

# Fisiología del epitelio vaginal en hembras de *Anoura latidens* (Chiroptera: Phyllostomidae), anotaciones sobre la estructura social de la colonia en refugios artificiales, Calarcá, Quindío, Colombia

ANDRÉS FELIPE VARGAS ARBOLEDA<sup>1\*</sup>, HUGO MANTILLA MELUK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Centro de Colecciones y Gestión de Especies, Colecciones Biológicas, Villa de Leyva, Colombia (AFVA)

<sup>2</sup>Centro de Estudios de Alta Montaña (CEAM), Universidad del Quindío (UQ), Armenia, Quindío, Colombia. [hmantilla@uniquindio.edu.co](mailto:hmantilla@uniquindio.edu.co) (HMM)

\*Autor de correspondencia: [afvargas@humboldt.org.co](mailto:afvargas@humboldt.org.co)

Documentamos por primera vez la fisiología reproductiva y la estructura social de *Anoura latidens* en los Andes Centrales de Colombia, a partir del seguimiento de una colonia establecida en túneles artificiales en Calarcá, Quindío. El análisis citológico de 52 hembras reveló un ciclo monoestral con dos picos de ovulación entre agosto y septiembre, coincidiendo con la transición entre periodos de lluvia. La proporción de sexos mostró variaciones temporales, con machos en mayor proporción al inicio de la temporada de cópula en el mes de agosto, disminuyendo drásticamente hacia octubre y noviembre, cuando las hembras conformaron colonias de maternidad. La segregación espacial de sexos dentro del refugio estuvo asociada a la estabilidad microclimática, lo que sugiere una partición funcional del espacio durante la reproducción. Estos hallazgos aportan evidencia inédita sobre la ecología reproductiva de *A. latidens* y resaltan la importancia de refugios artificiales en la dinámica poblacional de murciélagos nectarívoros andinos.

**Palabras clave:** Chiroptera, ciclo estral, polinizadores, reproducción, servicios ecosistémicos.

We report, for the first time, the reproductive physiology and social structure of *Anoura latidens* in the Central Andes of Colombia, based on the monitoring of a colony established in artificial tunnels in Calarcá, Quindío. Cytological analysis of 52 females revealed a monoestrous cycle with two ovulatory peaks between August and September, coinciding with the transition between rainy periods. Sex ratios showed temporal variation: males were abundant at the beginning of the mating season in August, but decreased sharply toward October and November, when females established maternity colonies. Spatial segregation between sexes within the roost was associated with microclimatic stability, suggesting a functional partitioning of the space during reproduction. These findings provide novel evidence on the reproductive ecology of *A. latidens* and highlight the importance of artificial roosts in the population dynamics of Andean nectarivorous bats.

**Key words:** Chiroptera, ecosystem services, estrous cycle, pollinators, reproduction.

© 2025 Asociación Mexicana de Mastozoología, [www.mastozoologiamexicana.org](http://www.mastozoologiamexicana.org)

El estudio de la reproducción en murciélagos neotropicales ha permitido identificar una amplia diversidad de estrategias ecológicas, fisiológicas y comportamentales (Taddei 1980; Kunz y Fenton 2005; Ocampo-González et al. 2021). Entre estas se incluyen diferentes sistemas de apareamiento —desde promiscuidad hasta estructuras tipo lek— cuya expresión depende de la disponibilidad de recursos y del gremio trófico de cada especie (Heideman et al. 1996; Dorrestein et al. 2024). En ambientes con alta oferta de recursos, se han documentado especies con múltiples eventos reproductivos a lo largo del año (Findley 1993; Ocampo-González et al. 2021), mientras que, en ecosistemas más restrictivos, como los de alta montaña, predominan ciclos monoestrales (Zortéa 2003; Morales-Rivas 2016; Tirira 2017).

En este contexto, los murciélagos nectarívoros del género *Anoura* constituyen un grupo clave en ecosistemas altoandinos, al desempeñar un rol esencial como polinizadores (Voigt y Speakman 2007). Para varias especies del género (*A. geoffroyi*, *A. caudifer*, *A. aequatoris*, *A. cultrata*), se han reportado ciclos

reproductivos monoestrales asociados a la estacionalidad de los recursos florales y a la estabilidad microclimática de los refugios (Galindo-Galindo et al. 2000; Zortéa 2003; Morales-Rivas 2016). Asimismo, se ha descrito que estas especies suelen ocupar sistemas kársticos naturales o túneles artificiales, aprovechando las condiciones de temperatura y humedad que facilitan la reproducción (Torres-Flores y López-Wilchis 2010; Zafra 2021).

A pesar de ello, no existen estudios previos sobre la biología reproductiva de *Anoura latidens*, especie distribuida en Colombia y Venezuela y considerada típica de los ecosistemas andinos (Gardner 2007). Esta falta de información contrasta con la creciente transformación de los ambientes altoandinos, donde la pérdida y fragmentación del hábitat comprometen la persistencia de especies nectarívoras y, con ello, procesos ecosistémicos críticos como la polinización (Carvajal-Ortiz et al. 2025).

En este trabajo caracterizamos por primera vez el ciclo reproductivo y la estructura social de una colonia de *A.*

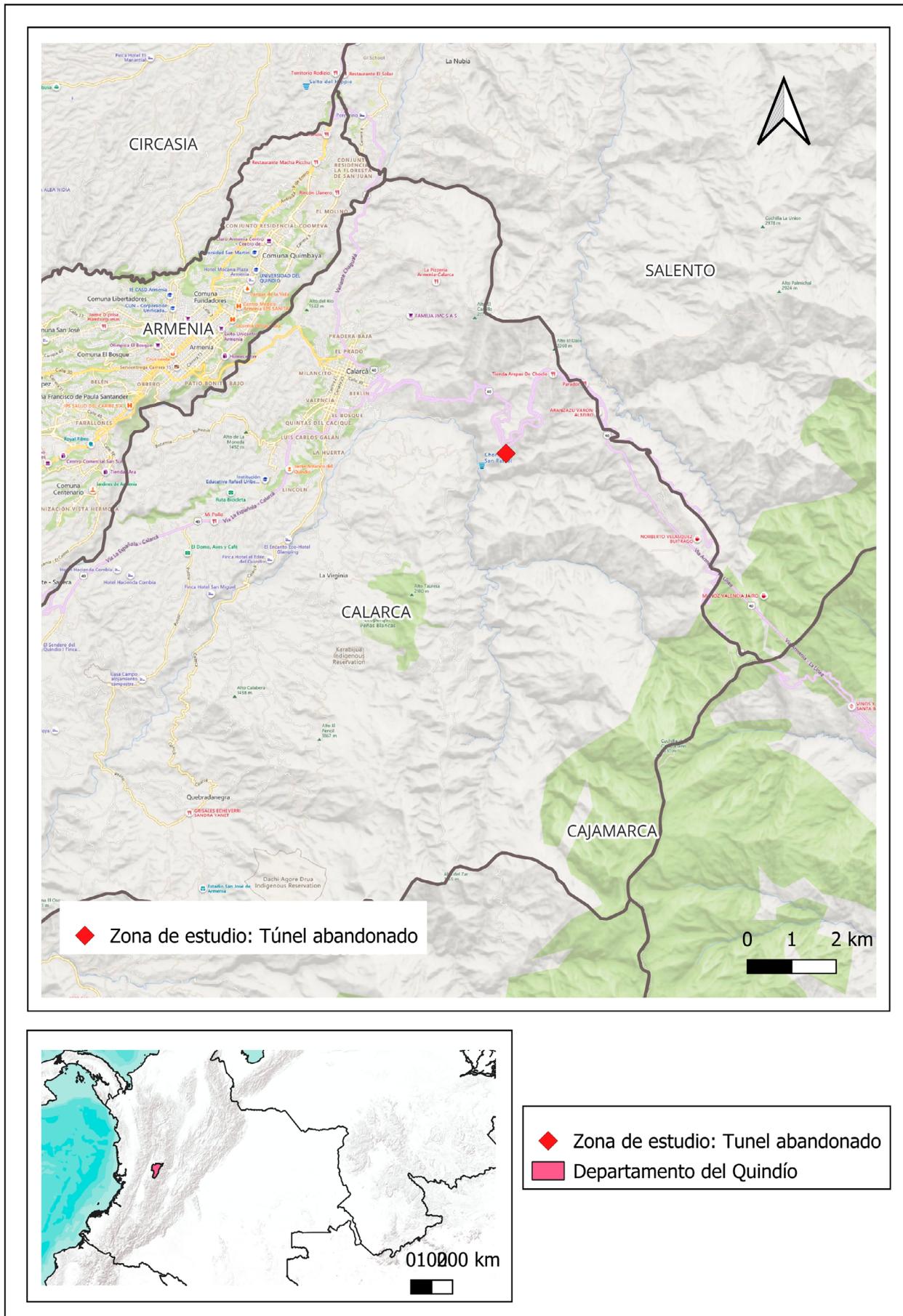
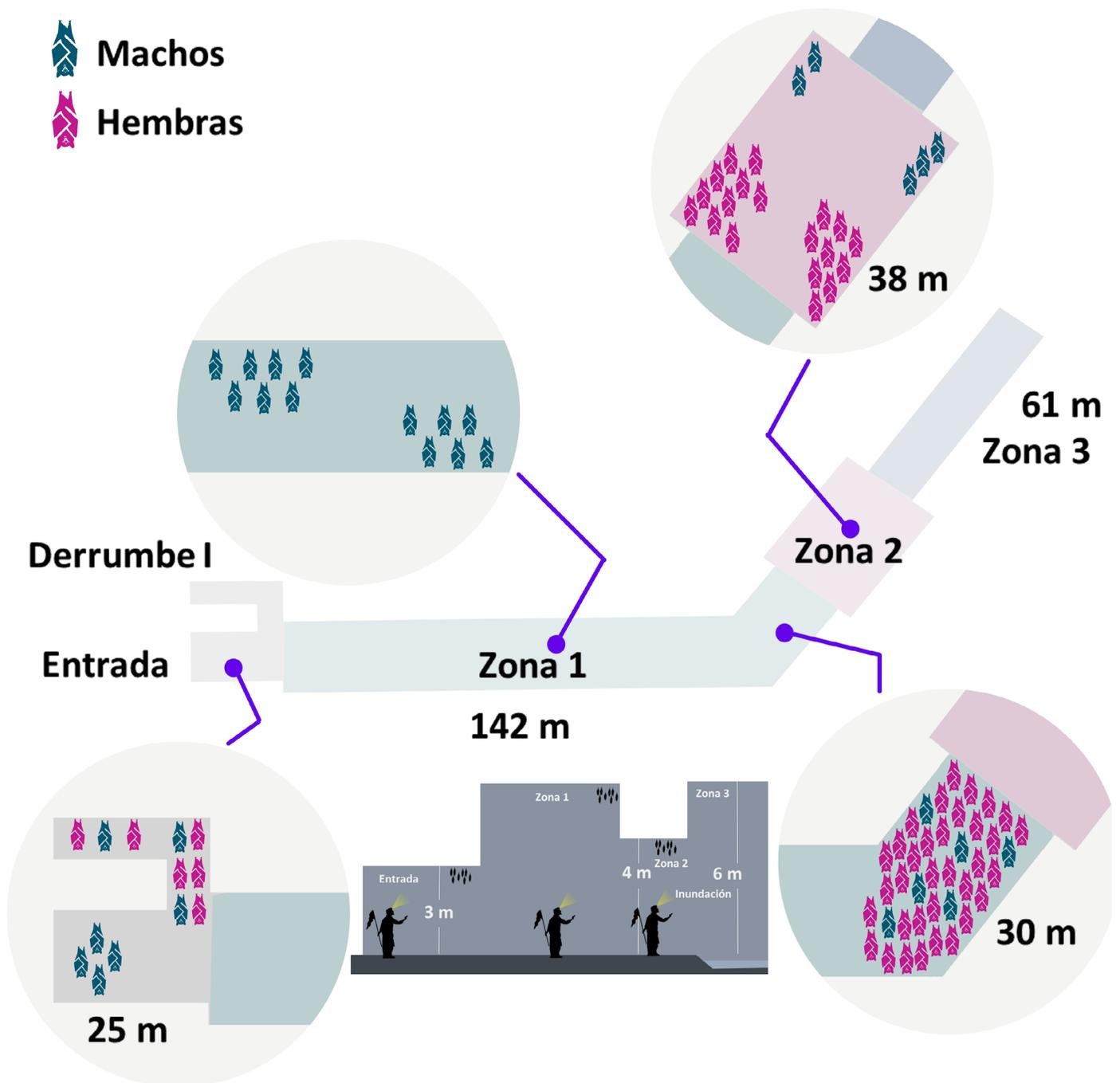


Figura 1. Localización de área de estudio. Túneles abandonados, vereda el Túnel, Calarcá Quindío, Colombia.



**Figura 2.** Zonificación del refugio: Entrada (E), 23m; Zona de derrumbe I (D1) 12m; Zona I (Z1), 142m; Zona de derrumbe II (D2), 30m; Zona II (Z2), 38m; Zona III (Z3), 61m.

*latidens* establecida en túneles artificiales en los Andes Centrales de Colombia. Específicamente, describimos la variación temporal de la proporción de sexos y los patrones de maduración ovulatoria en hembras, a fin de aportar evidencia sobre la ecología reproductiva de esta especie y discutir el papel de los refugios artificiales en su dinámica poblacional.

### Materiales y métodos

**Área de estudio.** Este estudio se desarrolló en túnel artificial, correspondiente a una excavación inconclusa realizada en la etapa inicial de las obras del proyecto vial “Túnel de la

Línea”, que se encuentra ubicada en el flanco occidental de la Cordillera Central de los Andes Centrales de Colombia a 2600 msnm, en la vía Calarcá (Quindío)– Cajamarca (Tolima), (4.514925 N; -75.607796) (Figura 1). El túnel abandonado tiene una longitud total de 220 metros con una morfología lineal de poca pendiente, ramificaciones y zonas diferenciadas por procesos de erosión, derrumbes e inundaciones.

La zonificación del túnel se realizó por medio de recorridos descriptivos, en los que se evaluó: la estructura, estabilidad y configuración espacial, alto y ancho de cada sección, de acuerdo a estas características el túnel se

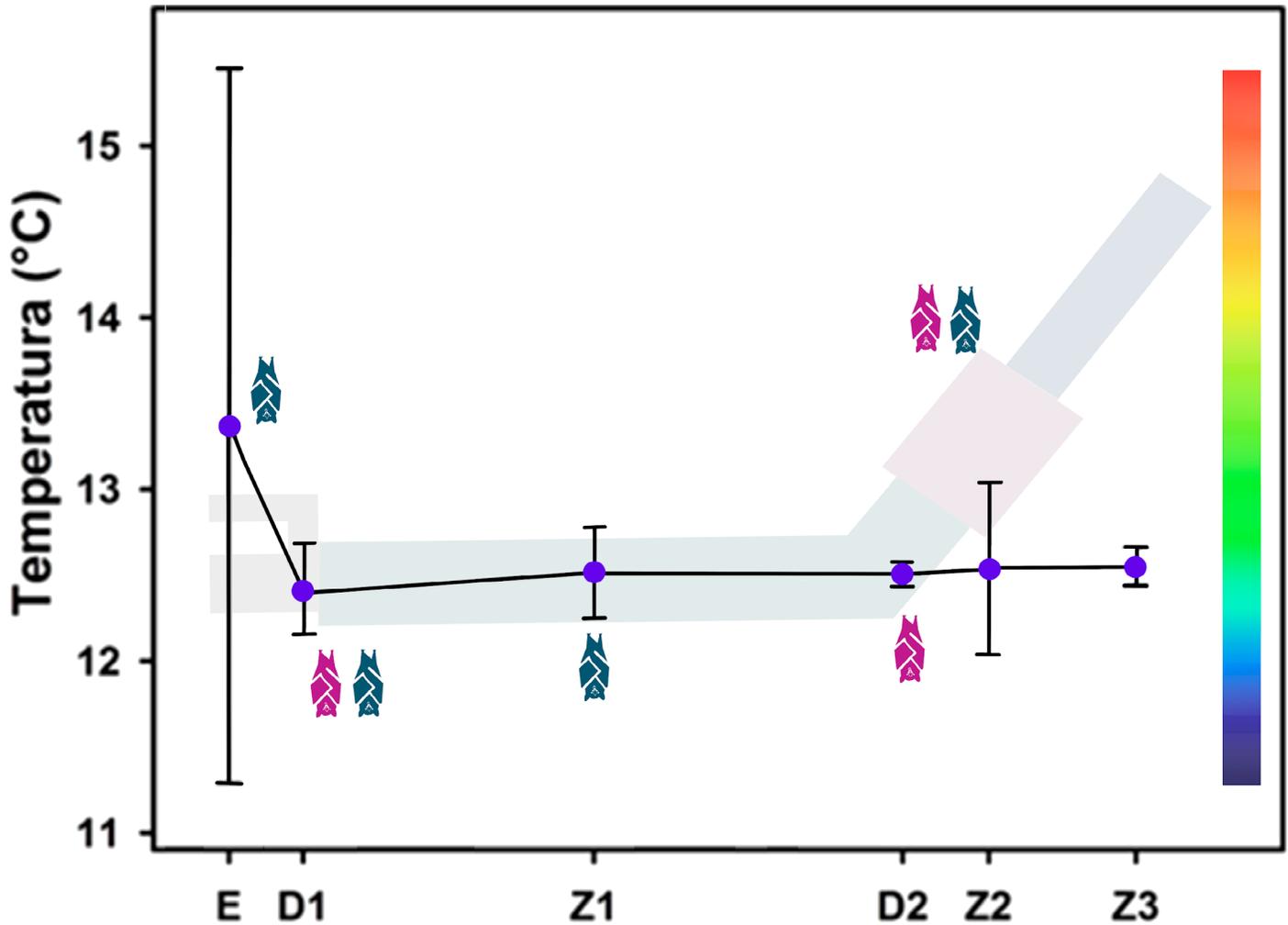


Figura 3. Promedio de temperatura (pt) para cada una de las zonas del refugio. (pt) = 12.55 °C.

dividió en las siguientes secciones: Entrada: un pasaje de 23 metros que conecta el interior y exterior, la entrada en su inicio es estrecha y se va expandiendo a un diámetro de 4 metros y una altura de 3 m; Zona de derrumbe I (D1): un tramo inestable con acumulación de piedras y detritos provenientes del techo colapsado, ubicado en el costado izquierdo de la entrada; La Zona I (Z1) corresponde al sector más extenso del sistema, con 142 m de longitud, presenta morfología de galería alargada de amplitud relativamente constante; Zona de Derrumbe II (D2), longitud de 4 m, conformada por acumulaciones de escombros que interrumpen parcialmente la continuidad del pasaje; Zona II (Z2) con una longitud de 38 metros y seis metros de ancho, seguida de la Zona III (Z3) con una longitud de 61 metros, se caracteriza por nivel de inundación superior a 40 cm. (Figura 2).

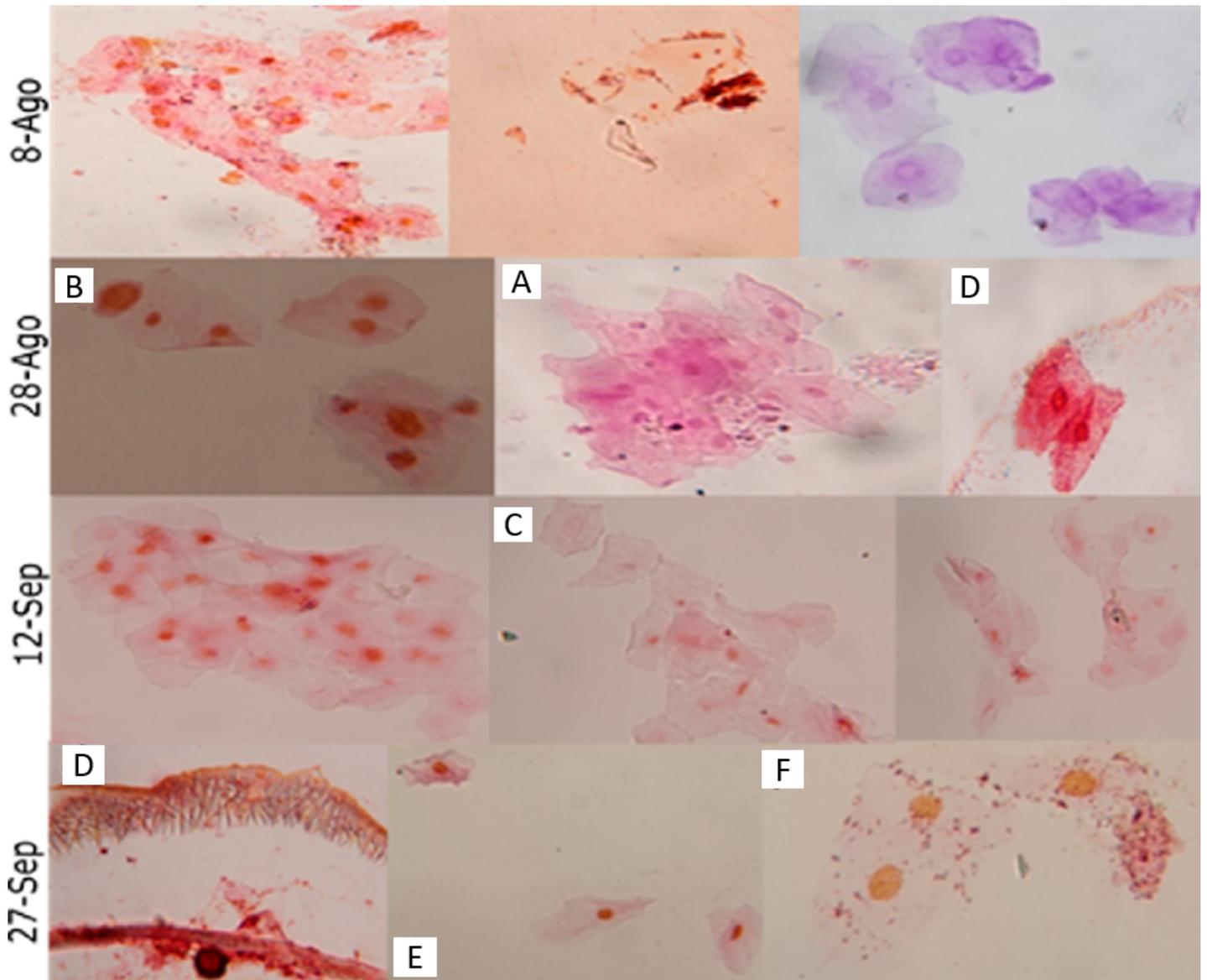
La temperatura y humedad relativa fueron monitoreadas en cada sección del túnel con el uso de datta loggers (Hobbo pro 8.02) lo cuales fueron calibrados para tomar datos cada 30 minutos en periodos de 20 días por sección entre los meses de agosto y noviembre del año 2016 (Figura 3).

La descripción del paisaje circundante corresponde a ecosistemas altoandinos, bosques de galería y pastizales

dedicados a la ganadería, que se alternan con áreas de explotación maderera de pino (*Pinus patula*). El clima de la zona se determinó de acuerdo con la clasificación de Koppen como (Af) tropical ecuatorial, tropical semihúmedo con reportes de precipitaciones.

Se realizaron un total de siete salidas de campo a intervalos de 15 días con dos días efectivos de trabajo entre agosto y noviembre del año 2016, cubriendo los periodos de altas y bajas precipitaciones para la zona; durante la fase de campo se realizaron procedimientos citológicos para reconocer el estado de maduración ovulatoria de las hembras en la colonia y conteos quincenales para establecer la proporción de hembras:machos y número de individuos en cada sección del túnel.

*Citologías y obtención de índices de maduración ovulatoria.* De la totalidad de individuos capturados se seleccionaron hembras adultas y pre adultas para la realización del procedimiento citológico siguiendo el protocolo propuesto por [Vela-Vargas \(2013\)](#), inoculando 1.5 ml de solución salina en la entrada vaginal con una micropipeta HUAWEL de 10 mm, procedimiento que se repitió durante dos minutos para obtener células escamadas del epitelio vaginal. Posteriormente, se extrajo la solución



**Figura 4.** Muestras citológicas de tracto vaginal de *A. latidens*. Células superficiales agrupadas en estratos (A), citoplasmas transparentes con bordes plegados (B) células con núcleos desnudos y núcleos picnóticos (C), formación de cristales de estrógeno (D), células naviculares con núcleos picnóticos (E) núcleos granulados presentan queratohialina (F).

salina, dejando secar alícuotas del líquido recuperado en láminas de vidrio que fueron ubicadas para su secado inicial, en una caja portaobjetos esterilizada. Las muestras fijadas en etanol al 95%, fueron llevadas al laboratorio de la universidad del Quindío donde se realizó tinción de Wright, siguiendo el protocolo propuesto por [Zerpa \(2003\)](#). Las hembras evaluadas fueron tatuadas con un número en la parte inferior del ala izquierda, siendo luego liberadas ([Torres-Flores y López-Wilchis 2010](#)).

Para la diagnosis citológica los frotis con descamación del epitelio vaginal fueron observados al microscopio, se estableció el valor de maduración de Meisel (VMM) ([Meisel 1967](#)) y el índice de maduración de Frost (IMF) ([Frost 1961](#)) con la asignación de un valor numérico para cada tipo de célula observada (células superficiales = 1; células intermedias = 0.5; células parabasales = 0) de acuerdo a lo propuesto por [Frost \(1961\)](#) y se calculó la distribución del tipo de células en cada fase ([Pelea y González 2003](#)).

La intensidad de la ovulación en la colonia se analizó a través de estadísticos de series de tiempo con medias móviles para datos no suavizados y un análisis de varianza. Adicionalmente, se evaluó la normalidad y la independencia de los datos a través del test de Kolmogorov Smirnov y Box. test en R studio (Team 2015).

*Proporción de sexos en perchas.* En cada una de las secciones del túnel, se identificaron sitios de percha y se realizaron capturas con una jama de longitud máxima de 4 metros, los individuos capturados fueron identificados siguiendo las claves de [Gardner \(2007\)](#), anotando medidas morfológicas externas, identificando sexo, estado reproductivo, estado de desarrollo y peso. Con la información compilada finalmente se estableció el número y proporción de hembras y machos para cada una de las zonas del túnel y para el total del refugio durante el periodo agosto-noviembre, a través de un análisis de varianza en SPSS 15.0.

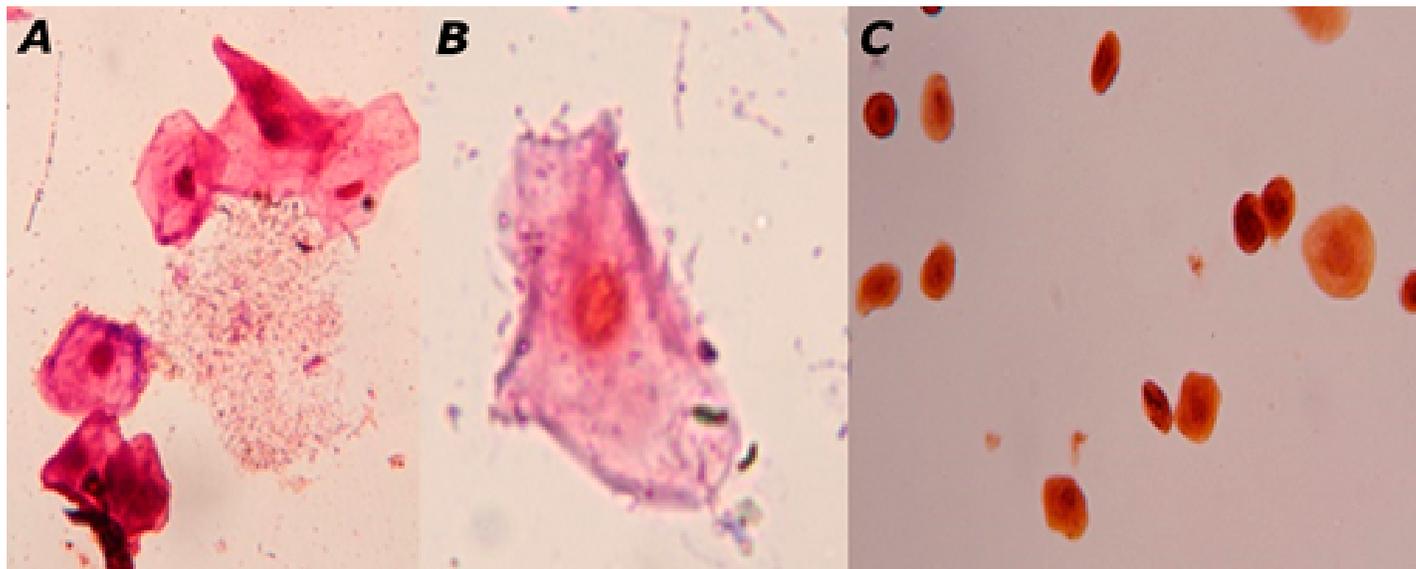


Figura 5. A) citoplasma y células intermedias; B) células superficiales con acumulación de glucógeno; C) células trofoblásticas.

**Resultados**

**Maduración celular y ovulación.** Los análisis citológicos muestran una alta acción trófica de los estrógenos en las células del epitelio vaginal durante las primeras semanas de agosto y finales de septiembre, con frotis que se componen principalmente por células intermedias y células superficiales agrupadas en estratos, citoplasmas transparentes con bordes plegados, células con núcleos desnudos y núcleos picnóticos (Figura 4). Se observan dos picos de acción estrogénica; el primero, ocurrido a comienzos de agosto con un VMM = 0,77 y el IMF en proporciones 1/58/39 para células parabasales, intermedias y superficiales respectivamente, y un segundo pico de ovulación, ocurrido durante la última semana de septiembre (VMM = 0,88 y el IMF en proporciones 2:63:65 para células parabasales, intermedias y superficiales respectivamente), el valor de desviación típica para los valores de maduración durante la temporada de agosto septiembre fue 0.001 (Tabla 1). El test de Kolmogorov muestra que los datos son independientes y presentan una distribución normal.

Tabla 1. Valores promedio de maduración celular (VM) quincenal y la desviación estándar (DV)

Fecha	% Maduración	DV
Agosto 8	0.77	0.27
Agosto 38	0.62	0.25
Septiembre 12	0.41	0.24
Septiembre 27	0.88	0.19
Octubre 27	0.55	0.25
Noviembre	0.22	0.25
Noviembre 21	0.15	0.02

Durante la temporada post reproductiva que comprende los meses de octubre y noviembre, el valor de desviación típica fue de 0.3 y los valores de maduración celular decrecen drásticamente con un VMM = 0,30 y el

IMF en proporciones 93:22:0 para células parabasales, intermedias y superficiales respectivamente. Los frotis se caracterizan por presentar células intermedias con acumulación de glucógeno en los bordes del citoplasma (Figura 5). Las muestras citológicas obtenidas para el mes de noviembre muestran los valores de maduración más bajos con promedios iguales o cercanos a cero, debido a la disminución de células superficiales (Figura 6). El porcentaje de células intermedias estuvo por debajo del 10%, lo que concuerda con los reportes de embarazos durante el último muestreo.

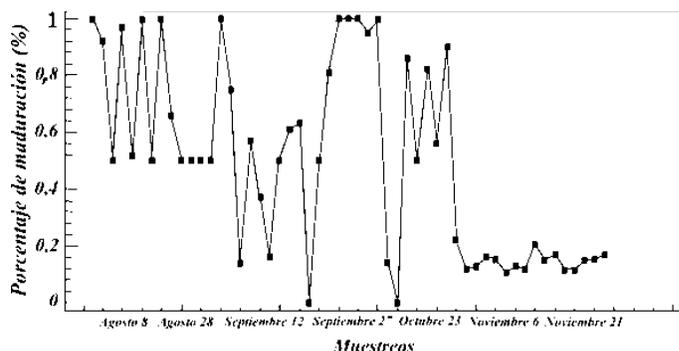


Figura 6. Estadístico de series de tiempo: se observan dos picos de actividad ovulatoria reportados durante la primera semana de agosto y la última semana de

**Proporción de sexos en perchas.** Durante la fase de campo fueron capturados un total de 444 individuos de *A. latidens*, con un total de 339 hembras de las cuales el 72 % fueron hembras adultas (Adultos = 244; juveniles = 95), un total de 105 machos de los cuales el 90% fueron adultos escrotados (Adultos = 94; Juveniles = 11) (Tabla 2), la distribución y proporción de sexos vario significativamente en función de la zona: la Entrada tuvo en general menor número de individuos con una proporción promedio 1:1, la Zona I presento una mayor proporción promedio de machos en perchas con promedios de cinco a seis individuos, en su mayoría machos, la zona Derrumbe II (D2) y Zona II

(Z2) presentaron la mayor concentración de individuos, cinco a diez individuos y la mayor proporción de hembras promedio = 7; la Zona 3 se caracterizó por la ausencia de individuos de *A. latidens* durante toda la fase de campo, en cambio se registraron tres individuos de *Myotis keasy* (hembras = 2; macho = 1) (Figura 2).

**Tabla 2.** Parámetros poblacionales durante el periodo reproductivo y gestación entre agosto-septiembre.

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Hembras	87	78	83	91
Machos	38	32	25	10
Proporción h/m	2:1	2:1	3:1	9:1

La proporción entre hembras y machos varió a través del tiempo con una disminución significativa del número de machos presentes en los meses de octubre y noviembre con proporciones respectivas: i) agosto = 2:1 (87/38); ii) septiembre = 2:1 (78/32); iii) octubre = 3:1 (83/25) y iv) noviembre = 9:1 (91/10).

## Discusión

La obtención de índices de maduración ovulatoria mediante identificación y recuento de células del epitelio vaginal constituye un método válido para establecer la fisiología y duración del periodo reproductivo en especies con diferentes intensidades del ciclo estral. Estudios en ovinos, donde se caracterizaron morfológicamente los distintos tipos celulares durante protocolos de sincronización, demostraron que la frecuencia relativa de células parabasales, intermedias y superficiales se correlaciona con los momentos más cercanos a la ovulación (Retamozo et al. 2021). Para quirópteros los estudios sobre reproducción a través de citologías han sido utilizados para establecer periodos reproductivos en ensamblajes de especies frugívoras y nectarívoras (Vela-Vargas et al. 2016). Más recientemente, en murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae de la cordillera Central, Antioquia, Colombia, la citología vaginal permitió identificar fases y patrones de ciclo mono y poliéstrico en hembras que externamente fueron clasificadas como no reproductivas (Mejía et al. 2024).

Rasweiler et al. (2000), reconocen la aparición de moco cervical con cristales de estrógenos en muestras citológicas para trece especies de murciélagos filostómidos; estos autores, mencionan que la acumulación de moco cervical durante la ovulación está relacionada con el transporte de espermatozoides a través del tracto reproductivo, por lo cual se considera como un indicador de ovulación o de acción estrogénica durante el ciclo estral. Por su parte, Castillo-Navarro et al. 2016; Vásquez-Mejía et al. (2024), reportan la aparición de moco cervical durante los periodos de ovulación de *Artibeus jamaicensis*; Greiner et al. (2011) reportan una alta concentración de estrógenos para más del 50% de hembras de *Saccopteryx bilineata* evaluadas durante dos momentos del periodo de cópulas, basados en la concentración de metabolitos secundarios en heces fecales.

Para los murciélagos del género *Anoura* (*A. geoffroyi*, *A. cultrata*, *A. peruana*) se ha descrito ciclos monoestrales con un momento reproductivo al año (Heideman et al. 1992). Zortéa (2003) reportan diferencias en la proporción de sexos durante el periodo copula post cópula lo cual, coincide con nuestros resultados, siendo este el primer estudio sobre la fisiología reproductiva de *A. latidens* y el primer reporte de una colonia estable en el departamento del Quindío. Consideramos como un aporte de nuestro estudio a la descripción de la actividad hormonal a partir de citologías en quirópteros, la implementación de categorías de maduración celular del epitelio vaginal, asignando valores numéricos a cada tipo celular para la construcción de índices hormonales, como ha sido previamente implementado en citologías humanas (Frost 1961; Meisel 1967; Pelea y González 2003).

**Proporción de sexos en perchas.** La proporción y distribución de sexos al interior del refugio en nuestra colonia de *A. latidens*, corresponde a un comportamiento anteriormente descrito para otros representantes del género, como *A. caudifer* (Tirira 2017) y *A. geoffroyi* (Heideman et al. 1992, Galindo-Galindo et al. 2000, Morales-Rivas 2016; Saldaña-Vázquez et al. 2020), y se asocia a una partición funcional de roles según el estado de desarrollo reproductivo de los individuos, según Bradbury (1977); Kunz (1982); Gallardo y Lizcano (2014), la variación en el número de individuos y proporción de sexos en perchas es una conducta social típica en filostómidos que puede estar relacionada a: i) aspectos comportamentales, con machos dominantes formando harenes de varias hembras y machos juveniles formando grupos pequeños y aislados (McCracken y Bradbury 1981; McCracken y Wilkinson 2000; Senior et al. 2005) y ii) a requerimientos fisiológicos diferenciales con hembras grávidas ocupando zonas con microclimas más estables (Kunz 1982; Racey y Entwistle 2000).

De manera interesante, la itinerancia en nuestro estudio está referida al abandono del refugio por parte de los machos durante el periodo post cópula. Se ha sugerido que la proporción de individuos en los refugios es una función de la disponibilidad de recursos (Kunz 1982; Villalobos-Chaves 2016; Kelm et al. 2021); toda vez que, las hembras lactantes presentan mayores demandas fisiológicas (Kurta et al. 1989). En este sentido, se podría plantear como hipótesis a ser desarrollada en trabajos futuros, que, para sistemas de oferta alimenticia más constante, como los encontrados en la zona ecuatorial, las hembras de *A. latidens* tiendan a permanecer, durante la lactancia, en los mismos refugios de cópula, mientras que la presencia intermitente de los machos se debe a su comportamiento de exploración de otras colonias de hembras en disponibilidad para la reproducción.

Para la región central de los Andes colombianos, no se presenta una estacionalidad climática marcada, situación que se asocia a la hipótesis planteada (Melo y Ruiz 2024). No obstante, es necesario: i) ampliar los tiempos de monitoreo de la colonia al ciclo anual; y ii) complementar los mismos con marcaje espacial de hembras y machos para determinar

la escala de los movimientos de individuos marcados, entre refugios a lo largo del año.

La colonia de *A. latidens* aquí estudiada presenta un ciclo reproductivo monoestral, caracterizado por segregación espacial de sexos y zonas de fusión para la cópula; con machos itinerantes y conformación de colonias de maternidad. Nuestro estudio documenta por primera vez el ciclo reproductivo para *Anoura latidens*, especie típica de los Andes de Colombia y Venezuela y propone la necesidad de realizar estudios que permitan entender: a profundidad: i) el efecto de las dinámicas reproductivas en la estructuración social de los murciélagos en ecosistemas altoandinos; y ii) el rol y efecto de los refugios naturales y artificiales en la ecología de las especies andinas de quirópteros.

### Agradecimientos

Queremos expresar nuestros agradecimientos a Tatiana Velásquez Roa y Andrés José Sierra por su importante apoyo durante la fase de campo, a la profesora Marleny Salazar de la Universidad del Quindío por su apoyo y asesoría.

### Literatura citada

- Bradbury JW. 1977. Social organization and communication. In: Wimsatt WA, editor. *Biology of bats*. Vol. 3. New York (USA): Academic Press; p. 1–72.
- Carvajal-Ortiz AJ, Romero-Ramírez BA, Díaz-López SM, y Bolívar-Santamaría S. 2025. Identificación de áreas prioritarias para conectar fragmentos boscosos en una zona de los Andes, Colombia. *Colombia Forestal* 28: e21956. <https://doi.org/10.14483/2256201X.21956>
- Castillo-Navarro Y, Víctor HS, y Ramírez-Pinilla MP. 2016. Biología reproductiva de *Artibeus lituratus* y *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae: Stenodermatinae) en un área urbana en Colombia. *Mastozoología Neotropical* 24:69–84.
- Dorrestein A, Westcott D, Martin JM, Phalen D, Rose K, y Welbergen JA. 2024. Bat mating systems—a review and recategorisation. *Ecology and Evolution* 14:e70149. <https://doi.org/10.1002/ece3.70149>
- Findley JS. 1993. *Bats: a community perspective*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Frost AA, Leeds AA, Dore CJ, Madeiros S, Brading S, y Dornhorst A. 1961. Glycaemic index as a determinant of serum HDL-cholesterol concentration. *The Lancet* 353:1045–1048. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)07164-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)07164-5)
- Galindo-Galindo C, Castro-Campillo A, Salame-Méndez A, y Ramírez-Pulido J. 2000. Reproductive events and social organization in a colony of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) from a temperate Mexican cave. *Acta Zoológica Mexicana* 80:51–68. <https://doi.org/10.21829/azm.2000.80801891>
- Gallardo AO, y Lizcano DJ. 2000. Reproductive events and social organization in a colony of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) from a temperate Mexican cave. *Acta Zoológica Mexicana* 80: 51–68. <https://doi.org/10.15446/abc.v19n2.30207>
- Gardner AL, editor. 2007. *Mammals of South America*. Vol. 1, Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Chicago (USA): University of Chicago Press.
- Greiner S, Schwarzenberger F, y Voigt CC. 2011. Predictable timing of oestrus in the tropical bat *Saccopteryx bilineata* living in a Costa Rican rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 27:121–131. <https://doi.org/10.1017/S0266467410000696>
- Heideman PD, Deoraj P, y Bronson FH. 1992. Seasonal reproduction of a tropical bat, *Anoura geoffroyi*, in relation to photoperiod. *Journal of Reproduction and Fertility* 96:765–773. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0960765>
- Heideman RD, Bhatnagar KR, Hilton FK, y Bronson FH. 1996. Melatonin rhythms and pineal structure in a tropical bat, *Anoura geoffroyi*, that does not use photoperiod to regulate seasonal reproduction. *Journal of Pineal Research* 20:90–97.
- Kelm DH, Toelch U, y Jones MM. 2021. Mixed-species groups in bats: non-random roost associations and roost selection in neotropical understory bats. *Frontiers in Zoology* 18:53. <https://doi.org/10.1186/s12983-021-00437-6>
- Kunz TH. 1982. Roosting ecology of bats. In: Kunz TH, editor. *Ecology of bats*. New York (USA): Plenum Press; p. 1–55. [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3421-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-3421-7_1)
- Kunz TH, y Fenton MB. 2005. *Bat ecology*. Chicago (USA): University of Chicago Press.
- Kurta A, Bell GP, Nagy KA, aynd Kunz TH. 1989. Energetics of pregnancy and lactation in free-ranging little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Physiological Zoology* 62:804–818. <https://doi.org/10.1086/physzool.62.3.30157928>
- Melo A, y Ruiz C. 2024. Informe de predicción climática en la región Andina de Colombia. Bogotá (COL): Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Mejía EJ, Salazar SE, Blandón LFG, Castaño AL, y Ramírez ACC. 2024. Caracterización reproductiva de murciélagos (Mammalia Chiroptera) en una zona periurbana del norte de la Cordillera Central, Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria* 48:8.
- McCracken GF, y Bradbury JW. 1981. Social organization and kinship in the polygynous bat *Phyllostomus hastatus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 8:11–34. <https://doi.org/10.1007/BF00302840>
- McCracken GF, y Wilkinson GS. 2000. Bat mating systems. In: Crichton EG, and Kruttsch PH, editors. *Reproductive biology of bats*. San Diego (USA): Academic Press; p. 3–5. <https://doi.org/10.1016/B978-012195670-7/50009-6>
- Morales-Rivas AE. 2016. *Dieta, actividad y reproducción de los murciélagos Anoura geoffroyi y Sturnira hondurensis en el bosque nublado del Parque Nacional Montecristo, El Salvador*. [PhD thesis]. [San Salvador (SAL)]: Facultad de

- Ciencias Naturales y Matemática.
- Ocampo-González P, López-Wilchis R, Espinoza-Medinilla EE, aynd Rioja-Paradela TM. 2021. A review of the breeding biology of Chiroptera. *Mammal Review* 51:338–352. <https://doi.org/10.1111/mam.12236>
- Pelea CL, y González JF. 2003. Citología ginecológica: de Papanicolaou a Bethesda. Madrid (ESP): Editorial Complutense.
- Racey PA, y Entwistle AC. 2000. Life-history and reproductive strategies of bats. In Crichton EG, and Krutzsch PH, editors. *Reproductive biology of bats*. New York (USA): Academic Press; p. 364-414.
- Rasweiler JJ, y Badwaik NK. 2000. Anatomy and physiology of the female reproductive tract. In: Crichton EG, and Krutzsch PH, editors. *Reproductive biology of bats*. San Diego (USA): Academic Press; p.157–208. <https://doi.org/10.1016/B978-012195670-7/50006-0>
- Retamozo AA, Arbués RM, y Flores-Quintana CI. 2021. Características morfológicas y frecuencia de las células del epitelio vaginal durante un tratamiento de sincronización de celo en ovejas. Corrientes (ARG): XLI Sesión de Comunicaciones Científicas, Facultad de ciencias veterinarias.
- Saldaña-Vázquez RA, Ortega J, Guerrero JA, Aiza-Reynoso MI, MacSwiney GMC, Aguilar-Rodríguez PA, et al. 2020. Ambient temperature drives sex ratio and presence of pregnant females of *Anoura geoffroyi* (Phyllostomidae) bats living in temperate forests. *Journal of Mammalogy* 101:234–240. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz186>
- Senior P, Butlin RK, y Altringham JD. 2005. Sex and segregation in temperate bats. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 272:2467–2473. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3237>
- Taddei VA. 1980. Biología reproductiva de Chiroptera: perspectivas e problemas. *Inter-Facies, Escritos e Documentos* 6:1–18.
- Torres-Flores JW, aynd López-Wilchis R. 2010. Condiciones microclimáticas, hábitos de percha y especies asociadas a los refugios de *Natalus stramineus* en México. *Acta Zoológica Mexicana* 26:191–213. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.261687>
- Tirira D. 2017. A field guide to the mammals of Ecuador: including the Galápagos Islands and the Ecuadorian Antarctic zone. Quito (ECU): Asociación Ecuatoriana de Mastozoología.
- Vásquez-Mejía EJ, Escobar-Salazar S, Gil LF, Castaño AL, Cadavid AC, y Gómez-Ruiz DA. 2024. Caracterización reproductiva de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en una zona periurbana del norte de la Cordillera Central, Antioquia, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria* 48:e1496.
- Vela-Vargas IM. 2013. *Variaciones en la fenología reproductiva de las especies de murciélagos en dos sistemas ganaderos: efecto de la disponibilidad de recursos*. [MSc thesis]. [Bogotá (COL)]: Pontificia Universidad Javeriana.
- Vela-Vargas IM, Pérez-Pabón L, Larrín P, y Pérez-Torres, J. 2016. Vaginal smears: A key source of information on the estrous cycle of Neotropical bats. *Mastozoología Neotropical* 23:139–145.
- Villalobos-Chaves D. 2016. Understory bat roosts, availability and occupation patterns in a Neotropical rainforest of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 64:1333–1343. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i3.21093>
- Voigt CC, y Speakman JR. 2007. Nectar feeding bats fuel their high metabolism directly with exogenous carbohydrates. *Functional Ecology* 21:913–921. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01321.x>
- Zafra D. 2021. *Propuesta para la conservación de cuevas y cavernas en la Región Andina de Colombia*. [Specialist Thesis]. [Medellín (COL)]: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Zerpa R. 2003. Rompiendo paradigmas en la observación microscópica: comunicación preliminar. *Anales de la Facultad de Medicina* 64:267–273. <https://doi.org/10.15381/anales.v64i4.1434>
- Zortéa M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian savannas. [MSc Thesis]. [São Carlos (BRA)]: Universidade Federal de São Carlos.

Editor asociado: Cintya Segura Trujillo

Sometido: Agosto 6, 2025; Revisado: Septiembre 11, 2025

Aceptado: Septiembre 25, 2025; Publicado en línea: Septiembre 30, 2025

