

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO FORESTAL



Abundancia Relativa y Patrones de Actividad de Mamíferos Terrestres en el Cañón
Tres Molinos, Durango, México

Por:

LUZ ELENA SOTO VARGAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Junio 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO FORESTAL

Abundancia Relativa y Patrones de Actividad de Mamíferos Terrestres en el Cañón
Tres Molinos, Durango, México

Por:

LUZ ELENA SOTO VARGAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité Asesor:

DR. FRANCISCO CRUZ GARCIA
Asesor Principal

DR. GENARO ESTEBAN GARCIA MOSQUEDA
Coasesor

M.C. HECTOR DARIO GONZALEZ LOPEZ
Coasesor

DR ALBERTO SANDOVAL RANGEL
Coordinador de la División de Agronomía



DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor principal de este trabajo declara, bajo protesta de decir verdad, que la presente investigación es resultado de un esfuerzo académico propio y original, y que en su elaboración se respetaron los principios de integridad científica y ética profesional.

Se manifiesta que no se incurrió en plagio o en conducta académica indebida, tales como la copia total o parcial de textos sin citar la fuente correspondiente, la reutilización de trabajos propios sin referencia previa (autoplagio), ni la apropiación de información, datos o resultados de terceros para presentarlos como propios.

Asimismo, se asegura que todas las ideas, citas, conceptos y materiales utilizados han sido debidamente referenciados conforme a las normas de citación establecidas, respetando en todo momento los derechos del contenido de este trabajo y declara que es original en su totalidad.

Por lo anterior declaro que este trabajo es original, y de ser lo contrario me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir.

Autor principal



SOTO VARGAS LUZ ELENA

DEDICATORIA

Agradezco profundamente a mis padres, **José Luis Soto Corona** quien fue mi primer motivador en este camino, brindándome apoyo emocional y económico en todo momento; aun a pesar de la distancia, logró forjar en mí la inspiración por el estudio y la confianza para enfrentar nuevos retos. A mi madre, **Olga Vargas Serrano**, por su amor, su apoyo incondicional, además de ser la fortaleza que me sostuvo en cada etapa de este proceso. Gracias por enseñarme a no rendirme y por creer siempre en mí.

A mi familia: **Elizabeth Soto Vargas, José Manuel S.V., Carlos S.V., Rosa Isela S.V., Karina S.V., Jazmín S.V., Marieli Soto Moreno, Monserrat López Álvarez, Marian López Álvarez, María de los Ángeles Irineo Cabrera, Martin Diego Quiroz, Marisol Diego Quiroz e Isabel Diego**, por su cariño, respaldo y presencia constante a lo largo de este proceso; por ser mi hogar y refugio, así como por hacerme siempre una prioridad, brindándome su tiempo y amor incondicional.

A mis sobrinos: **Tiffany S.S., Fátima C.S., Luz María G.S., Millena C.S., Eduard S.S., Emiliano C.S., Adán G.S., Sintia Esperanza C.S., Héctor G.S., Iván S.S. y María José G.S.**, por ser fuente de alegría e inspiración, además de una motivación constante para ser un buen ejemplo en sus vidas.

A mis amigos: **Blanca Estela Badillo, María Gisela Garfias García, Alicia de los Ángeles Baeza Mendoza, Natividad Carrizosa Velasco, Erika Velásquez Álvarez, Karen Vázquez Santiago, Fabiola Hernández, Sofía Reyes Gutiérrez, Rubén Antonio Contreras, Alan Alejandro Loyola Rincón, Alexander Serrano, Efraín Hernández, Alondra Palacios, Dilan Nieves, Johan R. Cruz** por su apoyo sincero, su compañía, las enseñanzas compartidas y por todas las experiencias vividas a lo largo de este camino.

A todos ustedes, gracias por formar parte de este logro; en cada paso que di, siempre estuvo presente algo de ustedes acompañándome.

AGRADECIMIENTO

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por permitirme formar parte de su institución y brindarme la oportunidad de concluir mis estudios profesionales.

Al **Dr. Francisco Cruz García**, por su orientación, experiencia y dedicación durante el desarrollo de este proyecto, así como por el acompañamiento académico brindado.

A los integrantes del comité asesor, **Dr. Genaro Esteban García Mosqueda** y **Dr. Héctor Darío González**, quienes además fueron parte de mi formación como profesores, por compartir sus conocimientos y contribuir en el desarrollo de este trabajo.

A Cobano, Consultoría Forestal y Medio Ambiental, en especial al **M.C. Adrián Botello Montoya** y al **Dr. Daniel Ruiz Carranza**, por la oportunidad brindada, la confianza y el apoyo en mi desarrollo profesional.

EPÍGRAFE

“Para hacer una pradera se necesita un trébol y una abeja,
un trébol, una abeja, y un sueño.

El sueño por sí solo basta si faltan las abejas.”

— Emily Dickinson

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
II. I. Objetivo general.....	3
II. II. Objetivos específicos.....	3
II. III. Hipótesis.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
III. I. Importancia ecológica de los mamíferos terrestres	4
III. II. Diversidad de mamíferos en México	4
III. III. Fototrampeo como herramienta de estudio.....	5
III. IV. Índice de abundancia relativa (IAR).....	5
III. V. Patrones de actividad de mamíferos.....	6
III. VI. Factores que influyen en la detectabilidad.....	6
III. VII. Estudios similares en México.....	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
IV. I. Descripción del área de estudio.....	8
IV. II. Metodología	17

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
V. I. Abundancia de especies	22
V. II. Frecuencia relativa	25
V. III. Índice de Abundancia Relativa	28
V. IV. Patrones de actividad	31
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. LITERATURA CITADA	42
IX. ANEXOS	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de ubicación del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.	8
Figura 2. Tipo de clima dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.	9
Figura 3. Tipo de suelo dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.	10
Figura 4. Hidrología dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.	11
Figura 5. Geología dentro del área de estudio en el Cañón "Tres Molinos", Durango, México.	12
Figura 6. Fisiografía dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.	13
Figura 7. Tipos de vegetación en el área de estudio en el Cañón "Tres Molinos", Durango, México.	15
Figura 8. Ubicación de las estaciones de fototrampeo en el área de estudio del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.	18
Figura 9. Instalación de cámaras trampa dentro del área de estudio del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.	19
Figura 10. Especie que presenta un patrón de actividad crepuscular, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.	35
Figura 11. Especies que presentan un patrón de actividad diurno, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.	36
Figura 12. Especies que presentan un patrón de actividad nocturno, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.	37

Figura 13. Especies que presentan un patrón de actividad nocturno, dentro del área de estudio
Cañón “Tres Molinos”, Durango, México..... 38

Figura 14. Especies que presentan un patrón de actividad catemeral, dentro del área de estudio
Cañón “Tres Molinos”, Durango, México..... 39

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Abundancia de especies registradas en el área de estudio.	22
Tabla 2. Frecuencia relativa de las especies registradas.	27
Tabla 3. Índice de abundancia relativa de las especies registradas.....	30
Tabla 4. Registro de horas y determinación de comportamiento mediante fotografías tomadas dentro del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.....	34

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la abundancia relativa y los patrones de actividad de los mamíferos terrestres en el Cañón Tres Molinos, Durango, México, mediante el uso de cámaras trampa como herramienta de monitoreo no invasiva. El muestreo se llevó a cabo en dos periodos, de marzo a junio del 2024 y de enero a agosto del 2025, acumulando un esfuerzo total de 1,920 días-cámara distribuidos en 8 estaciones. Se obtuvieron 356 registros independientes, a partir de los cuales se identificaron 19 especies de mamíferos pertenecientes a distintos órdenes y familias. La comunidad presentó una distribución desigual, donde pocas especies concentraron la mayor proporción de registros; destacando *Odocoileus virginianus* y *Dicotyles tajacu* por sus altos valores de frecuencia relativa e índice de abundancia. En cuanto a los patrones de actividad, se identificaron comportamientos diurnos, nocturnos, crepusculares y catemerales. Especies como *O. virginianus*, *D. tajacu*, *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus*, mostraron actividad a lo largo de las 24 horas, mientras que otras presentaron horarios más definidos. Los resultados sugieren que la comunidad de mamíferos presenta una organización temporal que favorece la coexistencia entre especies al reducir la competencia interespecífica. Asimismo, se confirma la utilidad del fototrampeo como una herramienta eficaz para el estudio de la fauna silvestre.

Palabras clave: biodiversidad, ecología, fototrampeo, monitoreo de fauna silvestre, uso de cebos.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze the relative abundance and activity patterns of terrestrial mammals in the Tres Molinos Canyon, Durango, Mexico, using camera traps as a non-invasive monitoring tool. Sampling was carried out over two periods, from March to June 2024 and from January to August 2025, accumulating a total effort of 1,920 camera-days distributed across 8 stations. A total of 356 independent records were obtained, from which 19 mammal species belonging to different orders and families were identified. The community showed an uneven distribution, where few species concentrated the largest proportion of records; notably *Odocoileus virginianus* and *Dicotyles tajacu*, which stood out for their high relative frequency values and abundance index. Regarding activity patterns, diurnal, nocturnal, crepuscular, and cathemeral behaviors were identified. Species such as *O. virginianus*, *D. tajacu*, *Canis latrans*, and *Urocyon cinereoargenteus* showed activity throughout all 24 hours, while others exhibited more defined schedules. The results suggest that the mammal community displays a temporal organization that promotes coexistence among species by reducing interspecific competition. Furthermore, the usefulness of camera trapping as an effective tool for the study of wildlife is confirmed.

Keywords: biodiversity, ecology, camera trapping, wildlife monitoring, use of baits.

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas terrestres son ecosistemas dinámicos en los que interactúan componentes bióticos y abióticos que regulan procesos esenciales como el flujo de energía, el reciclaje de nutrientes y la estabilidad de las comunidades biológicas (Krebs, 2009). Dentro de estos sistemas, la fauna desempeña un papel esencial al participar en procesos como la dispersión de semillas, la depredación, el control poblacional y la estructuración de redes tróficas. En particular, los mamíferos terrestres ocupan distintos niveles tróficos y ejercen una influencia significativa en la organización y funcionamiento de los ecosistemas (Alcock, 2013).

México es reconocido como uno de los países megadiversos del mundo y se encuentra entre los primeros lugares en riqueza de mamíferos, con más de 560 especies registradas, de las cuales aproximadamente el 30% son endémicas (Ceballos & Arroyo-Cabrales, 2012). Esta diversidad biológica se distribuye en una amplia gama de ecosistemas, que van desde selvas tropicales y bosques templados hasta zonas áridas, favoreciendo la coexistencia de especies con distintas adaptaciones ecológicas.

En el estado de Durango, la heterogeneidad ambiental derivada de su relieve montañoso y la presencia de bosques templados de pino-encino genera condiciones favorables para el establecimiento de diversas especies de mamíferos. El Cañón Tres Molinos, ubicado en esta región, presenta un gradiente altitudinal y una diversidad de coberturas vegetales que favorecen la formación de microhábitats con potencial para sostener poblaciones de mamíferos terrestres de importancia ecológica y funcional.

El estudio de la abundancia relativa y los patrones de actividad constituye una herramienta fundamental para comprender la dinámica de las comunidades de mamíferos terrestres. La estimación de la abundancia relativa permite comparar la frecuencia de detección entre especies y evaluar su uso del hábitat bajo un mismo esfuerzo de muestreo (O'Brien et al., 2003). Por su parte, el análisis de los patrones de actividad temporal facilita la identificación de estrategias de partición de recursos y posibles mecanismos de coexistencia, al evidenciar cómo las especies distribuyen su actividad a lo largo del día para reducir interacciones competitivas (Krebs, 2009).

En las últimas décadas, el uso de cámaras trampa ha representado un avance significativo en el estudio de mamíferos terrestres, ya que permite obtener registros continuos de presencia y actividad sin alterar el comportamiento natural de las especies (Rovero & Zimmermann, 2016). Esta metodología se ha consolidado como una herramienta eficaz para evaluar parámetros ecológicos en áreas con limitada información previa.

A pesar de la relevancia ecológica del Cañón Tres Molinos, la información disponible sobre abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos terrestres es aún limitada. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar la abundancia relativa y los patrones de actividad de mamíferos terrestres en el Cañón Tres Molinos, con el fin de contribuir al entendimiento de la dinámica faunística local y generar información que sirva de base para futuras estrategias de manejo y conservación.

II. OBJETIVOS

II. I. Objetivo general

Evaluar la abundancia relativa y los patrones de actividad de los mamíferos terrestres en el Cañón Tres Molinos, Durango, México, mediante técnicas de monitoreo estandarizadas, con el propósito de generar información que contribuya al conocimiento de la fauna silvestre presente en el área de estudio.

II. II. Objetivos específicos

- Determinar la abundancia relativa de las especies registradas mediante fototrampeo.
- Clasificar los patrones de actividad temporal de las especies detectadas.
- Identificar posibles traslapes en los horarios de actividad entre especies con hábitos similares.

II. III. Hipótesis

H₁: La abundancia relativa de los mamíferos terrestres registrados en el Cañón Tres Molinos difiere entre especies.

H₂: Los mamíferos terrestres registrados en el Cañón Tres Molinos presentan patrones de actividad temporal diferenciados

III. REVISIÓN DE LITERATURA

III. I. Importancia ecológica de los mamíferos terrestres

Los mamíferos terrestres constituyen un componente fundamental en la dinámica de los ecosistemas, debido a su participación en procesos ecológicos clave como la dispersión de semillas, la depredación, el control poblacional y la regulación de las redes tróficas (Krebs, 2009). A través de estas funciones, influyen de manera directa en la estructura, composición y funcionamiento de las comunidades biológicas, contribuyendo a la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas.

En este contexto, los mamíferos medianos y grandes cumplen funciones ecológicas relevantes al ocupar distintos niveles tróficos, desde herbívoros hasta depredadores, lo cual favorece la regulación de poblaciones y el mantenimiento del equilibrio ecológico (Ceballos & Oliva, 2005). Asimismo, su sensibilidad a las perturbaciones ambientales los convierte en indicadores biológicos útiles para evaluar el estado de conservación de los hábitats (Ceballos, 2014).

III. II. Diversidad de mamíferos en México

México es reconocido como uno de los países megadiversos a nivel mundial, al albergar una elevada riqueza de especies de mamíferos, estimada en más de 560 especies, con un alto grado de endemismo (Ceballos, 2014).

Esta diversidad se distribuye a lo largo de una amplia gama de ecosistemas, que incluyen zonas áridas, bosques templados y selvas tropicales, lo que favorece la coexistencia de especies con diferentes adaptaciones ecológicas.

En regiones montañosas como la Sierra Madre Occidental, la heterogeneidad ambiental derivada de gradientes altitudinales, tipos de vegetación y condiciones climáticas promueve la presencia de comunidades faunísticas complejas (Aranda Sánchez, 2012). Estas condiciones permiten la

coexistencia de especies generalistas, cuya distribución y abundancia se encuentran estrechamente relacionadas con la disponibilidad de recursos, refugio y grado de perturbación de hábitat.

III. III. Fototrampeo como herramienta de estudio

El uso de cámaras trampa ha representado un avance significativo en el estudio de fauna silvestre, al permitir la obtención de registros continuos de presencia sin interferir de manera directa con el comportamiento de los organismos (O'Connell et al., 2011). Esta técnica resulta especialmente eficaz para el monitoreo de especies elusivas, nocturnas o con baja detectabilidad.

El fototrampeo se basa en el uso de sensores infrarrojos que detectan cambios de movimiento y temperatura, activando automáticamente los dispositivos y registrando eventos de actividad en diferentes momentos del día (Rovero & Zimmermann, 2016). Entre sus principales ventajas destacan su carácter no invasivo, la posibilidad de operar durante periodos prolongados y la generación de evidencia verificable.

Adicionalmente, esta metodología permite estimar diversos parámetros ecológicos, como la riqueza de especies, la abundancia relativa y los patrones de actividad, facilitando comparaciones entre sitios, periodos de muestreo o condiciones ambientales (Burton et al., 2015).

III. IV. Índice de abundancia relativa (IAR)

El índice de abundancia relativa (IAR) constituye una de las herramientas más utilizadas en estudios de fototrampeo para evaluar la frecuencia de detección de las especies en relación con el esfuerzo de muestreo (O'Brien et al., 2003). Este índice se obtiene a partir del número de registros independientes por unidad de esfuerzo, generalmente expresado en días-cámara.

Si bien el IAR no representa una estimación directa de la densidad poblacional, permite realizar comparaciones relativas entre especies o entre distintos sitios bajo condiciones de muestreo similares (O'Connell et al., 2011). Por ello, su aplicación resulta especialmente útil en estudios exploratorios o en regiones donde la información sobre las poblaciones es limitada.

Diversos autores han señalado que las especies con hábitos generalistas tienden a presentar valores más elevados de abundancia relativa, debido a su mayor movilidad, adaptabilidad y amplio uso del hábitat (Monroy-Vilchis et al., 2011). En contraste, especies con requerimientos ecológicos específicos o baja densidad poblacional suelen registrar valores reducidos (Tobler et al., 2008).

III. V. Patrones de actividad de mamíferos

El análisis de los patrones de actividad permite comprender cómo las especies distribuyen su comportamiento a lo largo del ciclo de 24 horas, lo cual se encuentra asociado a factores como la disponibilidad de recursos, la presión de depredación y la competencia interespecífica (Krebs, 2009).

De acuerdo con su periodo de actividad, los mamíferos pueden clasificarse como diurnos, nocturnos, crepusculares o catemerales, dependiendo del intervalo temporal en el que concentran sus actividades (Monroy-Vilchis et al., 2011). Esta diferenciación temporal constituye una estrategia ecológica que favorece la coexistencia entre especies con requerimientos similares, al reducir el traslape temporal en el uso de recursos.

Para el análisis de estos patrones, es común emplear herramientas de estadística circular que permiten evaluar la distribución temporal de los registros con mayor precisión. En este sentido, programas especializados como Oriana, desarrollado por Kovach Computing Services (2022), facilitan el análisis de la actividad a lo largo del día.

III. VI. Factores que influyen en la detectabilidad

La detectabilidad de las especies en estudios de fototrampeo puede verse influenciada por diversos factores, entre los que destacan el comportamiento de las especies, la ubicación de las cámaras, las características del hábitat y el uso de atrayentes (Burton et al., 2015).

El empleo de cebos o atrayentes puede incrementar la posibilidad de registros de determinadas especies, particularmente aquellas con hábitos oportunistas; sin embargo, también puede introducir sesgos en la interpretación de los resultados si no se controla adecuadamente (O'Connell et al., 2011). Por ello, es fundamental considerar estos factores durante el diseño del muestreo y el análisis de los datos.

De igual manera, variables como la perturbación antrópica, la fragmentación del hábitat y la disponibilidad de recursos influyen en los patrones de actividad y en la probabilidad de detección de las especies (Aranda Sánchez, 2012).

III. VII. Estudios similares en México

En México, diversos estudios han empleado el fototrampeo. Monroy-Vilchis et al. (2011) documentaron que las comunidades de mamíferos en áreas naturales protegidas suelen estar dominadas por especies generalistas con alta frecuencia de registro.

Por su parte, Tobler et al. (2008) señalaron que en este tipo de estudios es común observar una distribución desigual de los registros, donde pocas especies concentran la mayor proporción de detecciones, mientras que la mayoría presenta valores bajos de abundancia relativa.

En conjunto, estos antecedentes evidencian que el análisis de la abundancia relativa y los patrones de actividad constituye una herramienta fundamental para comprender la dinámica de las comunidades de mamíferos, particularmente en regiones con limitada información ecológica.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV. I. Descripción del área de estudio

IV.I.I. Localización geográfica

La investigación se desarrolló en el Cañón Tres Molinos, localizado al suroeste de la ciudad de Durango, en el estado de Durango. El área de estudio se ubica aproximadamente en las coordenadas $23^{\circ}50'53.8''$ N y $104^{\circ}47'04.7''$ O, dentro de una zona de transición fisiográfica que conecta el Valle del Guadiana con las primeras estribaciones de la Sierra Madre Occidental (Figura 1).

El Cañón Tres Molinos comprende una superficie aproximada de 455.2967 hectáreas y presenta un gradiente altitudinal que oscila entre los 1,859 y 3,004 m s.n.m. Esta variación altitudinal favorece la presencia de distintos microclimas y tipos de vegetación, generando condiciones ambientales heterogéneas que influyen directamente sobre la distribución, abundancia y comportamiento de la fauna silvestre presente en el área.

La ubicación geográfica y la delimitación espacial del área se muestra en la Figura 1, donde se presenta el mapa del Cañón Tres Molinos y la distribución general de la zona evaluada.

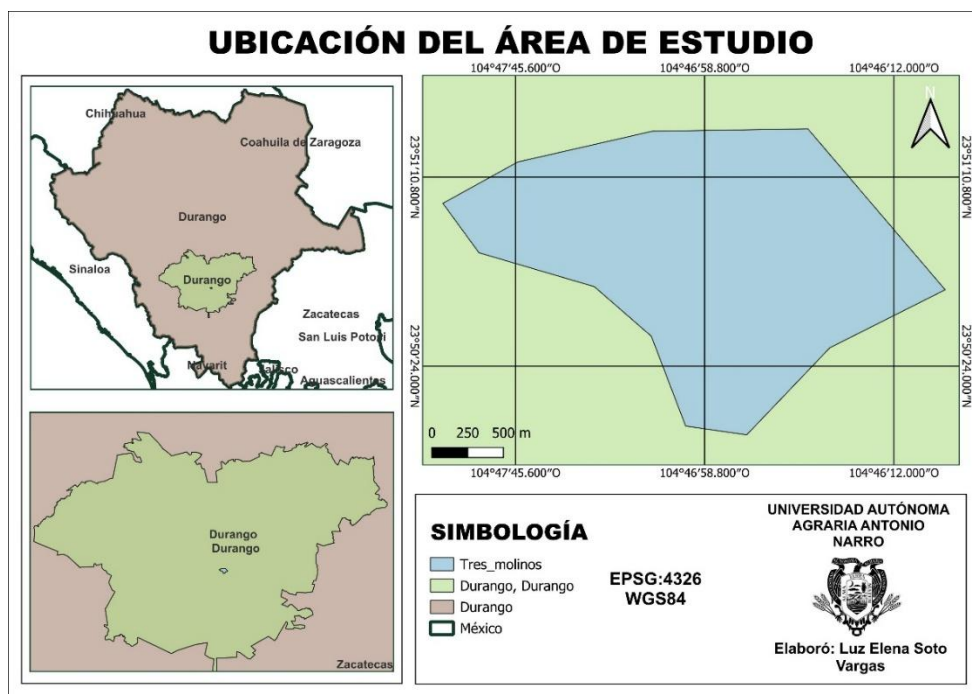


Figura 1. Mapa de ubicación del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

IV. I. II. Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada para México por García (2004), el Cañón Tres Molinos presenta una fórmula climática C(w0), correspondiente a un clima templado subhúmedo (Figura 2). Este clima se caracteriza por registrar una temperatura media del mes más frío entre -3 °C y 18 °C, mientras que la temperatura media anual oscila entre 12 °C y 18 °C, así como por un régimen de lluvias concentrado principalmente en verano y una marcada sequía durante el invierno. La precipitación de la estación fría representa entre el 5 y 10 % del total anual, por lo que esta variante es considerada una de las más secas dentro de los climas subhúmedos (García, 2004).

La delimitación climática del área de estudio fue corroborada mediante información del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998), el cual ubica al Cañón Tres Molinos dentro de esta categoría climática (Figura 2).

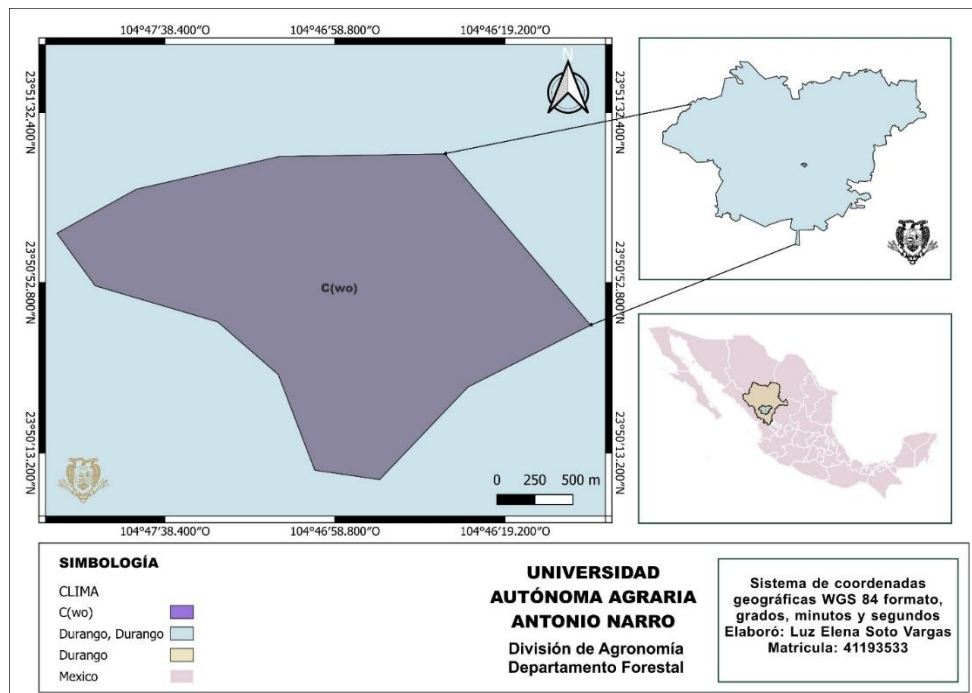


Figura 2. Tipo de clima dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.

IV. I.III. Edafología

El análisis cartográfico del área de estudio indicó la presencia predominante de Litosol, equivalente a Leptosol en la clasificación edafológica actual (INEGI, 2007) (Figura 3). Este tipo de suelo se caracteriza por presentar poca profundidad y una capa de roca cercana a la superficie, lo que limita el desarrollo radicular y favorece un escaso desarrollo de horizontes.

En menor proporción, se identificó la presencia de Regosol, correspondiente a un suelo joven y poco desarrollado, con características similares al material parental del cual se origina (INEGI, 2014). Estos tipos de suelo influyen directamente en la distribución de la vegetación y en la disponibilidad de recursos para la fauna silvestre presente en el área de estudio.

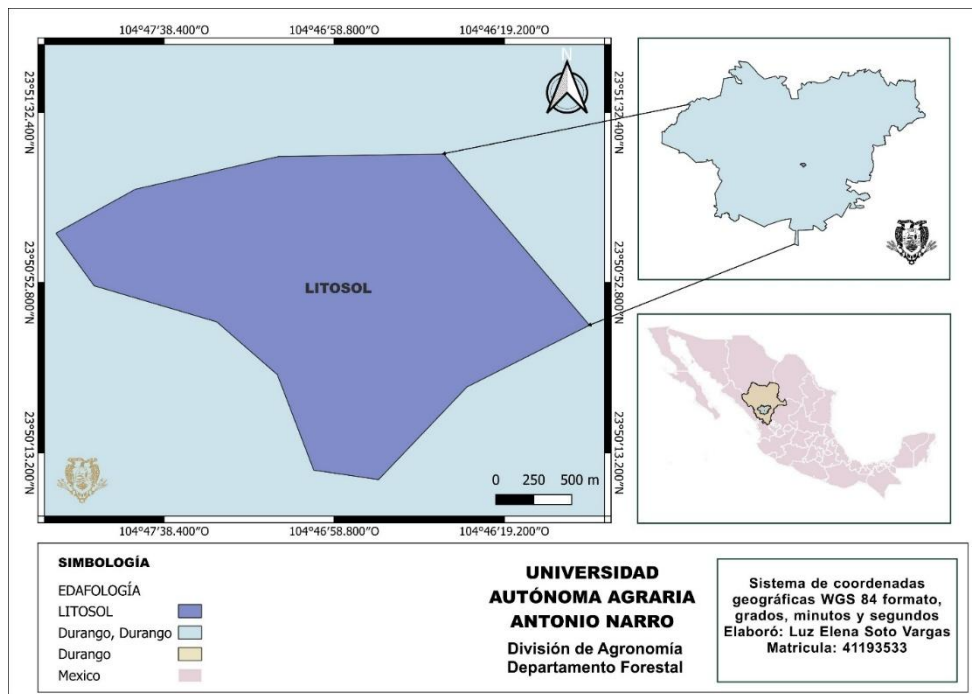


Figura 3. Tipo de suelo dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.

IV. I. IV. Hidrología

El área de estudio se localizó dentro de la Región Hidrológica No. 11 Presidio San Pedro, específicamente en la cuenca del río San Pedro - Mezquital y la subcuenca Río Tunal (INEGI, 1989) (Figura 4).

La cartografía geohidrológica indica que la zona presenta materiales consolidados con baja capacidad de almacenamiento y transmisión de agua, lo que limita la recarga natural de los acuíferos y la disponibilidad de agua subterránea. Asimismo, los coeficientes de escurrimiento registrados oscilan entre 10 y 20 %, lo cual sugiere una baja generación de escurrimiento superficial dentro del área de estudio (INEGI, 1989). Estas condiciones hidrológicas influyen directamente en la disponibilidad de recursos hídricos para la conservación de la fauna silvestre presente en el Cañón Tres Molinos.

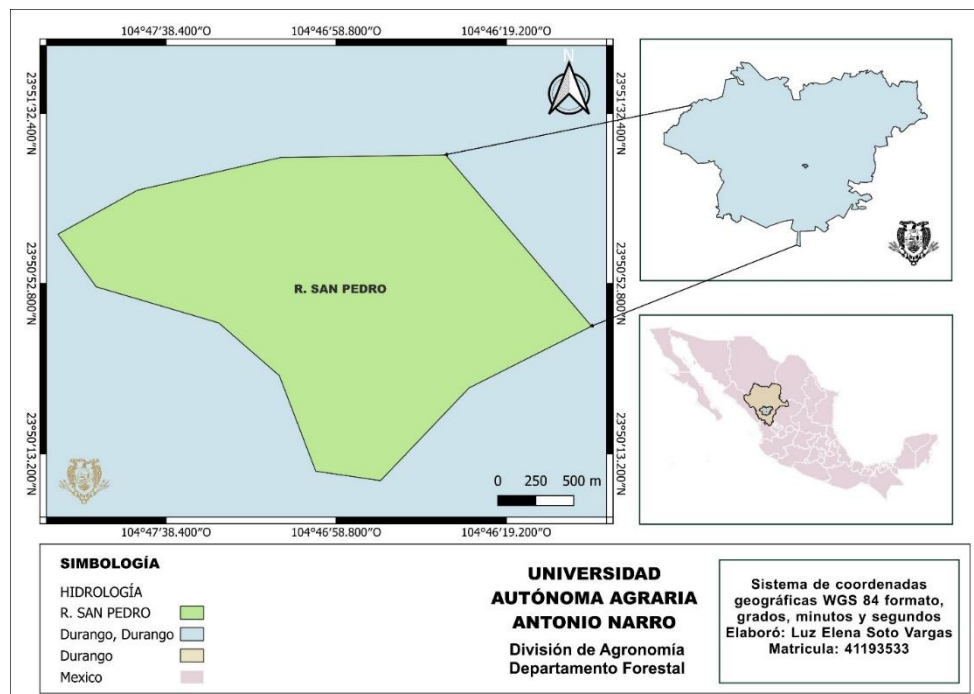


Figura 4. Hidrología dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.

IV.I. V. Geología

El área de estudio se localizó sobre una unidad geológica originada durante el periodo Terciario de la era Cenozoica, donde predominan rocas volcánicas de composición ácida, principalmente riolita y tobas ácidas, identificadas cartográficamente como Tom (R-Ta) (INEGI, 1988) (Figura 5). Estas formaciones se originaron a partir de procesos de actividad volcánica regional característicos de la Sierra Madre Occidental.

La composición y estructura de estas rocas influyen directamente en la configuración geomorfológica del terreno, así como en la permeabilidad, infiltración y almacenamiento de agua subterránea. Asimismo, las características geológicas del área condicionan el desarrollo de los suelos y la distribución de la vegetación, factores que repercuten en la disponibilidad de recursos y hábitat para la fauna silvestre presente en el Cañón Tres Molinos.

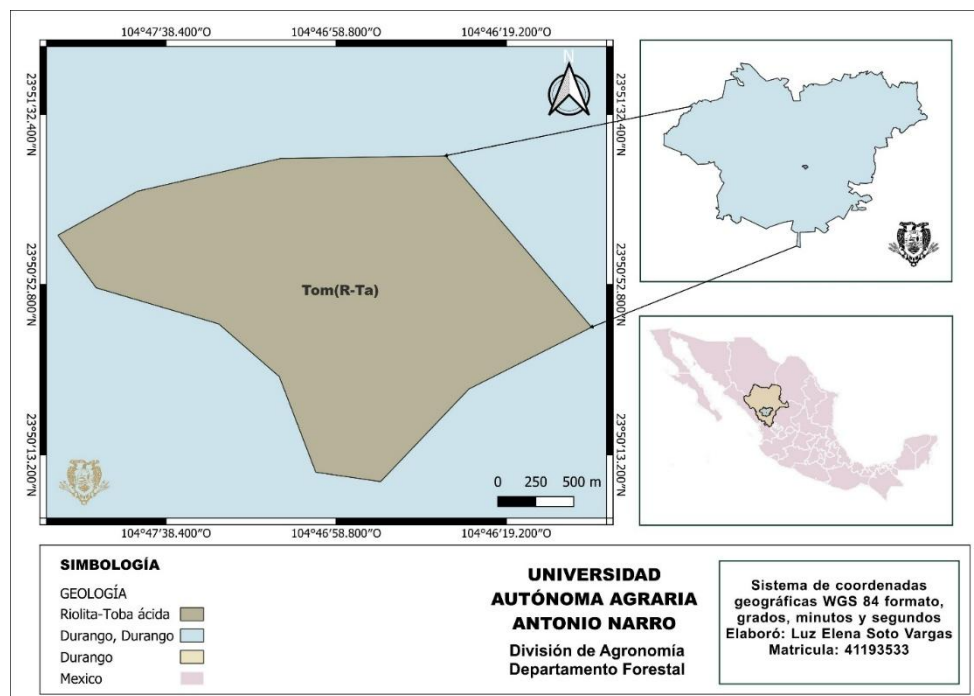


Figura 5. Geología dentro del área de estudio en el Cañón "Tres Molinos", Durango, México.

IV. I. VI. Fisiografía

El área de estudio se ubicó dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental(III), específicamente en la subprovincia Gran Meseta y Cañadas Duranguenses (CONABIO, 2001).(Figura 6).

Esta subprovincia se caracteriza por presentar un relieve montañoso conformado por masetas disecadas por cañadas, valles intermontañosos y depresiones locales que favorecen la presencia de corrientes y cuerpos de agua superficiales. La configuración del relieve influye directamente en los procesos de drenaje, formación de suelos y distribución de la vegetación, factores que condicionan la disponibilidad de hábitats para la fauna silvestre presente en el Cañón Tres Molinos (CONABIO, 2001).

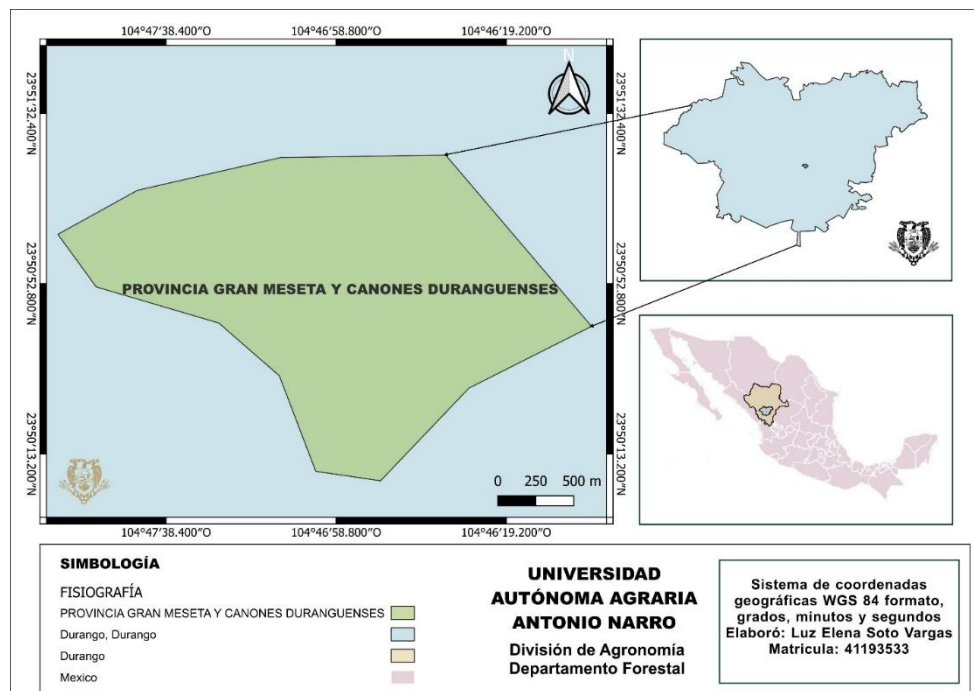


Figura 6. Fisiografía dentro del área de estudio del Cañón "Tres Molinos", Durango, México.

IV.I. VII. Vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000, Serie VII (continuo nacional), elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), en el área de estudio se identificaron seis tipos principales de cobertura vegetal, los cuales determinan la estructura del paisaje y la disponibilidad de hábitat para la fauna silvestre presente en el Cañón Tres Molinos. La distribución espacial de estas coberturas se muestra en la Figura 7.

El bosque de pino-encino (BPE) constituye una de las coberturas vegetales presentes dentro del área de estudio (Figura 7).

Esta comunidad vegetal se caracteriza por la coexistencia de especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*, formando asociaciones mixtas típicas de zonas montañosas. Presenta una estructura arbórea estratificada que favorece la diversidad de microambientes y la disponibilidad de refugio para diversas especies.

Bosque de pino (BP) se compone principalmente de especies del género *Pinus*, establecidas en altitudes medias y altas. Estas comunidades cumplen una función ecológica relevante en la protección del suelo, la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. Este tipo de vegetación puede funcionar como zona de alimentación y desplazamiento para diferentes especies de mamíferos y aves silvestres (Figura 7).

El pastizal natural (PN) se distribuye en áreas abiertas del Cañón Tres Molinos, donde predominan las gramíneas nativas. La presencia de arbustos y árboles es escasa y dispersa. Este tipo de cobertura puede funcionar como zona de alimentación para diferentes especies de mamíferos (Figura 7).

Pastizal inducido (PI) corresponde a áreas donde la vegetación original fue transformada por actividades antrópicas, como desmontes o uso agropecuario. Se caracteriza por la presencia predominante de gramíneas establecidas tras disturbios, cuya composición depende del grado de intervención humana (Figura 7).

La vegetación secundaria arbórea de bosque de encino-pino (VSa/E-P) representa una fase sucesional posterior a disturbios en comunidades mixtas de encino y pino, donde predominan individuos arbóreos jóvenes. Indica procesos de regeneración forestal en distintas etapas de recuperación ecológica (Figura 7).

La vegetación secundaria de bosque de pino (VSa/BP) corresponde a áreas previamente ocupadas por bosque de pino que fueron alteradas por factores naturales o actividades humanas. Se caracteriza por presentar individuos en etapas tempranas de desarrollo y una estructura menos compleja en comparación con la vegetación primaria (Figura 7).

La diversidad de tipos de vegetación presentes en el área influye directamente en la disponibilidad de alimento, refugio y sitios de desplazamiento para la fauna silvestre. De igual manera, la heterogeneidad del paisaje favorece la coexistencia de especies con diferentes requerimientos ecológicos y patrones de uso de hábitat.

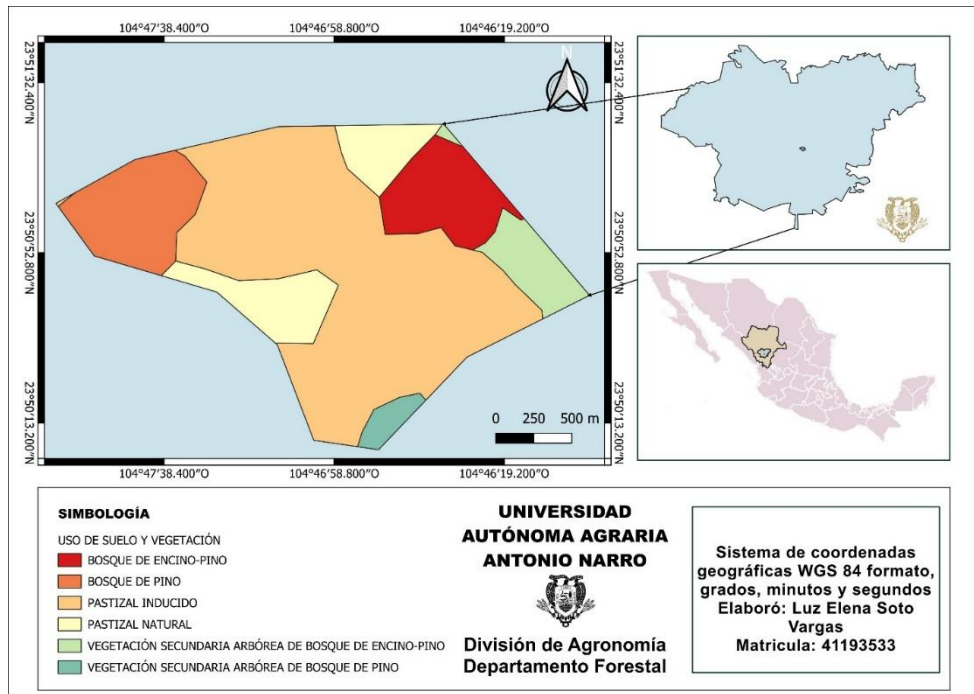


Figura 7. Tipos de vegetación en el área de estudio en el Cañón "Tres Molinos", Durango, México.

IV. I. VIII. Fauna

En este contexto, el Cañón Tres Molinos alberga una notable diversidad de fauna silvestre, con un registro aproximado de 188 especies de vertebrados, distribuidas en 44 especies de mamíferos, 125 de aves, 13 de reptiles y 6 de anfibios (Consultoría Forestal y Ambiental "Ing. Roberto Trujillo", 2019). Esta riqueza faunística refleja la heterogeneidad ambiental del área y su ubicación dentro de la Sierra Madre Occidental, considerada una de las regiones con mayor biodiversidad en México (Challenger & Soberón, 2008).

En conjunto, la fauna presente en el Cañón Tres Molinos refleja tendencias ecológicas similares a las reportadas para la Sierra Madre Occidental, donde la diversidad de especies y la complejidad estructural de los ecosistemas están estrechamente relacionadas con el mantenimiento de procesos ecológicos clave y con la conservación de la biodiversidad a escala regional (Rodríguez-Maturino et al., 2020).

A escala estatal, Durango se distingue por su elevada diversidad faunística, como resultado de la interacción de factores fisiográficos, climáticos y biogeográficos que convergen principalmente en la Sierra Madre Occidental. Esta región comprende una amplia variedad de ecosistemas, desde zonas áridas y semiáridas hasta bosques templados y zonas de influencia tropical, lo que favorece la presencia de especies de vertebrados (Challenger & Soberón, 2008).

De manera general, en el estado se han registrado más de 700 especies de vertebrados, incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, lo que resalta su importancia biológica a nivel nacional (CONABIO, 2014).

Esta riqueza está estrechamente asociada con la heterogeneidad ambiental característica de la región, donde los gradientes altitudinales y la diversidad de hábitats permiten la coexistencia de especies con distintos requerimientos ecológicos (Aragón et al., 2009).

IV. II. Metodología

IV. II. I. Trabajo de campo

El monitoreo se realizó con el propósito de registrar la presencia de mamíferos terrestres y generar información sobre su abundancia relativa y patrones de actividad dentro del área de estudio. El diseño de muestreo se estableció bajo un esquema estratificado aleatorio, considerando variables ambientales como tipo de vegetación, altitud y grado de perturbación con la finalidad de garantizar una adecuada representatividad espacial de las distintas condiciones ecológicas presentes en el área de estudio. La distribución de las estaciones de monitoreo permitió abarcar diferentes unidades de vegetación y zonas con características ambientales contrastantes dentro del Cañón Tres Molinos.

Como parte de la investigación, se participó en actividades de trabajo de campo relacionadas con la instalación, revisión y mantenimiento de cámaras trampa, así como en la recuperación y organización de los registros fotográficos obtenidos durante el monitoreo. De igual forma, se colaboró en la verificación de las estaciones de muestreo, el procesamiento de la información generada mediante las cámaras trampa y contribuyendo a la integración de la base de datos utilizada para el análisis de abundancia relativa y patrones de actividad de las especies registradas.

IV. II. II. Ubicación de sitios de fototrampeo

Para el monitoreo de mamíferos terrestres se establecieron 8 estaciones de fototrampeo distribuidas estratégicamente dentro del área de estudio, considerando las características del terreno, tipo de vegetación, presencia de senderos naturales y evidencias de actividad de fauna silvestre. La ubicación espacial de las estaciones de monitoreo se muestra en la Figura 8.

Las estaciones fueron colocadas bajo un esquema de distribución que mantuvo una separación aproximada de 800 m a 1 km entre cada punto de muestreo, con el propósito de reducir la probabilidad de registrar repetidamente a los mismos individuos y garantizar independencia espacial entre los registros obtenidos (Díaz-Pulido & Payán Garrido, 2012).

Cada estación fue georreferenciada utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS), lo que permitió registrar con precisión la ubicación de los sitios de muestreo y facilitar la elaboración cartográfica de las estaciones dentro del área de estudio (Figura 8). La distribución de las cámaras permitió cubrir zonas con distintos grados de cobertura vegetal, pendientes y cercanía a cuerpos de agua o senderos utilizados por la fauna silvestre.

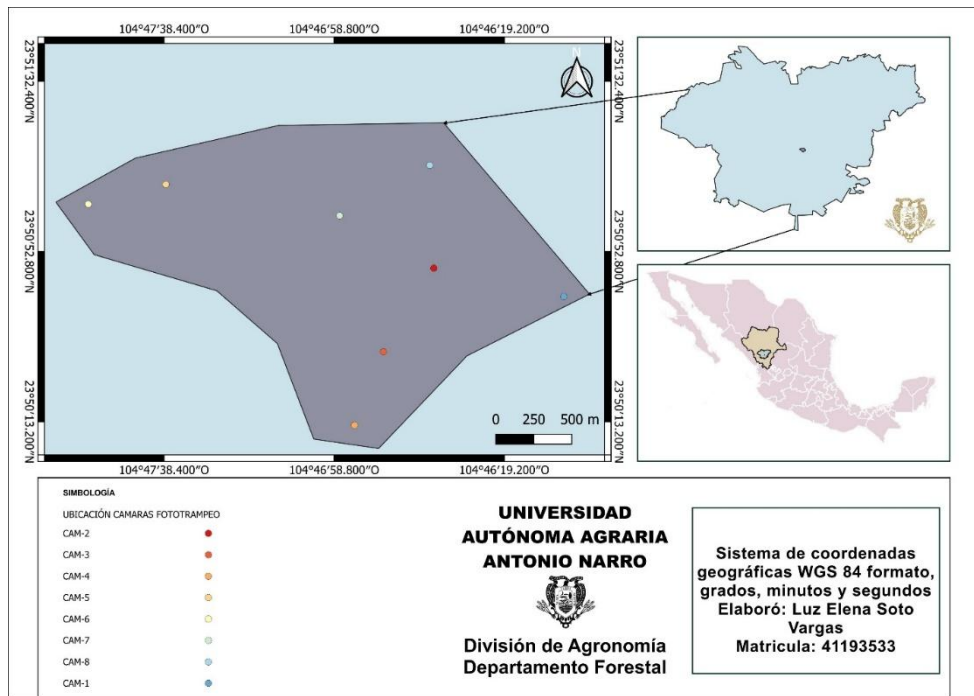


Figura 8. Ubicación de las estaciones de fototrampeo en el área de estudio del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

IV. II. III. Técnica de muestreo

El muestreo se realizó mediante el uso de cámaras trampa (Figura 9), equipadas con sensores infrarrojos de movimiento y temperatura, metodología ampliamente utilizada en estudios de fauna silvestre por su carácter no invasivo y su eficacia en el registro de especies elusivas (Burton et al., 2015).

Las cámaras fueron programadas en modo híbrido (fotografía y video), configuradas para capturar dos imágenes consecutivas seguidas de un video corto por evento de activación. El periodo de muestreo comprendió dos fases: marzo-junio de 2024 y enero-agosto de 2025.

Durante el período de operación, las cámaras trampa fueron revisadas de manera periódica para garantizar su correcto funcionamiento, incluyendo la verificación del estado de las baterías, la capacidad de almacenamiento y la configuración operativa. Asimismo, se registraron posibles incidencias que pudieran afectar la continuidad del muestreo, tales como fallas técnicas, alteraciones por fauna o condiciones ambientales adversas, con el fin de mantener la consistencia del esfuerzo aplicado.



Figura 9. Instalación de cámaras trampa dentro del área de estudio del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

IV. II. IV. Uso de atrayentes

Con el fin de incrementar la probabilidad de registro de determinadas especies, se emplearon atrayentes de origen animal, vegetal y sintéticos, además de una estación control sin cebo.

Debido a que la presencia de atrayentes puede modificar la detectabilidad de algunas especies, en los análisis se consideró la presencia o ausencia de cebo como variable de control.

IV. III. Análisis de datos

Cada fase comprendió un periodo efectivo de 120 días de monitoreo, acumulando un total de 240 días de muestreo entre ambos periodos. Con base en el número de unidades de muestreo, el esfuerzo se estandarizó en términos de días-cámara, obteniéndose un total de 1,920 días-cámara (8 cámaras x 240 días). Esta unidad es ampliamente reconocida en estudios de fototrampeo, ya que permite cuantificar la intensidad de esfuerzo de muestreo y facilita la comparación entre diferentes estudios o tratamientos (O'connell et al., 2011). La estandarización del esfuerzo de muestreo mediante días-cámara permitió integrar de forma adecuada los datos obtenidos en los análisis posteriores, particularmente el cálculo de índices ecológicos como la abundancia relativa, así como en las comparaciones estadísticas entre tratamientos, reduciendo posibles sesgos asociados a diferencias en la duración o intensidad del monitoreo (o'connell et al., 2011).

IV. III. I. Índice de abundancia relativa (IAR)

La abundancia relativa se estimó mediante el Índice de Abundancia Relativa (IAR), calculado a partir del número de registros fotográficos independientes y el esfuerzo total de muestreo, utilizando la siguiente expresión:

$$IAR = \left(\frac{C}{EM} \right) \times 100$$

Donde:

C = número de registros independientes por especie.

EM = esfuerzo de muestreo expresado en días-cámara (número de cámaras x días activos).

100 = factor de estandarización por cada 100 días-cámara de esfuerzo de muestreo.

Se consideraron registros independientes las fotografías consecutivas obtenidas de diferentes especies.

Este índice permite estandarizar la frecuencia de detección de las especies en función del esfuerzo de muestreo (O'Brien et al., 2003).

IV.III. II. Patrones de actividad

El análisis de actividad se realizó únicamente para aquellas especies con más de tres registros independientes durante el periodo de monitoreo. La determinación de los patrones de actividad se realizó utilizando exclusivamente registros fotográficos independientes, definidos como aquellos eventos de una misma especie separados por un intervalo mínimo de 24 horas, con el propósito de evitar pseudorreplicación y asegurar la independencia de los datos.

Se extrajo la hora de cada registro para la integración de una base de datos. A partir de esta información, los eventos fueron clasificados en distintas categorías de actividad de acuerdo con el periodo del día en que ocurrieron. Se consideraron como registros diurnos aquellos obtenidos entre las 08:00 y 18:00 horas; nocturnos, los comprendidos entre las 20:00 y 06:00 horas; crepusculares, los registrados en los intervalos de transición, es decir, entre las 06:00 y 08:00 horas (amanecer) y entre las 18:00 y 20:00 horas (atardecer). Las especies cuyos registros se distribuyeron entre más de una categoría sin una tendencia definida fueron clasificadas como catemerales, es decir, con actividad a lo largo del ciclo de 24 horas (Monroy-Vilchis et al., 2011).

El análisis de la distribución temporal de los registros se llevó a cabo mediante el software Oriana versión 4.2 (Kovach Computing Services, 2022), el cual permitió generar histogramas y analizar la frecuencia de actividad a lo largo del día. Esta aproximación facilitó la identificación de patrones conductuales en las especies registradas, proporcionando información relevante sobre su dinámica de actividad en el área de estudio.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V. I. Abundancia de especies

Durante el periodo de estudio se registró un total de 356 registros independientes, a partir de los cuales se identificaron 19 especies de mamíferos silvestres pertenecientes a distintos órdenes y familias taxonómicas (Tabla 1). La riqueza de especies observada refleja una diversidad representativa de ecosistemas de transición con influencia de vegetación forestal templada, donde la disponibilidad de alimentos, refugio y agua favorece la presencia de diferentes gremios tróficos.

Tabla 1. Abundancia de especies registradas en el área de estudio.

Grupo	Orden	Familia	Especie	Nombre común	RI	
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	36	
		Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	88	
		Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	39	
			<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	90	
		Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	4	
	Carnivora	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	6	
			<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño	16	
			<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño	7	
			<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado occidental	1	
			<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	6	
			Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Cuatí	10
				<i>Procyon lotor</i>	Mapache boreal	2
			Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	5	
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	8	
		Cricétidae	<i>Peromyscus spp.</i>	Ratón	17	
	Rodentia		<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de rocas	9	
			Sciuridae	<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla zorra mexicana	9
				<i>Tamias durangae</i>	Ardilla listada de Durango	2

Nota: RI: registros independientes

De acuerdo con los datos mostrados en la Tabla 1, el orden Carnívora fue el mejor representado dentro del área de estudio, registrándose especies de las familias Canidae, Felidae, Mephitidae y Procyonidae. Este patrón también ha sido documentado en estudios realizados en ecosistemas templados del norte de México, donde los carnívoros medianos suelen presentar mayores probabilidades de detección mediante cámaras trampa debido a sus hábitos de desplazamiento constante y comportamiento oportunista (Aranda Sánchez, 2012; O'Connell et al., 2011).

Las especies con mayor frecuencia de registros independientes fueron *Urocyon cinereoargenteus* (zorro gris) y *Dicotyles tajacu* (pecarí de collar), con 90 y 88 registros, respectivamente (Tabla 1). La alta frecuencia de registros del zorro gris podría relacionarse con la existencia de zonas rocosas y áreas con cobertura vegetal intermedia dentro del cañón, las cuales funcionan como sitio de refugio y desplazamiento para la especie. Resultados similares fueron reportados por (Monroy-Vilchis et al. 2011), quienes documentaron una alta detectabilidad de esta especie en ambientes con vegetación heterogénea y cierto grado de perturbación.

Por otra parte, la abundancia registrada para *D. tajacu* coincide con lo señalado por (Reyna-Hurtado & Tanner, 2007), quienes mencionan que el pecarí de collar presenta hábitos gregarios y amplios patrones de movilidad, factores que incrementan la probabilidad de registro en estudios de fototrampeo. En el área de estudio, esta especie fue observada principalmente en sitios con mayor cobertura vegetal y cercanos a zonas de escurrimiento temporal.

Asimismo, *Canis latrans* (coyote) y *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) presentaron 39 y 36 registros independientes, respectivamente (Tabla 1). La presencia constante de ambas especies ha sido reportada previamente en bosques templados y zonas de transición del norte de México, donde ambas especies destacan por su capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales (Gallina & López González, 2011). Particularmente, el coyote es considerado una especie oportunista con amplia tolerancia ecológica, mientras que el venado cola blanca suele asociarse a áreas con cobertura vegetal y disponibilidad de alimento estacional.

En contraste, algunas especies presentaron baja frecuencia de detección, como *Spilogale gracilis* (zorrillo manchado occidental) y *Desmodus rotundus* (murciélago), ambas con un solo registro independiente (Tabla 1). La escasa presencia de estas especies podría estar relacionada con bajas densidades poblacionales, hábitos nocturnos discretos o limitaciones del método de muestreo para detectar organismos de menor tamaño. Medellín et al. (2008) señalan que ciertas especies de

murciélagos presentan patrones de actividad específicos y menor probabilidad de detección mediante cámaras trampa terrestres.

De igual manera, se registraron especies pertenecientes a los órdenes Artiodactyla, Chiroptera, Didelphimorphia, Lagomorpha y Rodentia, lo que evidencia la presencia de distintos grupos funcionales dentro del área de estudio, incluyendo herbívoros, omnívoros y carnívoros. La presencia de estos grupos sugiere que el Cañón Tres Molinos mantiene condiciones ambientales favorables para el establecimiento de comunidades relativamente diversas de mamíferos silvestres.

Los resultados obtenidos son semejantes a los reportados por Gutiérrez-González et al. (2012) en ecosistemas montañosos del norte de México, donde la combinación de gradientes altitudinales y cobertura forestal favoreció la presencia de una mastofauna diversa. Sin embargo, algunos estudios realizados en regiones tropicales han documentado una mayor abundancia de pequeños mamíferos y marsupiales en comparación con carnívoros medianos (Pérez-Irineo & Santos-Moreno, 2013), diferencia que probablemente se relaciona con las características ambientales y el tipo de vegetación presente en cada ecosistema.

En general, la riqueza y composición de especies registradas durante el presente estudio indican que el Cañón Tres Molinos representa un área importante para la conservación de mamíferos silvestres en el estado de Durango, debido a la heterogeneidad ambiental y a la disponibilidad de recursos que ofrece para diferentes especies.

V. II. Frecuencia relativa

A partir de los 356 registros independientes obtenidos durante el monitoreo, se determinó la frecuencia relativa (FR) de cada especie con el propósito de evaluar su representatividad dentro de la comunidad de mamíferos registrada en el área de estudio (Tabla 2). Los resultados evidenciaron una marcada dominancia de pocas especies, patrón comúnmente reportado en estudios de fauna silvestre mediante cámaras trampa, donde un reducido número de especies concentra la mayor proporción de registros independientes (O'Connell et al., 2011).

De acuerdo con los resultados obtenidos, *Urocyon cinereoargenteus* presentó la mayor frecuencia relativa con **25.28 %** de los registros totales, seguido de *Dicotyle tajacu* con **24.72 %**, *Canis latrans* con **10.96 %** y *Odocoileus virginianus* con **10.11 %** (Tabla 2). En conjunto, estas especies concentraron más del **70 %** de los registros obtenidos durante el estudio, lo que sugiere una elevada frecuencia de detección y una posible dominancia relativa dentro del área monitoreada.

La alta frecuencia relativa de *U. cinereoargenteus* coincide con lo reportado por Monroy-Vilchis et al. (2011), quienes documentaron que el zorro gris suele presentar elevados niveles de detección en ecosistemas templados y zonas con vegetación heterogénea debido a su capacidad de adaptación y comportamiento oportunista. En el presente estudio, la presencia constante de esta especie en la mayoría de las estaciones de muestreo probablemente estuvo favorecida por la disponibilidad de refugios naturales, cobertura vegetal y corredores de desplazamiento dentro del Cañón.

De manera semejante *D. tajacu* presentó una alta representatividad dentro de la comunidad registrada. Reyna-Hurtado & Tanner (2007) mencionan que al pecarí de collar suele mostrar frecuencias elevadas de registro en sitios con cobertura vegetal densa y disponibilidad de recursos alimenticios, debido a sus hábitos gregarios y amplios desplazamientos diarios. En el área de estudio, esta especie fue detectada en varias estaciones de monitoreo, particularmente en zonas con vegetación más conservada y cercanas a escurrimientos temporales.

Por otra parte, *C. latrans* y *O. virginianus* también mostraron frecuencias relativas importantes dentro del área de estudio (Tabla 2). Resultados similares fueron reportados por Gallina et al. (2014), quienes documentaron una alta frecuencia de registros para ambas especies en ecosistemas templados del norte de México. La presencia constante del coyote puede relacionarse con su

elevada presencia ecológica y capacidad para utilizar distintos tipos de hábitat, mientras que el venado cola blanca suele asociarse con áreas que presentan cobertura vegetal y disponibilidad de alimento y agua.

En un nivel intermedio de representatividad se encontraron especies como *Peromyscus spp* con **4.78 %**, *Mephitis macroura* con **4.49 %** y *Nasua narica* con **2.81 %** de frecuencia relativa (Tabla 2). Aunque estas especies presentaron menores porcentajes de registro en comparación con los mamíferos dominantes, forman parte importante de la estructura de la comunidad presente en el área de estudio. Rovero & Marshall (2009) señalan que las especies de talla pequeña o mediana suelen registrar frecuencias moderadas de detección mediante cámaras trampa terrestres debido a diferencias en tamaño corporal, comportamiento y rango de movimiento.

En contraste, algunas especies presentaron valores bajos de frecuencia relativa, como *Spilogale gracilis* y *Desmodus rotundus* con **0.28 %**, así como *Tamias durangae* y *Procyon lotor* con **0.56 %** de los registros totales (Tabla 2). La baja frecuencia de detección observada para estas especies podría estar relacionada con hábitos especializados, menor actividad dentro de las áreas monitoreadas o una baja probabilidad de registro mediante cámaras trampa. Tobler et al. (2008) mencionan que las especies raras o con patrones de comportamiento discretos suelen presentar ocurrencias esporádicas en estudios de fototrampeo, aun cuando formen parte de la comunidad faunística del ecosistema.

Los resultados obtenidos muestran una comunidad estructurada principalmente por especies generalistas y oportunistas con elevada capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales. Este patrón coincide con lo descrito por O'Connell et al. (2011), quienes señalan que en ecosistemas terrestres monitoreados mediante cámaras trampa es común observar una dominancia de pocas especies altamente detectables, mientras que la mayoría presenta registros menos frecuentes.

Asimismo, la distribución de los registros entre estaciones de monitoreo sugiere variaciones espaciales en el uso del hábitat por parte de las especies registradas. Las estaciones 3 y 7 presentaron el mayor número de registros independientes con 60 y 62 respectivamente, mientras que la estación 8 registró el menor número de detecciones (Tabla 2). Estas diferencias

probablemente estuvieron influenciadas por la disponibilidad de cobertura vegetal, presencia de senderos naturales y cercanía a fuentes de agua dentro del área.

En términos generales, la frecuencia relativa observada durante el presente estudio refleja una comunidad de mamíferos compuesta principalmente por mamíferos medianos con hábitos generalistas y elevada capacidad de adaptación. La heterogeneidad ambiental presente en el Cañón Tres Molinos probablemente favorece la coexistencia de especies con diferentes requerimientos ecológicos y patrones de uso de hábitat.

Tabla 2. Frecuencia relativa de las especies registradas.

Especie	Nombre común	Estaciones								RI	FR
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	0	0	5	10	10	7	0	4	36	10.11
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	15	4	17	21	0	11	11	9	88	24.72
<i>Canis latrans</i>	Coyote	4	12	9	0	5	0	9	0	39	10.96
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	6	11	19	11	15	12	14	2	90	25.28
<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	0	2	0	0	0	0	2	0	4	1.12
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	0	0	3	0	0	0	3	0	6	1.69
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño	0	2	2	2	7	0	2	1	16	4.49
<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño	0	1	2	0	0	0	4	0	7	1.97
<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado occidental	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.28
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	0	1	3	0	1	1	0	0	6	1.69
<i>Nasua narica</i>	Cuatí	0	3	0	0	0	0	7	0	10	2.81
<i>Procyon lotor</i>	Mapache boreal	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0.56
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.28
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	0	1	0	0	0	3	1	0	5	1.40
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	0	0	0	0	5	3	0	0	8	2.25
<i>Peromyscus spp.</i>	Ratón	2	3	0	0	6	0	6	0	17	4.78
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de rocas	4	2	0	0	0	1	2	0	9	2.53
<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla zorro mexicana	1	2	0	0	3	3	0	0	9	2.53
<i>Tamias durangae</i>	Ardilla listada de Durango	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.56
Total		34	45	60	45	53	41	62	16	356	100

Nota: RI: registros independientes; FR: frecuencia relativa.

V. III. Índice de Abundancia Relativa

Los valores del índice de abundancia (IAR) obtenidos durante el presente estudio mostraron diferencias importantes entre las especies registradas mediante cámaras trampa, evidenciando una mayor frecuencia de detección en mamíferos medianos con hábitos generalistas (Tabla 3). Las especies que presentaron los valores más altos fueron *Urocyon cinereoargenteus* (IAR = 4.69; n = 90) y *Dicotyles tajacu* (IAR = 4.58; n = 88), lo cual indica que ambas especies mantuvieron una presencia constante dentro del área de estudio durante el periodo de muestreo.

La elevada frecuencia de registros de *U. cinereoargenteus* coincide con lo reportado por (Monroy-Vilchis et al., 2011) quienes documentaron altos niveles de detección para esta especie en ecosistemas templados con vegetación heterogénea. Estos autores señalan que el zorro gris posee una amplia variación ecológica, permitiéndole aprovechar distintos tipos de cobertura vegetal y recursos alimenticios. En el presente estudio, la alta frecuencia de detección de esta especie probablemente estuvo favorecida por la presencia de zonas rocosas, vegetación intermedia y senderos naturales dentro del Cañón Tres Molinos, condiciones que facilitan sus desplazamientos y actividades de forrajeo.

De manera similar, *D. tajacu* presentó uno de los valores más altos del índice abundancia relativa registrados en el estudio (Tabla 3). Reyna-Hurtado & Tanner (2007) mencionan que el pecarí de collar suele registrar altas frecuencias de detección en sitios con cobertura vegetal densa y disponibilidad de agua, debido a sus hábitos gregarios y amplios desplazamientos diarios. Resultados semejantes fueron reportados por (Pérez-Cortez et al., 2012) en ecosistemas tropicales, donde esta especie mostró una elevada frecuencia de registros asociada a la disponibilidad de alimentos y refugio. En el área de estudio, la presencia constante de *D. tajacu* posiblemente estuvo relacionada con la heterogeneidad ambiental y la disponibilidad de recursos presentes dentro del cañón.

Por otra parte, *Canis latrans* presentó un IAR de 2.03 (n = 39), mientras que *Odocoileus virginianus* registró un IAR de 1.88 (n = 36). Los valores obtenidos para ambas especies son semejantes a los reportados por Gallina et al. (2014), quienes documentaron frecuencias elevadas de detección para el coyote y el venado cola blanca en bosques templados del norte de México. O'Connell et al. (2011) señalan que los carnívoros generalistas suelen presentar altas probabilidades de detección debido a sus amplios rangos de movimiento y capacidad de adaptación

a diferentes condiciones ambientales. En el caso de *Odocoileus virginianus*, su presencia frecuente probablemente estuvo relacionada con la disponibilidad de cobertura vegetal y alimento dentro del área de estudio.

Asimismo, especies como *Peromyscus spp.* (IAR = 0.89; n = 17) y *Mephitis macroura* (IAR = 0.83; n = 16) presentaron valores intermedios de abundancia relativa (Tabla 3). Estos resultados coinciden con lo señalado por Rovero & Marshall (2009), quienes indican que las especies de talla pequeña o mediana suelen presentar detectabilidad moderada en estudios basados en cámaras trampa terrestres. De manera similar, Hidalgo-Mihart et al. (2017) reportaron menores frecuencias de detección en pequeños mamíferos en comparación con carnívoros medianos, debido principalmente a diferencias en tamaño corporal y rango de movimiento.

En contraste, *Spilogale gracilis* y *Desmodus rotundus* presentaron los valores más bajos de abundancia relativa, ambos con un IAR de 0.05 y un solo registro independiente (Tabla 3). De igual forma, *Procyon lotor* y *Tamias durangae* registraron valores bajos (IAR = 0.10; n = 2). Estos resultados sugieren una baja frecuencia de detección dentro del área de estudio y una menor probabilidad de registro asociada con hábitos específicos de comportamiento, actividad nocturna o uso restringido del hábitat. Tobler et al. (2008) mencionan que las especies raras o con hábitos especializados suelen presentar bajos valores de detección en estudios de fototrampeo, aun cuando formen parte de la comunidad de mamíferos del ecosistema. De manera semejante, Medellín et al. (2008) señalan que algunas especies nocturnas presentan menor probabilidad de detección mediante cámaras trampa terrestres debido a sus patrones particulares de actividad.

Los resultados obtenidos evidencian una estructura comunitaria dominada por pocas especies con altos valores de abundancia relativa, mientras que la mayoría presentó registros bajos o moderados. Patrones similares han sido reportados en estudios relacionados en ecosistemas forestales y zonas de transición, donde las especies generalistas suelen concentrar la mayor proporción de registros independientes (O'Connell et al., 2011; Aranda Sánchez, 2012).

Sin embargo, algunos estudios realizados en regiones tropicales del sur de México han documentado patrones distintos. Pérez-Irineo & Santos-Moreno (2013) registraron una mayor representatividad de pequeños mamíferos y marsupiales en comparación con carnívoros medianos, atribuyendo estas diferencias a la complejidad estructural de la vegetación y a las condiciones climáticas propias de los ecosistemas tropicales. Estas diferencias sugieren que factores como el

tipo de vegetación, altitud, disponibilidad de agua y grado de perturbación influyen directamente sobre la composición y frecuencia de detección de las comunidades de mamíferos silvestres.

En general, los resultados obtenidos indican que el Cañón Tres Molinos mantiene condiciones ambientales favorables para mamíferos medianas con hábitos oportunistas y elevada capacidad de adaptación. La heterogeneidad del paisaje, la disponibilidad de cobertura vegetal y la presencia de recursos hídricos temporales probablemente influyeron en la frecuencia de detección de las especies registradas, particularmente de aquellas consideradas generalistas dentro de los ecosistemas templados del norte de México.

Tabla 3. Índice de abundancia relativa de las especies registradas

Especie	Nombre común	RI	IAB
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	36	1.88
<i>Dicotyles tajacu</i>	Pecarí de collar	88	4.58
<i>Canis latrans</i>	Coyote	39	2.03
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	90	4.69
<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	4	0.21
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca	6	0.31
<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado sureño	16	0.83
<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo listado norteño	7	0.36
<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado occidental	1	0.05
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	6	0.31
<i>Nasua narica</i>	Cuatí	10	0.52
<i>Procyon lotor</i>	Mapache boreal	2	0.10
<i>Desmodus rotundus</i>	Murciélago	1	0.05
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	5	0.26
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	8	0.42
<i>Peromyscus spp</i>	Ratón	17	0.89
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de rocas	9	0.47
<i>Sciurus nayaritensis</i>	Ardilla zorro mexicana	9	0.47
<i>Tamias durangae</i>	Ardilla listada de Durango	2	0.10
Total		356	18.54

Nota: RI: Registros Independientes / IAR: Índice de Abundancia Relativa.

V. IV. Patrones de actividad

Para el análisis de los patrones de actividad se consideraron únicamente aquellas especies que presentaron más de tres registros fotográficos independientes. Los registros independientes se definieron como fotografías separadas por un intervalo mínimo de 24 horas para la misma especie, con el propósito de evitar pseudorreplicación de eventos. Posteriormente, los registros fueron clasificados de acuerdo con el horario de detección en cuatro categorías: diurnos (08:01–17:59 h), nocturnos (20:01–05:59 h), crepusculares (06:00–08:00 h y 18:00–20:00 h) y catemerales, cuando los registros se distribuyeron en más de un periodo del día (Tabla 4).

Los resultados obtenidos evidenciaron una marcada variación temporal en la actividad de las especies registradas dentro del área de estudio, lo cual sugiere distintos grados de especialización. De acuerdo con la Tabla 4, *Odocoileus virginianus*, *Dicotyles tajacu*, *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus* presentaron registros en los periodos diurno, nocturno y crepuscular, por lo que fueron clasificadas como especies catemerales. Este comportamiento coincide con lo reportado por Monterroso et al. (2013), quienes señalan que varias especies de mamíferos medianos presentan actividad flexible como respuesta a variaciones ambientales, disponibilidad de recursos y presión de depredación.

La actividad catemeral observada en *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* también ha sido documentada en estudios realizados en ecosistemas templados del norte de México y América del Norte, donde ambas especies muestran capacidad para modificar sus horarios de actividad dependiendo de las condiciones ambientales y el grado de perturbación humana (Harmsen et al., 2011). En el presente estudio, la presencia de registros distribuidos a lo largo de distintos periodos del día podría relacionarse con la disponibilidad de alimento y el uso frecuente de senderos dentro del Cañón Tres Molinos.

Por otra parte, *Nasua narica* y *Otospermophilus variegatus* concentraron la totalidad de sus registros durante el periodo diurno (Tabla 4; Figura 11). Este patrón coincide con lo señalado por Emmons & Feer (1997), quienes describen a estas especies como organismos con hábitos predominantes diurnos, asociados a estrategias visuales de búsqueda de alimento y comportamiento social activo durante el día. En el caso de *N. narica*, la actividad diurna facilita el desplazamiento grupal y la localización de recursos alimenticios, mientras que en *O. variegatus*

este comportamiento probablemente se relaciona con hábitos de forrajeo asociados a espacios abiertos y zonas rocosas presentes en el área de estudio.

En contraste, varias especies mostraron una marcada preferencia por la actividad nocturna. Entre ellas destacaron *Bassariscus astutus*, *Didelphis virginiana*, *Peromyscus* spp. y *Mephitis macroura* cuyos registros se concentraron principalmente durante horarios nocturnos (Tabla 4; Figuras 12,13). Resultados similares fueron reportados por Harmsen et al. (2011), quienes señalan que la actividad nocturna en mamíferos medianos y pequeños representa una estrategia para reducir la competencia interespecífica y disminuir el riesgo de depredación. Además, la actividad nocturna puede favorecer la conservación de energía en ambientes donde las temperaturas diurnas son elevadas.

El comportamiento nocturno observado en *Peromyscus* spp. coincide con investigaciones realizadas por Wolff & Sherman (2007), quienes describen a este género como predominante nocturno debido a sus hábitos de alimentación y estrategias de evasión ante depredadores visuales. De igual manera *D. virginiana* ha sido ampliamente reportada como una especie oportunista con actividad principalmente nocturna y crepuscular, característica que le permite aprovechar recursos alimenticios en distintos ambientes (Gardner, 1982).

Asimismo, *Lynx rufus* presentó la mayor proporción de registros durante horarios crepusculares (Tabla 4; Figura 10). Este patrón coincide con lo reportado por Sunquist & Sunquist (2002), quienes mencionan que los felinos suelen incrementar su actividad durante períodos de baja luminosidad para mejorar el éxito de caza y reducir encuentros con otras especies potencialmente competidoras. De manera semejante, *Sylvilagus audubonii* mostró actividad tanto nocturna como crepuscular, comportamiento que posiblemente representa una estrategia para disminuir el riesgo de depredación mediante el uso de periodos intermedios de actividad.

Los patrones observados en el presente estudio mostraron una clara segregación temporal entre las especies registradas, lo que favorece la coexistencia dentro del ecosistema mediante la reducción de la superposición en el uso de recursos. Schoener (1974) menciona que la partición temporal constituye uno de los principales mecanismos ecológicos que permiten la coexistencia de especies dentro de comunidades con alta diversidad. De igual manera, Kronfeld-Schor & Dayan (2003) señalan que la diferenciación en los horarios de actividad reduce la competencia interespecífica y facilita la estructuración de ensamblajes faunísticos complejos.

Sin embargo, algunos estudios realizados en regiones tropicales han documentado patrones distintos a los observados en el presente trabajo. Pérez-Irineo & Santos-Moreno (2013) reportaron una mayor actividad nocturna generalizada en mamíferos medianos y pequeños en selvas húmedas del sur de México, atribuyendo este comportamiento a las condiciones climáticas y a la elevada cobertura vegetal característica de dichos ecosistemas. Estas diferencias sugieren que factores como el tipo de vegetación, disponibilidad de agua, temperatura y perturbación humana pueden influir directamente sobre la organización temporal de las comunidades de mamíferos.

En términos generales, la diversidad de patrones de actividad registrada en el Cañón Tres Molinos refleja distintos grados de actividad conductual entre las especies presentes. La variación temporal observada probablemente representa una estrategia adaptativa relacionada con la disponibilidad de recursos, la reducción de competencia interespecífica y las condiciones ambientales propias del área de estudio. Asimismo, el uso de cámaras trampa permitió obtener información detallada sobre el comportamiento temporal de la mastofauna, demostrando su utilidad como herramienta eficiente para el monitoreo ecológico de mamíferos silvestres.

Tabla 4. Registro de horas y determinación de comportamiento mediante fotografías tomadas dentro del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

Nombre común	Nombre científico	Diurnos (08:01– 17:59)	Nocturnos (20:01– 05:59)	Crepusculares (06:00–08:00 / 18:00– 20:00)	Catemerales (sin horario definido) (*)
Venado cola blanca	<i>Odocoileus virginianus</i>	15	15	6	(*)
Pecarí de collar	<i>Dicotyles tajacu</i>	35	35	18	(*)
Coyote	<i>Canis latrans</i>	8	24	7	(*)
Zorro gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	15	60	15	(*)
Lince americano	<i>Lynx rufus</i>	1	0	3	
Zorrillo de espalda blanca	<i>Conepatus leuconotus</i>	0	5	1	
Zorrillo listado sureño	<i>Mephitis macroura</i>	1	12	3	
Zorrillo listado norteño	<i>Mephitis mephitis</i>	1	5	1	
Cacomixtle norteño	<i>Bassariscus astutus</i>	0	6	0	
Cuatí	<i>Nasua narica</i>	10	0	0	
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	0	5	0	
Conejo del desierto	<i>Sylvilagus audubonii</i>	0	5	3	
Ratón	<i>Peromyscus spp.</i>	0	16	1	
Ardillón de rocas	<i>Otospermophilus variegatus</i>	9	0	0	
Ardilla zorro mexicana	<i>Sciurus nayaritensis</i>	5	2	2	

Nota: (*) Indica especies con actividad distribuida en más de un periodo del día.

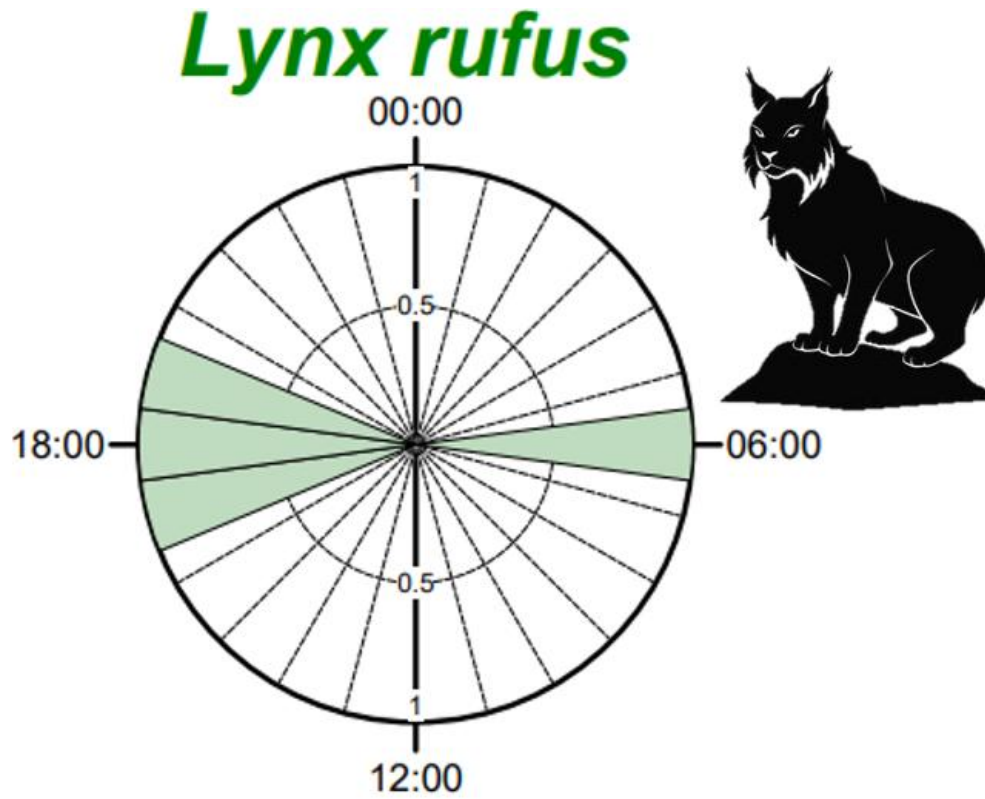
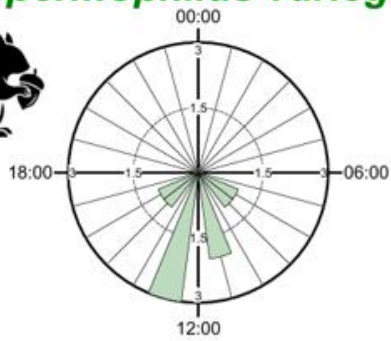
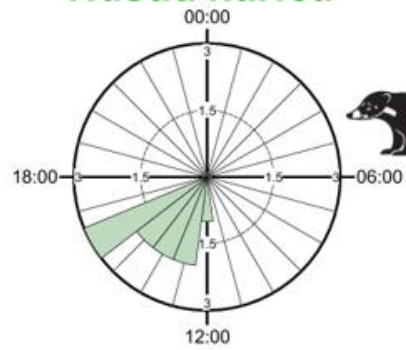


Figura 10. Especie que presenta un patrón de actividad crepuscular, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

Otospermophilus variegatus



Nasua narica



Sciurus nayaritensis

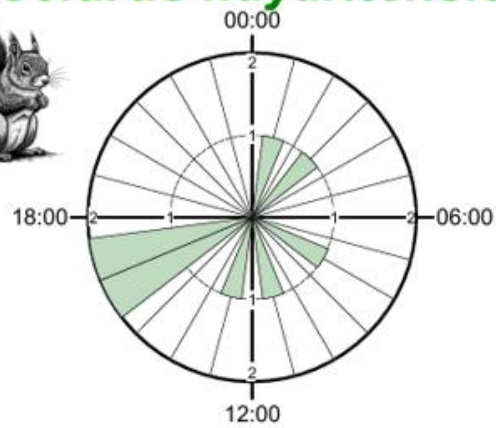


Figura 11. Especies que presentan un patrón de actividad diurno, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

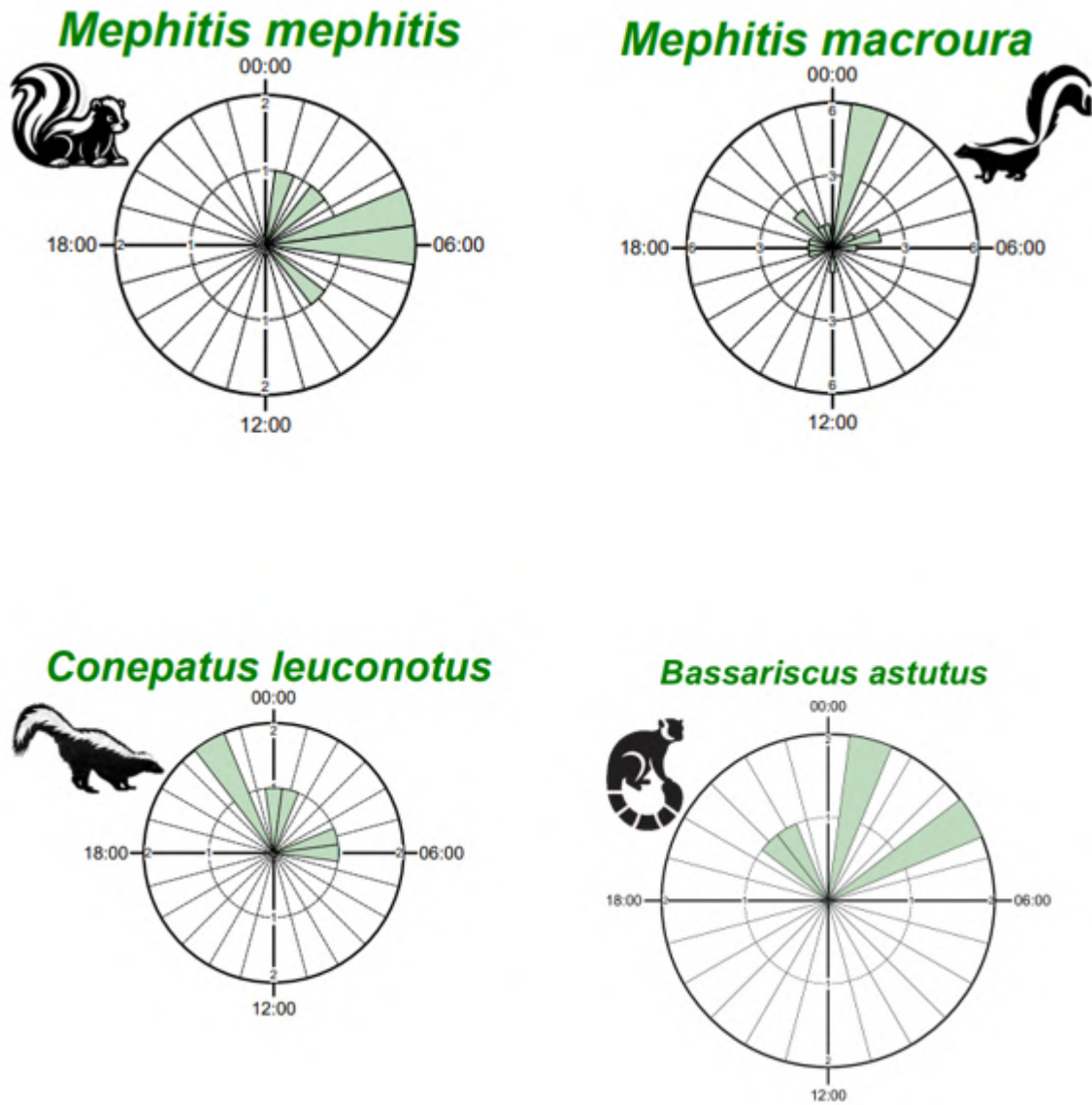


Figura 12. Especies que presentan un patrón de actividad nocturno, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

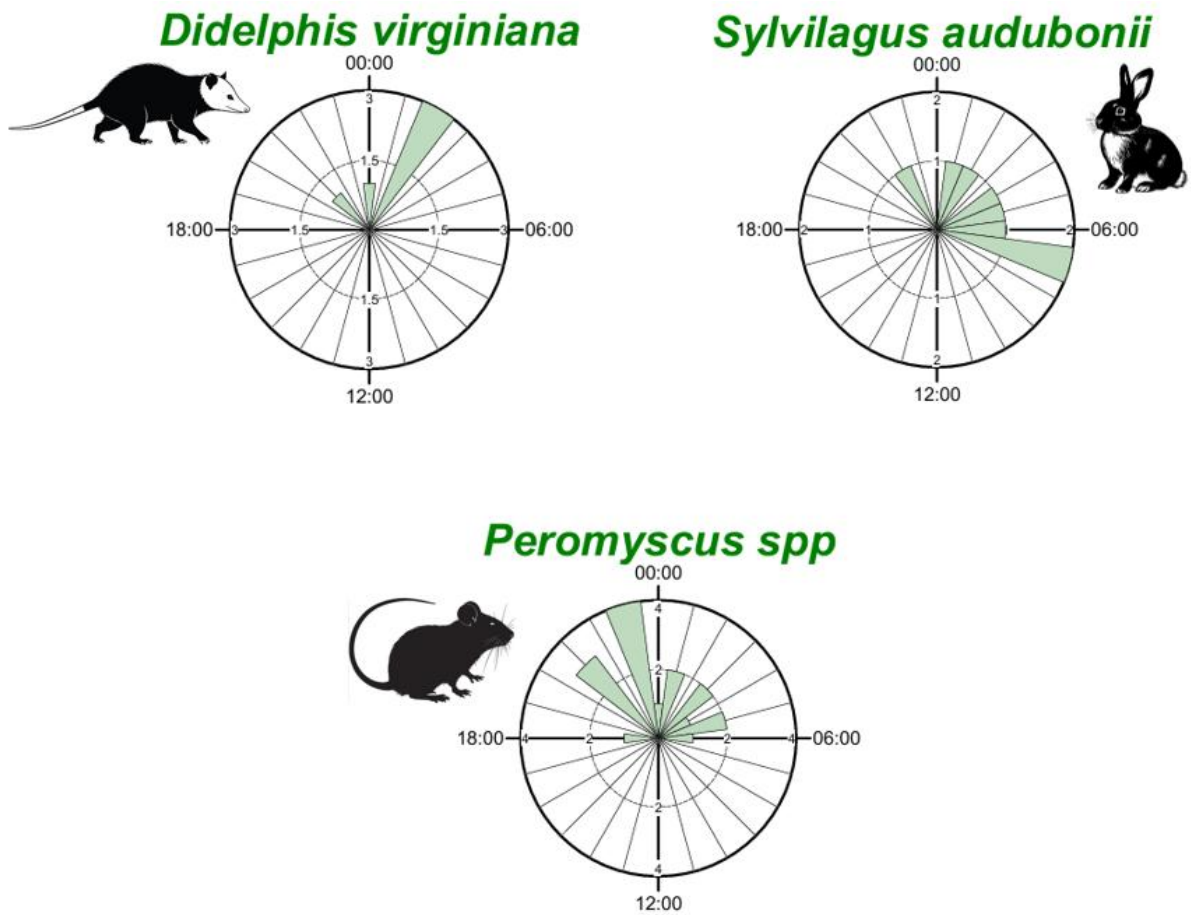


Figura 13. Especies que presentan un patrón de actividad nocturno, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

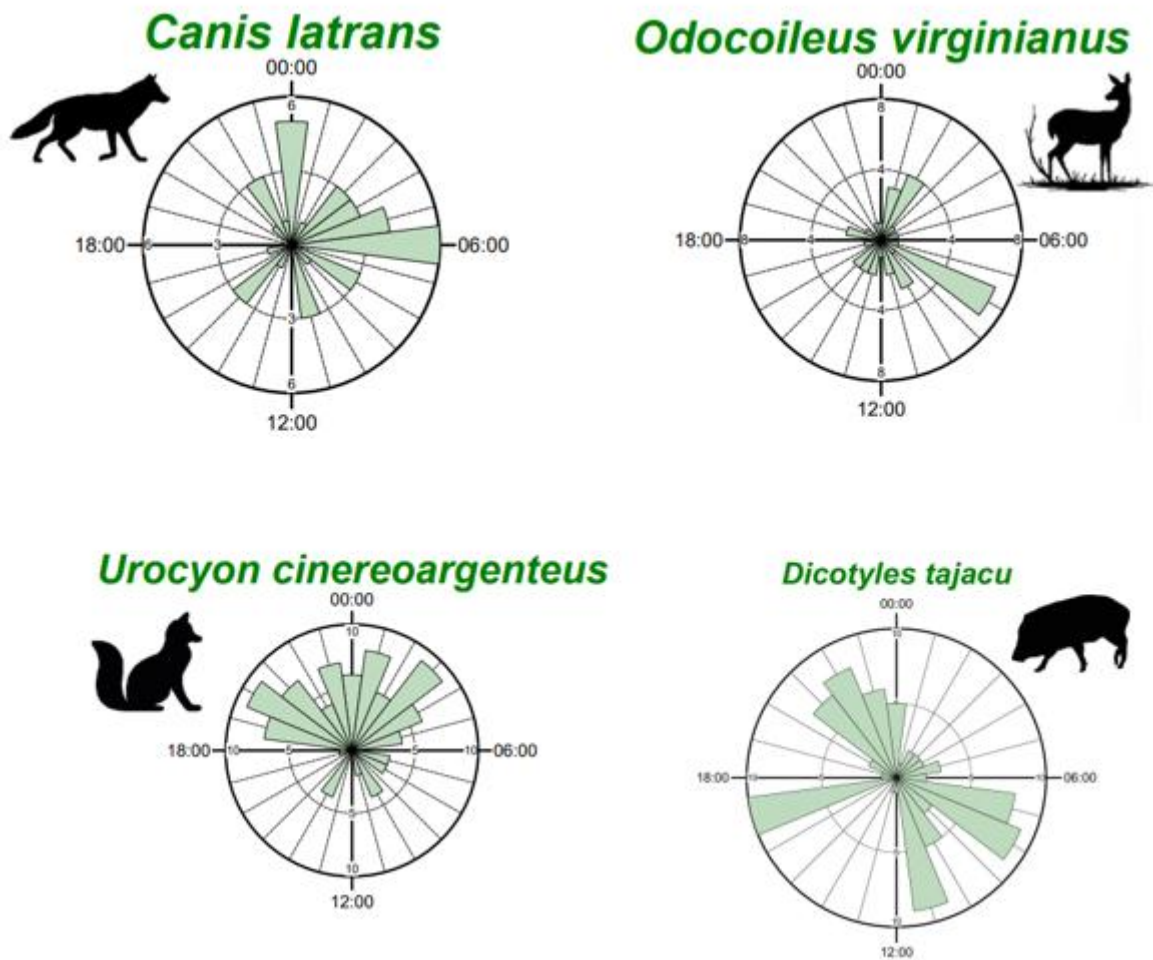


Figura 14. Especies que presentan un patrón de actividad catemeral, dentro del área de estudio Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

VI. CONCLUSIONES

Se registraron 19 especies de mamíferos terrestres en el Cañón Tres Molinos, lo que refleja la presencia de una comunidad diversa dentro del área de estudio. Entre las especies registradas, *Urocyon cinereoargenteus* y *Dicotyles tajacu* presentaron los valores más altos de frecuencia relativa e índice de abundancia relativa, siendo las especies con mayor número de detecciones durante el periodo de muestreo.

Los patrones de actividad permitieron identificar especies con hábitos diurnos, nocturnos, crepusculares y catemerales. *Odocoileus virginianus*, *Dicotyles tajacu*, *Canis latrans* y *Urocyon cinereoargenteus* mostraron actividad durante diferentes momentos del día, mientras que otras especies presentaron horarios de actividad más definidos.

Las diferencias observadas en los horarios de actividad indican que las especies utilizan el tiempo de manera distinta dentro del área de estudio esta variación en los periodos de actividad puede contribuir a disminuir la coincidencia temporal entre especies con requerimientos similares.

Los resultados obtenidos aportan información sobre abundancia relativa y los patrones de actividad de los mamíferos terrestres presentes en el Cañón Tres Molinos, contribuyendo al conocimiento de la fauna silvestre de los bosques templados de Durango.

VII. RECOMENDACIONES

Con base en este estudio, se recomienda que el monitoreo con cámaras trampa se realice de forma continua y en diferentes tipos de ecosistemas. Esto permitiría comparar resultados y comprender mejor el comportamiento de las especies en distintas regiones.

se recomienda incrementar el esfuerzo de muestreo, tanto en duración como en número de estaciones, con el propósito de mejorar la detectabilidad de especies poco frecuentes y aumentar la precisión de los análisis. Asimismo, es conveniente ampliar la cobertura hacia distintos tipos de hábitat para evaluar su influencia en la distribución y actividad de la fauna silvestre.

También es importante adaptar el diseño de muestreo a las características particulares de cada sitio, considerando factores como la vegetación, el clima, la disponibilidad de agua y la presencia de actividades humanas. Esto permitiría obtener datos más representativos de las condiciones ecológicas del área.

Se sugiere complementar el uso de cámaras trampa con otras técnicas de monitoreo, como recorridos en campo y registro de huellas, con el fin de obtener una visión más completa de la fauna presente. Además, se recomienda mantener metodologías similares entre estudios, particularmente en aspectos como el tiempo de muestreo y la forma de registrar la información, para facilitar comparaciones más confiables entre investigaciones.

Asimismo, se recomienda incorporar variables ambientales y antrópicas en futuros estudios para fortalecer la interpretación ecológica de los resultados y apoyar la toma de decisiones relacionadas con la conservación de la fauna silvestre.

Por otro lado, se debe evitar depender excesivamente del uso de atrayentes, ya que estos pueden modificar el comportamiento natural de las especies y generar sesgos en la detección. De igual manera es importante evitar concentrar las cámaras en un solo tipo de hábitat, debido a que esto puede limitar el registro de especies con distintos requerimientos ecológicos.

Finalmente, se espera que la información obtenida contribuya al desarrollo de estrategias de conservación de impactos humanos, favoreciendo así la conservación de la biodiversidad y el manejo adecuado de la fauna silvestre.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alcock, J. (2013). *Animal behavior: An evolutionary approach*. Sinauer Associates.
- Aragón, E., Garza, A., & Monroy-Vilchis, O. (2009). Patrones de actividad de mamíferos en bosques templados de la Sierra Madre Occidental, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 13(1), 1-12.
- Aranda Sánchez, J. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Burton, A., Neilson, E., Neilson, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, J., Bayne, E., & Boutin, S. (2015). Wildlife camera trapping: A review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology*, 52(3), 675-685. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12432>
- Ceballos, G. (2014). *Mammals of Mexico*. Johns Hopkins University Press. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv127>
- Ceballos, G., & Arroyo-Cabrales, J. (2012). Diversidad de mamíferos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 125-135.
- Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). *LISTA ACTUALIZADA DE LOS MAMÍFEROS DE MÉXICO*. Instituto de Ecología, UNAM.
- Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. *Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, 1: Conocimiento actual de la biodiversidad*, 87-108.
- CONABIO. (1998). *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB)*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- CONABIO. (2001). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. CONABIO.
- CONABIO. (2014). *La biodiversidad en Durango: Estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Consultoría Forestal y Ambiental "Ing. Roberto Trujillo". (2019). *Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional: Presa Tunal II*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Durango, Mexico.
- Emmons, L., & Feer, F. (1997). *Neotropical rainforest mammals: A field guide*. University of Chicago Press.
- Gallina, S., Maldujano, S., & Rodríguez, O. (2014). *Monitoreo y manejo del Venado cola blanca: Conceptos y métodos*. Instituto de Ecología, A.C. y Benemérita Universidad de Puebla. Xalapa, Ver. México.
- Gallina, T. S., & López González, C. (2011). *Manual de Técnicas para el estudio de la fauna*. Universidad Autónoma de Querétaro.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. En E. García, *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen* (pág. 97). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gardner, A. (1982). Virginia opossum. En J. A. Chapman, & G. A. Feldhamer, *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Economics* (págs. 3-36). Johns Hopkins University Press.
- Gutiérrez-González, C., Lozano-García, S., & Mendoza-Martínez, G. (2012). Diversidad de mamíferos medianos y grandes en un bosque templado del norte de México. *Therya*, 3(2), 113-125.
- Harmesen, B., Foster, R., Silver, S., Ostro, L., & Doncaster, C. (2011). Jaguar and puma activity patterns in relation to their main prey. *Mammalian Biology*, 76(3), 320-324. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2010.08.007>

- Hidalgo-Mihart, M., Contreras-Moreno, F., & Jesús de la Cruz, A. (2017). Mamíferos medianos y grandes registrados con cámaras trampa en el sureste de México. *Therya*, 8(3), 259-270.
- INEGI. (1988). *Carta geológica escala 1:250 000*. INEGI. INEGI.
- INEGI. (1989). *Carta hidrológica de aguas superficiales escala 1:250 000*. INEGI. INEGI.
- INEGI. (2007). *Conjunto de datos vectoriales edafológicos escala 1:250 000. Serie II*. INEGI.
- INEGI. (2014). *Carta edafológica escala 1:250 000*. INEGI.
- INEGI. (2021). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII*. CONABIO.
- Kovach Computing Services. (2022). *Oriana – Circular statistics for Windows, version 4.2*. Kovach Computing Services.
- Krebs, C. (2009). *The experimental analysis of distribution and abundance*. Pearson.
- Kronfeld-Schor, N., & Dayan, T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 153-181. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132435>
- Medellín, R., Arita, H., & Sánchez, O. (2008). *Identificación de los murciélagos de México: Clave de campo*. Instituto de Ecología, UNAM.
- Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L., & Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373-383.
- Monterroso, P., Célio Alves, P., & Ferrera, P. (2013). Diel activity patterns of mammalian prey and predators. *Catch me if you can*, 119(12), 1044-1056. <https://doi.org/10.1111/eth.12156>
- O'Brien, T., Kinnaird, M., & Wibisono, H. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6(2), 131-139.
- O'Connell, A., Nichols, J., & Ullas Karanth, K. (2011). *Camera Traps in Animal, Methods and Analyses*. Springer Tokyo Dordrecht Heidelberg London New Yor. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-99495-4>

- O'Brien, T., Kinnaird, M., & Wibisono, H. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6(2), 131-139.
- Pérez-Cortez, S., Enríquez, P., & Sántiz, E. (2012). Uso de hábitat y abundancia relativa de pecarí de collar en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Therya*, 3(1), 11-20.
- Pérez-Irineo, G., & Santos-Moreno, A. (2013). Riqueza y patrones de actividad de mamíferos medianos y grandes en Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29(3), 492–507.
- Reyna-Hurtado, R., & Tanner, G. (2007). Ungulate relative abundance in hunted and non-hunted sites in Calakmul Forest (Southern Mexico). *Biodiversity and Conservation*, 16, 743-756. <https://doi.org/10.1007/s10531-005-6198-7>
- Rodríguez-Maturino, A., Viggers-Carrasco, M., Morales-Balderas, a, B., López-Reyes, J., Silva-Flores, R., & De león-Mata, G. (2020). Solapamiento en los patrones de actividad de mamíferos y sus presas potenciales en un área de la Sierra Madre Occidental en Durango, México. *REVISTA BIO CIENCIAS*, 7(2), 145-156. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e962>
- Rovero, F., & Marshall, A. (2009). Tasa fotográfica de trampas fotográficas como índice de densidad en ungulados forestale. *Journal of Applied Ecology*, 46(5), 1011-1017. <https://doi.org/0.1111/j.1365-2664.2009.01705.x>
- Rovero, F., & Zimmermann, F. (2016). *Camera trapping for wildlife research*. Pelagic Publishing.
- Schoener, T. (1974). Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185(4145), 27-39. <https://doi.org/10.1126/science.185.4145.27>
- Sunquist, M., & Sunquist, F. (2002). *Wild cats of the world*. University of Chicago Press.
- Tobler, M., Carrillo-Percastegui, S., Leite Pitman, R., & Power, G. (2008). An evaluation of camera traps for inventorying large- and. *Animal Conservation*, 11(3), 169-178. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2008.00169.x>
- Wolff, J., & Sherman, P. (2007). *Rodent Societies: An Ecological and Evolutionary Perspective*. The University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226905389.001.0001>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Formato de registro de la instalación de cámaras trampa en el área de campo.

FORMATO DE INSTALACIÓN DE CÁMARAS TRAMPA

Nombre de quien instala: _____ ID Cámara: _____

Fecha/hora de instalación: _____ Lugar: _____

Datos de Ubicación	
N° de estación	
Coordenadas UTM	
Altitud	
Tipo de vegetación	
Información de cámara trampa	
Marca	
N° de serie	
Capacidad de tarjeta	
Pilas (N°, tipo, carga)	
Foto/video	
Sensibilidad	
Orientación	
Información del cebo	
Tipo de cebo	
Distancia de la cámara trampa	
Condiciones del cebo	
Observaciones adicionales	

Anexo 3. Base de datos para llevar el control de las cámaras trampa dentro del área de estudio del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

Nombre de quien revisó: _____

Nº Revisión: _____

ID Cámara: _____

ID GPS: _____

Lugar: _____

Fecha		Estación	Estación	Estación	Estación
Hora					
Nivel de batería (Baja, Media, Alta)					
Nº Fotos tomadas					
Fecha de primera foto					
Fecha de última foto					
Configuración de la cámara	Modo (Foto/video)				
	Sensibilidad				
	Fotos por evento				
Marcar con una X	Cambio de tarjeta				
	Cambio de baterías				

Anexo 4. Especies registradas dentro del área de estudio del Cañón “Tres Molinos”, Durango, México.

Fotografías de mamíferos pequeños y medianos.



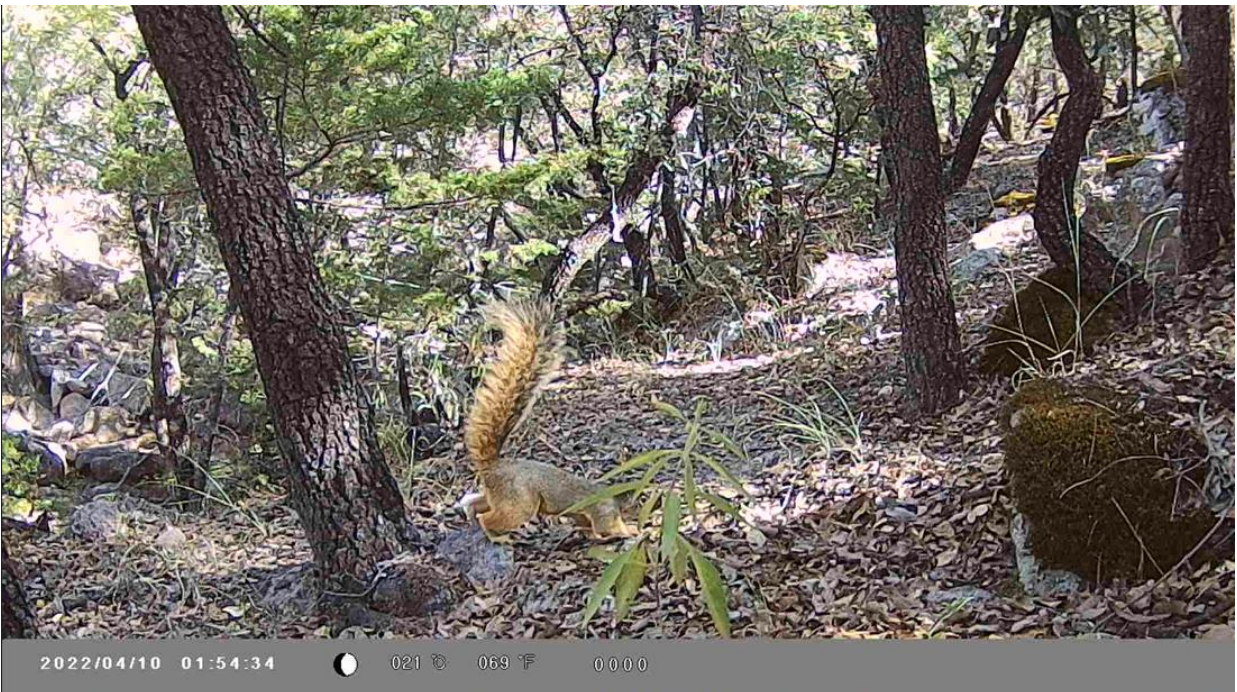
Coyote - *Canis latrans*



Gato montés - *Lynx rufus*



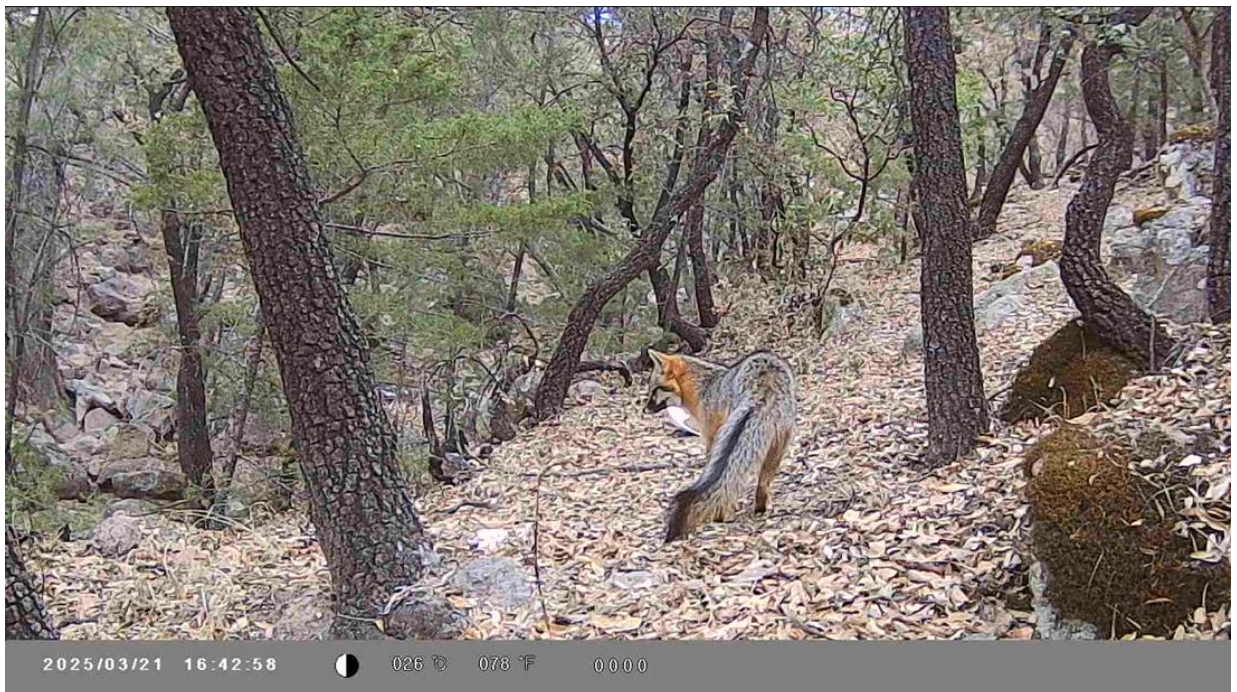
Ardillón de rocas - *Otospermophilus variegatus*



Ardilla zorro mexicana - *Sciurus nayaritensis*



Conejo de cola de algodón del desierto - *Sylvilagus audubonii*



Zorro gris - *Urocyon cinereoargenteus*



Zorrillo de espalda blanca - *Conepatus leuconotus*



Zorrillo listado sureño - *Mephitis macroura*



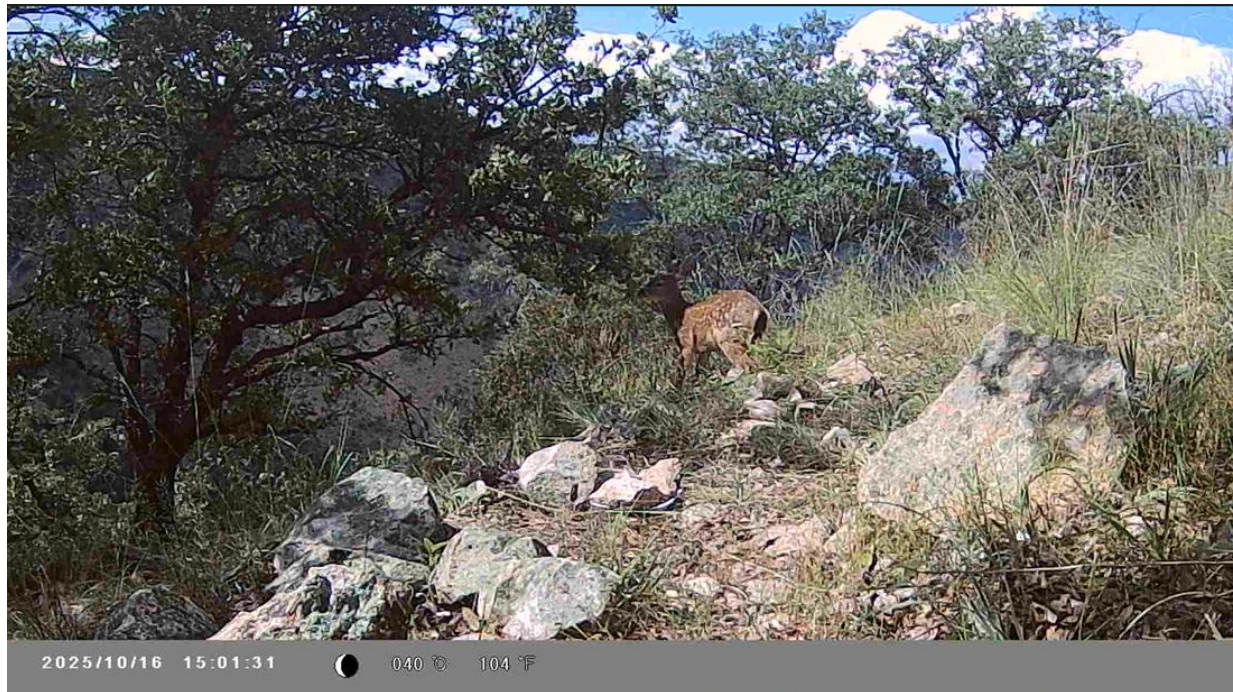
Pecarí de collar - *Dicotyles tajacu*



Coatí - *Nasua narica*



Zorrillo manchado occidental - *Spilogale gracilis*



Venado cola blanca - *Odocoileus virginianus*



Tlacuache norteño - *Didelphis virginiana*



Cacomixtle norteño - *Bassariscus astutus*