



Diversidad de mamíferos silvestres en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica

Diversity of wild mammals in agroecosystems with coffee, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica

 ^{1*} RONALD J. SÁNCHEZ-BRENES,  ² JAVIER MONGE MEZA

¹ Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Agronomía Doctorado en Ciencias Agrícolas; Universidad Nacional, Sede Regional Chorotega, Campus Liberia

² Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Agronomía, Centro de Investigación en Protección de Cultivos, Instituto de Investigaciones Agronómicas



Editor responsable: Sonia Gallina Tessaro

Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)

*Autor corresponsal:

 Ronald J. Sánchez-Brenes
ronald.sanchez.brenes@una.cr

Cómo citar.

Sánchez-Brenes, R. J y Monge, J.
(2024) Diversidad de mamíferos silvestres en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 40, 1–23.

10.21829/azm.2024.4012592
elocation-id: e4012592

Recibido: 26 enero 2023
Aceptado: 05 abril 2024
Publicad: 06 junio 2024

RESUMEN. Los agroecosistemas con café (*Coffea arabica*) son reservorios de biodiversidad donde se pueden encontrar especies de fauna, entre ellos algunos mamíferos. Los estudios de mamíferos en este hábitat han ido aumentando en los últimos años. Es importante conocer la riqueza, abundancia y diversidad de especies, así como los periodos de actividad para conocer a profundidad la dinámica en un sistema productivo como los cafetales. El objetivo es determinar la diversidad de mamíferos en agroecosistemas con café en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Para ello, se utilizaron diferentes métodos de captura (trampas de captura viva tipo Sherman, Havahart, cámaras trampa y redes de niebla) las cuales se colocaron en sitios estratégicos durante tres años de muestreo. Se detectaron 22 especies de mamíferos clasificadas en tres grupos según su abundancia: mayor, media y menor. La mayor presencia de mamíferos se dio en las etapas fenológicas de floración-



llenado y de fruto-hoja (al final de la cosecha). Se obtuvieron datos de mamíferos en horarios diurnos y nocturnos. El índice de diversidad Shannon H tuvo un resultado de 1,80, mientras que el de Berger-Parker $d= 0,69$. Según esta investigación, así como con otros estudios, se puede considerar que los agroecosistemas con café son un hábitat alternativo de apoyo para la protección de especies de mamíferos y otra fauna asociada.

Palabras clave: abundancia; fauna silvestre; periodos de actividad; riqueza

ABSTRACT. Agroecosystems with coffee (*Coffea arabica*) are biodiversity reservoirs where fauna species can be found, including some mammals. Mammal's studies in this habitat have been increasing in recent years. It is important to know the richness, abundance, and diversity of species, as well as the periods of activity to understand the dynamic in a productive system such as coffee plantations. The aim is to determine the diversity of mammals in coffee agroecosystems in Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. To do this, different capture methods were used (Sherman, Havahart type live capture traps, camera traps and mist nets) which were placed in strategic sites for three years of sampling. 22 species of mammals were detected, classified into three groups according to their abundance: higher, medium, and less. The higher presence of mammals occurred in the phenological stages of flowering-filling and fruit-leaf (at the end of the harvest). Data were obtained from mammals during daytime and nighttime hours. The Shannon H diversity index had a result of 1.80, while the Berger-Parker $d= 0.69$. According to this research, as well as other studies, coffee agroecosystems can be considered an alternative supporting habitat for the protection of mammal species and other associated fauna.

Key words: abundance; activity periods; richness; wildlife

INTRODUCCIÓN

El café se cultiva en regiones tropicales del mundo donde frecuentemente se traslapa con sitios donde hay alta biodiversidad (Caudill & Rice, 2016). El manejo de los cafetales con árboles con copas bien estructuradas, diversificadas y densas es una estrategia de conservación que promueve, protege y soporta el hábitat para la vida silvestre con altos niveles de biodiversidad (Manson *et al.*, 2008). Asimismo, proporciona medios de vida sostenibles para las comunidades locales y los propietarios de fincas (Vandermeer & Perfecto, 2007; Cassano *et al.*, 2012). Además, los agroecosistemas con café se han reconocido como corredores biológicos (Passami & Ribeiro, 2009) y refugio alternativo (Guzmán *et al.*, 2016; De Beenhouwer, 2013; Campera *et al.*, 2021), dado que proporcionan hábitats adecuados para muchas especies, por lo que cumplen un papel importante en su conservación (Hansen *et al.*, 1991; Perfecto *et al.*, 1996; Rice & Ward, 1996).

Varios estudios han demostrado que las fincas de café con sombra establecidas bajo el dosel forestal son ejemplos de buenas prácticas agrícolas asociadas a la conservación de especies (Tadesse *et al.*, 2014). Este potencial de los agroecosistemas con café como refugio para la vida silvestre (Perfecto *et al.*, 2003; Bali, Kumar & Krishnaswamy 2007; Sari *et al.* 2020) puede colaborar a mantener la biodiversidad (Imron *et al.*, 2022), desde insectos hasta mamíferos (Perfecto *et al.*, 2003; Sari *et al.*, 2020; Bali *et al.*, 2007).

De acuerdo con Caudill & Rice (2016), la cantidad de estudios sobre mamíferos en agroecosistemas se está incrementando. Estos autores, además añaden que existen muchas dudas

sobre cómo los mamíferos responden a diversos grados de cobertura de sombra e intensidad de manejo dentro de las fincas de café y cómo se puede mejorar este refugio potencial para los mamíferos en estos paisajes fragmentados. La estructura de la vegetación en el cultivo de café se relaciona directamente con la presencia de mamíferos (Gallina *et al.*, 1996). Los cafetales de Rincón de Mora, San Ramón, Costa Rica, poseen los tres estratos de vegetación (árboles, arbustos y herbáceas) (Sánchez & Moya, 2018) de manera más simplificada que un bosque. Por lo tanto, al conocer las características de estos agroecosistemas, la presente investigación se enfocó en determinar la diversidad de mamíferos silvestres presentes en cultivos de café de esta localidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en dos fincas colindantes con un área de 6,2 ha, ubicadas en la comunidad de Rincón de Mora (10° 0' 44" N, 84° 7' 28" O, y 10° 0' 34" N, 84° 7' 28" O) a 2.5 Km al sur del distrito de San Rafael, cantón de San Ramón, provincia de Alajuela, Costa Rica. El paisaje que predomina en la zona son los agroecosistemas con café con sombra. Las fincas objeto de estudio se ubican entre los 1,200 y 1,250 m s.n.m., con pendientes de 15, 30 y 45 % (Sánchez & Moya, 2018). El tipo de sombra presente en estos agroecosistemas con café es policultivo comercial en el cual los árboles originales del bosque son reemplazados por otras especies útiles de sombrío (Moguel & Toledo, 1999).

En esta zona se presenta una precipitación de 3,461 mm por año, con una temperatura promedio de 20 °C y una humedad relativa de 92 % (CIGEFI, 2019). El uso de suelo de las fincas es de 3.5 ha en agroecosistema con café, 1.5 ha en forestal, 1,266 m² de cultivo de mora (*Rubus spp.*) (mora), un invernadero de 343 m² y el área restante 1,266 m² corresponde a construcciones (Fig. 1).

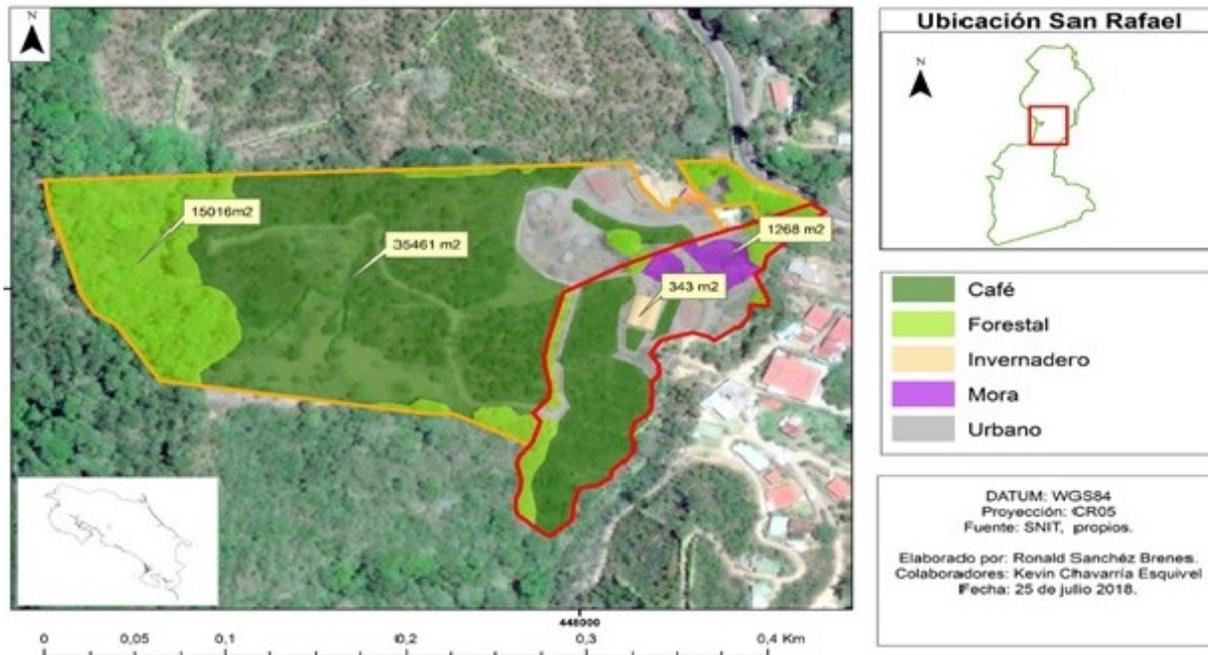


Figura 1. Ubicación del área de estudio en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022.

RIQUEZA.

Muestreo de mamíferos pequeños. Para esta investigación se clasificó previamente para los

muestreos como mamíferos pequeños no voladores a las ardillas, ratas, ratones, taltuzas y musarañas.

Se utilizaron un total de 73 trampas de captura viva tipo Sherman, colocadas en línea de acuerdo con la topografía del terreno (Manson *et al.*, 2008; Cáceres *et al.*, 2011; Theuerkauf *et al.*, 2011). Estas trampas se dispusieron únicamente en el cultivo de café. Cada una de las trampas de captura viva se separaron cada 10m, distribuidas en 11 estaciones fijas nombradas de la letra A hasta la K y numeradas del uno al siete (Fig. 2).

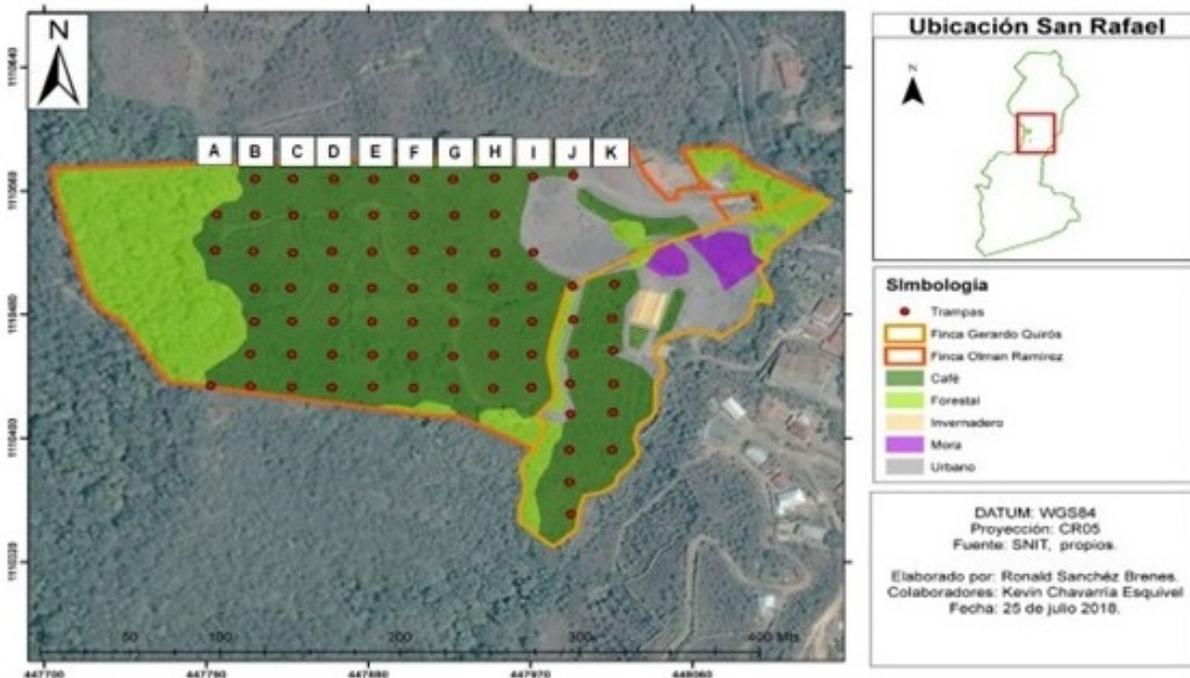


Figura 2. Distribución de trampas de captura viva tipo sherman para mamíferos pequeños en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022.

La intensidad de muestreo fue de 156 días (3,744 horas) distribuidos a lo largo de tres años en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de café. Las trampas se activaron en periodos de 24 horas con revisión una vez por día para verificar la captura de individuos, marcarlos y cambiar cebos. El cebo utilizado fue una mezcla de avena, mantequilla de maní, vainilla y embutidos. Asimismo, se usaron cámaras trampa Bushnell HD modelo 119740 (B&H Foto & Electronics Corp. 420 9th Ave, Nueva York, Estados Unidos).

Muestreo de mamíferos medianos y grandes. Se consideraron como mamíferos medianos *Procyon lotor* Linnaeus (mapache), *Dasyprocta punctata* Gray (guatusa), *Dasytus novemcinctus* Linnaeus (armadillos), *Didelphis marsupialis* Linnaeus, y *Philander melanurus* Thomas (zorros), *Nasua narica* Linnaeus (pizotes), entre otros de tamaños similares. Se interpretó como mamíferos grandes a *Canis latrans* Say (coyotes), *Puma concolor* Linnaeus (puma), *Galictis vittata* Schreber (grisón) y *Eira barbara* Linnaeus (tolomuco). Para determinar la riqueza de los mamíferos medianos se usaron dos métodos de trampeo, el primero mediante trampas Havahart (HH 1085 EZ 1 Puerta 81 x 25,5 x 30,5cm,) y el segundo por cámaras trampa. Mientras que los mamíferos grandes solo se muestrearon con las cámaras trampa. Se colocaron siete trampas Havahart en sitios estratégicos (árboles frutales, madrigueras, musáceas, lugares de paso, cerca de fuentes de agua) (Manson *et al.*, 2008; Caudill *et al.*, 2014; Torre *et al.*, 2016) (Fig. 3).

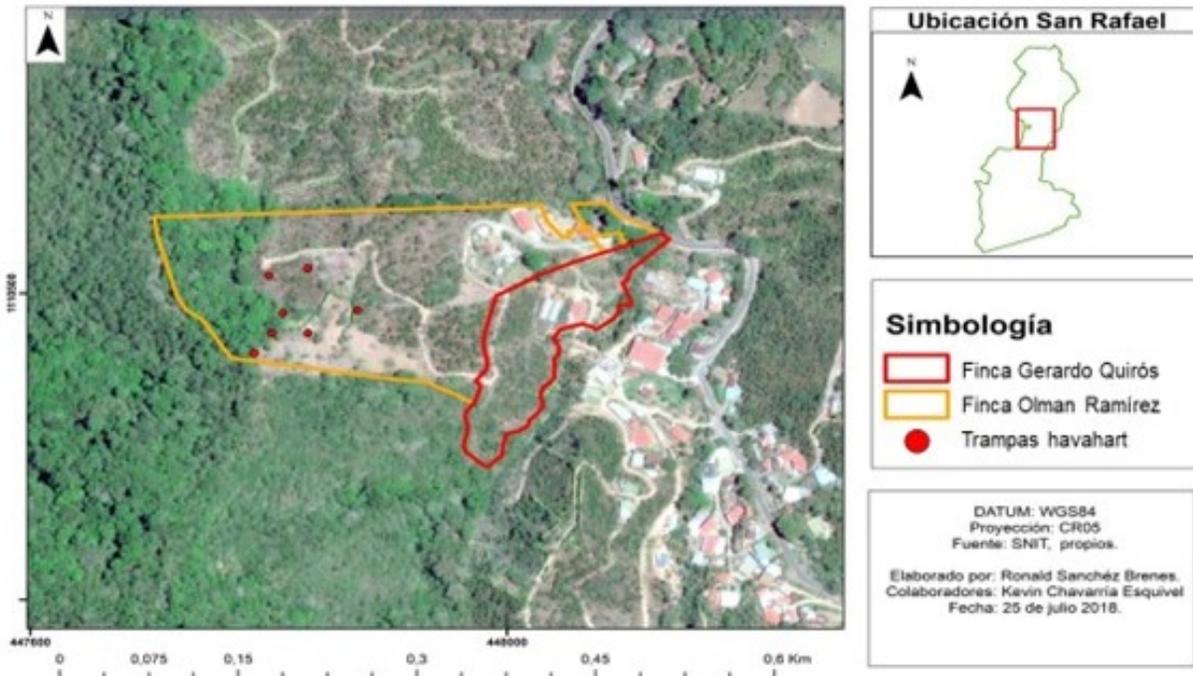


Figura 3. Distribución de siete trampas havahart para mamíferos medianos en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022.

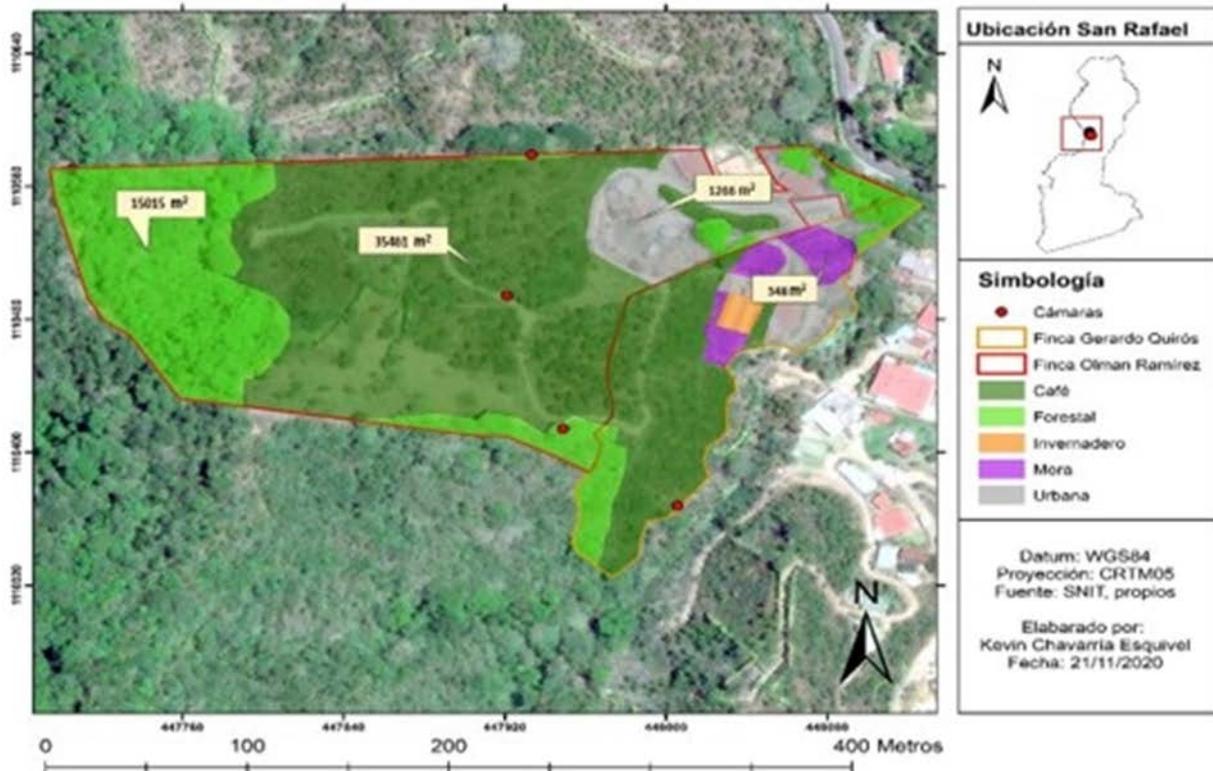


Figura 4. Distribución de cuatro cámaras trampa para mamíferos medianos en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022.

Las trampas Havahart se colocaron al mismo tiempo que las trampas de captura viva tipo Sherman en un total de 156 días a lo largo de dos años (3,744 horas). Se colocó el cebo en horas

de la tarde (16:00 horas) y se revisaron al día siguiente en horas de la mañana (08:00 horas) para identificar el animal capturado, marcarlo y cambiar el cebo. La carnada utilizada fue la misma que se puso en las trampas de captura viva tipo Sherman para mamíferos pequeños, además de algunas frutas y vegetales como bananos, plátanos, naranjas, tomates, los cuales se cambiaron en cada revisión de trampa.

En cuanto a las cámaras trampa se usaron cuatro dispositivos. Al igual que las trampas Havahart se colocaron en sitios estratégicos (Manson *et al.*, 2008; Caudill *et al.*, 2014; Torre *et al.*, 2016). Estos dispositivos se ubicaron a una altura de 20 a 50 cm del suelo, y no se utilizaron cebos ni sustancia que atrajeran a los mamíferos en el sitio donde se colocó la cámara (Lizcano, 2018). Las cámaras funcionaron en modo mixto (foto y video) de manera continua durante 3 años de muestreo (26,280 horas). Solo se desactivaron para obtener los datos almacenados en las tarjetas SD y cambiar las baterías en los momentos requeridos (Fig. 4).

Muestreo de mamíferos voladores. Se colocaron dos redes de niebla con una longitud de 12 m por 2,5 m de alto. Al ser redes extensas, se colocaron cerca de lugares que por sus características se consideran que serían usados por los murciélagos (Bracamonte, 2018), en este caso las calles del cafetal. La intensidad de muestreo fue de 15 días durante los dos años, se inició a las 16:30 horas con la colocación y se quitaron a las 23:00 horas. Este periodo se definió con base en que la actividad de los murciélagos es más frecuente durante esas horas, asimismo se evitó colocar redes en días de luna llena, dado que la actividad de los murciélagos disminuye (Bracamonte, 2018). Los individuos capturados se liberaron de las redes de niebla, se identificaron mediante claves dicotómicas y literatura disponible Mora *et al.* (2020). Finalmente se marcaron con abalorios de colores y liberaron.

Base de datos de riqueza. Una vez capturados los mamíferos por los diferentes tipos de muestreos utilizados, se hizo una base de datos. Para ello, se hizo una matriz en el programa Excel en el cual se incluyó el nombre común, familia, especie, fecha y hora.

ABUNDANCIA

Capturas. Con los mamíferos capturados en trampas de captura viva tipo Sherman, Havahart y redes niebla, se procedió al marcaje de cada individuo. Para ello, se durmieron los animales con ayuda de un especialista en vida silvestre. Se utilizaron dardos tranquilizantes y el anestésico Zoletil 50. Este tranquilizante es una combinación de Tiletamina y Zolazepam, que genera un efecto anestésico con alto margen de seguridad, analgésico y relajante muscular, las dosis utilizadas oscilaron entre 0,1 a 1 ml dependiendo el tamaño del mamífero capturado (Chinchilla *et al.*, 2005). Después de anestesiarlos se procedió a marcar los individuos, para ello se escogió una de las orejas y se registró como I para la oreja izquierda o D para la derecha. Posterior a escoger la oreja, se hizo una perforación con aguja y se colocaron diferentes combinaciones de abalorios de colores con cuerda de pescar para realizar la diferenciación entre los individuos capturados y contabilizar la abundancia de las especies. Después del marcaje, se realizó otra base de datos en el programa Excel la cual contenía el tipo y nombre de trampa, nombre común, familia, especie, fecha, hora, número de trampa y marca.

Índice de abundancia relativa (IAR): Para estimar el IAR con las capturas de las cámaras trampa, se usó la siguiente fórmula, $IAR = C/EM * 1000$ días trampa.

En donde:

C = Capturas o eventos fotografiados

EM= Esfuerzo de muestreo (No. De cámaras * días de monitoreo (estacional o total))

Se tomaron en cuenta como captura tres criterios: a) Fotografías consecutivas de diferentes individuos, b) Fotografías consecutivas de la misma especie separadas por 24h y c) Fotografías no consecutivas de la misma especie (Lira-Torres & Briones-Salas, 2012; Lyra-Jorge *et al.*, 2008).

REGISTRO DE ACTIVIDAD

Base de datos. Los periodos de actividad se determinaron mediante la base de datos de riqueza. Para ello se identificó la presencia de mamíferos por meses, etapa fenológica del cultivo de café (hojas, flores, llenado de frutos y fructificación) y las prácticas agrícolas (fumigaciones con boro y zinc, aplicación de multiminerales, aplicación de fungicida, aplicación de herbicida, fertilización con fórmula completa, poda de sombra, cosecha e inactividad). Asimismo, se clasificó la presencia de mamíferos en ocho periodos de tiempo. De las 00:01 h a 03:00 h, 03:01 h a 06:00 h, 06:01 h a 09:00 h, 09:01 h a 12:00 h, 12:01 h a 15:00 h, 15:01 h a 18:00 h, 18:01 h a 21:00 h, 21:01 h a 00:00 h. Esto con el fin de identificar el patrón de actividad en estos horarios.

Diversidad. Con los datos de riqueza, abundancia y periodos de actividad sistematizados, se procedió a calcular dos índices de diversidad. Se calcularon el índice de Shannon ($H' = \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$) y el índice Berger-Parker ($D = \frac{N_{max}}{NT}$).

RESULTADOS

Riqueza

Se determinó 22 especies de mamíferos en el agroecosistema objeto de estudio en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Los mamíferos se clasificaron en cuatro diferentes grupos:

Mamíferos pequeños: se registraron cinco especies, de las cuales uno pertenece al orden Eulipotyphla: *Cryptotis nigrescens* J.A. Allen (musaraña) y cuatro al orden Rodentia: *Heteromys salvini* Thomas (ratón semiespinoso), *Melanomys chrysomelas* J.A. Allen (ratón moreno), *Mus musculus* Linnaeus (ratón casero) y *Rattus rattus* Linnaeus (rata negra) (Fig. 5).



Figura 5. Cuatro de las cinco especies de mamíferos pequeños capturados en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022. (A) *Cryptotis nigrescens* (Musaraña), (B) *Mus musculus* (Ratón casero), (C) *Rattus rattus* (Rata casera) y (D) *Heteromys salvini* (Ratón espinoso).

Mamíferos medianos: se registraron 10 especies de mamíferos medianos, de las cuales tres pertenecen al orden Carnivora: *Conepatus semistriatus* Boddaert (Zorrillo hediondo), *N. narica* y *P. lotor*, dos al orden Cingulata: *Cabassous centralis* Millery *D. novemcinctus*, dos al orden Didelphimorphia: *D. marsupialis* y *P. melanurus*, dos al Rodentia: *D. punctata* y *Echinosciurus variegatoides* Ogyłbi (ardilla), un Artiodactyla: *Tayassu tajacu* Linnaeus (saíno) y un Lagomorpha: *Sylvilagus gabbi* Allen (conejo de monte) (Fig. 6).



Figura 6. Especies de mamíferos medianos capturados en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022. (A) *Philander melanurus* (Zorro cuatro ojos), (B) *Dasyprocta punctata* (Guatusa), (C) *Echinosciurus variegatoides* (Ardilla), (D) *Procyon lotor* (Mapache), (E) *Nasua narica* (Pizote) y (F) *Didelphis marsupialis* (Zorro pelón).

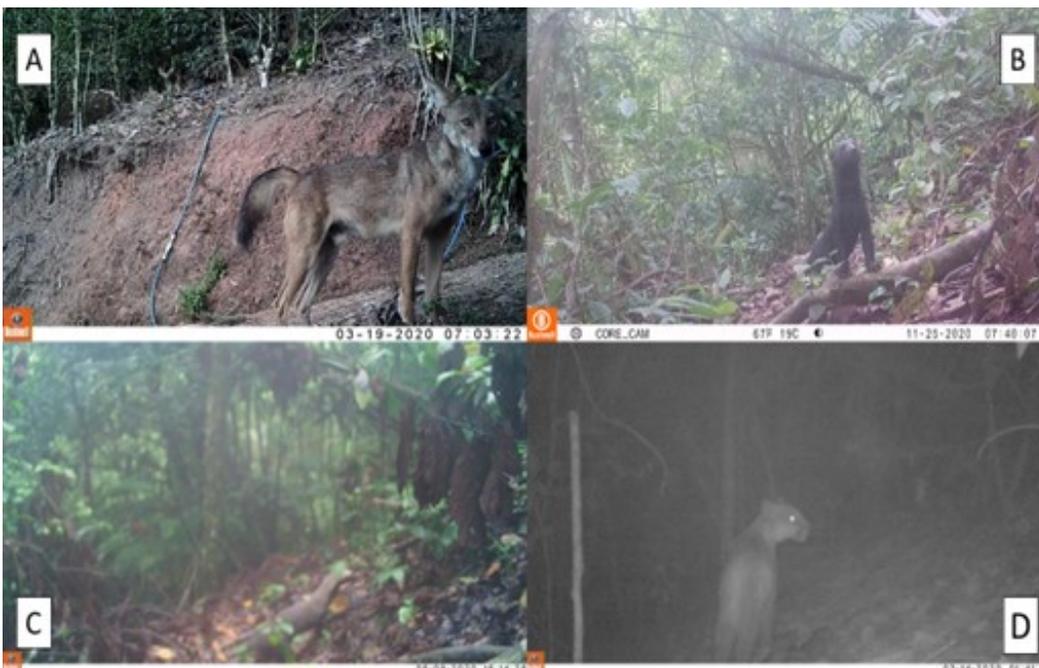


Figura 7. Especies de mamíferos grandes capturados en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022. (A) *Canis latrans* (Coyote), (B) *Eira barbara* (Tolomuco), (C) *Galictis vittata* (Grisón) y (D) *Puma concolor* (Puma).

Mamíferos grandes: se registraron cuatro especies todas pertenecen al orden Carnivora: *C. latrans*, *E. barbara*, *G. vittata* y *P. concolor* (Fig. 7).

Mamíferos voladores: en cuanto a los mamíferos voladores se logró registrar dos especies de murciélagos (orden Chiroptera): *Carollia perspicillata* Linnaeus (murciélago candelero) (mediante captura) y *Diclidurus albus* Wied-Neuwied (murciélago blanco) (encontrado en campo) (Fig. 8).

Abundancia

De las 22 especies determinadas, las de mayor índice de abundancia relativa fueron *D. punctata* (87.5), *D. marsupialis* (20.2), *P. lotor* (12.9) y *D. novemcinctus* (11). Asimismo, *P. concolor*, *C. centralis*, *G. vittata* y *C. semistriatus* estuvieron presentes al menos con una detección avistamiento. Las especies con mayor número de individuos capturados fueron *D. marsupialis* (6), *H. salvini* (5) y *P. lotor* (4) (Cuadro 1; Fig. 9).



Figura 8. Especies de mamíferos voladores capturados en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022. (A) *Carollia perspicillata* (Murciélago candelero), (B) *Diclidurus albus* (Murciélago blanco).

Cuadro 1. Abundancia de especies de mamíferos en agroecosistemas con café en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica.

Especie	IAR	Capturas con trampeo	Especie	IAR	Capturas con trampeo
<i>D.punctata</i>	86,5	1	<i>E. barbara</i>	1,4	0
<i>D.marsupialis</i>	14,2	6	<i>C. nigrescens</i>		1
<i>D.novemcinctus</i>	11,0	0	<i>R. rattus</i>		1
<i>P. lotor</i>	8,9	4	<i>M.musculus</i>		1
<i>S. variegatoides</i>	3,4	3	<i>M. chrysomelas</i>		1
<i>N. narica</i>	3,0	1	<i>D. albus</i>		1
<i>H. salvini</i>	2,3	5	<i>T. tajacu</i>		1
<i>C. latrans</i>	2,1	0	<i>C. centralis</i>	0,5	0
<i>P. melanurus</i>	0,2	3	<i>G. vittata</i>	0,5	0
<i>C. perspicillata</i>		2	<i>P. concolor</i>	0,5	0
<i>S. gabbi</i>	1,4	0	<i>C. semistriatus</i>	0,2	0



Figura 9. Captura y marcaje de mamíferos en agroecosistemas con café para determinar abundancia, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022. (A) Captura de *Procyon lotor* (Mapache), (B) Captura de *Didelphis marsupialis*, (C) Captura de *Dasyprocta punctata* y (D) Captura de *Philander melanurus*.

Períodos de actividad

Registro actividad de mamíferos por meses. Mamíferos con mayor abundancia: *D. punctata*, *D. marsupialis*, *P. lotor* y *D. novemcinctus* para el período de marzo 2019 a febrero 2020, tuvieron mayor actividad en los meses de julio a octubre. En ese tiempo el cultivo se encontraba en las etapas fenológicas de floración y llenado de fruto. Las prácticas agrícolas que se desarrollaban en ese momento fueron aplicación de abono al suelo (fórmula completa) y foliar (B/Zn), así como podas. En ese periodo, en el sitio solo trabajaron tres personas en la totalidad de las fincas.

En el periodo de marzo 2020 a febrero 2021, la actividad de estos mamíferos fue entre setiembre a noviembre, muy parecida al año previo. Con la diferencia de que en noviembre se estableció la fructificación del café y, por ende, el inicio de la cosecha. De marzo 2021 a febrero 2022, la actividad se dio en febrero al final de la cosecha e inicio de un nuevo ciclo del cultivo. Además, los agroecosistemas con café son hábitat para *D. punctata*, ya que estuvo presente en todas las etapas del cultivo (Fig. 10).

Mamíferos con abundancia media: En el periodo marzo 2019 a febrero 2020 *C. latrans*, *N. narica*, *H. salivini*, *P. melanurus* y *E. variegatoides* tuvieron mayor actividad en mayo. El cultivo se encontraba en floración y sin ningún tipo de práctica agronómica asociada. De marzo 2020 a febrero 2021, las mismas especies además de *S. gabbi* y *E. barbara* estuvieron presentes. A finales de enero e inicios de febrero 2021 (finalización de la cosecha), se destacó como el periodo con mayor interacción, el agroecosistema estaba en la etapa fenológica de fruto con transición a hoja y la cosecha como actividad principal.

En el periodo de marzo 2021 a febrero 2022, junio 2021 fue la actividad mayoritaria con las prácticas de aplicación de abono al suelo (Fórmula completa) y foliar (B/Zn), así como podas para las etapas fenológicas de floración y llenado de fruto. Se destaca la ausencia de *P. melanurus*, *C. latrans* y *S. gabbi* (Fig. 11).

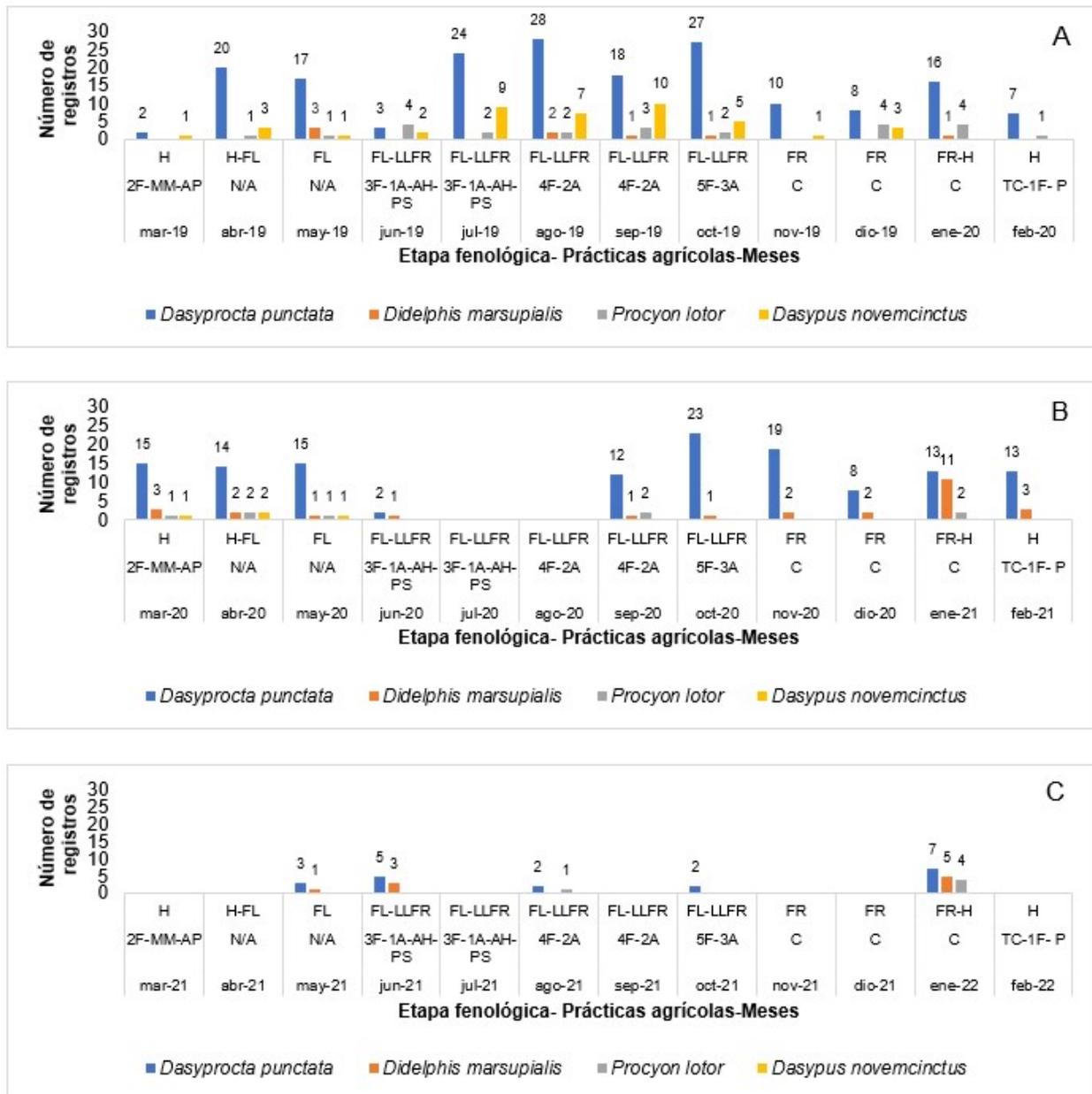


Figura 10. Registros de mamíferos con mayor abundancia en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. (A) Período marzo 2019-febrero 2020 (B) marzo 2020-febrero 2021 y (C) marzo 2021-febrero 2022. H: Hoja, FL: Flor, LLFR: Llenado fruto, FR: Fruto, 1F: Primer fumigación (B/Zn), 2F: Segunda fumigación (B/Zn), 3F: Tercera fumigación (B/Zn), 4F: Cuarta fumigación (B/Zn), 5F: Quinta fumigación, MM: Multi minerales, AP: Aplicación fungicida, AH: Aplicación herbicida, 1ª: Primer abonada (Fórmula Completa), 2ª: Segunda abonada (Fórmula Completa), 3ª: Tercer abonada (Fórmula Completa), PS: Poda sombra, C: Cosecha, N/A: No se hace nada.

Especies con menor abundancia: *P. concolor*, *C. centralis*, *G. vittata* y *C. semiestriatus* aparecieron de manera esporádica en el agroecosistema con café. Las tres primeras especies tuvieron dos avistamientos mientras que *C. semiestriatus* una evidencia de presencia. *Cabassaus. centralis* se observó en las etapas fenológicas de floración y llenado de fruto del período A, en donde debido a las actividades de manejo, hay poca presencia de seres humanos. *Galictis vittata* estuvo presente en el período B para las etapas de floración, llenado de fruto y fruto, las dos primeras etapas tenían

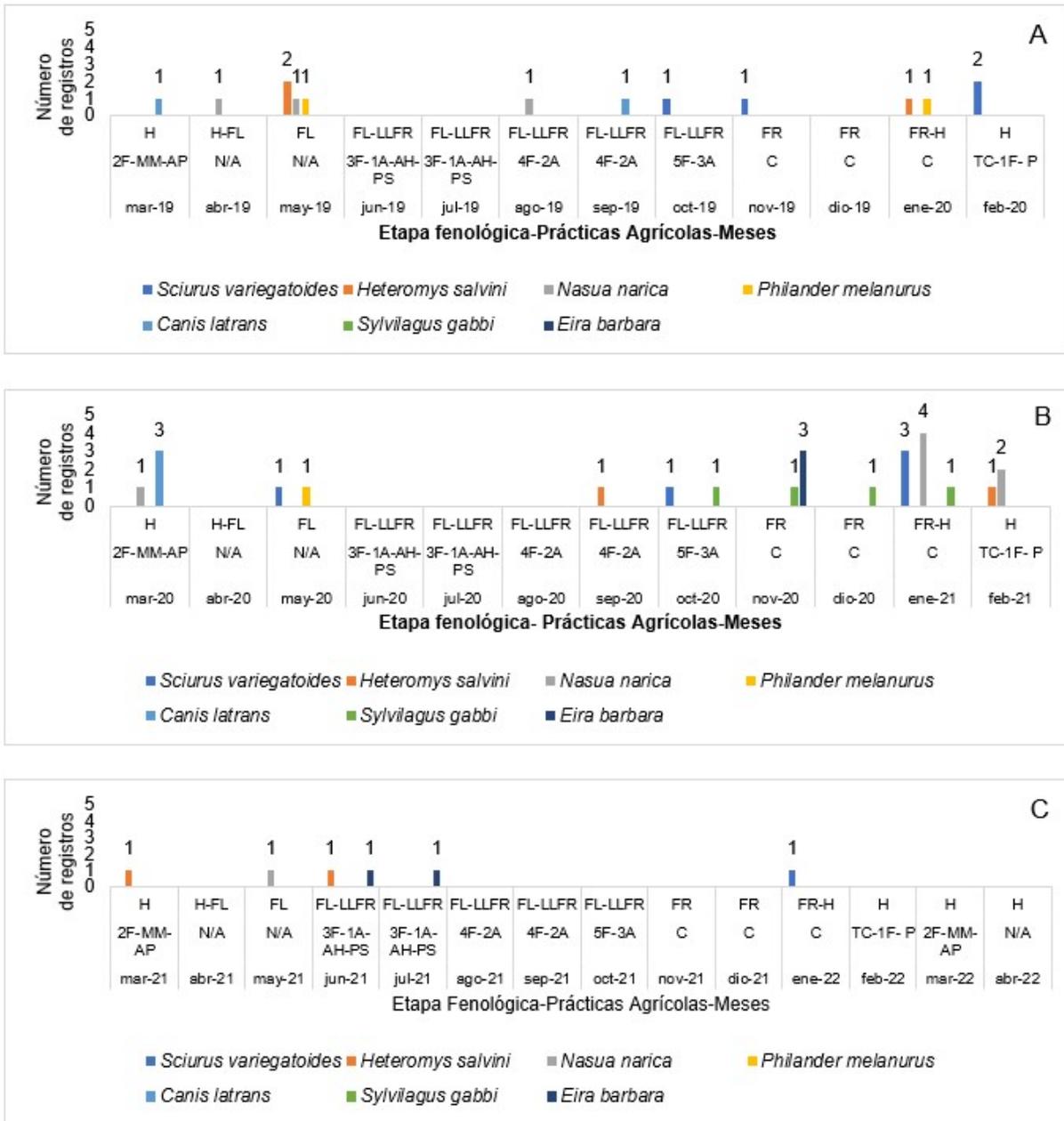


Figura 11. Registros de mamíferos con abundancia media en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. (A) Período marzo 2019-febrero 2020 (B) marzo 2020-febrero 2021 y (C) marzo 2021-febrero 2022. H: Hoja, FL: Flor, LLFR: Llenado fruto, FR: Fruto, 1F: Primer fumigación (B/Zn), 2F: Segunda fumigación (B/Zn), 3F: Tercera fumigación (B/Zn), 4F: Cuarta fumigación (B/Zn), 5F: Quinta fumigación, MM: Multi minerales, AP: Aplicación fungicida, AH: Aplicación herbicida, 1ª: Primer abonada (Fórmula Completa), 2ª: Segunda abonada (Fórmula Completa), 3ª: Tercer abonada (Fórmula Completa), PS: Poda sombra, C: Cosecha, N/A: No se hace nada.

poca presencia de personas, en cambio durante la fructificación si pudo haber más movimiento, aunque al ser inicio de cosecha los recolectores apenas estaban llegando.

Al igual que *G. vittata*, *C. semiestriatus* se vio en el período B solo que, en etapa de hoja, etapa del café donde solo el productor estuvo trabajando en el cafetal. *Puma. concolor* apareció en ambos periodos A y B, cuando los cafetos estaban en hoja y frutos, también con poca presencia de personas, ya que, en periodo de hoja, el trabajo lo hacen una o dos personas y el otro

avistamiento fue al inicio de cosecha. Para el periodo C (marzo 2021 a febrero 2022) no se registró ninguna de estas especies (Fig. 12).

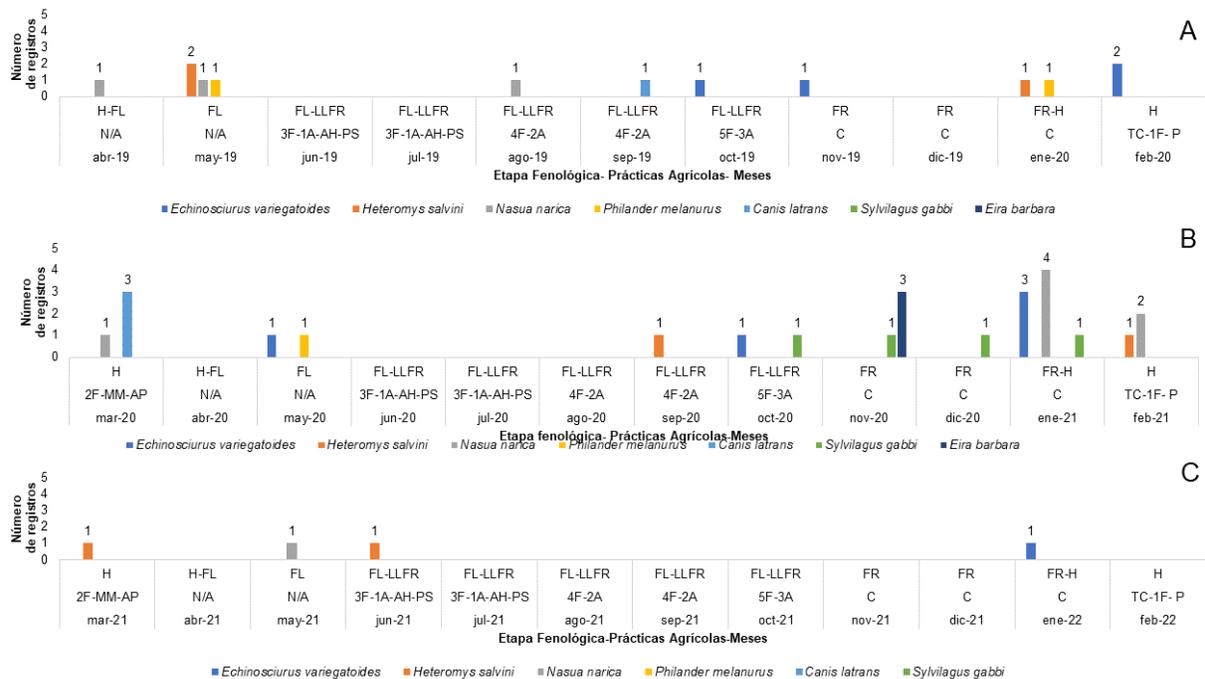


Figura 12. Registros de mamíferos con abundancia menor en agroecosistemas con café, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. (A) Período marzo 2019-febrero 2020 y (B) marzo 2020-febrero 2021. H: Hoja, FL: Flor, LLFR: Llenado fruto, FR: Fruto, 1F: Primer fumigación (B/Zn), 2F: Segunda fumigación (B/Zn), 3F: Tercera fumigación (B/Zn), 4F: Cuarta fumigación (B/Zn), 5F: Quinta fumigación, MM: Multi minerales, AP: Aplicación fungicida, AH: Aplicación herbicida, 1ª: Primer abonada (Fórmula Completa), 2ª: Segunda abonada (Fórmula Completa), 3ª: Tercer abonada (Fórmula Completa), PS: Poda sombra, C: Cosecha, N/A: No se hace nada.

Registro de actividad mamíferos por período diario

Especies con mayores registros de abundancia: la presencia de *D. punctata* osciló entre las 05:00 h hasta cerca de las 19:00 h con hábitos completamente diurnos y una actividad mayor entre las 12:00 h y las 15:00 h. *Didelphis marsupialis* y *P. lotor*, de hábitos nocturnos, tuvieron una mayor actividad de las 21:00 h a las 03:00 h, mientras que *D. novemcinctus* en comparación con las especies anteriores, extendió un poco su ámbito de mayor actividad (21:00–04:30 h) (Fig. 13).

Especies con registros de abundancia media: con estas especies se dio un pico de interacción entre las 09:00 h a las 15:00 h. La especie que tuvo mayor presencia en ese periodo de actividad fue *E. variegatoides*, seguida de *N. narica*, *C. latrans*, *N. narica*, *S. gabbi* y *H. salvini* mostraron un comportamiento tanto diurno como nocturno. *E. barbara* y *S. variegatoides* se registraron solamente en horario diurno mientras que *P. melanurus* nada más en horas de la noche de las 00:01 h a las 03:00 h (Fig. 14)

Especies con registros de abundancia menor: las cuatro especies de menor abundancia mostraron un comportamiento nocturno desde las 1801h hasta las 0300h. En la franja horaria de 03:01h a las 09:00h no se registró ninguna actividad por estas especies. *Puma concolor* y *G. vittata* también presentaron hábitos diurnos. Específicamente *P. concolor* se observó a las 11:09 h en el período de las 09:01 h a las 12:00 h, lo cual coincidió con el pico de mayor interacción para especies con abundancia alta y media mientras que *G. vittata* estuvo presente en el segundo pico de

interacción de 15:01 h a las 18:00 h, donde la mayoría de los mamíferos que presentan actividad, son presa de estas dos especies.

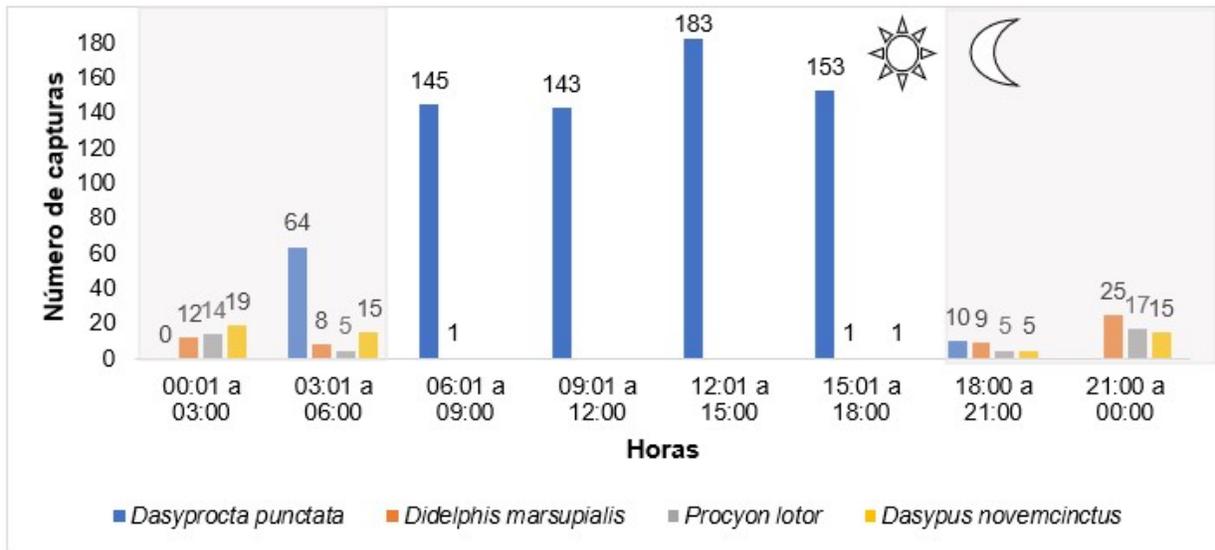


Figura 13. Periodos de actividad de especies con mayores registros de abundancia, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022.

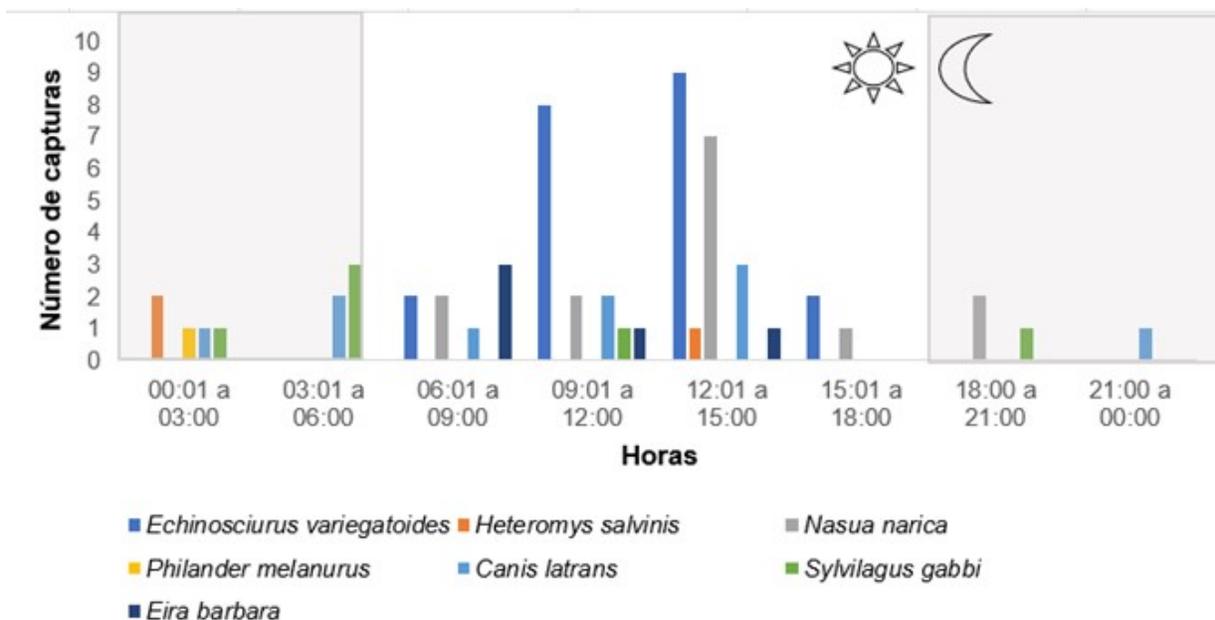


Figura 14. Periodos de actividad de especies con menores registros de abundancia, Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Período marzo 2019-febrero 2022.

Especies voladoras: El murciélago *C. perspicillata* fue capturado en el periodo de las 18:00 h a las 21:00 h, específicamente a las 19:00 h. En tanto que la recolecta de *D. albus* fue un individuo muerto por lo que no se pudo determinar el periodo de actividad.

Diversidad

La diversidad de mamíferos en el agroecosistema con café objeto de estudio resultó con un índice de Shannon $H = 1,80$ que refleja una diversidad media. Mientras que el Índice de Berger Parker $d =$

0,61 representa la dominancia de una especie en este caso, probablemente la guatusa (*D. punctata*) sobre las demás especies.

DISCUSIÓN

En la presente investigación se registraron 22 especies de mamíferos en 6 ha de dos fincas de café con sombra ubicadas en Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica en un periodo de tres años. Para el mismo sitio, Sánchez & Moya (2018) reportaron otras especies adicionales: *Alouatta palliata* Gray (mono congo), *Artibeus jamaicensis* Leach (artibeo jamaiquino), *Artibeus lituratus* Olfers (artibeo correcto), *Hylonecteris underwoodi* Thomas (murciélago de Underwood), *Platyrrhinus helleri* Peters (murciélago de Heller) y *Vampyressa thylene* Thomas (vampiresa pequeña) que también están en estos cafetales de Rincón de Mora. Por lo tanto, al complementar la información se puede asumir la presencia de al menos 28 especies de mamíferos en este agroecosistema.

La riqueza de especies de mamíferos en las fincas de café en Rincón de Mora refleja que es superior a la de otros estudios en cafetales a nivel mundial. Etana *et al.* (2021) en Etiopía para 120 Km² encontraron con 30 cámaras trampa, 18 especies en cafetales con más bosque que café, 16 especies en sitios con más café que bosque y 10 especies en sitios con solo café. A su vez, Mertens *et al.* (2020) en 1,500 km² de bosque y parches de cafetales también en Etiopía, identificaron 14 especies con 16 cámaras trampa. Passami & Ribeiro (2009) encontraron ocho especies en plantaciones de café en el sureste brasileño (capturadas con trampas sherman). Caudill & Rice (2016) en cafetales de Soconusco, Chiapas, México evidenciaron, con cámaras trampa y trampas Sherman, 12 especies para cafetales con certificación Bird Friendly, 11 especies en cafetales con sombra y 10 especies en cafetales con sol. Gallina *et al.* (1996) en Barranca Grande, Veracruz identificaron 24 especies. Caudill *et al.* (2014) en Turrialba, Costa Rica, usando trampas Sherman y cámaras trampa de agosto de 2011 a febrero 2012, obtuvieron 13 especies de mamíferos en cafetales con sombra y seis en cafetales con sol. El único estudio que asemeja en número de especies de mamíferos a nuestro estudio es el de Bali *et al.* (2007) en Western Ghats de la India, aunque solo que lo realizaron en parcelas de 15 distritos cafetaleros mediante recolecta de huellas.

De acuerdo con el IAR y las capturas realizadas, se logró observar que *D. punctata* fue la especie con mayor abundancia, seguido de *D. marsupialis*, *P. lotor* y *D. novemcinctus*. Caudill y Rice (2016) en cafetales de Soconusco, Chiapas, México encontraron también esas especies. Gallina *et al.* (1996) en Barranca Grande, Veracruz, México registraron a *D. marsupialis*, *D. novemcinctus* y *P. lotor*. Daily *et al.* (2003) en las Cruces de San Vito, Coto Brus, Costa Rica a una altura de 800 a 1,200 m.s.n.m, en cafetales con remanente de bosque un paisaje muy parecido al de Rincón de Mora capturaron a *D. punctata*, *D. marsupialis* y *P. lotor*. De igual forma, Caudill *et al.* (2014) en Turrialba informaron acerca de la presencia de *D. marsupialis*. Por lo anterior, se podría asumir que los agroecosistemas con café son hábitats propicios para estas especies. Asimismo, la presencia común de *D. punctata*, *D. marsupialis* y *D. novemcinctus* es un factor fundamental dado que juegan papeles ecológicos de gran importancia para la dinámica y equilibrio de los ecosistemas (Mora, 2000), como en este caso, el cafetal. *Dasyprocta punctata* se alimenta de plantas y en algunas ocasiones entierra las semillas actuando como un dispersor, *D. marsupialis* depreda vertebrados pequeños, invertebrados, material vegetal incluso hasta basura (Reid, 2009), lo que podría contribuir al manejo de residuos orgánicos, disminuir poblaciones de especies dañinas para el cultivo de café y otras especies que son potencialmente peligrosas para las personas que trabajan en el cafetal. *Dasyprocta novemcinctus* depreda diferentes insectos y

plantas, además de que remueve el suelo para hacer sus túneles (Mc Bee & Baker, 1982), lo cual potencialmente colaboraría con la aireación de las raíces de los cafetos.

El IAR para mamíferos con abundancia media tuvo con mayor registro para *E. variegatoides*. Si bien es cierto se consideró como de abundancia media, los datos obtenidos pudieron haber sido mayores de haberse colocado cámaras trampa en el estrato arbóreo (Aranda, 2012) y con esto acercarse al IAR de *D. novemcinctus* y *P. lotor*. En Costa Rica, *E. variegatoides* se ha caracterizado por ser arbórea, de 100 observaciones solo una fue en el piso (Best, 1995). La presencia de *C. latrans* puede deberse a que, de acuerdo con Mora (2000), esta especie se ha visto beneficiada con la fragmentación de los bosques e incluso han expandido su distribución a lugares como el agroecosistema estudiado. Servín y Chacón (2005) mencionan que *C. latrans* es una especie generalista, poco abundante en zonas boscosas y tropicales, por lo que su existencia en el cafetal no es de extrañar. *Echinosciurus variegatoides* y *C. latrans*, además de *N. narica*, *P. melanurus*, *S. gabbi* y *E. barbara*, han estado presentes en agroecosistema con café de México y Costa Rica (Caudill & Rice, 2016; García-Estrada et al., 2015; Cruz-Lara et al., 2004; Gallina et al., 1996). Daily et al. 2003, además de algunas de las especies mencionadas anteriormente, indicaron el registro de *Tamandua mexicana* (Saussure, 1860) (oso hormiguero) en cafetales, otro mamífero que potencialmente se podría observar en el agroecosistema con café investigado.

El ratón *H. salvini* fue el mamífero pequeño más abundante en los cafetales de nuestro estudio. Mendoza-Saenz & Horvath (2013) en la zona cafetalera del Volcán Tacana, Chiapas, México registraron roedores del género *Heteromys*, específicamente *Heteromys demarestianus* (Gray, 1868) (ratón espinoso) y *Heteromys goldmani* Merriam, (ratón espinoso). García-Estrada et al. (2015) identificaron 40 ratones del género *Heteromys* para el ecosistema de café sustituido por sotobosque. Los demás roedores pequeños *R. rattus*, *M. chrysomelas* y *M. musculus* tuvieron abundancia menor; esta última especie también se observó en la investigación de Cruz-Lara et al. (2004), por lo que se podría apreciar que los cafetales son hábitats propicios para ratones del género *Heteromys*. Otro hallazgo de este estudio es *C. nigrescens*, la cual también se avistó en el estudio de Daily et al. (2003).

Asimismo, es importante destacar la presencia en Rincón de Mora de otros mamíferos de abundancia menor como *P. concolor*, la cual requiere de grandes extensiones de hábitat y suficiente disponibilidad de presas para sobrevivir como la especie de mayor abundancia de este estudio *D. punctata* (Sánchez-Brenes & Monge, 2021). Asimismo, *P. concolor* puede ser un indicador de buena salud del ecosistema (Crawshaw & Quigley, 2002; Cortes-Marcial & Briones-Salas, 2014). Además, las especies *C. centralis* y *G. vittata* (especies con escasos registros), encontrados en este estudio, fueron los primeros avistamientos para Costa Rica en agroecosistemas con café (Sánchez-Brenes & Monge, 2019; Sánchez-Brenes & Monge, 2022), lo cual refuerza la biodiversidad de este cafetal.

En cuanto a murciélagos, *C. perspicillata* fue el más abundante para este estudio, aunque de acuerdo con Sánchez-Brenes & Moya (2018) también pueden estar presentes en Rincón de Mora *A. lituratus*, *A. jamaicensis*, *P. helleri*, *H. underwoodi* y *V. thyone*. Las especies *A. lituratus* y *A. jamaicensis* se han registrado en los estudios de Cruz-Lara et al. (2004), Mendoza et al. (2013) y García-Estrada et al. (2015) en donde cumplen con diferentes funciones ecosistémicas en el cafetal. La actividad de los mamíferos en el cafetal durante los tres años de estudio mostró que *D. punctata*, *D. marsupialis* y *P. lotor* son animales residentes dado su registro frecuente en el mismo. Las demás especies pueden ser ocasionales o de paso cuando hay abundancia de comida o presas. Se destaca que la mayor presencia de mamíferos en el agroecosistema de café en Rincón de Mora

fue en las etapas fenológicas de flor-llenado de fruto y de fructificación-hoja (final de la cosecha) de café, cuando las prácticas productivas son mínimas o con poca presencia de personas.

Los periodos de actividad diarios de los mamíferos con mayor abundancia mostraron que *D. punctata* es diurna y crepuscular. De acuerdo con Reid (2009), esta especie comienza su actividad desde temprano en la mañana y es constante hasta el final del día. A su vez, Smythe (1978) indica que los patrones de actividad de esta especie van desde las 06:00 h a las 18:00 h, por lo general, de las 12:00 h a las 13:00 h están activas para forrajear. En Rincón de Mora se observó actividad de guatusas incluso hasta las 19:05 h y un pico de actividad desde las 12:00 h a las 15:00 h, confirmado por Sánchez-Brenes & Monge (2021). *Didelphis marsupialis* tuvo hábitos nocturnos con comportamientos de las 18:00 h a las 05:00 h lo que coincide con lo dicho por Reid (2009) y el estudio de Sánchez *et al.* (2021) en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (RBAMB), cuyo pico de actividad para esta especie fue de las 21:00 h a las 00:00 h. *Dasybus novemcintus* tuvo un comportamiento igual al de *D. marsupialis*, solo que su pico de acción fue de las 00:00 h a las 03:00 h. Mc Bee y Baker (1982) ratifican esto al mencionar que esta especie es nocturna y crepuscular, y Bider (1962) también mencionaron su accionar nocturno con un pico de acción diferente de las 21:00 h a las 22:00 h, mientras que Sánchez *et al.* (2021) tuvieron resultados parecidos con un pico de acción de las 02:00h-04:00h. Asimismo, Clark (1951) observó armadillos forrajear a las 14:30 h y Sánchez *et al.* (2021) lo reportaron con actividad diurna. *Procyon lotor* se presentó en horario nocturno, lo que coincide con Reid (2009) y Mora *et al.* (2020) los cuales indican que este mamífero es predominante de actividad nocturna.

A diferencia de las especies con registros de abundancia mayor, las especies con registros de abundancia media no tuvieron patrones de actividad tan marcados. *Canis latrans* se observó en horas de la mañana, tarde y noche en el agroecosistema estudiado. La actividad diurna de este mamífero se puede relacionar directamente con la cantidad de presas o frutos disponibles en el área (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2009). Chesness (1972) avistó esta especie al final de la tarde y Gipson y Sealander (1972) lo vieron al atardecer y de forma esporádica en el día, mientras que Hidalgo-Mihart *et al.* (2009) indicaron una mayor presencia al amanecer, por lo que los datos obtenidos ratifican lo visto para esta especie. *Eira barbara* se vio de las 06:00 h a las 15:00 h, con un pico de actividad de las 06:00 h a las 09:00 h. Presley (2000) informa que este mamífero es esencialmente diurno con picos de actividad en la mañana y al final de la tarde, tal y como se notó en Rincón de Mora. *Echinosciurus variegatoides* y *N. narica* también tuvieron actividad diurna, ambas especies con una mayor presencia de 09:00 h a las 15:00 h. Handley (1966) indicó que *E. variegatoides* tiene comportamiento diurno, mientras que Gompper (1995) dijo lo mismo para *N. narica*. Sánchez *et al.* (2021) determinaron un pico de actividad diferente para *E. variegatoides* de las 06:00 h a las 08:00 h y uno similar para *N. narica* de las 14:00 h a las 16:00 h. *Heteromys salvini* y *S. gabbi* se distinguieron tanto en horario diurno como nocturno. Para este grupo, el único mamífero con hábitos solamente nocturnos fue *P. melanurus*. Nowak (1991) indicó que esta especie se aprecia generalmente de noche.

Al igual que las especies con registro de abundancia media, las especies con abundancia menor se encontraron de manera esporádica en el cafetal. *Puma concolor*, *G. vittata* y *C. centralis* tuvieron un comportamiento tanto diurno como nocturno, lo cual coincide para *P. concolor* (Sánchez *et al.*, 2019) y *G. vittata* (Kaufmann & Kaufmann, 1965) pero difiere para *C. centralis* que según Wetzel *et al.* (2008) es solo nocturno.

La diversidad de los agroecosistemas estudiados según los índices calculados se acercó a una diversidad media. Si se compara con otros cafetales a nivel mundial como la investigación de Etana *et al.* (2021), la diversidad de Rincón de Mora es mayor mientras que en comparación con

Cruz-Lara *et al.* (2004) es menor; no obstante, hay que considerar que los cafetales de Rincón de Mora tienen menos extensión. Asimismo, comparado con un área protegida Sánchez *et al.* (2019) para el Sendero la Fila también con valores mayores para el índice de Shannon de 2.04 (en donde 2 representa diversidad media) en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes (RBAMB) comparado con el 1,80 obtenido en Rincón de Mora, no dista de muchas especies a pesar de tener condiciones alteradas. Por tanto, se puede considerar que los cafetales investigados pueden colaborar como un refugio para algunas especies que se adaptan a estas condiciones y área de conectividad para especies ocasionales

AGRADECIMIENTOS. Se les agradece a los productores Olman Ramírez y Gerardo Quirós propietarios de las fincas de estudio por su anuencia y apoyo para realizar la presente investigación. Asimismo, al Sistema de Estudios de Posgrado (SEP) de la Universidad de Costa Rica, al Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC) y al Programa de Investigaciones en Gestión Sostenible de los Recursos Naturales (PIRENA), de la Universidad de Costa Rica, así como al Programa UNA-JAGUAR de la Universidad Nacional, por las facilidades ofrecidas para este estudio.

LITERATURA CITADA

- Aranda, M. (2012) Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. *México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*, México, Conabio, 260 pp.
- Bali, A., Kumar, A., Krishnaswamy, J. (2007) The mammalian communities in coffee plantations around a protected area in the Western Ghats, India. *Biological Conservation*, 139 (1), 93–102.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.06.017>
- Best, T. (1995) *Sciurus variegatoides*. *Mammalian Species*, 500, 1–6.
- Bider, J. R. (1962) Dynamics and the tempo-spatial relations of a vertebrate community. *Ecology*, 43, 634–646.
- Bracamonte, J. (2018) Protocolo de muestreo para la estimación de la diversidad de murciélagos con redes de niebla en estudios de ecología. *Ecología Austral*, 28 (2), 446–454.
<https://doi.org/10.25260/EA.18.28.2.0.272>
- Cáceres, N., Napoli, R., Hannibal, W. (2011) Differential trapping success for small mammals using pitfall and standard cage traps in a woodland savannah region of southwestern Brazil. *Mammalia*, 75 (1), 45–52.
<https://doi.org/10.1515/mamm.2010.069>
- Campera, M., Balestri, M., Manson, S., Hedger, K., Ahmad, N., Adinda, E., Nijman, V., Budiadi, B., Imron, M.A., Nekaris, K.A.I. (2021) Shade trees and agrochemical use affect butterfly assemblages in coffee home gardens. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 319 (1)
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107547>
- Cassano, C. R., Barlow, J., Pardini, R. (2012) Large mammals in an agroforestry mosaic in the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, 44 (6), 818–825.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00870.x>
- Caudill, A., De Clerck, F., Husband, T. (2014) Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199 (1), 85–93.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.08.023>

- Caudill, A., Rice, R. (2016) Do bird friendly coffee criteria benefit mammals? Assessment of Mammal Diversity in Chiapas, México. *PLoS ONE* 11(11): e0165662.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165662>
- Chinchilla, M., Guerrero, O., Gutierrez-Espeleta, G., Sánchez, R., Rodríguez, B. (2005) Parásitos intestinales en monos congo *Alouatta palliata* (Primates: Cebidae) de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, 53 (3–4), 437–445.
- CIGEFI (Centro de Investigaciones Geofísicas). (2019) Datos de la Estación Meteorológica de la Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. San Ramón, Alajuela.
- Chesness, R. A. (1972) Home range and territoriality of coyotes in northcentral Minnesota. Paper presented, 34th Midwest Fish and Wildlife Conference, Des Moines, Iowa.
- Clark, W. K. (1951) Ecological life history of the armadillo in the eastern plateau region. *The American Midland Naturalist*, 46 (2), 337–358.
<https://doi.org/10.2307/2421982>
- Cortés, M., Briones, M. (2014) Diversidad, abundancia relativa y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en una selva seca del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, 62 (4), 1433–1448.
- Crawshaw Jr, P., Quigley, H. (2002) Hábitos alimentarios del jaguar y el puma en el Pantanal, Brasil, con implicaciones para su manejo y conservación. Pp. 223–235. En: R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson, A. B. Taber (Eds.). *El jaguar en el nuevo milenio*, Fondo de Cultura Económica.
- Cruz-Lara, L., Lorenzo, C., Soto, L., Naranjo, E., Ramírez-Marcial, N. (2004) Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las Cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 20 (1), 63–81.
<https://doi.org/10.21829/azm.2004.2011999>
- Daily, G., Ceballos, G., Pacheco, J., Zuzán, G., Sánchez-Azofeifa, A. (2003) Countryside biogeography of neotropical mammals: Conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* 17(6): 1814–1826.
- De Beenhouwer, M., Aerts, R., Honnay, O. (2013) A global meta-analysis of the biodiversity and ecosystem service benefits of coffee and cacao agroforestry. *Agriculture Ecosystem & Environmental*, 175, 1–7.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.05.003>
- Etana, B., Atickem, A., Tsegaye, D., Bekele, A., De Beenhouwer, M., Hundera, K., Lens, L., Fashing, P., Stenseth, N. (2021) Traditional shade coffee forest systems act as refuges for medium and large sized mammals as natural forest dwindles in Ethiopia. *Biological Conservation*, 260, 109219.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109219>
- Gallina, S., Mandujano, S., Gonzalez-Romero, A. (1996) Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, México. *Agroforestry Systems* 33 (1), 13–27.
<https://doi.org/10.1007/BF00122886>
- García-Estrada, C., Peña-Sánchez, Y., Colín-Martínez, H. (2015) Diversidad de mamíferos pequeños en dos sitios con diferente grado de alteración en la Sierra Sur, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86 (4), 1014–1023.
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.06.011>

- Gipson, P. S., Sealander, J. A. (1972) Home range and activity of the coyote (*Canis latrans*) in Arkansas. Proceedings Annual Conference Southeastern Association. *Game and Fish Commission*, 26, 82–95.
- Gompper, M. (1995) *Nasua narica*. *Mammalian Species*, 487, 1–10.
- Guzmán, A., Link, A., Castillo, J. A., Botero, J. E. (2016) Agroecosystems and primate conservation: Shade coffee as potential habitat for the conservation of Andean night monkeys in the northern Andes. *Agriculture Ecosystem & Environment*, 215, 57–67.
<https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2015.09.002>
- Hansen, A. J., Spies, T. A., Swanson, F. J., Ohmann, J. L. (1991) Conserving biodiversity in managed forests. *BioScience*, 41, 383–392.
- Handley Jr., C. O. (1966) Checklist of the mammals of Panama. Pp. 753–795. En: R. L. Wenzel, V. J. Tipton (Eds.). *Ectoparasites of Panama*. Field Museum of Natural History, Chicago.
- Hidalgo-Mihart, M. G., Cantú-Salazar, L., Carrillo-Percestequi, S. E., López-González, C. A. (2009) Daily activity patterns of coyotes (*Canis latrans*) in a tropical deciduous forest of western Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 44 (2), 77–82.
<https://doi.org/10.1080/01650520902941234>
- Imron, M. A., Campera, M., Al Bihad, D., Rachmawati, F., Nugroho, F., Budiadia, B., Wianti, K., Suprpto, E., Nijman, V., Nekaris, K. (2022) Bird assemblages in coffee agroforestry systems and other human modified habitats in Indonesia. *Biology*, 11 (2), 310.
<https://doi.org/10.3390/biology11020310>
- Kaufmann, J. H., Kaufmann, A. (1965) Observations of the behavior of tayras and grisons. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 30, 146–155.
- Lira-Torres, I., Briones-Salas, M. (2012) Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 28 (3), 566–585.
- Lizcano, D. (2018) Trampas cámara como herramienta para estudiar mamíferos silvestres: algunas recomendaciones sobre su uso, programas disponibles para manejar archivos y posibilidades adicionales con los datos. *Notas Mastozoológicas*, 5 (1–2), 31–37.
<https://doi.org/10.47603/manovo15n1.31-35>
- Lyra-Jorge, M. C., Ciocheti, G., Pivello, V. R., Meirelles, S. T. (2008) Comparing methods for sampling large-and medium-sized mammals: camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research*, 54 (4), 739–744.
<https://doi.org/10.1007/s10344-008-0205-8>
- Manson, R., Hernández-Ortiz, V., Gallina, S., Mehlreter, K. (2008) *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz; Biodiversidad, Manejo y Conservación*. Instituto de Ecología e Instituto Nacional de Ecología, México, 348 pp.
- Mc Bee, K., Baker, R. (1982). *Dasybus novemcinctus*. *Mammalian species*, 162, 1–9.
- Mendoza-Saenz, V., Horvath, A. (2013) Roedores y murciélagos en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chiapas, México. *THERYA*, 4 (2), 409–423.
<https://doi.org/10.12933/therya-13-116>
- Mertens, J., Emsen, W., Jocqué, M., Geeraert, L., De Beenhouwer, M. (2020) From natural forest to coffee agroforest: implications for communities of large mammals in the Ethiopian highlands. *Oryx*, 54 (5), 715–722.
<https://doi.org/10.1017/S0030605318000844>
- Moguel, P., Toledo, V. (1999) Conservación de la biodiversidad en sistemas tradicionales de México. *Biología de la Conservación*, 13 (4), 11–21.

- Mora, J. M. (2000) Mamíferos silvestres de Costa Rica. San José, Costa Rica: EUNED, 189 pp.
- Mora, J.M., López, L., Sánchez, R., Ruedas, L. (2020) Murciélagos de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica
- Nowak, R. M. (1991) *Walker's mammals of the world*. Fifth edition. John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 1642 pp.
- Passami, M., Ribeiro, D. (2009) Small mammals in a fragment and adjacent matrix in southeastern Brazil. *Brazilian Journal Biology*, 69 (2), 305–309.
<https://doi.org/10.1590/s1519-69842009000200010>
- Perfecto, I., Rice, R. A., Greenberg, R., Der Voort, M. E. (1996) Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience*, 46 (8), 598–608.
<http://dx.doi.org/10.2307/1312989>
- Perfecto, I., Mas, A., Dietsch, T., Vandermeer, J. (2003) Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: A tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity & Conservation*, 12, 1239–1252.
- Presley, S. (2000) *Eira barbara*. *Mammalian species*, 636, 1–6.
- Reid, F. (2009) A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. *Oxford University Press*, 334 p.
- Rice, R., Ward, J. R. (1996) Coffee, conservation, and commerce in the western hemisphere: how individuals and institutions can promote ecologically sound farming and forest management in Northern Latin America. Smithsonian Migratory Bird Center and Natural Resources Defense Council, Washington, DC, 47 pp.
- Sánchez-Brenes, R., Moya, M. (2018) Biodiversidad en fincas cafetaleras de Rincón de Mora, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 18 (31), 68–86.
<https://doi.org/10.15517/PA.V18I31.35666>
- Sánchez-Brenes, R., Monge, J. (2019) El armadillo *Cabassous centralis* (Cingulata: Chlamyphoridae) en agroecosistemas con café. *Cuadernos de Investigación*, 11 (3), 436–443.
<https://doi.org/10.22458/urj.v11i3.2724>
- Sánchez-Brenes, R., Monge, J. (2021) Periodos de actividad y dieta de *Dasyprocta punctata* (Gray 1842) (Rodentia: Dasyproctidae) en agroecosistemas con café, San Ramón, Costa Rica. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 37, 1–15.
<https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712346>
- Sánchez-Brenes, R., Monge, J. (2022) El grison, *Galictis vittata* (Carnivora:Mustelidae) en agroecosistemas de café, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación*, 14 (1), e3796.
<https://doi.org/10.22458/urj.v14i1.3796>
- Sánchez, R., Brenes, L., Chavarría, K., Mejías, Y. (2019) Diversidad y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en el sendero La Fila Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 19, 175–189.
<https://doi.org/10.15517/pa.v19i33.39619>
- Sánchez, R., Brenes, L., Chavarría, K., Mejías, Y. (2021) Abundancia relativa, diversidad y patrones de actividad de mamíferos terrestres medianos y grandes, sendero Pájaro Sombrilla, Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual*, 21, 37–57.
<https://doi.org/10.15517/PA.V21I36.47014>
- Sari, D. F., Budiadi, B., Imron, M. A. (2020) The utilization of trees by endangered primate species Javan slow loris (*Nycticebus javanicus*) in shade-grown coffee agroforestry of Central Java. *IOP Conf. Series Earth Environmental Sciences*, 449, 1–12.

- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/449/1/012044>
- Servín, J., Chacón, E. (2005) Coyote. Pp. 349–350. En: G. Ceballos, G. Oliva (Eds.). *Los mamíferos silvestres de México*. México: FCE-CONABIO.
- Smythe, N. (1978) The natural history of the Central American Agouti (*Dasyprocta punctata*). *Smithsonian contributions to Zoology*, 257, 52.
<https://doi.org/10.5479/si.00810282.257>
- Tadesse, G., Zavaleta, E., Shennan, C., FitzSimmons, M. (2014) Prospects for forest-based ecosystem services in forest-coffee mosaics as forest loss continues in southwestern Ethiopia. *Applied Geography*, 50, 144–151.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.03.004>
- Theuerkauf, J., Rouys, S., Jourdan, H., Gula, R. (2011) Efficiency of a new reverse bait trigger snap trap for invasive rats and new standardized abundance index. *Annales Zoologici Fennici*, 48, 308–318.
<https://doi.org/10.5735/086.048.0505>
- Torre, I., Freixas, L., Arrizabalaga, A., Díaz, M. (2016) The efficiency of two widely used commercial live traps to develop monitoring protocols for small mammal biodiversity. *Ecological Indicators*, 66, 481–487.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.017>
- Vandermeer, J., Perfecto, I., (2007) The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conservation Biology*, 21 (1), 274–277.
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00582.x>
- Wetzel, R. M., Gardner, A. L., Redford, K. H., Eisenberg, J. F. (2008) Order Cingulata Illiger, 1811. Pp. 128–157. En: A. L. Gardner (Ed.). *Mammals of South America. Vol. 1. Marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Beccaloni, G. (2014) Cockroach Species File Online. Version 5.0.
<http://cockroach.speciesfile.org/> [ultimo acceso 29 marzo 2023].
- Brunner von Wattenwyl, K. (1865) *Nouveau système des blattaires*. G. Braumüller (Ed.). Viena. 426 pp.
- Estrada-Álvarez J. C., Sormani, C. G. H., Cano, E. B. (2020) Aportes para las cucarachas Neotropicales de la familia Ectobiidae Brunner von Wattenwyl, 1865 (Blattodea: Ectobiidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 66, 129–143.
- Estrada-Álvarez, J. C. (2013) Primera lista de las Cucarachas (Insecta: Dictyoptera: Blattaria) de México. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 53, 267–284.
- Estrada-Álvarez J. C. (2022). Etimologías de los géneros de Cucarachas (Blattodea) del continente Americano. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 70, 192–220.
- Finot, A. (1897) Catalogue des Orthopteres de l'Amérique meridionale, derits jusqu'a ce jour 1895. *Actes de La Societe Scientifique Du Chili*, 7, 169-220.
- Fisk, F. W., Wolda H. (1983) New species of *Ceratinoptera* cockroaches from Panama and Costa Rica (Blattaria: Blatteilidae: Plectopterinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 85, 286–296.
- Fisk, F. W. (1977) Subterranean fauna of Mexico. Part III. Further results of the Italian zoological missions to Mexico, sponsored by the National Academy of Lincei (1973 and 1975). *Accademia Nazionale dei Lincei*, 171, 267–274.
- Hebard, M. (1916) The Genus *Ceratinoptera* (Orthoptera, Blattidae, Pseudomopinae). *Transactions of the American Entomological Society*, 42(4), 125–134.

- Hoffmann, A., López-Campos, M. A., Vázquez-Rojas, I. M. (2004). Los Artrópodos de las cavernas de México Cap. 13. Pp. 229–326. En: Llorente-Bousquets, J., Morrone, J. J., Yañes –Ordoñez, O, Vargas-Fernández, I. (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su Conocimiento IV*. Facultad de Ciencias, UNAM, México D. F.
- Kirby, W. F. (1904) Fam. III Blattidae. Pp. 61–205. En: Taylor and Francis (Eds.). *A synonymic catalogue of Orthoptera. Vol. I. Orthoptera Euplexoptera, Cursonia, et Gressoria (Forficulidae, Hemimeridae, Blattidae, Mantidae, Phasmidae)*. Trustees of the British Museum.
- Mckittrick F. A. (1964) Evolutionary studies of cockroaches. *Cornell University Agricultural Experiment Station, New York State College of Agriculture, Memoir*, 389, 1–197.
- Palacios-Vargas, J. G., Juberthie, C., Reddell, J. R. (2015) Encyclopedia Biospeologica Vol. II, México. *Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológica/Mundos Subterráneos*, 25–26, 1–101.
- Palacios-Vargas, J. G., Reddell, J. (2013) Actualización del inventario cavernícola (Estigobiontes, Estigófilos y Troglobios) de México. *Mundos Subterráneos*, 24, 33–95.
- Princis, K. (1969) Blattariae: Subordo Epilamproidea, Fam: Blattellidae, Pp. 712–1038. En: Beier, M. (Ed.). *Orthopterorum Catalogus*, Pars 13, W. Junk,'s–Gravenhage.
- Reddell, J. R., (1981) A Review of the Cavernicole Fauna of Mexico, Guatemala, and Belize. *Bulletin Texas Memorial Museum, University of Texas at Austin*, 27, 1–327.
- Roth L. M. (2003) Systematics and Phylogeny of Cockroaches (Dictyoptera: Blattaria). *Oriental Insects*, 37, 1–186.
<https://doi.org/10.1080/00305316.2003.10417344>
- Saussure, H. (1868) Orthoptera species novae aliquot. *Revue et magasin de zoologie pure et appliqué*, ser 2, 20, 354–357.
- Saussure, H. (1870) Etudes sur les insectes Orthopteres. *Mission scientifique au Mexique et dans l'Amerique Centrale. Recherches Zoologiques*, part 6, 1–123.
- Saussure, H., Zehntner, L. (1893) Insecta–Orthoptera. Vol. I Fam. Blattidae. Pp. 1–112. En: Porter (ed.) *Biologia Centrali–Americana*.
- Scudder, S. H. (1900) Appendix. Description of Orthoptera belonging to Genera new to the United States Pp 93–99. En: Catalogue of the described Orthoptera of the United States and Canada. *Proceedings of the Davenport Academy of Natural Sciences*, 8.
- Shelford, R. W. C. (1908) Blattidae (Orthoptera): subfamily Phyllodominiae, *Genera Insectorum*, P. Wytsman, Brussels, Fascicule, 73, 1–30.
- Walker, F. (1870) *Supplement to the Blattariae in the Collection of the British Museum. The British Museum*, London.43 pp.