

ECOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO

# Patrón de actividad de *Cerdocyon thous* e interacción con humanos en áreas protegidas al norte de los Andes colombianos

## Activity pattern of *Cerdocyon thous* and human interaction in protected areas in the northern Colombian Andes

Andrés Arias-Alzate <sup>1,2\*</sup>, Sara López-Jaramillo <sup>3</sup>, Carlos Andrés Delgado-V <sup>4</sup>

- Recibido: 18/ene/2024
- Aceptado: 21/ago/2024
- Publicado: 02/dic/2025

**Citación:** Arias-Alzate A, López-Jaramillo S, Delgado-V CA. 2025. Patrón de actividad de *Cerdocyon thous* e interacción con humanos en áreas protegidas al norte de los Andes colombianos. *Caldasia*. 47:e112528. doi: <https://doi.org/10.15446/caldasia.v47.112528>

### RESUMEN

Los patrones de actividad y las adaptaciones temporales juegan un papel importante en la estructuración de las comunidades y la coexistencia. Estos pueden modificarse por factores fisiológicos, ambientales o la percepción del paisaje del miedo. Sin embargo, aún se desconoce cómo el ser humano podría estar influyendo en la actividad de muchas especies depredadoras, como el zorro perro (*Cerdocyon thous*), principalmente en ecosistemas circundantes a las ciudades. Aquí evaluamos el patrón de actividad de la especie y cómo este varía frente a la presencia de humanos y perros domésticos (i.e., actividad antrópica) en áreas de reserva natural al suroriente del Valle de Aburrá. Para ello, utilizando datos de cámaras trampa, evaluamos la actividad y su superposición con un análisis de densidad de Kernel y la función de suma trigonométrica no negativa (STN). *Cerdocyon thous* muestra actividad principalmente nocturna en zonas con una alta actividad antrópica (i.e., caminos). Por el contrario, exhibe una actividad diurna adicional en zonas sin actividad antrópica (i.e., interior de bosque). Nuestros resultados sugieren que este cánido, a pesar de ser tolerante a las actividades humanas según la literatura, estaría ajustando su actividad como mecanismo para disminuir el encuentro con sus predadores y por ende el “riesgo de depredación”. De esta forma, el aumento del turismo podría estar interfiriendo sobre la ecología de esta y de otras especies en la zona. Esta información es de gran importancia para generar mejores estrategias de manejo y conservación de estos ecosistemas en inmediaciones a las ciudades.

**Palabras clave:** Cámaras trampa, métodos no invasivos, perros, Valle de Aburrá, zorro cangrejero.

1 Andrés Arias-Alzate, Universidad de Antioquia, Cl. 67 #53-108, C. P. 050010, Medellín, Colombia. [andresarias32@gmail.com](mailto:andresarias32@gmail.com)

2 IUCN/SSC Small Carnivore Specialist Group

3 Sara López-Jaramillo, Facultad de Ciencias y Biotecnología, Universidad CES. Calle 10A número 22-04, C. P. 050021, Medellín, Colombia. [lopezj.sara@uces.edu.co](mailto:lopezj.sara@uces.edu.co)

4 Carlos Andrés Delgado-V, Facultad de Ciencias y Biotecnología, Universidad CES. Calle 10A número 22-04, C. P. 050021, Medellín, Colombia. [cadelgado@ces.edu.co](mailto:cadelgado@ces.edu.co)

\* Autor para correspondencia



## ABSTRACT

Activity patterns and temporal adaptations play an important role in structuring communities and co-existence. These can be modified by physiological factors, environmental factors, or the perception of the fear landscape. However, it is still unknown how humans might be influencing the activity of many predator species, such as the dog fox (*Cerdocyon thous*), mainly in ecosystems surrounding cities. Here we evaluate the activity pattern of the species and how it varies with the presence of humans and domestic dogs (i.e. anthropogenic activity) in nature reserve areas in the southeast of the Aburrá Valley. For this, using camera trap data, we evaluated activity and its overlap with a Kernel density analysis and the non-negative trigonometric sum function (STN). *Cerdocyon thous* shows mainly nocturnal activity in areas with high anthropogenic activity (i.e. roads). In contrast, it exhibits additional diurnal activity in areas without anthropogenic activity (i.e. forest interior). Our results suggest that this canid, despite being tolerant to human activities according to the literature, may be adjusting its activity as a mechanism to reduce encounters with its predators and thus “predation risk”. Thus, increased tourism could interfere with the ecology of this and other species in the area. This information is of great importance to generate better management and conservation strategies for these ecosystems in the vicinity of cities.

**Key Words:** Aburra Valley, Crab eating fox, dogs, non-invasive methods, trail camera.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo y el impacto antrópico sobre los ecosistemas a nivel mundial han aumentado significativamente en las últimas décadas (Dirzo *et al.* 2014). Los ecosistemas naturales son particularmente vulnerables en entornos urbanos y periurbanos (Rositano y Civeira 2023). Los procesos derivados de este desarrollo (i.e., aumento de la infraestructura lineal, fragmentación y pérdida de hábitat, cambio de uso del suelo) no solo afectan a los ecosistemas, sino que también dan lugar a una serie de problemas ambientales, como la contaminación, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Por ejemplo, los carnívoros, que desempeñan un papel fundamental en las dinámicas ecológicas (e.g., control top-down, dispersión de semillas), son también uno de los grupos más afectados por el desequilibrio ecosistémico (Crooks 2002, Ripple *et al.* 2014, Rositano y Civeira 2023). Aquí, los mesocarnívoros, que ocupan un lugar intermedio en la cadena trófica, son uno de los grupos que desempeñan un papel esencial en este funcionamiento, como, por ejemplo, pueden actuar como depredadores tope e influir directamente en la cadena trófica, así como también pueden jugar un papel importante en la dispersión de semillas (Hunter y Caro 2008, Roemer *et al.* 2009, Marinho *et al.* 2020, Barrera-Vargas *et al.*

2023). Sin embargo, son uno de los grupos menos estudiados, aspectos de su ecología e historia natural aún se desconocen, particularmente en el Neotrópico (Andrade *et al.* 2016, Barrera-Vargas *et al.* 2023). Es importante comprender los efectos indirectos que las actividades humanas pueden tener en muchas de estas especies, como, por ejemplo, cambios conductuales y etológicos. Para algunos mamíferos (e.g., medianos y grandes) se han observado cambios en los patrones de actividad y forrajeo en áreas próximas a entornos urbanos y periurbanos (Mendes *et al.* 2020, Negret *et al.* 2023).

Una de estas especies de mesocarnívoros, es el zorro perro o zorro cangrejero *Cerdocyon thous* (Linnaeus 1766), el cánido con mayor distribución en Sudamérica. Se encuentra desde el nivel del mar hasta los 3200 m.s.n.m. (Taber y Maffei 2003, Varela-Arias *et al.* 2014, Hody *et al.* 2019). En Colombia, se halla en una variedad de hábitats naturales, incluidos ecosistemas intervenidos en zonas periurbanas y urbanas (Delgado-V 2007). Sin embargo, debido al grado de perturbación de estos ecosistemas, principalmente por la infraestructura lineal y otras actividades antrópicas, es una especie con una alta tasa de atropellamiento en las vialidades (Delgado-V 2007, Obando *et al.* 2024).

Esta especie, aunque en general se considera de hábitos nocturnos y crepusculares (Lozano 2010), exhibe una actividad, que, al igual que otras especies, está fuertemente influenciada por factores ambientales, fisiológicos y ecológicos (Arias-Alzate et al. 2022). No obstante, se reconoce que dicha actividad puede ser modificada por factores intrínsecos de la especie, así como por su percepción de riesgo, específicamente en relación con el riesgo de depredación (Bartness y Albers 2000, Laundre et al. 2010). Esta percepción de riesgo puede variar en función de la estructura y características del paisaje en el que habitan, noción que se ha conceptualizado como “paisajes de miedo” (Bartness y Albers 2000, Laundre et al. 2010). Esta interacción compleja entre factores intrínsecos, ambientales y de percepción de riesgo puede generar cambios significativos en el uso del hábitat, los patrones de movimientos y el área de acción de los individuos (Rossi 2016). Sin embargo, es importante señalar que las actividades humanas están emergiendo como un factor determinante adicional en la modificación de estos patrones de actividad y el uso del paisaje en las especies (Frid y Dill 2002, Shamoon et al. 2018, Mendes et al. 2020, Arias-Alzate et al. 2021, Ferreira et al. 2022).

En los Andes colombianos, existe un vacío de conocimiento con respecto al patrón de actividad de *C. thous*, especialmente en ecosistemas circundantes a las ciudades y, aún más notablemente, en relación con la interacción de la especie con la presencia humana, particularmente en las zonas designadas como áreas de reserva natural. Estas áreas de reserva natural desempeñan un papel crucial en la conservación de la biodiversidad, y la presencia de cánidos, como *C. thous*, son un componente esencial en la dinámica de estos ecosistemas, asumiendo roles significativos como mesodepredador y dispersor de semillas (Motta-Junior et al. 1994, Delgado-V 2007, Faria-Correa et al. 2009). Por ello, la comprensión de cómo la presencia humana puede afectar a *C. thous* en estas áreas se convierte en un aspecto crítico para el manejo y la conservación efectiva sobre la especie y de la fauna local y regional (Frey et al. 2017, Shamoon et al. 2018).

En este estudio, se evaluó el patrón de actividad de *C. thous* en ecosistemas circundantes a la zona urbana y periurbana al suroriente del Valle de Aburrá (VA) (Barrera-Vargas et al. 2023). La actual condición de esta área la categoriza como una zona de reservas naturales, donde la influencia de la presencia de seres humanos y perros domésticos en

la actividad de la especie aún carece de un análisis detallado. A partir de este escenario nos preguntamos ¿Cuáles y cómo varía el patrón de actividad de *C. thous* en respuesta a la presencia de humanos y perros domésticos en esta área estratégica de reserva? Hipotetizamos que el aumento de la presencia humana y de perros domésticos en la zona de reserva incide inversamente en el patrón de actividad de la especie, por lo que en áreas con una mayor presencia diurna de seres humanos y perros domésticos, el zorro perro exhibirá una actividad nocturna, mientras que en zonas con una actividad antrópica reducida o nula, la especie podría manifestar actividad diurna en su patrón diario de actividad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

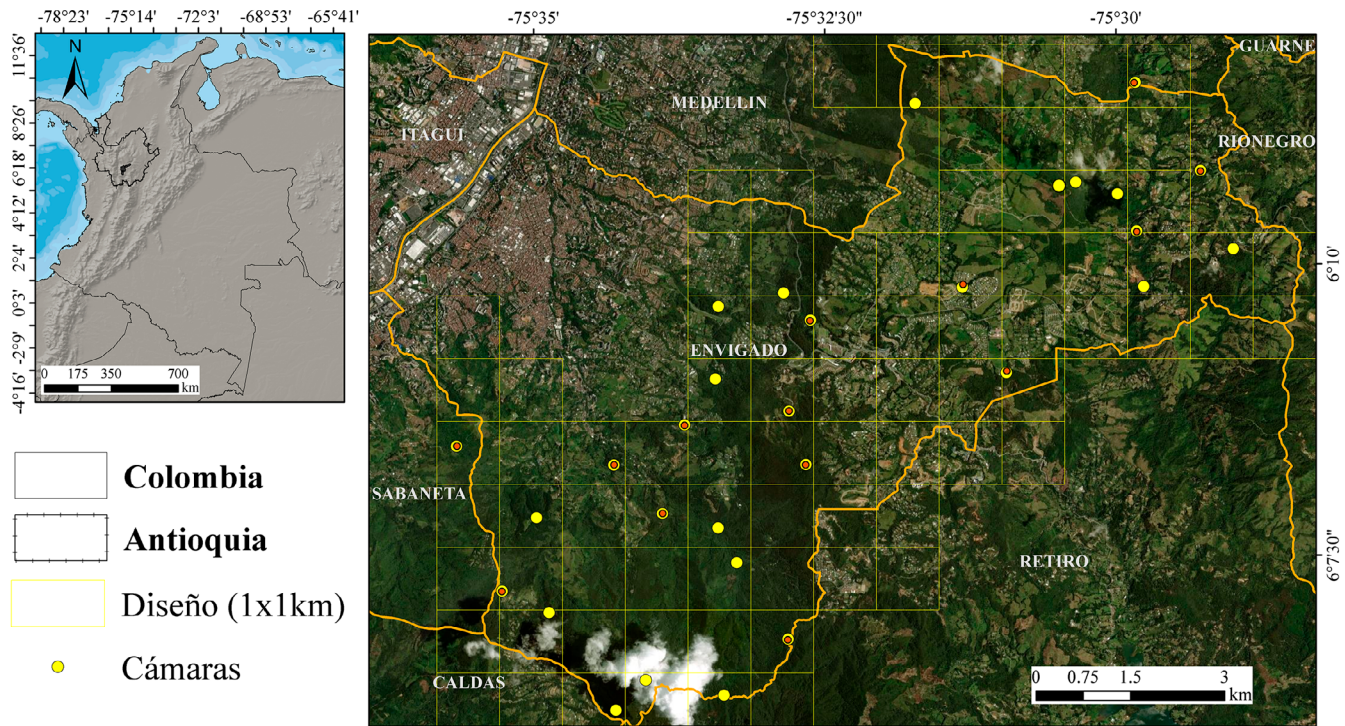
### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el suroriente del Valle de Aburrá, situado en el centro-sur del departamento de Antioquia, al norte de la Cordillera Central de los Andes colombianos (6.1075° N, 75.5475° W). Específicamente, se enfocó en las Reservas San Sebastián de la Castellana y el Sistema Local de Áreas Protegidas ubicado entre los municipios de El Retiro y Envigado, respectivamente (Fig. 1). El paisaje se caracteriza por la presencia de bosque primario intervenido con especies dominantes como *Quercus humboldtii* Bonpl. (Fagaceae), *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. (Araliaceae), *Ilex laurina* Kunth (Aquifoliaceae), *Weimannia balbisiana* Kunth (Cunnoniaceae), e *Hyeronima antioquensis* Cuatrec. (Euphorbiaceae). Además, se destacan helechos arbóreos, como *Cyathea arborea* (L.) Sm., especies de bambú del género *Chusquea* spp. (Gramineae) y la presencia de plantaciones exóticas de *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. & Cham. (Pinaceae). El rango altitudinal oscila entre los 2100 y los 3050 m, con una temperatura media anual de 22 °C y un régimen de precipitación que varía entre 1400 y 3000 mm (Hermelin 2007, Delgado-Vélez 2009, Arias-Alzate 2016).

### Diseño de muestreo y datos

Los datos para el análisis provienen de dos muestreos realizados en la misma área de estudio. El primero, generado durante el monitoreo del Sistema Local de las Áreas Protegidas del municipio de Envigado (SILAPE) entre los años 2015 al 2018 y el segundo implementado por los autores entre los años 2019 a 2022. Se instalaron 30 cámaras trampa (Bushnell Agressor Red-glow, Bushnell Trophy Cam Essential y Multrie 40i) en el área de estudio (Fig. 1).





**Figura 1.** Área de estudio y diseño de muestreo al sureste del VA. Cada estación representa una cámara de muestreo. Las cámaras con un punto rojo central representan las estaciones ubicadas en los senderos.

Las estaciones estuvieron separadas en promedio  $850 \text{ m} \pm 630 \text{ m}$  (Fig. 1) siguiendo lo propuesto por estudios previos para mesocarnívoros y basado en la ecología de la especie (Arias-Alzate 2016, Barrera-Vargas *et al.* 2023). Cada estación de monitoreo operó durante un periodo continuo de muestreo de 24 h y se configuraron con la siguiente programación: videos de alta resolución HD, sensor infrarrojo automático día y de noche, un video de 40 segundos por evento y un intervalo de 5 minutos entre videos. Las estaciones fueron colocadas al interior de los bosques ( $n = 16$ ) y en los senderos existentes ( $n = 14$ ), algunos de ellos se encuentran al interior del bosque, los cuales son frecuentemente utilizados por la especie (Lozano 2010, Marinho *et al.* 2020, Navarro-Peláez *et al.* 2021).

#### Patrón de actividad

Para los análisis del patrón de actividad diaria y evaluar el grado de superposición, se empleó el paquete Overlap (Ridout y Linkie 2009, Linkie y Ridout 2011, Meredith

y Ridout 2018) en el entorno de programación R (R Development Core Team 2013). Aquí se evaluó la función de densidad de los registros de manera no paramétrica usando la estimación de densidad de Kernel (DK) y la función de distribución de suma trigonométrica no negativa (STN), siguiendo lo propuesto por Linkie y Ridout (2011). Estas distribuciones consideran cada registro como una muestra aleatoria de una distribución continua subyacente (Ridout y Linkie 2009), donde todos los individuos poseen la misma probabilidad de ser registrados en cualquier momento mientras estén activos (Linkie y Ridout 2011, Pratas-Santiago *et al.* 2016). Este enfoque elimina el sesgo asociado a la agrupación de registros en intervalos definidos de manera arbitraria para establecer el patrón de actividad diario (Pratas-Santiago *et al.* 2016). Para este análisis, no consideramos una medida de independencia entre los registros, ya que según De Solla *et al.* (1999), Blundell *et al.* (2001) y, recientemente, Peral *et al.* (2022) y Barrera-Vargas *et al.* (2023), el supuesto

de independencia (i. e., eliminar la autocorrelación) limita el número de registros y sesga sustancialmente los resultados, ya que no refleja la naturaleza del estado continuo de la actividad.

Para el análisis, primero los registros obtenidos fueron estandarizados a hora solar, aunque en la zona tropical cercana al Ecuador existe poca variación en la hora de salida y puesta del sol durante el año, es decir, la hora reloj se aproxime a la hora solar (Rowcliffe *et al.* 2014, Barrera-Vargas *et al.* 2023). A continuación, estos fueron convertidos en radianes ( $2\pi = 24$  h) (Linkie y Ridout 2011, Vilella *et al.* 2020). Consecutivamente en Overlap, siguiendo lo propuesto por Ridout y Linkie (2009) y Linkie y Ridout (2011), se estimó el patrón de actividad diario para zorros, seres humanos y perros dividiendo el período de 24 h en cuatro intervalos de tiempo de la siguiente manera: 00:00-6:00 h, 6:00-12:00 h, 12:00-18:00 h y 18:00-24:00 h. Dada la poca variación entre las horas de amanecer y atardecer, la salida y puesta del sol se ajustó a  $\pi/2$  y  $3\pi/2$  (Ridout y Linkie 2009, Bu *et al.* 2016, Barrera-Vargas *et al.* 2023). Esto permite clasificar el ciclo de 24 h en periodo diurno, como las horas desde la salida hasta la puesta del sol, y en periodo nocturna, como el tiempo restante, considerando así el amanecer y el atardecer a las 6 h y 18 h, respectivamente (Ridout y Linkie 2009, Bu *et al.* 2016, Porfirio *et al.* 2016, Meredith y Ridout 2018, Barrera-Vargas *et al.* 2023). El crepúsculo puede considerarse como una hora antes del amanecer (i. e., alba) y una hora luego del anochecer (i. e., atardecer) (Porfirio *et al.* 2016), lo cual corresponde específicamente con el crepúsculo astronómico para la zona de estudio.

A partir de lo anterior, es posible identificar la actividad según la densidad de registros en los intervalos de tiempo (e. g., densidad de Kernel), clasificándola como diurna ( $\geq 90$  % de registros en el día), nocturna ( $\geq 90$  % de registros en la noche), principalmente diurna ( $\sim 70$ -89 % de registros en el día) y principalmente nocturna (70-89 % de registros en la noche) (Ridout y Linkie 2009, Porfirio *et al.* 2016, Azevedo *et al.* 2018). Cada patrón de actividad diario se determinó para el total de registros de zorro perro y posteriormente se evaluó si los individuos registrados en caminos dentro de las reservas presentaron una actividad similar a los registrados en zonas boscosas. Posteriormente, se estimó la actividad para perros domésticos y humanos en la zona de estudio. Para estas estimaciones se utilizó un parámetro de concentración  $K = 1.5$  para la fun-

ción DK de acuerdo con Meredith y Ridout (2018) y para la función STN se identificó según el número de parámetros de acuerdo con la función implementada en el paquete Overlap (Ridout y Linkie 2009).

Para la sobreposición (i.e., zorros vs humanos-perros domésticos en caminos, y zorros vs humanos-perros domésticos en áreas boscosas) se utilizó el coeficiente de sobreposición  $\Delta$ , el cual evalúa cuánto se sobreponen dos distribuciones (i.e., funciones de densidad de probabilidad sp. 1:  $f(x)$  y sp. 2:  $g(x)$ ), es decir, en qué proporción los patrones de actividad son diferentes (Linkie y Ridout 2011). Se utilizó el coeficiente  $\Delta_4$  para muestras mayores a 50 registros (Ridout y Linkie 2009). El coeficiente toma valores entre cero, sin sobreposición, distribuciones diferentes y uno, sobreposición completa, distribuciones iguales (Ridout y Linkie 2009, Linkie y Ridout 2011). Para esta sobreposición se estimaron los intervalos de confianza al 95 % a través de 1000 réplicas de Bootstrap suavizados (Linkie y Ridout 2011, Meredith y Ridout 2018). Para un mayor detalle matemático y metodológico ver a Ridout y Linkie (2009) y a Meredith y Ridout (2018). Para evitar subjetividad en la interpretación en los niveles de sobreposición, esta fue clasificada como: superposición baja ( $\Delta \leq 0.5$ ), superposición moderada ( $0.5 < \Delta \leq 0.75$ ) y superposición alta ( $\Delta > 0.75$ ) siguiendo lo propuesto por Monterroso *et al.* (2014).

## RESULTADOS

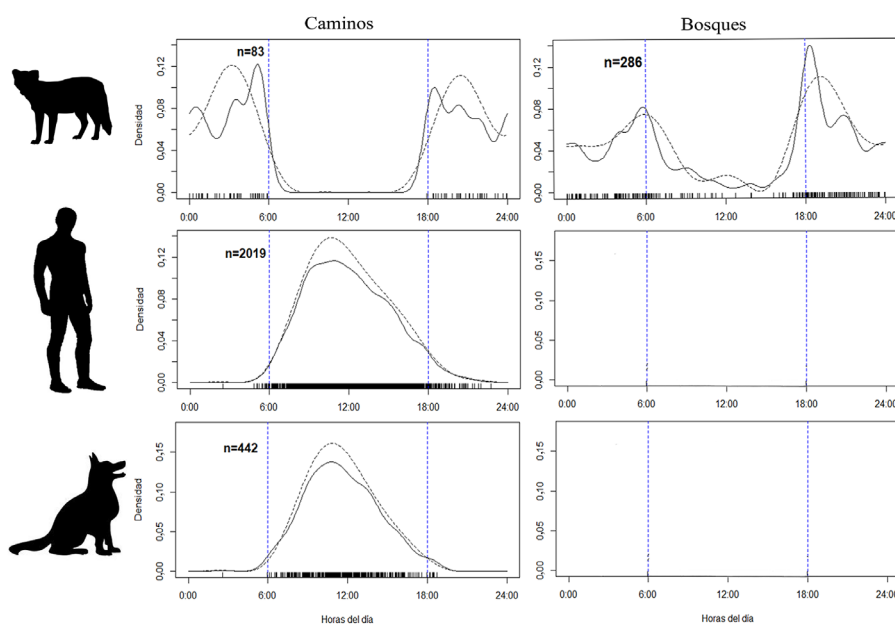
En total se obtuvieron 2830 registros en el área de estudio. Estos se distribuyeron de la siguiente manera: 369 registros de *C. thous* (286 en áreas boscosas y 83 en caminos), 2019 registros de seres humanos y 442 registros de perros domésticos.

Los patrones de actividad de las especies no fueron uniformes a lo largo del ciclo circadiano ( $\mu$ , 95 % IC). El patrón de actividad registrado para el zorro perro fue principalmente nocturno y crepuscular en zonas de caminos, con picos de actividad entre las 03:00 y 04:00 h y con un aumento hacia las 05:00 y 06:00 h, y picos de actividad luego del anochecer, con reducción hacia la media noche (Fig. 2). En estas zonas no se presentó actividad durante el día. En las zonas de interior de bosque, la especie presentó una actividad más amplia, incluyendo horas de la mañana entre las 08:00 y 10:00 h y en horas de la tarde, incluyendo las horas entre las 13:00 y 14:00 h (Fig. 2). Es de señalar un mayor incremento de actividad luego del anochecer, el

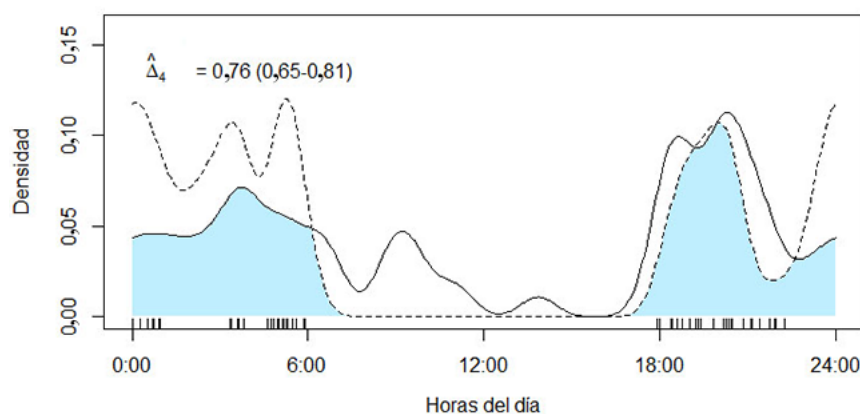
cual igualmente se redujo hacia la media noche. Para las personas y los perros, el patrón registrado en las áreas de reserva fue similar, generalmente en el día, iniciando a las 06:00 h y terminando a las 19:00 h, con picos de actividad más altos entre las 08:00 h y las 15:00 h (Fig. 2). Al interior de los bosques no se presentó actividad antrópica.

En cuanto a la sobreposición entre los patrones de actividad, como se esperaba, hubo una sobreposición alta ( $\Delta > 0,75$ )

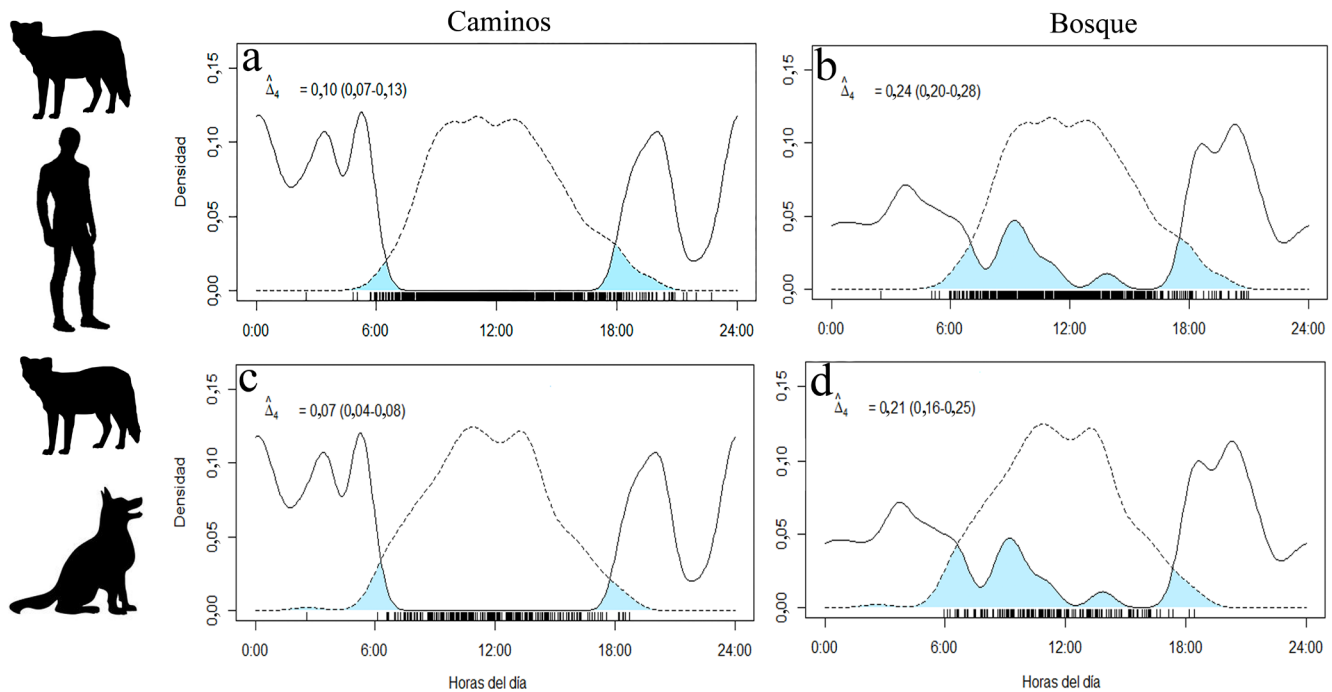
entre la actividad de zorros en caminos e interior de bosque (Fig. 3). No obstante, en los caminos se registró una sobreposición muy baja ( $\Delta \leq 0,5$ ) entre zorros-humanos y zorros-perros domésticos (Fig. 4a-4d), sugiriendo una segregación temporal influida por las personas y los perros. Igualmente, como era de esperarse, se observa una baja sobreposición en la actividad al interior del bosque. Es de señalar que esta última sobreposición es temporal pero no espacial, dado que no hubo registros de personas o perros al interior de los bosques.



**Figura 2.** Patrón de actividad diario de zorro-perro (*Cerdocyon thous*), humanos y perros domésticos en el área de estudio. Los registros se muestran como pequeñas barras verticales en el eje del tiempo. Líneas sólidas (DK), línea discontinua (STN). Líneas verticales punteadas marcan el amanecer y el anochecer.



**Figura 3.** Patrones de sobreposición en la actividad diaria (área sombreada) entre: Zorros al interior del bosque (línea sólida) y zorros en los caminos (línea discontinua).  $\Delta_4$  representan los coeficientes de sobreposición y los intervalos de confianza al 95 % se muestran entre paréntesis. Nivel de sobreposición baja ( $\Delta \leq 0,5$ ), sobreposición moderada ( $0,5 < \Delta \leq 0,75$ ) y sobreposición alta ( $\Delta > 0,75$ ). Líneas verticales cortas (eje x) indican los registros en la sobreposición.



**Figura 4.** Patrones de sobreposición en la actividad diaria (área sombreada) entre: **a. y b.** zorro-perro (línea sólida) y humanos (línea discontinua), **c. y d.** zorro-perro (línea sólida) y perros domésticos (línea discontinua).  $\Delta_4$  representan los coeficientes de sobreposición y los intervalos de confianza al 95 % se muestran entre paréntesis. Nivel de sobreposición baja ( $\Delta \leq 0,5$ ), sobreposición moderada ( $0,5 < \Delta \leq 0,75$ ) y sobreposición alta ( $\Delta > 0,75$ ). Líneas verticales cortas (eje x) indican los registros en la sobreposición.

## DISCUSIÓN

Los patrones de actividad de las especies responden a factores como el clima, la estructura del hábitat (i.e., componentes que incluyen elementos bióticos como tipos vegetación y abióticos como el relieve y la presencia de agua), los rasgos de historia de vida, la presencia de especies potencialmente competidoras o de depredadores tope (Faria-Correa et al. 2009, Ramírez-Mejía y Sánchez 2016, Mpemba et al. 2019, Easter et al. 2020). Sin embargo, en paisajes donde se presenta una actividad antrópica importante, como, por ejemplo, en ecosistemas circundantes a zonas urbanas y periurbanas, esta actividad puede verse modificada, influyendo incluso en la manera en cómo diferentes grupos interactúan entre sí y perciben el paisaje (Easter et al. 2020, Mendes et al. 2020). En este sentido, nuestros resultados muestran que, aunque, el patrón de actividad asociado a la especie concuerda de manera general con lo reportado en la literatura a lo largo de su distribución (Martínez y Cadena 2000, Taber y Maffei 2003, Faria-Correa et al. 2009, García 2009, Marinho et al. 2020), la especie en zonas con presencia antrópica (i.e.,

caminos) muestra una actividad casi nula durante el día, incluso en aquellos caminos que atraviesan algunos fragmentos de bosque. Al parecer, en esta zona, los individuos se están dispersando, hacia otras áreas donde la presencia de humanos y perros es mucho más escasa o nula. Esto concuerda con lo propuesto al sur de la distribución de la especie, por ejemplo, en ecosistemas con un relativo buen estado de conservación, *C. thous* es principalmente nocturno, pero presenta una leve actividad durante las horas del día (Taber y Maffei 2003, Lozano 2010, Albanesi et al. 2016). Igualmente, al sur de Brasil, se ha reportado una dinámica similar para el zorro perro y otras especies de cánidos silvestres, siendo mucho más nocturnas en zonas con presencia humana (García y Kittlein 2005, Di Bitteti et al. 2009, Faria-Correa et al. 2009). En otras especies de mesocarnívoros este fenómeno también parece presentarse, por ejemplo, en *Leopardus pardalis* se ha observado una reducción de su actividad en áreas de reserva donde hay una actividad humana importante (Barcerlos et al. 2022).

En Sur América, especialmente en Colombia, son pocos los estudios sobre el impacto de la actividad antrópica o



de perros domésticos sobre esta y otras especies de carnívoros, particularmente en áreas de reservas naturales. Sin embargo, se plantea que las especies de mediano y gran tamaño en los mamíferos son las especies más propensas a modificar su comportamiento, especialmente en la actividad durante el forrajeo cuando existe una actividad y presión antrópica importante (Osuri *et al.* 2020, Negret *et al.* 2023). Aquí encontramos evidencia empírica que sugiere que el zorro perro estaría ajustando su actividad y uso del espacio acorde con la presencia y flujo turístico al interior de las reservas. Esto estaría acorde según con la percepción de riesgo de la especie (i.e., ecología del miedo), donde al ser más nocturno, especialmente en zonas con actividad antrópica, es un comportamiento mucho más seguro evitando así el “riesgo de depredación” (Bartness y Albers 2000, Chace y Walsh 2006, Shamoon *et al.* 2018, Barcelos *et al.* 2022). Esta tendencia, muy posiblemente estaría ocurriendo con otras especies de vertebrados (e.g., mamíferos y aves) presentes en la zona, como se ha documentado en otros trabajos (Ordiz *et al.*, 2017, Shamoon *et al.* 2018, Negret *et al.* 2023).

Este panorama en la disminución de la actividad sugiere una segregación temporal y espacial con relación a los humanos y los perros domésticos, segregación que ha sido documentada en otros mamíferos en áreas no protegidas con una fuerte actividad antrópica (Frid y Dill 2002, Gaynor *et al.* 2018, Arias-Alzate *et al.* 2021). Por ejemplo, al sur de Asia se ha documentado el ataque de perros domésticos a diferentes especies de cánidos (Home *et al.* 2018) y en Tailandia se ha documentado una segregación temporal entre perros domésticos y chacales dorados (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) en áreas protegidas (Marshall *et al.* 2023). Por lo que las actividades humanas, en este caso el turismo, parecen estar ejerciendo una influencia importante en el comportamiento de *C. thous*, es decir, en términos de cómo las especies percibe y usa el espacio, lo que en últimas puede afectar el forraje (i.e. obtención de recursos y movimiento) y la adecuación de la especie (i.e., éxito reproductivo) y por tanto de las dinámicas ecológicas en estos ecosistemas (Bartness y Alberts 2000, Chace y Walsh 2006, Tucker *et al.* 2018). Es de señalar que los perros domésticos, en especial los desatendidos, pueden influir negativamente en las poblaciones de animales silvestres a través de la depredación, la transmisión de enfermedades, la hibridación o la competencia (Young *et al.* 2011, Marshall *et al.* 2023). Lo que puede generar cambios en casca-

da, en el tiempo de forrajeo de las especies silvestres (e.g., mesocarnívoros), aumentar los tiempos de vigilancia (i.e., riesgo de depredación), disminuir los patrones de movimiento y la ganancia de energía (i.e., forrajeo óptimo), limitando la recuperación de las poblaciones de especies en riesgo de extinción (Mitchell y Banks 2005, Young *et al.* 2011, Marshall *et al.* 2023).

El uso de cámaras trampa, específicamente en modo video, constituye un método importante para la obtención de conocimientos sobre aspectos ecológicos, etológicos y de historia natural de las especies, que, por lo general son poco conocidos (Arias-Alzate *et al.* 2021, Fonseca-Prada *et al.* 2022). Con el uso de esta metodología a largo plazo, se pueden monitorear diferentes dinámicas y establecer líneas base sobre la biodiversidad local, paso fundamental en la formulación e implementación de planes de conservación (Fonseca-Prada *et al.* 2022), especialmente para especies elusivas como el zorro perro (Albanesi *et al.* 2016), posibilitando así el registro de información ecológica importante, como el periodo de actividad de las especies, en una matriz de bosque circundante a zonas urbanas y periurbanas. Un mejor entendimiento de estas dinámicas con los humanos y una especie doméstica potencialmente competidora, especialmente en zonas de reserva natural, son de gran importancia para la planificación y manejo de estos ecosistemas, conocimiento el cual es necesario para generar mejores estrategias de manejo y conservación de estos territorios biodiversos al norte de los Andes colombianos.

## PARTICIPACIÓN DE AUTORES

AA-A diseñó el estudio, AA-A y SL-J recopilaron información en campo, SL-J realizó el análisis de los datos, SL-J, AA-A y CAD-V interpretaron y escribieron el manuscrito.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Agropecuario de Envigado por permitirnos documentar la información aquí reportada. A Juanita Barrera y Richard Gómez por el acompañamiento en las salidas de campo. A los revisores por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar el manuscrito.



## LITERATURA CITADA

- Albanesi S, Jayat J, Brown A. 2016. Patrones de actividad de mamíferos de medio y gran porte en el Pedemonte de Yungas del Noroeste Argentino. *Mastozool. Neotrop.* 23(2): 335-358.
- Andrade G, Montaña-Salazar S, Riveros-Loaiza L, Ramírez-Chávez H, Suárez-Castro A. 2016. Estado del Conocimiento y prioridades de investigación sobre las familias Canidae, Mephitidae y Procyonidae (Mammalia: Carnivora) en Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 40(156): 500-513. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.327>.
- Arias-Alzate A (comp.). 2016. Sistema Local de Áreas Protegidas de Envigado (SILAPE). Proyecto # 275, Fortalecimiento y Gestión del Sistema de Áreas Protegidas de Envigado. Ciudad de publicación: Universidad CES, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Agropecuario, Corantioquia, Medellín, Colombia.
- Arias-Alzate A, Obando J, Mora J, Botero C, Arias J, Delgado-V C. 2021. Patrón de actividad de *Chironectes minimus* (Didelphimorphia: Didelphidae) en ecosistemas periurbanos (Valle de Aburrá-Colombia), con anotaciones sobre su distribución altitudinal. *MaNo.* 7(1): 184-196. doi: <https://doi.org/10.47603/mano.v7n1.184>.
- Arias-Alzate A, Arroyave FJ, Romero Goyeneche OY, Hurtado Heredia RG, González-Maya JF, Arroyo-Cabrales J, Peterson AT, Martínez-Meyer, E. 2022. Functional niche constraints on carnivore assemblages (Mammalia: Carnivora) in the Americas: What facilitates coexistence through space and time? *J Biogeogr* 49(3): 497-510. doi: <https://doi.org/10.1111/jbi.14319>
- Azevedo F, Lemos F, Freitas-Junior M, Rocha D. 2018. Puma activity patterns and temporal overlap with prey in a human-modified landscape at Southeastern Brazil. *J. Zool.* 305(4): 246-255. doi: <https://doi.org/10.1111/jzo.12558>.
- Barcelos D, Vieira E, Pinheiro M, Ferreira G. 2022. A before-after assessment of the response of mammals to tourism in a Brazilian national park. Cambridge: University Press.
- Barrera-Vargas J, Delgado-Vélez C, Arias-Alzate A. 2023. Mesocarnívoros activity patterns in the Northern Colombian Andes. *Therya.* 14(3): 1-11. doi: <https://orcid.org/0000-0001-9139-5690>.
- Bartness T, Albers H. 2000. Activity Patterns and the Biological Clock in Mammals. *Ecological Series.* 141. Berlin: Heidelberg Springer.
- Blundell G, Maier J, Debevec E. 2001. Linear Home Range: effects of smoothing, sample size, and autocorrelation on Kernel Estimates. *Ecol. Monogr.* 71(3): 469-489. doi: <https://doi.org/10.2307/3100069>.
- Bu H, Wang F, McShea W, Lu Z, Wang D, Li S. 2016. Spatial occurrence and activity patterns of mesocarnivores in the temperate forests of southwest China. *PloS One.* 11(10): e0164271. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164271>
- Chace J, Walsh J. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape Urban Plann.* 74(1): 46-69. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007>.
- Crooks K. 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conserv. Biol.* 16(2): 488-502. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00386.x>.
- De Solla S, Bonduriansky R, Brooks R. 1999. Eliminating autocorrelation reduces biological relevance of home range estimate. *J. Anim. Ecol.* 68(2): 221-234. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.1999.00279.x>
- Delgado-Vélez C. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la Vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol.* 29(87): 235- 239. doi: <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.329342>
- Delgado-Vélez C. 2009. Non-volant mammals, Reserva San Sebastián-La Castellana, Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia. *Check List.* 5(1): 1-4. doi: <https://doi.org/10.15560/5.1.1>
- Di Bitteti M, Di Blanco Y, Pereira J, Paviolo A, Pérez I. 2009. Time partitioning favors the coexistence of sympatric crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) and pampas foxes (*Lycalopex gymnocercus*). *J. Mammal.* 90(2): 479-490. doi: <https://doi.org/10.1644/08-MAMM-A-113.1>.
- Dirzo R, Young H, Galetti M., Ceballos G., Isaac N, Collen B. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science.* 345(80): 401-406. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1251817>.
- Easter T, Bouley P, Carter N. 2020. Intraguild dynamics of understudied carnivores in a human-altered landscape. *Ecol. Evol.* 10(12): 5476-5488. doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.6290>.
- Faria-Correa M, Balbueno R, Vieira E, de Freitas Thales. 2009. Activity, habit use, density and reproductive biology of the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) and comparison with the pampas fox (*Lycalopex gymnocercus*) in a Restinga area in the Southern Brazilian Atlantic Forest. *Mamm. Biol.* 74(2009): 220-229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2008.12.005>
- Ferreira G, Newbold T, Oliveira M, Pringle H, Pinheiro M, de Pinho F, Carbone C, Rowcliffe M. 2021. Limited temporal response of Cerrado mammals to anthropogenic pressure in areas under distinct levels of protection. *J. Zool.* 317(1): 43-55. doi: <https://doi.org/10.1111/jzo.12958>.
- Fonseca-Prada K, Botero-Henao N, Mendoza-Mora A. 2022. Patrones de actividad de mamíferos medianos en fragmentos de bosque de Marquetalia (Caldas, Colombia). *Mutis.* 13(1): 1-13. doi: <https://doi.org/10.21789/22561498.1852>
- Frey S, Fisher J, Burton C, Volpe J. 2017. Investigating animal activity patterns and temporal niche partitioning using camera trap: Challenges and opportunities. *Remote Sens. Ecol. Conserv.* 3(1): 1-10. doi: <https://doi.org/10.1002/rse2.60>.
- Frid A, Dill L. 2002. Human caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Ecol. Soc.* 6(1): 1-11. doi: <https://doi.org/10.2307/26271862>.
- Gaynor K, Hohnowski C, Carter N, Brashares J. 2018. The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science.* 360(6394): 1232-1235. doi: <https://doi.org/10.1126/science.aar7121>

- García N. 2009. Evaluación del uso de hábitat de la especie *Cerdocyon thous* (Carnivora: Canidae) en diferentes coberturas vegetales, de la Cuenca media del río Otún, Risaralda. [Tesis]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana.
- García V, Kittlein M. 2005. Diet, habitat use, and relative abundance of pampas fox (*Pseudalopex gymnocercus*) in northern Patagonia, Argentina. *Mamm. Biol.* 70(4): 218-226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2004.11.019>
- Hermelin M. 2007. Valle de Aburrá: ¿Quo vadis? Gestión y Ambiente. 10(2): 7-16.
- Hody A, Moreno R, Meyer N, Pacifici K, Kays R. 2019. Canid collision-expanding populations of coyotes (*Canis latrans*) and crab-eating foxes (*Cerdocyon thous*) meet up in Panama. *J. Mammal.* 100(6): 1819-1830. doi: <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz158>.
- Home C, Bhatnagar Y, Vanak A. 2017. Canine Conundrum: domestic dogs as an invasive species and their impacts on wildlife in India. *Anim. conserv.* 21(4): 275-282. doi: <https://doi.org/10.1111/acv.12389>.
- Hunter J, Caro T. 2008. Interspecific competition and predation in American carnivore families. *Ethol. Ecol. and Evol.* 20(4): 295-324. doi: <https://doi.org/10.1080/08927014.2008.9522514>.
- Laundre J, Hernandez L, Ripple W. 2010. The landscape of Fear: Ecological Implications of being afraid. *Open Ecol. J.* 3: 1-7. doi: <http://dx.doi.org/10.2174/1874213001003030001>.
- Linkie M, Ridout, S. 2011. Assessing tiger-prey interactions in Sumatran rainforests. *J. Zool.* 284 (3): 224-229. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00801.x>
- Lozano L. 2010. Abundancia relativa y distribución de mamíferos medianos y grandes en dos coberturas vegetales en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya mediante el uso de cámaras trampa. [Tesis]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana.
- Marinho P, Fonseca C, Sarmento P, Fonseca C, Venticinque M. 2020. Temporal niche overlap among mesocarnivores in a Caatinga dry forest. *Eur. J. Wildl. Res.* 66 (2): 34. doi: <https://doi.org/10.1007/s10344-020-1371-6>.
- Marshall H, Sukumal N, Ngoprasert D, Savini T. 2023. The spatial and temporal displacement of native species by domestic dogs. *GECCO.* 44: e02504. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02504>.
- Martínez Y, Cadena A. 2000. Caracterización, evaluación y uso de hábitats del Zorro Perruno (*Cerdocyon thous*) en los Llanos Orientales de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 24(92): 383-391.
- Mendes C, Carreira D, Pedrosa F, Beca G, Lautenschlager L, Akkawi P, Bercê W, Ferraz K, Galletti M. 2020. Landscape of human fear in Neotropical rainforest mammals. *Biol. Conserv.* 241: 108257. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108257>.
- Mpemba H, Fan Y, Jiang G. 2019. The implication of fear ecology for interactions among predators, prey and mesopredators. *JAPS.* 29 (6): 1519-1527. doi:
- Meredith M, Ridout, M. 2021. Overview of the overlap package. R Project.
- Mitchell B, Banks P. 2005. Do wild dogs exclude foxes? Evidence for competition from dietary and spatial overlaps. *Austral Ecol.* 30 (5): 581-591
- Monterroso P, Alves C, Ferreras P. 2014. Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: Implications for species coexistence. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 68 (9): 1403-1417. doi: <https://doi.org/10.1007/s00265-014-1748-1>.
- Motta-Junior J, Talamoni S, Lombardi J. 1996. Diet of maned wolf, *Chrysocyn brachyurus*, in central Brazil. *J. Zool.* 240 (2): 277-284. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1996.tb05284.x>.
- Navarro-Peláez F, Arias-Alzate A, Delgado-V C. 2021. Huellas y rastros de los mamíferos en Colombia. Medellín: Editorial CES.
- Negret J, Luskin M, Gómez-Valencia B, Díaz-Pulido A. 2023. Neotropical understory birds and mammals show divergent behaviour responses to human pressure. *PECON.* 21 (1): 180-188. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2023.04.002>.
- Obando-Tobón JM, Delgado-V CA, Urrego-Giraldo LE, Saravia-Ruiz P, Tapias-M J, Arias-Alzate A. 2024. Influence of behavior and habitat on wildlife roadkill: the case of vertebrates on peri-urban roads in the Colombian Andes. *Rev. Biol. Trop.* 72(1): e56433. doi: <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v72i1.56433>
- Ordiz A, Sæbø S, Kindberg J, Swenson J, Støen O. 2017. Seasonality and human disturbance alter brown bear activity patterns: implications for circumpolar carnivore conservation? *Anim. Conserv.* 20: 51-60. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/acv.12284>.
- Osuri A, Mendiratta U, Naniwadekar R, Varma V, Naeem S. 2020. Hunting and forest modification have distinct defaunation impacts on tropical mammals and birds. *front. For. Glob.* 2. doi: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00087>.
- Peral C, Landman M, Kerley G. 2022. The inappropriate use of time-to-independence biases estimates of activity patterns of free-ranging mammals derived from camera traps. *Ecol. Evol.* 12 (10): 1-10. doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.9408>.
- Porfirio G, Foster V, Fonseca C, Sarmento P. 2016. Activity patterns of ocelots and their potential prey in the Brazilian Pantanal. *Mamm. Biol.* 81: 511-517. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2016.06.006>
- Pratas-Santiago P, Gonçalves S, da Maia Soares V, Spironello R. 2016. The moon cycle effect on the activity patterns of ocelots and their prey. *J. Zool.* 299 (4): 275- 283. doi: <https://doi.org/10.1111/jzo.12359>.
- R Development Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing Vienna, Austria.
- Ramírez-Mejía A, Sánchez F. 2016. Activity patterns and habitat use of mammals in an Andean Forest and a *Eucalyptus* reforestation in Colombia. *Hystrix.* 27 (2): 1-7. doi: <https://doi.org/10.4404/hystrix-27.2-11319>.

- Ridout S, Linkie M. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *JABES*. 14 (3): 322-337. doi: <https://doi.org/10.1198/jabes.2009.08038>.
- Ripple WJ, Estes J A, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite, M, Berger J, Elmhagen B, Letnic M, Nelson MP, Schmitz OJ, Smith DW, Wallach AD, Wirsing, AJ. 2014. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science* 343(6167): 1241484. doi: 10.1126/Science.1241484
- Rositano F, Civeira G. 2023. Servicios de los ecosistemas en áreas urbanas y periurbanas: su reconocimiento por distintos actores sociales. *Cuaderno Urbano*. 34 (34): 31-44.
- Rossi E. 2016. Análisis del efecto de la actividad antrópica sobre el uso del hábitat a escala local del mataco (*Tolypeutes matacus*) en el Chaco Árido de Córdoba [Tesis]. [Córdoba]: Universidad Nacional de Córdoba.
- Roemer GW, Gompper ME, Van Valkenburgh B. 2009. The Ecological Role of the Mammalian Mesocarnivore. *BioScience* 59(2): 165-173. doi: <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.2.9>
- Rowcliffe J, Kays R, Kranstauber B, Carbone C, Jansen P. 2014. Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods Ecol. Evol.* 5 (11): 1170-1179. doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12278>.
- Shamoon H, Maor R, Saltz D, Dayan T. 2018. Increased mammal nocturnality in agricultural landscapes results in fragmentation due to cascading effects. *Biol. Conserv.* 226: 32-41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.07.028>.
- Taber A, Maffei L. 2003. Área de acción, actividad y uso de hábitat del zorro patas negras, *Cerdocyon thous*, en un Bosque seco. *Mastozool. Neotrop.* 10 (101): 154- 160.
- Tucker M, Böhning-Gaese K, Fagan W, Fryxell J, Moorter B, Alberts S, Ali A, Allen A, Attias N, Avgar T. 2018. Moving in the Anthropocene: Global reductions in terrestrial mammalian movements. 2018. *Science*. 359 (6374): 466-469. doi: <https://doi.org/10.1126/science.aam9712>.
- Varela- Arias N, Caicedo- Martínez J, Ospina-Chivirí J, Toro-Mesa, D. 2014. Coinfección entre distemper canino y un verme pulmonar en un *Cerdocyon thous* en estado silvestre en el municipio de Pereira. *Asociación De Veterinarios De Vida Silvestre*. 10(2): 145- 159.
- Vilella M, Ferrandiz-Rovira M, Sayol F. 2020. Coexistence of predators in time: Effects of season and prey availability on species activity within a Mediterranean carnivore guild. *Ecol. Evol.* 10 (20): 11408-11422. doi: <https://doi.org/10.1002/ece3.6778>
- Young J, Olson K, Reading R, Amgalanbaatar S, Berger J, 2011. Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. *Biosci.* 61 (2): 125-132. doi: <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.2.7>.