo se desnaturaliza (eliminar el color) para lo cual empleamos un polvo decolorante —producto empleado para eliminar pigmentos naturales y artificiales mediante soluciones alcalinas— y peróxido de hidrógeno al 30 % —líquido inodoro e incoloro, se emplea como blanqueador—, durante 30 minutos; posteriormente lo lavamos con agua destilada o desionizada. Dependiendo del grosor, el color y el pH del pelo repetimos el procedimiento uno o máximo dos ciclos, no más veces porque se deteriora. Los pelos delgados

los dejamos en el aclarante durante 20 minutos y los pelos gruesos entre 25 a 35 minutos (Arita y Aranda, 1987; Palma, 2019). El proceso lo iniciamos con pocos pelos, dependiendo de la cantidad de muestra, por si necesitamos repetir el procedimiento, en este caso incrementaríamos el tiempo para su aclaración. Por último, los dejamos secar en un paño absorbente (como WypAll®), sin contacto con el ambiente.

Montaje: los pelos los montamos en láminas portaobjetos y cubrimos con láminas cubreobjetos, las cuales fijamos con alcohol polivinílico (PVA) —polímero sintético soluble en agua, de aspecto granuloso, de color blanco e inodoro, que se emplea como adhesivo—; el cual ubicamos en el borde de la laminilla. Este procedimiento lo realizamos para visualizar y caracterizar los patrones de las escamas de la cutícula (morfología externa) y de la médula (morfología interna). Todas las láminas las etiquetamos (número de campo o número de catálogo, según sea el caso) (Arita y Aranda, 1987), las almacenamos en cajas porta láminas y las depositamos en colecciones biológicas.

Determinación del material registrado

Artrópodos: para la determinación, lo ideal es que contemos con el apoyo de especialistas en este grupo (entomólogos).

Dientes, huesos, plumas; semillas: para la determinación los comparamos con material depositado en colecciones biológicas.

Pelo: las estructuras microscópicas de los pelos se mantienen inalteradas a pesar de haber pasado por el tracto digestivo de los vertebrados (Chéhebar y Martín, 1989). A los pelos montados en placas, les tomamos las medidas de longitud y diámetro, en milímetros; especificamos la zona (proximal, intermedia, distal), no en todas las zonas se observan con claridad estas características. Cada grupo (orden, familia) presenta similitudes en médula y escamas con ciertas variaciones que nos permiten separar a nivel de especie; por lo tanto, describimos los patrones de la médula y la cutícula (ver: Arita y Aranda, 1987).

La determinación taxonómica la realizamos con el apoyo de un microscopio óptico para la caracterización de la médula y un microscopio de barrido para la caracterización de las escamas, también caracterizamos la estructura del pelo denominada espátula. Existe importante literatura que podemos seguir (Arita y Aranda, 1987; Baca-Ibarra y Sánchez-Cordero, 2004; Benavides, 2021; Chakraborty et al., 1996; Chehébar y Martín, 1989; Day, 1966; Quadros y Monteiro-Filho, 2006). Las muestras las comparamos con material depositado en colecciones biológicas teniendo en cuenta la lista de especies de mamíferos registradas en el área de estudio. Si no contamos con una colección de referencia de pelos, solicitamos a la colección, el permiso para procedimientos invasivos, las muestras las depositamos en la respectiva colección.

Para cada individuo-especie realizamos tres réplicas (Pech-Canche 2003), como las características de los pelos varían, extraemos muestras del vientre y la parte superior e inferior del

lomo, de adultos y juveniles, de hembras y machos. Priorizamos los pelos de guardia —pelos largos, derechos de la parte dorsal del cuerpo, bien pigmentados (Chehébar y Martín, 1989; Feldhamer et al., 1999)—, ya que en estos observamos con facilidad las escamas y la médula (Valdez, 2014). También hacemos montaje de vibrisas —pelos rígidos más o menos largos que actúan como receptores táctiles—, y de los pelos finos —delgados, cortos, con menos pigmentos, curvados u ondulados—; ya que en las excretas no solo registramos pelos de guardia (figura 9).

Semillas: las podemos encontrar completas o fragmentadas, condición relacionada con el tamaño de la semilla. Las semillas grandes son fáciles de triturar, mientras que las pequeñas pueden pasar intactas a través del tracto digestivo (Acevedo-Quintero y Zamora-Abrego, 2016; Pérez-Cortez y Reyna-Hurtado, 2008).

Al no haber empleado químicos en la preservación de las excretas o el guano, las semi-

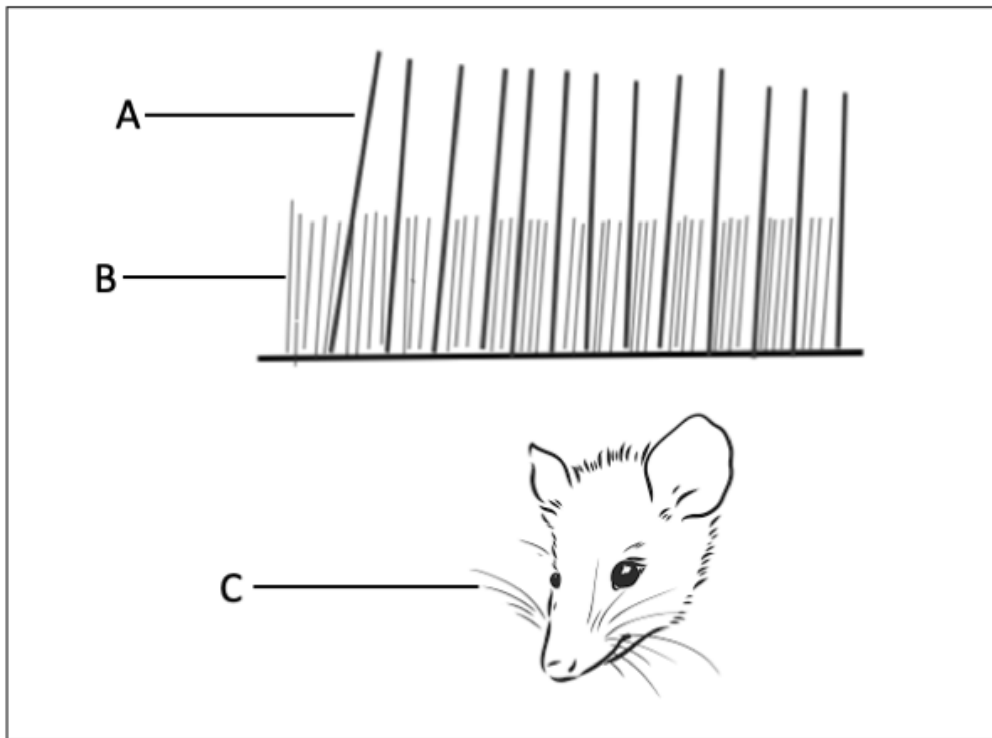


FIGURA 9. Tipos de pelo. A. Pelo de guardia; B. Pelo fino; C. Vibrisas. Dibujo de M. A. Perdomo-Gaitán.

llas las podemos tratar de la siguiente manera. Todas las semillas las observamos bajo estereomicroscopio para verificar su estado, si tienen o no escarificación. El 10 % de cada morfo de semilla lo depositamos en colecciones biológicas, si solo hay una, esta queda en colección, como ejemplar de referencia; previamente las limpiamos con agua destilada y posteriormente las secamos a una temperatura de 20 °C.

El 90 % restante las empleamos para hacer pruebas de germinación y así verificamos la viabilidad o no de estas después de haber pasado por el tracto digestivo de la fauna. Estas pruebas las realizamos en invernaderos idóneos y empleamos suelo del área de estudio. La identificación de la plántula, por parte de los especialistas, corrobora o no la determinación inicial de la semilla y nos conduce a estudios específicos.

Interpretación de la información registrada

Artrópodos: si en la excreta se registra en abundancia la presencia de algún artrópodo, dependiendo de la biología del organismo, podemos inferir que se presentó un evento masivo de reproducción. Por ejemplo, cuando hay abundancia de hemípteros en las excretas de un felido, inferimos que este comenzó a introducirlo en su boca probablemente por incomodidad o por algún comportamiento asociado con el juego, lo cual nos permite deducir que probablemente era un individuo joven (por ejemplo, *Leopardus pardalis*: TG-MPG-006; material suplementario 1).

La no presencia de artrópodos en las excretas de armadillos (orden Cingulata) nos permite inferir la edad (adulto, subadulto) ya que el sistema digestivo aún no se encuentra desarrollado para procesar los artrópodos coriáceos (Bolkovic et al., 1995; Cortés et al., 2015) (por ejemplo, *Dasyurus novemcinctus*: TG-MPG-020; material suplementario 1).

Pelo: para el análisis de los pelos dentro de las excretas tenemos en cuenta la abundancia de los morfotipos. Los de mayor abundancia son los pelos de la(s) presa(s), los de menor abundancia los asociamos con el individuo al que le pertenece la excreta, porque los mamíferos en su comportamiento realizan procesos de acicalamiento

(Arango et al., 2013; Papini, 1986; Pfoh, 2018) (material suplementario 1).

Piedras: generalmente presente en depredadores y mesodepredadores. De la presencia de piedras pequeñas completas en la excreta inferimos que el individuo es juvenil, cuando se encuentran fragmentos de estas deducimos que es un individuo adulto joven (subadulto); las emplean como herramienta para afilar el molar carnasial —o muela carnífera, presente en mamíferos carnívoros, usada para cortar carne y hueso, similar a una tijera; en individuos no adultos la conforman el premolar superior 4 (Pm4) y el molar inferior 1 (m1) y en individuos adultos el premolar superior 4 (Pm4), el molar superior 1 (M1) y el molar inferior 1 (m1) (Duque-Osorio et al., 2009)— (Por ejemplo, *Cerdocyon thous* (Canidae: Carnivora): TG-MPG-002 y 019, *Leopardus pardalis*: TG-MPG-017; material suplementario 1).

Sedimento: cuando registramos abundancia de sedimento consideramos que el individuo es juvenil, ya que el animal está aprendiendo a encontrar alimento. Para el caso de los armadillos (orden Cingulata) inferimos que buscan larvas de insectos porque el sistema digestivo todavía no está suficientemente desarrollado para digerir los artrópodos. Para el caso de los depredadores que registran gran cantidad de sedimento dentro del recurso alimenticio es probable que transporten la presa o partes grandes de la misma hacia su refugio o zona de forrajeo, donde hay menos posibilidad de depredación (Gutiérrez, 1998). Enfatizamos que el sedimento contribuye en la dieta por contener minerales (material suplementario 1).

Semillas: cuando registramos semillas trituradas inferimos que la especie a la que pertenece la excreta es depredadora de semillas; si la semilla está completa sin escarificación, es probable que, al excretarla, otra especie sea la que rompa su epispermo —testa—; y si la semilla presenta escarificación deducimos que esta especie contribuye en la dispersión y regeneración de los bosques y agroecosistemas, según sea el caso (material suplementario 1).

Elementos antropogénicos: cuando registramos elementos antropogénicos como hilo, plásticos, u otros; inferimos un mal estado de los ecosistemas, probablemente por un deterioro ambiental causado por el desconocimiento o ausencia de protocolos para residuos biológicos y/o químicos (material suplementario 1).

DISCUSIÓN

Las excretas tradicionalmente no se han considerado como un *voucher* biológico (Gómez-Sandoval et al., 2017; Kageyama et al., 2006), sino como información complementaria accidental, en ocasiones estas han sido depositadas en colecciones biológicas, pero no es claro cómo es el procedimiento para su acceso y análisis. Por lo que sugerimos que en las colecciones biológicas se incluya en los protocolos de manejo cómo es el procedimiento para su estudio, su análisis se puede considerar como un procedimiento invasivo, ya que para este tipo de muestras el ejemplar original (excreta, guano) es indiscutible que se destruye y parte de los resultados son nuevos *voucher* biológico, es decir contribuirían a fortalecer el conocimiento derivado de las colecciones extendidas (artrópodos, dientes, garras, huesos, pelo, plumas, semillas, otros), las cuales las depositamos en la respectiva colección junto con su información asociada. No olvidemos que la trazabilidad de estas muestras está asociada con el número de campo y/o el número de catálogo.

La muestra biológica, al ser analizada (destruida, transformada), ofrecerá más información de la original cuando realizamos un minucioso análisis, es decir estaríamos cumpliendo con uno de los propósitos de las colecciones biológicas como es el de que generemos conocimiento científico (Simmons y Muñoz-Saba, 2005) y brindemos información que permita dar bases a programas de manejo y conservación, entre otros.

Las dimensiones referidas a la longitud, el diámetro y el peso de la excreta las registramos en el momento de su recolección, ya que estas proporcionan información referida al tamaño del individuo (Aranda, 2012; Rojas et al., 2014). También hacemos énfasis en la caracterización de la excreta si es fresca o si ha sido depositada

hace tiempo; ya que los caracteres organolépticos (color, consistencia, forma, olor, pH) se modifican por causa de la deshidratación y deformación (Cazón y Sühling, 1999). En algunos casos, como en conejos y venados, las excretas permanecen casi intactas, no siendo afectadas por las condiciones ambientales.

La descripción de la morfología de la excreta da una aproximación taxonómica de la especie que la defecó ya que ésta es un calco de la parte interna del intestino grueso (Cárdenas-Contreras, 2023). Por otra parte, la humedad fecal y la longitud del intestino grueso se correlacionan, pues los organismos que excretan heces más secas presentan una mayor longitud del intestino y viceversa (Woodall y Skinner, 1993). Por ejemplo, el orden Lagomorpha (conejos) a diferencia de las especies del orden Artiodactyla (venados) presentan excretas más secas y más sueltas; esta diferencia en cuanto a la absorción de agua, la relacionamos con los diferentes componentes de la dieta. Los cérvidos consumen principalmente partes jóvenes (brotes, hojas, tallos tiernos) y partes reproductivas (flores, frutos, semillas) que son de fácil digestión porque tienen bajo contenido de fibra (Richard y Juliá, 2001; Villareal-Espino-Barros et al., 2008); mientras que los lagomorfos consumen principalmente especies graminoides —plantas herbáceas con morfología semejante a los pastos (cañas alargadas con hojas largas parecidas a cuchillas)— con alto contenido de fibra y conllevan a un proceso digestivo más complejo (Valero y Durant, 2001).

El color de la excreta tiende a ser característico dependiendo de la dieta. En mamíferos con dieta basada en carne (orden Carnivora), el color de la excreta es café con tonalidades claras a oscuras. Los mamíferos de dieta herbívora (órdenes Artiodactyla, Lagomorpha, Rodentia) la excreta presenta un color verde oliváceo (Cazón y Juárez, 2014; Galende, 2016; Rojas et al., 2014). En mamíferos con dieta basada en insectos (orden Cingulata) la excreta es de color arcilloso a gris oscuro, lo cual se asocia con el material sedimentario donde consume el alimento (Bolkovic et al., 1995; Cortés et al., 2015); o a la forma de forrajeo de los armadillos, que es a partir del proceso de hozar —mover o levantar la tierra con el hocico.

En cuanto al procedimiento de montaje del pelo, tradicionalmente se emplea *thinner* —diluyente, disolvente, adelgazador; utilizado como desengrasante— como químico aclarante (Benavides, 2021). Sugerimos el no uso de este reactivo por los daños a la salud humana, es un líquido inflamable, al inhalar los vapores del disolvente causan irritación en la piel, en los ojos y en el tracto respiratorio, dolor de cabeza, mareos, deterioro, fatiga intelectual y efectos en el sistema nervioso central (Brailowsky, 2005).

Teniendo en cuenta las necesidades de las nuevas investigaciones (pruebas de viabilidad de las semillas, aplicación de técnicas a nivel molecular, análisis de ácidos biliares para los recursos registrados, entre otros) y para maximizar la información extraída en las muestras, recomendamos evitar la preservación de las excretas en etanol (Cazón y Sühring, 1999; Cazón et al., 2009; Farías, 2019; Restrepo y Botero-Botero, 2012; Sánchez et al., 2008).

El presente protocolo es una aproximación detallada de la caracterización de las excretas. La identificación específica no es siempre correcta (Cazón et al., 2009), por lo que sugerimos almacenar y etiquetar todo el material que se considere “desecho” para reutilizarlo en investigaciones específicas, como el análisis de cromatografía de capa fina (TLC, por sus siglas en inglés) —TLC: identifica y caracteriza (color, concentración) los ácidos biliares; la presencia de ácidos biliares varía entre especies—. Técnica empleada para la detección de algunos félicos (Cazón y Sühring, 1999) porque estos contienen baja concentración de ácidos biliares y de pigmentos vegetales (Roscoe y Fahrenbach, 1963; Major et al., 1980); este método es poco útil para especies con una dieta basada en fibra (Quinn y Jackman, 1984).

El análisis de las excretas nos permite comprender dinámicas de forrajeo, edad, recursos que oferta el hábitat en un lugar y tiempo específico —variación estacional—, por lo tanto, nos permite inferir la función que esta fauna cumple en el ecosistema; y proveen información para dilucidar interrogantes referidos a las problemáticas ambientales, como: información sobre la presencia de especies no fáciles de registrar; desplazamiento de fauna silvestre por expansión

de la frontera agrícola y pecuaria (Muñoz-Saba et al., 2024), entre otros. A partir de análisis detallados podemos dilucidar la salud de la fauna silvestre y la salud del ecosistema, más cuando se registran entre los ítems alimenticios elementos antropogénicos, como hilo o plástico (material suplementario 1).

Este protocolo de recolección de excretas contribuye fundamentalmente en nuevas maneras de hacer pesquisas en campo, como es la biología forense; campo poco explorado y de importancia en investigaciones relacionadas con los supuestos ataques de fauna silvestre al ganado (caprino, ovino) o ataques de fauna doméstica al ganado (como perros ferales o perros domésticos desatendidos en los temas de la alimentación), lo que representa una problemática ambiental. Por lo tanto, al analizar las excretas se establece la dieta de la fauna, a partir de la cual se puede inferir, en estos casos, quién es el depredador de fauna silvestre (Muñoz-Saba et al., 2024); dando bases para la resolución a problemáticas que ponen en riesgo la conservación de la fauna silvestre y sus ecosistemas.

El análisis del guano nos permite identificar a partir de los restos de vertebrados parte de la fauna que registramos en cuevas y cavernas, al igual que el ensamblaje de invertebrados asociados a este (Lopes, 2022) y conocer la dieta de algunos vertebrados, como murciélagos y guácharos, principalmente.

Es importante la caracterización del sustrato en donde recolectamos el guano, pues en muchas ocasiones se acumula estacionalmente y sus características modifican el microambiente donde está depositado (Bernath y Kunz, 1981) creando condiciones específicas para el ensamblaje de artrópodos e insectos, algunos de los cuales están restringidos a estos microecosistemas.

Los ensamblajes de artrópodos que registramos en el guano permiten definir dinámicas específicas de las cuevas y cavernas en diferentes periodos de tiempo, ya que esta fauna responde a variaciones microclimáticas. La presencia o no de corrientes de agua; y la cantidad y calidad de guano depende de la riqueza y abundancia de fauna de vertebrados en especial de murciélagos (Bernath y Kunz, 1981; Decu, 1986; Ferreira et al., 2007). Por ende, con este tipo de análisis

contribuimos en la comprensión de la ecología de los ecosistemas subterráneos y la dinámica con el paisaje que los rodea.

En marco de las caracterizaciones o inventarios de la biodiversidad recolectamos evidencia verificable, es decir un *voucher* biológico, lo cual nos permite la trazabilidad de la información (Gómez-Sandoval et al., 2017). Por lo tanto, teniendo en cuenta lo que exponemos en la presente publicación ratificamos que las excretas y el guano cumplen con los criterios para ser un *voucher* biológico (Gómez-Sandoval et al., 2017; Kageyama et al., 2006; Muñoz-Saba et al., 2019).

Este tipo de investigaciones son económicas, prácticas y de utilidad para fortalecer la información que registramos en campo. La implementación del estudio de las excretas y el guano, como un protocolo establecido, nos permite evidenciar la importancia de este tipo de rastros como un *voucher*, al analizarlos no solo como simples desechos digestivos de los recursos que ha consumido la fauna, sino que al estudiarlos minuciosamente nos revelan información valiosa sobre la especie, su ecología, etología y entorno.

Ratificamos que las excretas y el guano se enmarcan en el concepto de *voucher* biológico; por lo tanto, este tipo de muestreos los debemos incluir en la metodología de muestreos rápidos para la caracterización de los ecosistemas terrestres (ver: MinAmbiente, 2024) y así tener una mayor eficiencia en los inventarios de la biodiversidad con métodos indirectos.

Agradecimientos: al grupo de investigación Evolución y Ecología de Fauna Neotropical (EEFN) y a Applied Biodiversity Foundation (ABF Colombia), por las tertulias relacionadas con el tema. Al laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. A Gustavo Giraldo Quintero, de la Universidad Distrital, por el apoyo en el desarrollo del trabajo de grado. A Carlos Eduardo Sarmiento-Monroy, de la Universidad Nacional de Colombia, por la determinación de los hemípteros. A Abelardo Rodríguez-Bolaños, por las sugerencias dadas al procedimiento para el montaje de los pelos. A Héctor Morales y Ruby Catalina Rodríguez, por la asesoría en el procedimiento de desnaturalización del pelo. A Anabela Plos, por la asesoría en el pro-

cedimiento de almacenamiento de las semillas. A la colección de Mamíferos “Alberto Cadena García” del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, donde se llevó a cabo el cotejo de las muestras de mamíferos (dientes, huesos, pelo). A Didier Alonso Quimbay-Galindo por la realización de la figura 1. A Diego Tirira y los evaluadores anónimos quienes contribuyeron ostensiblemente en el mejoramiento de esta publicación.

Conflicto de intereses: los autores declaran que no tienen conflicto de intereses con la publicación de este artículo.

Participación de autores: MAPG: recopilación de la información; MAPG, YMS, DCP: concepción, metodología, toma de datos en campo, escritura del texto; MAPG, YMS: determinación del material biológico, análisis de datos; YMS: asesora del trabajo de grado; DCP: director del trabajo de grado.

Financiación: el presente estudio fue financiado por los siguientes proyectos:

- Proyecto “Caracterización biótica, física y aspectos cartográficos en áreas de interés prioritario para declaración de zonas de protección”, convenio Parques Nacionales Naturales-Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Proyecto Colombia Bio “Evaluación rápida de la biodiversidad y conservación de los ecosistemas endocársticos y exocársticos de El Peñón, Santander, Colombia”, convenio Especial de Cooperación No. FP44842-109-2016 COL-CIENCIAS-Instituto Humboldt.
- Proyecto “Alianza Académico-Comunitaria por un Plan de Manejo de los Felinos del Páramo del Almorzadero, Santander” (HERMES 51257), financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia en el marco de la “Convocatoria para el Apoyo de Proyectos de Investigación, Creación Artística e Innovación de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia – 2020”.
- Asignatura Taxonomía Animal, Programa Curricular de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Acceso a material suplementario:

[Material suplementario 1](#)

[Material suplementario 2](#)

Orcid:MAPG: <https://orcid.org/0009-0007-4577-2273>YMS: <https://orcid.org/0000-0001-6257-7524>DCP: <https://orcid.org/0000-0003-3152-9153>**LITERATURA CITADA**

- Acevedo-Quintero, J., y Zamora-Abrego, J. (2016). Papel de los mamíferos en los procesos de dispersión y depredación de semillas de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) en la Amazonía colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 5–15. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.18157>
- Aranda, J. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/ManualRastreoMamiferos-Mexico.pdf
- Arango G., H. L., Ballesteros R., S., García C., F., y Monsalve B., S. (2013). Primer proceso de rehabilitación y reintroducción de un grupo de titís cabeciblancos (*Saguinus oedipus*). *Revista Lasallista de Investigación*, 10(1), 49–61.
- Arita, H., y Aranda, M. (1987). *Técnicas para el estudio y clasificación de los pelos*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Biológicos. <https://es.scribd.com/doc/254036303/Tecnicas-Para-El-Estudio-y-Clasificacion-de-Los-Pelos1-1>
- Asenjo, A., T. G. Pellegrini, L. M. Vieira, y K. M. Mise. (2022). Coleoptera. In R. de Almeida Zampaulo, y X. Prous (Eds.), *Fauna cavernícola do Brasil* (pp. 223–245). Editora Rupestre.
- Aya, C. (2015). *Estado poblacional y algunos aspectos de la ecología del ocarro Priodontes maximus (Kerr, 1792) en Puerto Gaitán (Meta, Colombia)*. [Trabajo de grado, Facultad de Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- Baca-Ibarra, I.I., y Sánchez-Cordero, V. (2004). Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 75(1), 383–437. <https://www.redalyc.org/pdf/458/45875112.pdf>
- Benavides M., J. (2021). *Pelos de guardia dorsales como característica morfológica para la identificación de mamíferos de los órdenes Rodentia y Carnivora de Cundinamarca del Museo Javeriano de Historia Natural*. [Trabajo de grado, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana].
- 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. <https://doi.org/10.1139/z81-041>
- Biswas, S., Bhatt, S., Paul, S., Modi, S., Ghosh, T., Habib, B., Nigam, P., Talukdar, G., Pandav, B., y Mondol, S. (2019). A practice faeces collection protocol for multidisciplinary research in wildlife science. *Current Science*, 116(11), 1878–1885. <https://doi.org/10.18520/cs/v116/i11/1878-1885>
- Bolkovic, M. L., Caziani, S. M., y Protomastro, J. J. (1995). Food habits of the three-banded armadillo (*Xenarthra: Dasypodidae*) in the dry Chaco, Argentina. *Journal of Mammalogy*, 76(4), 1199–1204. <https://doi.org/10.2307/1382612>
- Brailowsky, S. (2005). *La sustancia de los sueños*. Fondo de la Cultura Económica.
- Casallas-Pabón, D. (2016). *Estrategias para la restauración ecológica de bosques tropicales mediante la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros*. [Tesis doctoral, Programa Curricular de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59607>
- Cárdenas-Contreras, B. A. (2023). *Los coprolitos hablan*. [Trabajo de grado, Programa Curricular de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia].
- Caselli S., C., y Maturrano H., L. (2016). Sexaje molecular a partir de heces en osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(2), 252–258. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11641>
- Cazón, A. V., y Sühring, S. S. (1999). A technique for extraction and thin layer chromatography visualization of fecal bile acids applied to Neotropical felid cats. *Revista*

- de *Biología Tropical*, 47(1–2): 245–249. <https://doi.org/10.15517/rbt.v47i1-2.33042>
- Cazón, A. V., Juárez, V. D., Monjeau, J. A., y Lilienfeld, M. (2009). Discriminación de heces de puma (*Puma concolor*) y jaguar (*Panthera onca*) por identificación de sus ácidos biliares: una técnica para el monitoreo de carnívoros terrestres. *Mastozoología Neotropical*, 16(2), 449–452.
- Cazón, A. V., y Juárez, V. D. (2014). Identificación de mamíferos silvestres y confirmación de su presencia, por cromatografía en capa fina (TLC) de sus ácidos biliares. *Libro de resúmenes del X Congreso Internacional de Fauna Silvestre de América Latina*, Salta, Argentina 2012.
- Chakraborty, R., De, J. K., y Chakraborty, S. (1996). Identification of dorsal guard hairs of Indian species of the genus *Panthera* Oken (Carnivora: Felidae). *Mammalia*, 60(3), 473–480. <https://doi.org/10.1515/mamm-1996-0312>
- Chame, M. (2003). Terrestrial mammal feces: a morphometric summary and description. *Memórias do Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 98(1), 71–94. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762003000900014>
- Chehébar, C., y Martín, S. (1989). Guía para el reconocimiento microscópico de los pelos de los mamíferos de la Patagonia. *Doñana Acta Vertebrata*, 16(2), 247–291. https://www.researchgate.net/publication/284700259_Guia_para_el_reconocimiento_microscopico_de_los_pelos_de_los_mamiferos_de_la_Patagonia
- Contreras J., Antúnez, M., y Morales Barría, A. (2000). Enteritis y colitis por radioterapia. *Gastroenterología Latinoamericana*, 11(3), 263–268. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-277255>
- Cortés D., A. C. (2002). Gases del abdomen su utilidad diagnóstica: gases endoluminales (primera parte). *Revista Chilena de Radiología*, 8(1), 5–12. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082002000300004>
- Cortés D., A. C., Superina, M., y Trujillo, F. (2015). Etograma para tres especies de armadillos (*Dasyus sabanicola*, *D. novemcinctus* y *Cabassous unicinctus*) mantenidas en condiciones controladas en Villavicencio, Colombia. *Edentata*, 16, 1–10.
- Curay-Guala, J., J. (2019). *Caracterización morfológica y modelamiento distribucional de Neomicroxus latebricola (Rodentia: Cricetidae) en el Ecuador*. [Trabajo de Licenciatura, Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad Central del Ecuador].
- Day, M. G. (1966). Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *Journal of Zoology*, 148(2), 201–217. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1966.tb02948-x>
- Decu V. (1986). Some considerations on the bat guano synusia. *Travail du Institut de Spéologie "Emile Racovitza"*, 25(1), 41–51. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1966.tb02948.x>
- Duque-Osorio, J. F., Ortiz-Salazar, M. A, Salazar-Monsalve, L., y Mejía-Pavony, C. A. (2009). Mamíferos: evolución y nomenclatura dental. *Revista Estomatología*, 17(2), 30–44. <https://doi.org/10.25100.re.v17i2.5698>
- Emmons, L. H. (1987). Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rainforest. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 20(4), 271–283. <https://doi.org/10.1007/bf00292180>
- Fariás, A.A. (2019). Métodos alternativos para el estudio de mamíferos en campo: métodos directos e indirectos. In F. Teixeira de Mello (Ed.), *Experimentación con Animales no Tradicionales (ANTE) en Uruguay* (pp. 193–203). Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA, CSIC), Universidad de la República.
- Fasola, L., Bello, M., y Guichón, M. L. (2005). Uso de trampas de pelo y caracterización de los pelos de la ardilla de vientre rojo *Callosciurus erythraeus*. *Mastozoología Neotropical*, 12(1), 9–17.
- Feldhamer, G. A., Drickamer, L. C., Vessey, S. H., y Merritt, J. F. (1999). *Mammalogy*. WCB, McGraw-Hill.
- 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. <https://doi.org/10.1080/03946975.1999.10539391>
- 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. https://www.researchgate.net/publication/265673856_Structure_of_bat_guano_communities_in_a_dry_Brazilian_cave
- Galende, G. (2016). Análisis de heces de animales no humanos y su aplicación en medicina forense. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, 19, 11–16.
- Gallina T., S. (2011). Técnicas para conocer la dieta. In S. Gallina T., y C. López G. (Eds.), *Manual de técnicas para el estudio de la fauna* (pp. 235–258). Instituto de Ecología, INECOL, Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro.
- Gómez-Sandoval, P. A., Mojica-Corzo, J. I., y Mejía-Egas, O. (2017). Trazabilidad de los registros de mamíferos en el marco del otorgamiento de licencias ambientales para proyectos de hidrocarburos en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41(158), 51–58. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.439>
- Gutiérrez, G. (1998). Estrategias de forrajeo. In R. Ardila, W. López., A. Pérez, R. Quiñones, y F. Reyes (Eds.), *Manual de análisis experimental del comportamiento* (pp. 359–381). Librería Nueva.
- Halabi, M. (2009). *Descripción del estómago e intestino delgado de conejo (Oryctolagus cuniculus) para su comparación con estómago e intestino delgado de perro*. [Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile].
- Hernández-Guzmán, A., Payán, E., y Monroy-Vilchis, O. (2011). Hábitos alimentarios del *Puma concolor* (Carnivora: Felidae) en el Parque Nacional Natural Puracé, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 59(3), 1285–1294. <https://doi.org/10.15517/rbt.v0i0.3399>
- Jiménez-Valverde, A., y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8(31), 151–161.
- Kageyama, M. (2003). *Re-evaluation of museum voucher specimens in the modern biological research*. [Tesis de maestría, Museum Science, Texas Tech University].
- Kageyama, M., Monk, R., Bradley, R., Edson, G., y Baker, R. (2006). The changing significance and definition of the biological voucher. In S. Williams, y C. Hawks (Eds.), *Museum studies: Perspectives and innovations* (pp. 259–266). Society for the Preservation of Natural History Collections.
- Lopes F., R. (2022). Comunidades asociadas ao guano. In R. de Almeida Z., y X. Prous (Eds.), *Fauna cavernícola do Brasil* (pp. 83–103). Editora Rupestre.
- Lynsdale, C. L., Franco dos Santos, D. J., Hayward, A. D., Mar, K. U., Htut, W., Aung, H. H., Soe, A. T., y Lummaa, V. (2015). A standardized faecal collection protocol for intestinal helminth egg counts in Asian elephants, *Elephas maximus*. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 4(3), 307–315. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2015.06.001>
- Manjarrés, T. (2015). *Dieta del perro (Canis familiaris) y sus interacciones con la fauna silvestre de la cuenca alta del Río Otún-Risaralda (Colombia)* [Tesis de maestría, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/16850?locale-attribute=de>
- Major, M., Johnson, M. K., Davis, W. S., y Kelllogg, T. F. (1980). Identifying scats by recovery of bile acids. *The Journal of Wildlife Management*, 44(1), 290–293. <https://doi.org/10.2307/3808391>
- Mayor A., P., y López, P., C. (2021). *Atlas de anatomía de especies silvestres de la Amazonia: volumen I: Mamíferos: Taxonomía de las especies-Aparato digestivo*. Universidade Federal Rural da Amazônia.
- MinAmbiente. (2024). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MGEPE)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/metodologia-general-para-la-elabora>

- cion-y-presentacion-de-estudios-ambientales-mgepea/#
- Mitchell, R. W. (1970). Total number and density estimate of some species of cavernicoles inhabiting Fern Cave, Texas. *Annales de Spéléologie*, 25, 73–90. <https://doi.org/10.1017/S0395264900107991>
- Muñoz-Saba, Y., y Lasso, C. (2020). Biodiversidad cavernícola de Colombia: conocimiento, uso y conservación. In 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* (pp. 106). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap1/106/>
- Muñoz-Saba, Y., González-Sánchez, I., y Calvo-Roa, N. (Eds.). (2013). *Cavernas de Santander: guía de campo*. Serie de Guías de Campo, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Muñoz-Saba, Y., Calvo-Roa, N., Gómez-Sandoval, P. A., Casallas-Pabón, D., Lynch, J. D., Barrientos, L. S., y Gómez-Sánchez, D. A. (2019). *Guía de campo de los mamíferos, anfibios y reptiles de Santa María (Boyacá, Colombia)*. Serie Guías de Campo, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Muñoz-Saba, Y., Sánchez-Nivicela, J. C., Sierra-Durán, C. M., Vieda-Ortega, J. C., Amat-García, G., Muñoz, R., Casallas-Pabón, D., y Calvo-Roa, N. (2020). Cleaning osteological specimens with beetles of the genus *Dermestes* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Natural Science Collections*, 7, 72–82.
- Muñoz-Saba, Y., Castell-Ginovart, E., Díez-Santoalalla, H., Sarmiento-Téllez, E. A., Ulloa-Rengifo, S., Perdomo-Gaitán, M. A., Joya-Mesa, J. S., Bustos-Hernández, M. F., Giraud-López, M. J., y Sánchez, A. M. (2024). Imaginarios colectivos y conflicto entre humano y animal feral en el Páramo del Almorzadero (Santander, Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 26. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1985>
- Navarro, J. F., y Muñoz, J. (2000). *Manual de huellas de algunos mamíferos de Colombia*. Edición Curso de Campo, Universidad de Antioquia.
- Sánchez-Nivicela, J. C., y Muñoz-Saba, Y. (sometido). Preparación, montaje de especímenes de colecciones científicas para fotografía. En J. E. Simmons, y Y. Muñoz-Saba (Eds.), *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Palacios-Vargas, J. G., Vásquez, I. M., y Morales-Malacara, J. B. (1985). Aspectos faunísticos y ecológicos de la Gruta de Juxtlahuaca, Gro., México. *Mémoire Biospéléologie*, 12, 135–142. https://www.researchgate.net/publication/283906654_Aspectos_faunisticos_y_ecologicos_de_las_grutas_de_Juxtlahuaca_Gro
- Palma P., A. E. (2019). *Caracterización de los pelos de las presas potenciales del puma (Puma concolor) en el sector Sauce Grande del Coto de Caza El Angolo, Piura, Perú*. [Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4036>
- Papini, M. R. (1986). Psicología comparada de los marsupiales. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 18(2), 215–246.
- Pech-Canché, J. M. (2003). *Elaboración de una colección de referencia de los patrones medulares del pelo de mamíferos no voladores con distribución en el estado de Yucatán, México*. [Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33932.36485>
- Pérez-Cortez, S., y Reyna-Hurtado, R. (2008). La dieta de los pecaríes (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*) en la región de Calakmul, Campeche, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 12(1), 17–42. <https://doi.org/10.22201/ie.20074484e.2008.12.1.45>
- Perdomo-Gaitán, M. A. (2021). *Caracterización de excretas de medianos y grandes mamíferos de las regiones Andina, Caribe y Orinoquia*. [Trabajo de grado, Facultad de

- Ciencias y Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- Perrin, M. R., y Curtis, B. A. (1980). Comparative morphology of the digestive system of 19 species of Southern African myomorph rodents in relation to diet and evolution. *South Africa Journal Zoology*, 15, 22–33. <https://doi.org/10.1080/02541858.1980.11447680>
- Pfoh, R. (2018). *Funciones adaptativas del acicalamiento en contextos sociales en monos caí (Sapajus nigritus): un abordaje experimental*. [Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba]. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/84006/CONICET_Digital_Nro.ca906380-00e0-4dc5-a460-dbf6dedd-16c8_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Prieto-Torres, D. A., Herrera-Trujillo, O. L., y Ferrer-Pérez, A. (2015). First record of *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766) (Mammalia: Carnivora: Procyonidae) for the Zulia state, western Venezuela. *Check List*, 11(6), 1790. <https://doi.org/10.15560/11.6.1790>
- Putman, R. J. (1984). Facts from faeces. *Mammal Review*, 14(2), 79–97. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1984.tb00341.x>
- Quadros, J., y Monteiro-Filho, E. L. de A. (2006). Revisão conceitual, padrões microestruturais e proposta nomenclatória para os pelos-guarda de mamíferos brasileiros. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1), 279–292. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000100023>
- Quiroga-Carmona, M. (2013). Una nueva especie de musaraña del género *Cryptotis* (Soricomopha: Soricidae) de la Serranía del Litoral en el norte de Venezuela. *Mastozoología Neotropical*, 20(1), 123–137.
- Quinn, T., y Jackman, W. R. (1994). Influence of diet on detection of fecal bile acids by thin-layer chromatography. *The Journal of Wildlife Management*, 58(2), 295–299. <https://doi.org/10.2307/3809394>
- Ramírez-Chaves, H. E., Leuro Robles, N. G., Castaño Rivera, A., Morales-Martínez, D. M., Suárez Castro, A. F., Rodríguez-Posada, M. E., Zurc, D., Concha Osbahr, D. C., Trujillo, A., Noguera Urbano, E. A., Pantoja Peña, G. E., González Maya, J. F., Pérez-Torres, J., Mantilla-Meluk, H., López Castañeda, C., Velásquez Valencia, A., y Zárrate Charry, D. (2024). Mamíferos de Colombia. *Sociedad Colombiana de Mastozoología*, v1.14. Dataset/Checklist. <https://doi.org/10.15472/kllwhs>
- Ramón-Laca, A., Soriano, L., Gleeson, D., y Godoy, J. A. (2015). A simple and effective method for obtaining mammal DNA from faeces. *Wildlife Biology*, 21(4), 195–203. <https://doi.org/10.2981/wlb.00096>
- Reddy, A., Maradani, B. S., Bhagavatula, J., Harika, S., Mahla, R. S., y Shivaji, S. (2012). Improved methods of carnivore faecal sample preservation, DNA extraction and quantification for accurate genotyping of wild tigers. *PLoS One*, 7(10), e46732. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046732>
- Restrepo, C. A., y Botero-Botero, A. (2012). Ecología trófica de la nutria neotropical *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae) en el río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 16(1), 207–214. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4593/4207>
- Richard, E., y Juliá, J. P. (2001). Dieta de *Mazama gouazoubira* (Mammalia, Cervidae) en un ambiente secundario de Yungas, Argentina. *Iheringia Série Zoologia*, 90, 147–156. <https://doi.org/10.1590/S0073-472120010000100015>
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Hernández-Camacho, J. I., Defler, T. R., Alberico, M., Mast, R. B., Mittermeier, R. A., y Cadena, A. (1995). Mamíferos colombianos: sus nombres comunes e indígenas. Conservation International, *Occasional Papers in Conservation Biology*, 3, 1–56.
- Roeder, A. D., Archer, F. I., Poinar, H. N., y Morin, P. A. (2004). A novel method for collection and preservation of faeces for genetic studies. *Molecular Ecology Notes*, 4(4), 761–764. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00737.x>
- Rojas, A. E., Dávila, P. E., y Castaño, J. H. (2014). Morfometría de excretas de cua-

- tro especies de roedores en una plantación forestal en la cuenca del Río Cauca. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural Universidad de Caldas*, 18(2), 138–143. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4120/3806>
- Roscoe, H. G., y Fahrenbach, M. J. (1963). Removal of fecal pigments and its application to the determination of fecal bile acids in the rat. *Analytical Biochemistry*, 6, 520–529. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(63\)90145-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(63)90145-3)
- Sánchez, F., Gómez-Valencia, B., Álvarez, S. J., y Gómez-Laverde, M. (2008). Primeros datos sobre los hábitos alimentarios del tigrillo, *Leopardus pardalis*, en un bosque andino de Colombia. *Revista de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Actualidad & Divulgación Científica*, 11(2), 101–107. <https://doi.org/10.31910/rudca.v11.n2.2008.627>
- Sandoval-Gómez, V. E., Ramírez-Chávez, H. E., y Marín, D. (2012). Registros de hormigas y termitas presentes en la dieta de osos hormigueros (Mammalia: Myrmecophagidae) en tres localidades de Colombia. *Edentata*, 13, 1–9. <https://doi.org/10.5537/020.013.0104>
- Simmons, J., y Muñoz-Saba, Y. (Eds.). (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Conservación Internacional Colombia, Serie Manuales de Campo 1, Universidad Nacional de Colombia.
- Smith, A. T., Johnston, C. H., Alves, P. C., y Hackländer, K. (Eds.). (2018). *Lagomorphs: Pikas, rabbits, and hare of the world*. Johns Hopkins University Press.
- Smithe, S. B. (1975). *Naturalist's Color Guide*. American Museum of Natural History.
- Tércia-Pimentel, N. (2021). *A contribuição dos morcegos no input de energia na forma de guano para bat caves no semiárido nordestino*. [Tesis de grado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco].
- Tirira, D. G. (2007). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago
- Blanco, Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6.
- Trajano, E., y Bicquette, M. E., (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. <https://doi.org/10.1590/S0101-81751990000300017>
- Valdez C., C. M. (2014). *Catálogo de los pelos de guardia dorsal de los mamíferos terrestres en el municipio de Hermosillo, Sonora, México*. [Licenciado en Biología, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora]. https://www.academia.edu/7277522/Valdez_Coronel_C_M_2014_Cat%C3%A1logo_de_los_Pelos_de_Guardia_Dorsal_de_Los_Mam%C3%ADferos_Terrestres_en_el_Municipio_de_Hermosillo_Sonora_M%C3%A9xico
- Valero, L., y Durant, P. (2001). Análisis de la dieta del conejo de páramo, *Sylvilagus brasiliensis meridensis* Thomas, 1904 (Lagomorpha: Leporidae) en Mucubaji, Mérida, Venezuela. *Revista Ecología Latino Americana*, 8(2), 1–13. https://www.academia.edu/7376567/AN%C3%81LISIS_DE_LA_DIETA_DEL_CONEJO_DE_P%C3%81RAMO_Sylvilagus_brasiliensis_meridensis_Thomas_1904_Lagomorpha_Leporidae_EN_MUCUBAJI_M%C3%89RIDA_VENEZUELA
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Mendoza, H., Ospina, M., y Umaña, A.M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Villarreal-Espino-Barros, O. A., Campos-Armendia, L. E., Castillo-Martínez, T. A., Cortes-Mena, I., Plata-Pérez, F. X., y Mendoza-Martínez, G. D. (2008). Composición botánica de la dieta del venado rojo (*Mazama temama*), en la Sierra Nororiental del Estado de Puebla. *Universidad y Ciencia*, 24(3), 183–188.

Woodall, B. F., y Skinner, J. D. (1993). Dimensions of the intestine, diet and faecal water loss in some African antelope. *Journal of*

Zoology, 229(3), 457–471. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998-1993.tb02648.x>

Derechos de autor © 2024

María Alejandra Perdomo-Gaitán, Yaneth Muñoz-Saba
y Diego Casallas-Pabón

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia de Atribución **Creative Commons CC BY 4.0**, que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre y cuando se acredite al autor original y la fuente.

[Resumen de la licencia - Texto completo de la licencia](#)