



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA
EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES
(PATRONES Y PROCESOS DE LA BIODIVERSIDAD DEL
NEOTRÓPICO)

PREFERENCIA Y CALIDAD DE HÁBITAT DE MAMÍFEROS
MEDIANOS Y GRANDES EN BOSQUES TEMPLADOS DE
AYOQUEZCO DE ALDAMA, OAXACA.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

GABRIELA IVETTE MARTÍNEZ MERINO

Director de Tesis:

DR. MIGUEL ÁNGEL BRIONES SALAS

M. EN C. GRACIELA EUGENIA GONZÁLEZ PÉREZ

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, febrero de 2021.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

Ciudad de México, de del

El Colegio de Profesores de Posgrado de en su Sesión No. (Unidad Académica)

celebrada el día el mes e onoció la solicitud presentada por el (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Martínez	Apellido Materno:	Merino	Nombre (s):	Gabriela Ivette
-------------------	----------	-------------------	--------	-------------	-----------------

Número de registro:

del Programa Académico de Posgrado:

Referente al registro de su tema de tesis; acordando lo siguiente:

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

Objetivo general del trabajo de tesis:

2.- Se designa como Directores de Tesis a los profesores:

Director: 2° Director:

No aplica:

3.- El Trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

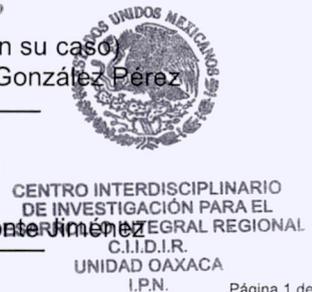
4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente, hasta la aprobación de la versión completa de la tesis por parte de la Comisión Revisora correspondiente.

Director(a) de Tesis
Dr. Miguel Ángel Briones Salas

2° Director de Tesis (en su caso)
M. en C. Graciela Eugenia González Pérez

Aspirante
Martínez Merino Gabriela Ivette

Presidente del Colegio
Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de siendo las horas del día del mes de del se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio del para examinar la tesis titulada:

“Preferencia y calidad de hábitat de mamíferos medianos y grandes en bosques templados de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca”.

del (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Martínez	Apellido Materno:	Merino	Nombre (s):	Gabriela Ivette
-------------------	----------	-------------------	--------	-------------	-----------------

Número de registro:

Aspirante del Programa Académico de Posgrado:

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 7 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo **SI** **NO** **SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN: *(Por ejemplo, el % de similitud se localiza en metodologías adecuadamente referidas a fuente original)*
El porcentaje de similitud se localiza en los apartados de: antecedentes y métodos.

****Es responsabilidad del alumno como autor de la tesis la verificación antiplagio, y del Director o Directores de tesis el análisis del % de similitud para establecer el riesgo o la existencia de un posible plagio.**

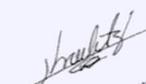
Finalmente, y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** **SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

El estudiante justifica tener los conocimientos esenciales sobre el tema y cumple con los requisitos para ser un profesional competente. Del mismo modo, el trabajo de tesis sienta las bases de un nuevo conocimiento.

COMISIÓN REVISORA DE TESIS

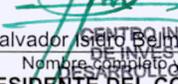

Dr. Miguel Ángel Briones Salas
Director de Tesis
Nombre completo y firma


Dr. Matthias Rös
Nombre completo y firma


M. en C. María Delfina Luna Kradtetz
Nombre completo y firma


M. en C. Graciela Eugenia González Pérez
2° Director de Tesis (en su caso)
Nombre completo y firma


Dra. Elvira Durán Medina
Nombre completo y firma


Dr. Salvador Belmonte Jiménez
Nombre completo y firma
PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES
CIIDIR UNIDAD OAXACA
I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca el día 10 del mes de febrero el año 2021, el (la) que suscribe Gabriela Ivette Martínez Merino alumno(a) del Programa de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales con número de registro B180029, adscrito a Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de Dr. Miguel Ángel Briones Salas y M. en C. Graciela Eugenia González Pérez y cede los derechos del trabajo titulado: “Preferencia y calidad de hábitat de mamíferos medianos y grandes en bosques templados de Avoquezco de Aldama, Oaxaca” al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección gmartinezm1705@alumno.ipn.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Martínez Merino Gabriela Ivette

Nombre y firma

A mi familia, principalmente a mis padres Renata y Lorenzo, por su amor y apoyo a lo largo de mi vida.

Muchas gracias por ayudarme a concluir esta etapa de mi vida.

A mis amigos, quienes tuvieron las palabras precisas para todo momento durante la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Beca de Estímulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI), por el apoyo económico que me permitió realizar mis estudios de maestría, me facilitó el trabajo en campo y gabinete y, me permitió asistir a congresos y talleres.

Al Instituto Politécnico Nacional y al CIIDIR-Oaxaca, por brindarme el espacio que permitió formarme académicamente y desarrollarme profesionalmente.

A la comunidad de Ayoquezco de Aldama y al Comisariado de Bienes Comunales (2018-2021), por permitirme realizar mi trabajo de campo e investigación en su predio comunal. Especialmente al presidente del Comisariado de Bienes Comunales, Don Javier y su bonita familia, por recibirme tan cálidamente en su casa.

Con mucho cariño a mis directores de tesis, Dr. Miguel Ángel Briones Salas y M. en C. Graciela Eugenia González Pérez, por brindarme todo el apoyo, paciencia y confianza posible para realizar este trabajo. Gracias por compartirme sus conocimientos, enseñanzas, asesorías, pláticas y amistad.

A los miembros de mi comité, quienes me han acompañado durante el proceso de desarrollo de este trabajo de investigación: Dr. Miguel Ángel Briones Salas, M. en C. Graciela Eugenia González Pérez, Dr. Matthias Rös, Dra. Elvira Durán Medina, Dr. Emilio Martínez Ramírez y, sobre todo, a la M. en C. María Delfina Luna Krauletz por no perder la confianza en mí.

A todos mis profesores de posgrado que fueron parte de mi formación académica. Gracias por compartir su conocimiento.

A la M. en C. Hermes Lustre, por contactarnos con la comunidad y acompañarnos siempre con su gran actitud.

Al Laboratorio de Vertebrados Terrestres y a la Colección Mastozoológica del CIIDIR-Oaxaca, donde he encontrado grandes compañeros y excelentes amigos que siempre estuvieron en la mejor disposición de enseñarme, ayudarme y orientarme. Gracias a Carlos Masés, Elena Galindo y Mario

Lavariaga, quienes hicieron mi estancia en el laboratorio más cálida y amena. A Sergio Pérez, compañero, amigo y mentor desde la universidad. A todos mis compañeros con los que conviví, reí y aprendí: Gabriela Medina, Yesenia Gutiérrez, Gabriela Izchel, Magaly Gómez, Héctor, Mario Peralta y Nayeli Rocío. A los chicos de estancia profesional y servicio social que llegaron al laboratorio y tuvieron la disponibilidad de ayudarme en campo: Yesenia Zarate, Camila, Gloria y Alexis.

A mis queridas amistades: Brenda, Laurita, Erika, Mirtha y Magdiel, conocerlos me ha hecho sentir una persona muy afortunada y feliz.

A Doña Irene, por permitirme probar su deliciosa comida y compartirnos un espacio para convivir.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN	14
ANTECEDENTES	15
El Hábitat: Definición y evaluación.....	15
Mamíferos de Oaxaca: Preferencia y calidad de hábitat	17
JUSTIFICACIÓN	19
OBJETIVOS	20
Objetivo general.....	20
Objetivos específicos	20
METODO	21
Área de estudio	21
Selección de los sitios de muestreo.....	23
Registro de especies y abundancia relativa.....	23
Preferencia de hábitat.....	25
Caracterización del hábitat.....	26
Evaluación de hábitat.....	30
RESULTADOS.....	32
Registro de especies.....	32
Abundancia relativa	33
Preferencia de hábitat.....	37
Caracterización del hábitat.....	40
Evaluación del hábitat.....	46
DISCUSIÓN	49
CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la localidad del Municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca, México.	22
Figura 2. Tipos de vegetación en el Municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca, México.	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados mediante las diferentes técnicas usadas en dos tipos de vegetación en Ayoquezco de Aldama, Oaxaca, México. La nomenclatura taxonómica usada en este trabajo es basada en Ramírez-Pulido (2014). Rastros (huellas, excretas, echadero y rascaderos); otros (restos óseos, comederos).	32
Cuadro 2. Numero de registros e índice de abundancia relativa (IAR) de mamíferos medianos y grandes por tipo de hábitat y temporada mediante rastros en el municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca.	34
Cuadro 3. Frecuencia de rastros e índice de abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en nueve transectos en el área de estudio del Municipio Ayoquezco de Aldama, Oaxaca.	36
Cuadro 4. Frecuencia de rastros e índice de abundancia relativa (IAR) de mamíferos medianos y grandes por tipo de hábitat y temporada en el área de estudio del municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca.	37
Cuadro 5. Estadísticos para la inferencia de preferencia de hábitat en la temporada de lluvias por medio del software Havistat v2.4.	37
Cuadro 6. Estadísticos para la inferencia de preferencia de hábitat en la temporada de secas por medio del software Havistat v.2.4.	38
Cuadro 7. Índice de uso esperado para la temporada de lluvias generados con el software Havistat v2.4 (Montenegro et al., 2018). Criterios: Si el uso esperado < Intervalo inferior = Prefiere; si el uso esperado > intervalo superior = Evita y, si intervalo superior > uso esperado > intervalo inferior = Usa.	39

Cuadro 8. Índices de uso esperado para la temporada de secas generado con el software Havistat v 2.4 (Montenegro et al., 2018). Criterios: Si el uso esperado<Intervalo inferior = Prefiere; si el uso esperado>intervalo superior= Evita y, si intervalo superior>uso esperado>intervalo inferior= Usa.....	39
Cuadro 9. Valores cuantitativos de la caracterización de la vegetación por tipo de hábitat y transecto....	40
Cuadro 10. Valores cuantitativos de la caracterización física del hábitat por tipo de hábitat y transecto.	41
Cuadro 11. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de cuatro especies y las variables del hábitat medidas en la temporada de lluvias. E: Bosque de encino; P-E: bosque de pino-encino. En negritas se muestran las correlaciones fuertes y significativas ($p \leq 0.05$).....	42
Cuadro 12. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de cuatro especies y las variables del hábitat medidas en la temporada de secas. En negritas se muestran las correlaciones fuertes y significativas ($p \leq 0.05$).....	42
Cuadro 13. Modelo de regresión múltiple entre la frecuencia de rastros de <i>U. cinereoargenteus</i> y <i>B. astutus</i> con la variable respectiva al análisis de correlación para la temporada de secas.....	43
Cuadro 14. Modelo de regresión múltiple entre la frecuencia de rastros de <i>U. cinereoargenteus</i> , <i>B. astutus</i> y <i>C. latrans</i> con las variables respectivas al análisis de correlación para la temporada de lluvias.....	44
Cuadro 15. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de las cuatro especies estudiadas en la temporada de lluvias y tipo de hábitat. E: Bosque de encino; P-E: Bosque de pino-encino. En negritas se muestran aquellas especies que mostraron correlaciones fuertes y significativas ($* \leq 0.05$).....	44
Cuadro 16. Modelo de regresión múltiple entre las especies <i>U. cinereoargenteus</i> , <i>B. astutus</i> y <i>C. latrans</i> en temporada de lluvias para bosque de pino.	45
Cuadro 17. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de las cuatro especies estudiadas en la temporada de secas y tipo de hábitat. E: Bosque de encino; P-E: Bosque de pino-encino. En negritas se muestran aquellas especies que mostraron correlaciones fuertes y significativas ($* \leq 0.05$).....	45
Cuadro 18. Modelo de regresión múltiple entre las especies <i>U. cinereoargenteus</i> , <i>B. astutus</i> y <i>C. latrans</i> en temporada de secas para bosque de pino.....	45

Cuadro 19. Modelo de evaluación de hábitat para <i>U. cinereoargenteus</i> y <i>B. astutus</i>	46
Cuadro 20. Modelo de evaluación de hábitat para <i>O. virginianus</i>	47
Cuadro 21. Modelo de evaluación de hábitat para <i>C. latrans</i>	47
Cuadro 22. Índice de calidad de hábitat (HSI) para cada especie por transecto. Rango de calidad: Baja [0 a 0.33]; media [0.34 a 0.67] y alta [0.68 a 1].	48

RESUMEN

Este trabajo tiene el objetivo de analizar la preferencia y calidad de hábitat de los mamíferos medianos y grandes para los bosques templados de la comunidad de Ayoquezco de Aldama, Región de Valles Centrales de Oaxaca. Por medio de avistamientos, fototrampeo, y métodos búsqueda de rastros, se registraron 14 especies. Con el método indirecto de búsqueda de huellas y heces se estimó la abundancia relativa de siete especies: *Urocyon cinereoargenteus* (1.41 ± 0.89 rastros/km), *Bassariscus astutus* (1.20 ± 0.81 rastros/km), *Odocoileus virginianus* (0.78 ± 0.35 rastros/km) y *Canis latrans* (0.46 ± 0.42 rastros/km), *Conepatus leuconotus* (0.15 ± 0.08 rastros/km), *Nasua narica* (0.27 ± 0.26 rastros/km) y *Dasyurus novemcinctus* (0.29 ± 0.24 rastros/km). Entre tipo de hábitat, el coyote tuvo significativamente mayor abundancia en el bosque de pino-encino que en el bosque de encino. No hubo diferencias significativas entre temporadas entra las abundancias relativas. Las especies *U. cinereoargenteus*, *B. astutus*, *O. virginianus* y *C. latrans* mostraron distinta preferencia de hábitat entre temporadas de acuerdo con la prueba de X^2 . De acuerdo con los intervalos de confianza de Bonferroni, en la temporada de lluvias el bosque de pino-encino fue preferido por *U. cinereoargenteus* y *O. virginianus*, en tanto, *B. astutus* y *C. latrans* hacen uso de ambos tipos de hábitat. En la temporada de secas se observa un patrón similar, excepto que *C. latrans* prefiere el bosque de pino-encino. Las variables ecológicas que explican la preferencia de hábitat de *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* en la temporada de lluvias fue, cobertura arbórea. El IVI de especies arbóreas esta relacionada con las dos especies mencionadas y *B. astutus*. Para la temporada de secas, la variable de cuerpos rocosos estuvo relacionada con *U. cinereoargenteus* y *B. astutus*, por otro lado, *O. virginianus* y *C. latrans* no mostraron relación con ninguna variable ecológica. El bosque de encino fue evitado o usado poco en ambas temporadas. El análisis de correlación mostró relación entre la frecuencia de rastros entre temporadas y en el bosque de pino-encino; *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* estuvieron relacionadas en la temporada de lluvias, mientras que, en temporada de secas sólo s registro relación entre *U. cinereoargenteus* y *C. latrans*. De acuerdo con la evaluación del hábitat, los sitios que tuvieron mejor calidad de hábitat para las cuatro especies evaluadas fueron los transectos 2 y 5; el transecto 3, para *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* y, el transecto 10 presentó mejor calidad para *O. virginianus* y *C. latrans*. Con los resultados de este trabajo, se pretendió generar las bases para

programas de manejo y conservación de la fauna silvestre y también, ayudar al proceso de planeación y gestión del territorio para otros fines, como el ecoturismo.

ABSTRACT

This work aims to analyze the preference and quality of habitat of medium and large mammals for the temperate forests of the community of Ayoquezco de Aldama, Central Valley Region of Oaxaca. Through sightings, photo trapping, and trail search methods, 14 species were recorded. With the indirect method of searching tracks and feces, the relative abundance of seven species was estimated: *Urocyon cinereoargenteus* (1.41 ± 0.89 tracks / km), *Bassariscus astutus* (1.20 ± 0.81 tracks / km), *Odocoileus virginianus* (0.78 ± 0.35 tracks / km) and *Canis latrans* (0.46 ± 0.42 tracks / km), *Conepatus leuconotus* (0.15 ± 0.08 tracks / km), *Nasua narica* (0.27 ± 0.26 tracks / km) and *Dasypus novemcinctus* (0.29 ± 0.24 tracks / km). Among habitat types, the coyote had a significantly higher abundance in the pine-oak forest than in the oak forest. There were no significant differences between seasons between relative abundances. The species *U. cinereoargenteus*, *B. astutus*, *O. virginianus* and *C. latrans* showed different habitat preferences between seasons according to the X^2 test. According to the Bonferroni confidence intervals, in the rainy season, the pine-oak forest was preferred by *U. cinereoargenteus* and *O. virginianus*, while *B. astutus* and *C. latrans* make use of both types of habitat. In the dry season, a similar pattern is observed, except that *C. latrans* prefers the pine-oak forest. The ecological variable that explains the habitat preference of *U. cinereoargenteus* and *C. latrans* in the rainy season was tree cover. The IVI of tree species is related to the two mentioned species and *B. astutus*. For the dry season, the rocky structures variable was related to *U. cinereoargenteus* and *B. astutus*, on the other hand, *O. virginianus* and *C. latrans* did not show a relationship with any ecological variable. The oak forest was avoided or used little in both seasons. The correlation analysis showed a relationship between the frequency of tracks between seasons and in the pine-oak forest; *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* and *C. latrans* were related in the rainy season, whereas, in the dry season, only a relationship between *U. cinereoargenteus* and *C. latrans* was recorded. According to the habitat evaluation, the sites that had the best quality of habitat for the four species evaluated were transects 2 and 5; transect 3, for *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* and *C. latrans* and, transect 10 presented better quality for *O. virginianus* and *C. latrans*. With the results of this work, it was intended to generate the bases for wildlife management and conservation programs and also to help the planning and management process of the territory for other purposes, such as ecotourism.

INTRODUCCIÓN

Los bosques templados son ecosistemas de gran extensión y valor económico en cuanto a recursos maderables y no maderables se refiere (Bray et al., 2007; Merino & Martínez, 2014); tienen funciones ecológicas que disminuyen la erosión, eliminan el bióxido de carbono, regulan el régimen de lluvias, favorecen la carga de acuíferos y preservan la diversidad de flora y fauna (CONAFOR, FAO,2011). En México, estos ecosistemas abarcan la mayor cobertura forestal; ocupan el 16% del territorio nacional y el 38.45% en el estado de Oaxaca, lo que indica que el estado aún conserva extensiones importantes de bosque templado (Torres-Colin, 2004; SEMARNAT 2018; CONABIO 2020).

Sin embargo, son varios los procesos que amenazan estos ecosistemas y provocan directamente la extinción de especies, en su mayoría son de origen antropogénico como la destrucción del hábitat, introducción de especies exóticas, contaminación ambiental, la explotación de los recursos naturales y crecimiento de las poblaciones humanas (Luis Tellería 2013; Martínez-Meyer et al. 2014; Badii et al. 2015). En el caso de los mamíferos, la pérdida y fragmentación del hábitat, la caza ilegal y excesiva son los principales factores que ponen en riesgo a sus poblaciones (J & Ojasti 2000; Ceballos & Oliva 2005).

Para la ecología animal, es fundamental estudiar la asociación entre una especie con su ambiente, es decir, la variedad de hábitat que ocupan, sus preferencias de hábitat y las condiciones de este. La abundancia y disponibilidad de los recursos determinan la presencia y el tamaño de las poblaciones de las especies. Conocer las características del hábitat, tales como el tipo de cobertura vegetal disponible, calidad o cantidad de los alimentos, fuentes de agua, estructuras físicas, presencia e intensidad de amenazas, entre otras (Mandujano & Gallina 1995; Morrison et al. 1999;

Alvarez-Cárdenas et al. 2009), es un asunto crucial para el manejo y conservación de la fauna silvestre.

Por lo anterior, este trabajo pretende contribuir con información y conocimiento sobre las características y calidad del hábitat que influyen en la abundancia de los mamíferos medianos y grandes para los bosques templados de la comunidad de Ayoquezco de Aldama, Región de Valles Centrales de Oaxaca. Con el fin de proveer las bases para programas de manejo y conservación de la fauna silvestre.

ANTECEDENTES

El Hábitat: Definición y evaluación

En las últimas décadas, el concepto de hábitat y sus términos relacionados han sido comúnmente utilizados en disciplinas como la biología, ecología, evolución y manejo y conservación de la biodiversidad. Sin embargo, este concepto se ha visto envuelto en una serie de discusiones debido a la ambigüedad e inexactitud de su definición en cuanto a la relación vida silvestre-hábitat se refiere (Hall et al. 1997; Krausman, 1999; Armstrong, 2005). El hábitat es especie específico y depende de la escala y la forma en que son medidos, por lo tanto, Hall et al. (1997) y Krausman (1999) realizaron una estandarización y definición del concepto de hábitat y términos relacionados para evitar confusión al momento de emplearlos.

El *hábitat* se define como el conjunto de múltiples recursos naturales (disponibilidad de alimento, cobertura y estructura vegetal, y agua), condiciones ambientales (temperatura, precipitación, humedad, pendiente, tipo de suelo, etc.) y ecológicas (presencia o ausencia de depredadores y/o competidores, etc.) que requieren los individuos de una especie en un área determinada para sobrevivir, reproducirse y perdurar en el tiempo (Hall et al. 1997; Morrison et al. 1999; Manly et al. 2007). En este sentido, *tipo de hábitat* por sí solo, no debería ser utilizado para

discutir relaciones entre vida silvestre-hábitat. Según Daubenmire (1968 citado en Hall et al. 1997), este último se refiere al tipo de asociación vegetal en un área o al potencial de la vegetación para alcanzar una etapa de apogeo específico, de este modo, el hábitat involucra más que la estructura vegetal y no es equivalente a tipo de hábitat, error muy frecuentemente cometido.

La *disponibilidad del hábitat* es la accesibilidad de los recursos físicos y biológicos de un hábitat para un individuo o población. Este concepto hace referencia a la abundancia o cantidad de recursos en el hábitat independientemente de los individuos presentes.

Otros términos relacionados al hábitat y frecuentemente confundidos son uso, selección y preferencia. Al momento de realizar un trabajo de investigación, dichos conceptos suelen ser empleados de forma incorrecta. El *uso de hábitat* es la forma en la que un individuo utiliza los recursos físicos y biológicos de un hábitat. Su uso puede ser para forrajeo, refugio, cobertura, anidación o algún otro rasgo de la historia de vida. La *selección del hábitat* es un proceso que involucra una serie de decisiones conductuales innatas y aprendidas de un individuo para utilizar de forma aleatoria los recursos disponibles de su hábitat en diferentes escalas espaciales y temporales. Es decir, un individuo selecciona su hábitat cuando no tiene limitantes físicos, químicos y biológicos, sin embargo, hay recursos que varía en espacio y tiempo (estocasticidad; heterogeneidad espacial), así como los requerimientos de un organismo varían para diferentes etapas de su ciclo de vida (Law & Dickman 1998; Morrison et al. 1999; Armstrong, 2005). La *preferencia de hábitat* se entiende como una consecuencia de la selección, resultando un uso asimétrico de algunos recursos sobre otros de forma no aleatoria. La preferencia de hábitat se observa cuando un individuo gasta una mayor cantidad de tiempo en un hábitat que no es muy abundante en el paisaje (Krausman 1999).

La *calidad del hábitat* describe la habilidad del ambiente de proveer las condiciones apropiadas para la permanencia de una especie o población. Puede considerarse como calidad baja cuando los recursos sólo son suficientes para sobrevivir, una calidad media cuando los recursos permiten la reproducción de la especie y calidad alta cuando los recursos garantizan la permanencia de una población (Hall et al. 1997; Krausman 1999).

Para documentar la calidad del hábitat, en 1974 el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos o *U.S Fish and Wildlife Service (USFWS)*, desarrolló una metodología que permite evaluar el medio ambiente basado en las condiciones del hábitat. El método se llama Procedimientos de Evaluación de Hábitat (HEP por sus siglas en inglés) y tiene por finalidad, describir la calidad y cantidad del hábitat disponible para la fauna silvestre. Dichos procedimientos se basan en modelos llamados Índice de Idoneidad del Hábitat (HSI por sus siglas en inglés), con dichos modelos se puede cuantificar los requerimientos ambientales de cada especie, tales como, estructura, composición y componentes espaciales del hábitat (USFWS, 1980).

Mamíferos de Oaxaca: Preferencia y calidad de hábitat

Existe una gran variedad de trabajos que se han realizado sobre preferencia y calidad de hábitat de mamíferos medianos y grandes en México.

Para el estado de Oaxaca; Lira-Torres (2006) en Santiago Jamiltepec, registra que venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Dicotyles angulatus*), coatí o tejón (*Nasua narica*) y ocelote (*Leopardus pardalis*), prefieren la vegetación secundaria sobre la selva mediana; menciona, que esto se debe a que la cobertura vegetal asocia condiciones microclimáticas o, alimento disponible que favorecen la abundancia de estas especies. Asimismo, Lira-Torres (2011), evaluó la preferencia de hábitat bajo la influencia de la cacería de subsistencia y la ganadería extensiva en la Selva Zoque; registra que hay mayor presencia de tapir (*Tapirella bairdii*), pecarí

de labios blancos (*Tayassu pecari*), armadillo (*Dasyopus novemcinctus*) y tepezcuintle (*Cuniculus paca*) en zonas inundables de vegetación secundaria y de selvas conservadas ya que esto, limita el acceso del ganado y de cazadores en esas áreas.

Existen algunos estudios realizados en bosques templados principalmente en la Sierra Norte de Oaxaca, siendo el grupo mejor estudiado el de ungulados. Ortíz-Martínez et al. (2005) evaluó si la diferencia en la calidad de hábitat en cuatro asociaciones vegetales afecta la densidad de población de venado cola blanca en los municipios San Miguel Amatlán, Santa Catarina Lachatao y Santa María Yavesía. Los valores más altos de densidad (1.73 venados/km²) se presentaron en las asociaciones vegetales de *Abies-Pinus* y *Quercus-Pinus*, en los cuales la cobertura, volumen de arbustos y sinuosidad en el terreno fueron valores más explicativos que en las asociaciones de *Pinus-Quercus* y *Pinus-Abies*.

Piña y Trejo (2014) registraron una densidad poblacional de venado cola blanca (3.17±4.91 venados/km²) en Santa María Yavesía más alta en la asociación vegetal de *Abies-Pinus*, aunque presenta un sotobosque abierto, área basal y densidad de árboles y arbustos mayores que el reportado por Ortíz-Martínez et al. (2005).

García (2009) determinó la preferencia de hábitat para dos especies de ungulados en el municipio de Capulálpam de Méndez. Observó que el venado cola blanca utiliza más los bosques de pino-encino y encino-pino dentro de áreas de manejo forestal, los cuales se caracterizan por un mayor desarrollo de sotobosque, elemento importante para la protección y alimentación del venado. En ese sentido, el pecarí de collar sólo utilizó el bosque de encino-pino con aprovechamiento forestal, reforzando así que la presencia de más especies en ese tipo de hábitat es señal de buena calidad.

Reyes-Colli (2016), determinó que el venado temazate (*Mazama temama*) presentó mayor preferencia por el bosque tropical perennifolio y los sistemas de cultivo que por el bosque mesófilo y el bosque de encino-encino conservados, ya que mostró relaciones negativas con la altura y volumen de los árboles, es decir, mientras más conservado el bosque, el estrato herbáceo no tiene gran desarrollo, elementos importantes para la alimentación y protección.

En el grupo de los carnívoros en el estado, Monroy (2007), encontró por medio de radiotelemetría que los coyotes utilizaban más los sitios con mayor densidad arbórea y mayor cobertura de plantas que sitios de manejo agrícola, forestal y pecuario en un bosque templado en Santa Catarina Ixtepeji. Aldape- López (2011), no encontró diferencias significativas entre la abundancia de huellas de mamíferos carnívoros cómo: coyote (*Canis latrans*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), mapache (*Procyon lotor*), comadreja (*Mustela frenata*), tlacoyote (*Taxidea taxus*), zorrillo cadeno (*Conepatus leuconotus*), Lince (*Lynx rufus*) y Puma (*Puma concolor*) respecto a las características de la vegetación en una zona de manejo forestal. Se discute que este factor pueda deberse al aumento en la proporción de presas por el incremento de sotobosque que brinda alimento y refugio a estas especies.

JUSTIFICACIÓN

En el año 2019, el Comisariado de Bienes Comunales (2018-2021) de la localidad de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca, se acercó al CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca en busca de apoyo para el desarrollo sostenible de su comunidad, basado en sus bosques. Dentro de las actividades planteadas por las autoridades comunales estaban la realización de una Unidad de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) para le especie de venado cola blanca como una medida para frenar las actividades de cacería en la localidad y, la implementación de Servicios de

Ecoturismo. Sin embargo, por distintos problemas agrarios, no se habían podido realizar estudios base de los recursos naturales que hay en sus terrenos comunales en pro del desarrollo social a través de los beneficios que estos pueden ofrecer, por lo tanto, se planteó conjuntamente, iniciar un estudio que no solo incluyera al venado cola blanca, sino al grupo de mamíferos medianos y grandes que están presentes, a su composición, el tamaño de sus poblaciones y las condiciones del hábitat que alberga a esas especies.

Para poder hacer una mejor inferencia sobre los ecosistemas de interés para el aprovechamiento del venado cola blanca por parte de la comunidad, es importante caracterizar los atributos del hábitat y evaluarlos (cualitativa/cuantitativamente) para determinar si la unidad de ese paisaje es adecuada o no para esa u otras especies. Desarrollar un modelo de evaluación del hábitat de los mamíferos medianos y grandes, es una estrategia importante para responder a la necesidad de generar elementos técnicos que apoyen las decisiones de manejo de una especie encaminadas al uso sostenible de la misma, ya que genera las bases para le establecimientos de áreas que puedan ser aprovechadas de manera sustentable y también, ayuda al proceso de planificación y gestión del territorio para otros fines, como el ecoturístico.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la preferencia y calidad del hábitat de los mamíferos medianos y grandes en dos tipos de hábitat de bosque templado en la localidad de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca.

Objetivos específicos

1. Realizar un listado de especies de los mamíferos medianos y grandes y estimar su abundancia relativa en las temporadas de lluvias y secas, en bosque de pino-encino y bosque de encino.

2. Describir la preferencia de hábitat de cada especie entre temporada de lluvias y secas, de acuerdo con el área disponible de bosque de pino-encino y bosque de encino.
3. Identificar las variables ecológicas del hábitat que determinan la preferencia de hábitat en las temporadas de lluvias y secas en bosque de pino-encino y bosque de encino.
4. Evaluar la calidad del hábitat de los mamíferos medianos y grandes con base a las características abióticas y de la vegetación.

METODO

Área de estudio

Este trabajo se realizó en la localidad de Ayoquezco de Aldama; Distrito de Zimatlán de Álvarez en la Región de Valles Centrales de Oaxaca, México (16°36' y 16°44' de latitud norte y 96°50' y 96°57 Oeste). Limita al norte con los municipios de San Miguel Mixtepec y Santa Ana Tlapacoyan; al este con los municipios de Santa Ana Tlapacoyan, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo y San Martín Lachilá; al sur con los municipios de San Ildefonso Sola, Villa Sola de Vega y San Miguel Mixtepec (Figura 1). El predio municipal tiene un área total de 58, 069 km² y representa el 0.11% de la superficie del estado, presenta altitudes desde 1400 a 2700 msnm (INEGI, 2005). El clima es semicálido subhúmedo y templado subhúmedo ambos con lluvias en verano. La temperatura va de 12 a 22°C y la precipitación anual de 500 a 1000 mm (Trejo 2004). Pertenece a la provincia fisiográfica de Sierra Madre del Sur y a la subprovincia de Valles Centrales de Oaxaca y, Sierras y Valles de Oaxaca (Ortíz et al., 2004). Sus suelos son regosoles, luvsoles, litoles, vertisoles y rendzinas (Alfaro 2004). El tipo de vegetación predominante es el bosque de pino, seguido por el bosque de encino y bosque de pino-encino. Existen transiciones de matorral xerófilo entre bosques y pastizales (Torres-Colin, 2004; figura 2). Por motivos de

seguridad y mantenernos ajenos de los problemas agrarios con comunidades vecinas, el trabajo se realizó en el bosque de encino y pino-encino.

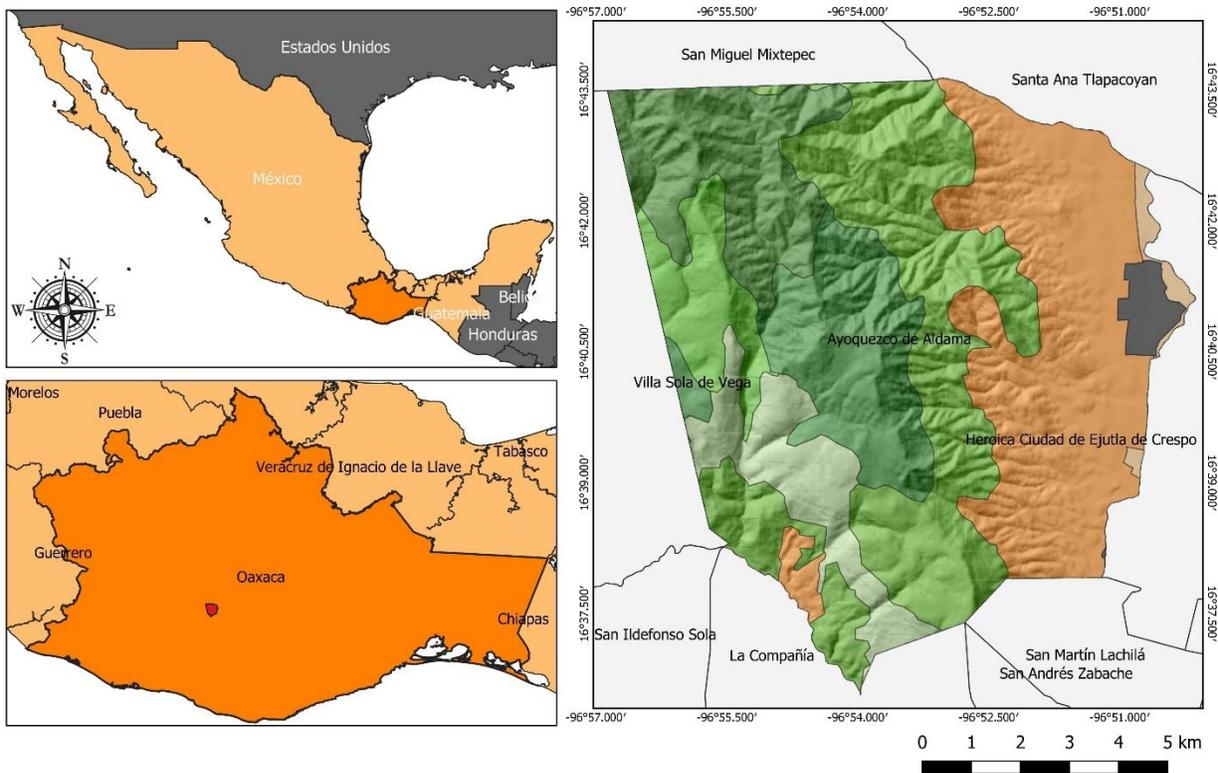


Figura 1. Localización geográfica de la localidad del Municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca, México.

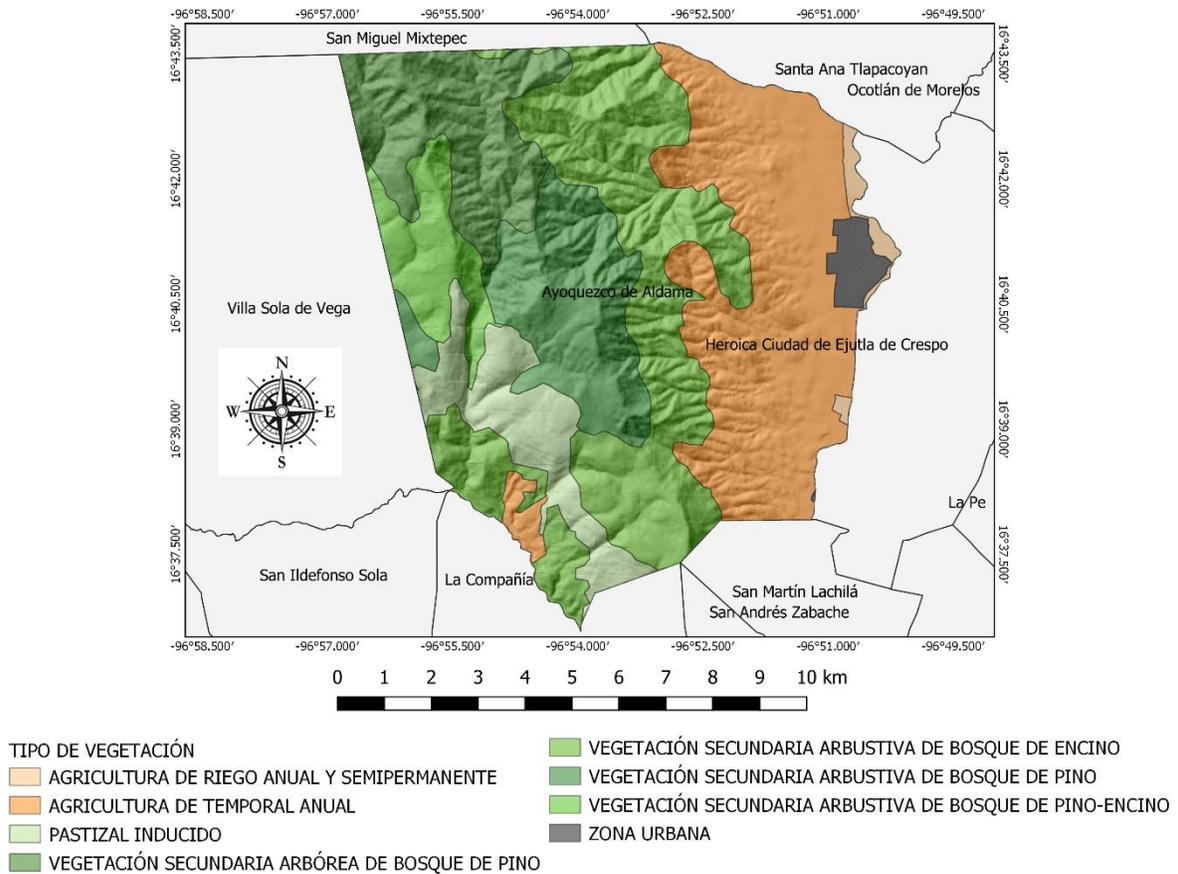


Figura 2. Tipos de vegetación en el Municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca, México.

Selección de los sitios de muestreo

El periodo de muestreo se realizó entre los meses de marzo 2019 y enero 2020; consistió en trabajo de campo de ocho meses con visitas de tres días por mes. Se establecieron un total de nueve transectos de longitud variable ($\bar{x} = 1.9 \pm 0.44$ km); cinco transectos se distribuyeron en el bosque de pino-encino y cuatro en el bosque de encino. Los transectos se eligieron de acuerdo con la disponibilidad de los diferentes tipos de hábitat y la seguridad personal.

Registro de especies y abundancia relativa

Para el registro de especies se realizaron caminatas matutinas y vespertinas en los nueve transectos establecidos. Como método directo se consideraron los avistamientos y, como método indirecto, a todo aquel indicio que dejan los mamíferos durante sus actividades, así como cualquier

resto que quede de ellos (Aranda 2012). Se registraron rastros cómo huellas y heces tomando en cuenta los criterios de identificación de acuerdo con la guía de campo de Aranda (2000) y Aranda (2012), también, se registraron rascaderos, echaderos, restos óseos y comederos, mismos que se identificaron con ayuda de los guías de la comunidad y la experiencia en campo. Cada una de las evidencias encontradas se georreferenciaron con un dispositivo de Sistema de Posicionamiento Global (*GPS* por sus siglas en inglés) *Garmin x10*.

Como método complementario para el registro de especies se utilizaron trampas-cámara. En cada transecto se estableció una estación fotográfica simple. Cada estación fotográfica se colocó de acuerdo con la topografía del terreno, cerca de cuerpos de agua, márgenes de veredas naturales o artificiales y cerca de rastros. Se utilizaron dos cámaras de las marcas *Cuddeback®* y *SIMONS®*, una cámara se colocó en un transecto diferente cada mes para abarcar todos los sitios de muestreo a lo largo del periodo de estudio. Dado que el método de fototrampeo no fue un método estandarizado, sus evidencias fotográficas solo se consideraron para el listado de especies.

Para estimar el índice de abundancia relativa de cada especie se tomaron en cuenta únicamente huellas y heces. No se consideraron otro tipo de evidencias para este análisis. Este índice se calcula como el número de rastros observados entre la longitud del transecto (rastros/km) (Naranjo 2000). Con el fin de evitar la sobre estimación de la abundancia, se consideraron como distintos grupos de rastros a los indicios que tuvieran un mínimo de separación de 100 m. Los índices de abundancia relativa se compararon entre especies, transectos, tipos de hábitat y temporadas. Dado que los índices no cumplen con los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianza, se aplicaron las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis para comparar entre especies y transectos y, la prueba de U de Mann-Whitney para comparar entre tipos de hábitat y

temporadas. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa de *Infostat Statistical* con un nivel de significancia del 95%.

Preferencia de hábitat

Para este análisis se consideraron únicamente a aquellas especies que mostraron significativamente un mayor índice de abundancia relativa en el sitio de estudio, estas especies fueron: zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), cacomixtle (*Bassariscus astutus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y coyote (*Canis latrans*). Para evaluar la preferencia de hábitat, se utilizó el mapa cartográfico de vegetación y uso de suelo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014). Con la herramienta “calculadora de campos” de QGIS 3.12.1 se calculó el área del bosque de pino-encino y del bosque de encino, es decir, se calculó la disponibilidad de hábitat. Con ayuda del Software *Havistat v2.4* (Montenegro et al., 2018) se contrastó la proporción disponible de los dos tipos de hábitat con la frecuencia de rastros obtenidos para cada especie a través de las pruebas de bondad de ajuste χ^2 y, el estadístico máximo verosímil G (Krebs 1989; Agresti 2002), siendo este último el más adecuado para estudios de preferencia debido a su solidez y por basarse en la diferencia entre las proporciones de uso y disponibilidad. Lo anterior fue propuesto por Neu et al., (1974), y que al aplicar una prueba de bondad de ajuste se puede inferir si la distribución de frecuencia de rastros se distribuye de forma normal sobre el área disponible. De no haber normalidad en la distribución de la frecuencia de rastros, nos dice que nuestra variable independiente, es decir, el hábitat disponible, está siendo utilizada de forma asimétrica por la especie. De haber normalidad, implicaría que nuestra frecuencia de rastros se distribuye de forma aleatoria sobre el área disponible haciendo un uso no asimétrico de éste, por lo tanto, no habría preferencia sobre ningún recurso ($p > 0.05$). El programa también muestra el error estándar de la preferencia e infiere por medio de dos pruebas si el tamaño de muestra es

adecuado para evaluar o no la preferencia de acuerdo con la frecuencia de rastros de cada especie (Cherry, 1996).

Una vez validados los supuestos estadísticos, con el mismo software se calcularon los intervalos de Bonferroni para definir con su respectiva interpretación y criterios la preferencia, selección, uso o evasión del hábitat para cada especie. Las ecuaciones para los intervalos de Bonferroni son:

$$Int. Bonfi = Pu - Z_{\frac{\alpha}{2c}} \sqrt{\frac{Pu_i(1 - Pu_i)}{U}} \leq Pu_i \leq Pu_i + Z_{\frac{\alpha}{2c}} \sqrt{\frac{Pu_i(1 - Pu_i)}{U}}$$

Dónde: U = número total de individuos.

Pu_i = U/u₁, proporción de uso de categoría “i” con respecto a U.

Z_{α/2c} = valor de la distribución Z, que corresponde al área de la cola de α/2c.

Criterio: Si el uso esperado < intervalo inferior = Prefiere.

Si el uso esperado < intervalo superior = Evita.

Si el intervalo superior > uso esperado > intervalo inferior = Usa.

Caracterización del hábitat

En cada transecto se midieron los atributos del hábitat con el objetivo de identificar cuáles son las variables ecológicas que pudieran influir en la preferencia de hábitat de las cuatro especies con más registros. Este proceso se realizó en los meses de abril y agosto de 2019 para abarcar la temporada de secas y lluvias respectivamente. A partir de la estación fotográfica se recorrió un transecto de 200 m y se muestrearon cinco puntos separados 40 m uno de otro, esto dio un total de 45 puntos de muestreo para caracterizar el hábitat. Cada punto de muestreo fue georreferenciado con un dispositivo GPS *garmin x10*.

En cada punto de muestreo se caracterizó la vegetación con el método propuesto por Mostacedo y Fredericksen (2000) llamado “cuadrante centrado en punto”. El método consiste en

que cada punto de muestreo es el centro de cuatro cuadrantes, y desde el centro, se toma la distancia al árbol más cercano de cada cuadrante. Se obtuvo información sobre el género del árbol, su altura, su cobertura y su diámetro a la altura del pecho. Con estos datos se estimó la frecuencia, densidad y área basal de cada especie arbórea y, se describió el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o la dominancia de las categorías de comunidades vegetales (Matteucci & Colma 1982; Mostacedo & Fredericksen 2000). Así mismo se cuantificaron seis características geográficas del hábitat en cada punto de muestreo y se obtuvo el promedio para cada transecto. De cada punto se obtuvo:

1. **Frecuencia (F)**. Se define como la probabilidad de encontrar una especie o género en una unidad muestral y se mide en porcentaje.

$$F = a_i / A * 100$$

a_i = número de apariciones de una determinada especie.

A = número de apariciones de todas las especies.

2. **Densidad (D)**. Es el número de individuos (N) en un área (A) determinada.

$$D = \frac{N}{A}$$

3. **Cobertura (CB)**

Cobertura de protección horizontal: Es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular del diámetro mayor (D1) y menor (D2) de la copa de cada individuo. Se utilizó una cinta métrica para medir el perímetro del tallo de cada árbol (DAP = 1.3 m);

posteriormente, estos datos se transformaron en valores de DAP dividiendo el valor del perímetro entre π .

$$CB = (\pi) \left(\frac{D_1 + D_2}{4} \right)^2$$

Cobertura de protección vertical: Este atributo se midió utilizando una regla de 2 m de largo por 5 cm de ancho y tiene alternado cada 20 cm los colores blanco y negro para hacer un total de 10 unidades. Cada unidad equivale a 10% de visibilidad. Esta regla se colocó a 20 m de distancia del centro de la estación de muestreo, se contaron las unidades visibles y la diferencia respecto al total de unidades de la regla fue expresada como el porcentaje de cobertura (Griffith y Youtie, 1988).

4. **Área basal (AB).** Es una medida que sirvió para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas. En los árboles, se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP a 1.3 m) mayor o igual a 3.5cm, equivalente a un perímetro de 10 cm.

$$AB = \pi \frac{DAP^2}{4}$$

5. **Índice de valor de importancia (IVI).** Es la suma de la frecuencia relativa (FR), densidad relativa (DR) y dominancia relativa (ya sea expresada en área basal relativa) de cada especie en cada muestra. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100 y el valor máximo del índice de valor de importancia debe ser igual a 300. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en cada muestra, mejor que cualquiera de sus componentes. Las variables de importancia de vegetación fueron: I.V.I del género *Pinus*, I.V.I del género *Quercus* y I.V.I de otras especies.

$$IVI = FR + DR + DR$$

Dónde:

Frecuencia relativa (FR) $FR = \frac{\text{Frecuencia de una especie (FE)}}{\text{Frecuencia total de todas las especies}} \times 100$

$$FE = \frac{E}{p} \times 100$$

E = Número de puntos de muestreo donde fue detectada una especie.

P = Total de puntos de muestreo

Densidad relativa (DR) $DR = \frac{\text{Numero de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos de la especie}} \times 100$

Área basal relativa (ABR) $ABR = \frac{\text{Área basal total de una especie}}{\text{Área basal total de todas las especies}} \times 100$

6. **Altitud.** Se midió la altitud en cada punto de muestreo donde se caracterizó la vegetación con un dispositivo GPS (*Garmin x10*).
7. **Pendiente.** La pendiente se midió con una brújula lensática con un clinómetro graduado en grados (360°).
8. **Presencia de cuerpos rocosos.** Las grandes estructuras rocosas son el producto de procesos geológicos o geomórficos, estas estructuras pueden ser paredes rocosas, peñascos, cuevas o formación de estructuras por la acumulación de rocas. Son importantes para muchas especies de fauna ya que pueden proveer cobertura térmica, refugio o alimentación (Gallina, 2014). Para cuantificar este atributo se asignó el valor de 1 para presencia y ceros para ausencia de esta característica.
9. **Distancia a cuerpos de agua (permanente/temporal).** Distancia medida de cada punto de muestreo al cuerpo de agua (ríos, arroyos o lagunas) más cercano.
10. **Distancia más cercana al camino de acceso a zona forestal.** Distancia medida desde cada punto de muestreo al camino más cercano en la zona forestal.

11. ***Distancia más cercana a poblado.*** Distancia medida de cada punto de muestreo a la población más cercana.

Para las variables relacionadas a la distancia (9,10 y 11), se utilizó un mapa topográfico del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2005) de la comunidad de Ayoquezco y el programa QGIS 3.12.1 para generar la distancia euclidiana de acuerdo con las características que describe cada variable.

Mediante el análisis de correlación de Pearson y Spearman (dependiendo si hubo distribución normal binaria o no) se identificaron las variables ecológicas que tuvieran relación con la frecuencia de rastros de las especies que fueron seleccionadas para definir su preferencia, de la misma manera, se analizaron las frecuencias de rastros entre especies. Las variables que fueron significativas se incluyeron a un modelo de regresión lineal para determinar en qué medida influyen en la preferencia de las especies sobre un tipo de hábitat, o en otro caso, si hay alguna competencia entre las especies sobre algún recurso (zorra gris/cacomixtle/coyote) o, por depredación (venado cola blanca/coyote).

Evaluación de hábitat

Se proponen Modelos de Evaluación del Hábitat (MEH) para las especies *U. cinereoargenteus*, *B. astutus*, *O. virginianus* y *C. latrans* aplicables para ambas temporadas que duró el estudio. Para la construcción del modelo de evaluación de hábitat se tomó en cuenta la metodología propuesta por USFWS (1981) y Delfín-Alonso et al. (2009,2014). Una vez construido el modelo, el hábitat se evalúa con el método denominado Índice de idoneidad de Hábitat (HSI):

1. Definir el área de estudio y delimitación de los tipos de cobertura vegetal:

Él área a evaluar fue el mismo donde se realizó el análisis previo de

caracterización de hábitat. Cada punto de muestreo (cinco en cada transecto) será evaluado de acuerdo con los atributos elegidos para cada especie.

Definir atributos del hábitat a evaluar: Las variables que se eligieron para calificar el hábitat, se obtuvieron a partir de una aproximación de los resultados obtenidos de los análisis de caracterización de hábitat y de los requerimientos conocidos de la especie según consultas bibliográficas. Se consideró cubrir los recursos básicos requeridos para las cada especie: espacio, cobertura y agua (Gallina, 2014). Para este análisis no se consideró la alimentación ya que no se analizaron dietas.

Una vez elegidos los atributos que ayudarán a evaluar el hábitat, se asignará subjetivamente con números continuos un “valor de importancia” (VIC) tomando como consideración su relevancia para las especies (el valor mayor asignado significa mayor importancia). Posteriormente, se calcula el “índice de importancia del atributo” (IIA), este valor se obtendrá dividiendo el VIC asignado entre n” clases del atributo. Normalizado 1 el valor más alto que resulte. Los valores del IIA deben estar en la escala de 0 a 1, donde 1 significa el índice más alto de importancia clasificándolo como atributo de “Alta Calidad”; el valor bajo como de “Mediana Calidad” o “Baja Calidad”(Delfín-Alfonso et al. 2009, 2014).

2. Definir la estructura del modelo: Para las cuatro especies se eligió un modelo mecanístico, en donde los atributos conocidos son representados por ecuaciones matemáticas simples. Para este caso, el HSI se calcula con la siguiente ecuación:

$$HSI = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{\sum a_n}$$

Dónde: a_n = Atributo a evaluar.

$\sum a_n$ = Número de atributos.

El HSI se calculó en cada modelo de evaluación de hábitat para por transecto de acuerdo a las características del hábitat obtenidas.

RESULTADOS

Registro de especies

La lista de mamíferos medianos y grandes está compuesta por 14 especies, 14 géneros y 10 familias. Por medio del método de observaciones directas se registraron nueve avistamientos (1.86%) correspondientes a seis especies. Con el método indirecto de búsqueda de rastros (huellas y excretas) se registraron 466 (96.28%) evidencias de siete especies, agregando así cuatro especies a la lista. En menor proporción de este método indirecto (restos óseos y comederos), se obtuvo un total de nueve (1.86%) evidencias, agregando dos especies a la lista. Con las herramientas de cámaras-trampa se obtuvieron 196 registros fotográficos que confirman la presencia de 9 especies y agrega una más al inventario que fue, *Leopardus wiedi* (cuadro 1).

Cuadro 1. Especies de mamíferos medianos y grandes registrados mediante las diferentes técnicas usadas en dos tipos de vegetación en Ayoquezco de Aldama, Oaxaca, México. La nomenclatura taxonómica usada en este trabajo es basada en Ramírez-Pulido (2014). Rastros (huellas, excretas, echadero y rascaderos); otros (restos óseos, comederos).

Familia	Especie	Evidencia				Tipo de vegetación	
		Avistamientos	Rastros	Otros	Cámara	Encino	Pino-encino
Didelphidae	<i>Didelphis sp.</i>	-	-	1	-		x
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcintus</i>	-	28	1	2	x	x

Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	1	-	-	-	x	
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1	-	-	-	x	
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	-	-	-	1		x
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	-	146	-	6	x	x
	<i>Canis latrans</i>	-	47	-	20	x	x
Mustelidae	<i>Mustela frenaea</i>	1	-	-	-	x	
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	-	16	-	6	x	
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	1	126	-	43	x	x
	<i>Nasua narica</i>	1	27	-	5	x	x
	<i>Procyon lotor</i>	-	-	1	-		x
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	3	76	-	16	x	x
Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i>	-	-	9	97	x	x
10	14	9 (1.86%)	466 (96.28%)	9 (1.86%)	196		

Abundancia relativa

El esfuerzo de muestreo total fue de 103.3 km de transectos lineales, en el bosque de encino se recorrieron 49.5 km y en el bosque pino-encino 53.8 km. Se registraron 466 rastros correspondiente a siete especies; *U. cinereoargenteus* (n=146), *B. astutus* (n=126), *O. virginianus* (n=76), *C. latrans* (n=47), *D. novemcinctus* (n=28), *N. narica* (n=27) y *C. leuconotus* (n=16). En el bosque de encino se registraron 210 rastros, para la temporada de lluvias se obtuvo 103 rastros, mientras que en la temporada de secas 107 rastros. En el bosque de pino-encino se registraron 256 rastros, en la temporada de lluvias se registraron 133 rastros y en la temporada de secas 123 rastros (cuadro 2).

Las especies que mostraron mayor índice de abundancia relativa promedio en el área de estudio fueron *U. cinereoargenteus* (1.41 ± 0.89 rastros/km), *B. astutus* (1.20 ± 0.81 rastros/km), *O. virginianus* (0.78 ± 0.35 rastros/km) y *C. latrans* (0.46 ± 0.42 rastros/km). Las especies menos abundantes fueron *C. leuconotus* (0.15 ± 0.08 rastros/km), *N. narica* (0.27 ± 0.26 rastros/km) y *D. novemcinctus* (0.29 ± 0.24 rastros/km). Entre transectos, la abundancia relativa fue significativamente diferente para tres especies: *U. cinereoargenteus* ($H=23.05$; g.l. 8; $P<0.05$), *B. astutus* ($H=18.42$; g.l. 8; $p<0.05$) y *C. latrans* ($H=16.40$; g.l. 8; $p<0.05$). Los transectos 2, 3, 5 y 10 tuvieron mayor abundancia relativa para las primeras dos especies, mientras que, *C. latrans* sólo tuvo mayor abundancia relativa en el transecto 2. No se mostraron diferencias significativas entre transectos para *O. virginianus* ($H=7.49$, g.l. 8, $P>0.05$), *D. novemcinctus* ($H=8.87$, g.l. 8, $P>0.05$), *N. narica* ($H=6.87$, g.l. 8, $P>0.05$) y *C. leuconotus* ($H=2.17$, g.l. 8, $P>0.05$) por lo tanto, la distribución de estas cuatro especies fue uniforme en todo el sitio de estudio (cuadro 3).

Comparando los índices de abundancia relativa obtenidos por tipo de vegetación, no se encontraron diferencias significativas para *U. cinereoargenteus* ($U=616.5$, $P=0.9354$), *B. astutus* ($U=718$, $P=0.3113$), *O. virginianus* ($U=619.5$, $P=0.4743$), *D. novemcinctus* ($U=590$, $P>0.05$), *N. narica* ($U=559.5$, $P>0.05$) y *C. leuconotus* ($U=661.5$, $P>0.05$), sin embargo, para *C. latrans* ($U=549.5$; $P=0.0396$) se obtuvieron mayores valores en el bosque de pino-encino con respecto al bosque de encino. No se observaron diferencias en los índices de abundancia relativa para ninguna especie en relación a las temporadas de lluvias y secas, *U. cinereoargenteus* ($U=787.5$, $P=0.1270$), *B. astutus* ($U=690$, $P=0.6643$), *O. Virginianus* ($U=619.5$, $P=0.4743$) y *C. latrans* ($U=736$, $P=0.6973$), *D. novemcinctus* ($U=707$, $P>0.05$), *N. narica* ($U=674.5$, $P>0.05$) y *C. leuconotus* ($U=746$, $P>0.05$) (cuadro 4).

Cuadro 2. Numero de registros e índice de abundancia relativa (IAR) de mamíferos medianos y grandes por tipo de hábitat y temporada mediante rastros en el municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca.

Tipo de hábitat	Bosque de encino		Bosque de pino-encino		Total
Temporada	Lluvias	Secas	Lluvias	Secas	
Esfuerzo de muestreo (Km recorridos)	49.5		53.8		103.3
	25.8	23.7	27	26.8	
Familia/Especie	Rastros	Rastros	Rastros	Rastros	Rastros
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	37	31	43	35	146
<i>Bassariscus astutus</i>	34	36	28	28	126
<i>Odocoileus virginianus</i>	17	16	23	20	76
<i>Canis latrans</i>	6	7	19	15	47
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	3	5	9	11	28
<i>Nasua narica</i>	1	8	7	11	27
<i>Conepatus leuconotus</i>	5	4	4	3	16
Total	103	107	133	123	466
	210		256		

Cuadro 3. Frecuencia de rastros e índice de abundancia relativa de mamíferos medianos y grandes en nueve transectos en el área de estudio del Municipio Ayoquezco de Aldama, Oaxaca.

Transecto	Distancia Total Recorrida (km)	Frecuencia de rastros							Abundancia relativa (Rastro/Km)						
		<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Bassariscus astutus</i>	<i>Canis latrans</i>	<i>Nasua narica</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	<i>Conepatus leuconotus</i>	<i>Dasypus novemcinctus</i>	<i>Bassariscus astutus</i>	<i>Canis latrans</i>	<i>Nasua narica</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	<i>Conepatus leuconotus</i>
2	11.2	0	27	16	2	9	40	1	0	2.41	1.43	0.18	0.80	3.57	0.09
3	10.8	6	14	7	2	10	16	3	0.56	1.30	0.65	0.19	0.93	1.48	0.28
4	16.1	4	15	2	1	11	17	3	0.25	0.93	0.12	0.06	0.68	1.06	0.19
5	11.2	4	28	3	1	8	17	2	0.36	2.50	0.27	0.09	0.71	1.52	0.18
6	9.6	4	5	6	5	8	6	1	0.42	0.52	0.625	0.52	0.83	0.63	0.10
7	11.4	6	8	5	9	5	10	2	0.53	0.70	0.44	0.79	0.44	0.88	0.18
8	14	0	9	5	2	3	14	2	0	0.64	0.36	0.14	0.21	1.00	0.14
9	7.5	4	2	0	0	11	6	0	0.53	0.27	0	0	1.47	0.8	0
10	11.5	0	18	3	5	11	20	2	0	1.57	0.26	0.43	0.96	1.74	0.17
Media	-	-	-	-	-	-	-	-	0.29	1.20	0.46	0.27	0.78	1.41	0.15
D.E	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	0.81	0.42	0.26	0.35	0.89	0.08

Cuadro 4. Frecuencia de rastros e índice de abundancia relativa (IAR) de mamíferos medianos y grandes por tipo de hábitat y temporada en el área de estudio del municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca.

Tipo de hábitat	Bosque de encino				Bosque de pino-encino				Total	
	Lluvias		Secas		Lluvias		Secas			
Temporada	Lluvias		Secas		Lluvias		Secas			
Esfuerzo de muestreo (Km recorridos)	25.8		23.7		27		26.8		103.3	
Especies	Rastros	IAR	Rastros	IAR	Rastros	IAR	Rastros	IAR	Rastros	IAR
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	37	1.434	31	1.308	43	1.593	35	1.306	146	1.413
<i>Bassariscus astutus</i>	34	1.318	36	1.519	28	1.037	28	1.045	126	1.220
<i>Odocoileus virginianus</i>	17	0.659	16	0.675	23	0.852	20	0.746	76	0.736
<i>Canis latrans</i>	6	0.233	7	0.295	19	0.704	15	0.560	47	0.455
<i>Dasyurus novemcinctus</i>	3	0.116	5	0.211	9	0.333	11	0.410	28	0.271
<i>Nasua narica</i>	1	0.039	8	0.338	7	0.259	11	0.410	27	0.261
<i>Conepatus leuconotus</i>	5	0.194	4	0.169	4	0.148	3	0.112	16	0.155
Total	103		107		133		123		466	

Preferencia de hábitat

El área disponible para cada tipo de hábitat es de 12.94 km² para bosque de pino-encino y de 24.422 km² para bosque de encino. Al analizar la preferencia de hábitat por temporada con el área disponible, se encontró que, de acuerdo con los valores observados de la prueba X² y con el valor teórico esperado (X²=3.84; g.l.1; p≤0.05) de la cuadro de valores de X²; en la temporada de lluvias, la distribución de la frecuencia de rastros de *U. cinereoargenteus* (X²=12.198, g.l.=1, P<0.05) y *O. virginianus* (X²=8.683, g.l.=1, p<0.05) no se distribuye de manera normal, por lo tanto, muestran una preferencia hacia algún tipo de hábitat (cuadro 4). Por otro lado, *B. astutus* (X²=2.921, g.l.=1, P>0.05) y *C. latrans* (X²=1.326, g.l.=1, P>0.05) muestran una distribución normal, lo que significa, que no hay preferencia hacia ningún tipo de hábitat y, usan ambos de acuerdo con su disponibilidad. Con la prueba de Cherry (1996) se comprueba que el tamaño de muestra para este estudio fue adecuado para poder evaluar la preferencia de hábitat (cuadro 5).

Cuadro 5. Estadísticos para la inferencia de preferencia de hábitat en la temporada de lluvias por medio del software *Havistat v2.4.*

	Bosque pino	Bosque encino	X ²	g.l	Prueba X ² p-valor	Prueba G (p-valor)	E.E.	Cherry (1996)

Superficie	12.94km ²	24.422km ²		1				n*pi>5	n*1-pi>5
<i>U. cinereoargenteus</i>	43	37	12.198		0.000478	0.000326	0.008	Si	Si
<i>B. astutus</i>	28	34	2.921		0.087413	0.081486	0.01	Si	Si
<i>O. virginianus</i>	23	17	8.683		0.003212	0.023703	0.015	Si	Si
<i>C. latrans</i>	6	19	1.326		0.249442	0.263784	0.021	Si	Si

Para la temporada de secas, se presentaron diferencias significativas con la prueba de bondad de ajuste para las especies *U. cinereoargenteus* ($X^2=9.331$, g.l.=1, $P<0.05$), *O. virginianus* ($X^2=6.557$, g.l.=1, $P<0.05$) y *C. latrans* ($X^2=10.241$, g.l.=1, $P<0.05$), lo que indica que no hay una distribución normal en la frecuencia de rastros y por lo tanto, hay preferencia hacia algún tipo de hábitat. Por el contrario, *B. astutus* ($X^2=2.271$, g.l.=1, $P>0.05$) no mostró diferencias significativas en la distribución de la frecuencia de sus rastros, es decir, hace uso de ambos tipos de hábitat (cuadro 6).

Cuadro 6. Estadísticos para la inferencia de preferencia de hábitat en la temporada de secas por medio del software *Havistat v.2.4*.

	Bosque pino	Bosque encino	X ²	g.l	Prueba X ² p-valor	Prueba G (p-valor)	E.E.	Cherry (1996)	
Superficie	12.94km ²	24.422km ²		1				n*pi>5	n*1-pi>5
<i>U. cinereoargenteus</i>	35	31	9.331		0.00225	0.00168	0.009	Si	Si
<i>B. astutus</i>	28	36	2.271		0.13185	0.12534	0.01	Si	Si
<i>O. virginianus</i>	20	16	6.557		0.01044	0.00833	0.017	Si	Si
<i>C. latrans</i>	15	7	10.241		0.00137	0.00094	0.026	Si	Si

A partir de los intervalos de confianza de Bonferroni se observó que, en la temporada de lluvias, la cobertura más utilizada de acuerdo con su disponibilidad fue el bosque de pino-encino por las especies *U. cinereoargenteus* y *O. virginianus*, ya que el uso esperado para ambas especies es menor al intervalo inferior según lo establecido por los criterios de decisión (cuadro 7). Tal y como se mencionaba anteriormente, con los intervalos de Bonferroni se confirma que *B. astutus* y *C. latrans* hacen uso de ambos tipos de hábitat.

Cuadro 7. Índice de uso esperado para la temporada de lluvias generados con el software *Havistat v2.4* (Montenegro et al., 2018). **Criterios:** Si el uso esperado <Intervalo inferior = Prefiere; si el uso esperado > intervalo superior = Evita y, si intervalo superior > uso esperado > intervalo inferior = Usa.

Especie	Tipo de hábitat	Índice de uso esperado	Intervalos de confianza de Bonferroni		Evaluación de la preferencia de hábitat
			Inferior	Superior	
<i>U. cinereoargenteus</i>	Pino-encino	27.71	33	53	Prefiere
	Encino	52.29	27	47	Evita
<i>B. astutus</i>	Pino-encino	21.47	19.22	36.78	Usa
	Encino	40.53	25.22	42.78	Usa
<i>O. virginianus</i>	Pino-encino	13.85	15.99	30.01	Prefiere
	Encino	26.15	9.99	24.01	Evita
<i>C. latrans</i>	Pino-encino	8.66	1.21	10.79	Usa
	Encino	16.34	14.21	23.79	Usa

En la temporada de secas, se observa con los intervalos de confianza de Bonferroni que, la cobertura más utilizada fue el bosque de pino-encino por las especies *U. cinereoargenteus*, *O. virginianus* y *C. latrans*, ya que el uso esperado para estas tres especies fue menor al intervalo inferior. *B. astutus*, al igual que en temporada de lluvias, hace uso de ambos tipos de hábitat.

Cuadro 8. Índices de uso esperado para la temporada de secas generado con el software *Havistat v 2.4* (Montenegro et al., 2018). **Criterios:** Si el uso esperado <Intervalo inferior = Prefiere; si el uso esperado > intervalo superior = Evita y, si intervalo superior > uso esperado > intervalo inferior = Usa.

Especie	Tipo de hábitat	Índice de uso esperado	Intervalos de confianza de Bonferroni		Evaluación de la preferencia de hábitat
			Inferior	Superior	
<i>U. cinereoargenteus</i>	Pino-encino	22.86	25.91	44.09	Prefiere
	Encino	43.14	21.91	40.09	Evita
<i>B. astutus</i>	Pino-encino	22.17	19.1	36.9	Usa
	Encino	41.83	27.1	44.9	Usa
<i>O. virginianus</i>	Pino-encino	12.47	13.32	26.68	Prefiere
	Encino	23.53	9.32	22.68	Evita
<i>C. latrans</i>	Pino-encino	7.62	10.1	19.9	Prefiere
	Encino	14.38	2.1	11.9	Evita

Caracterización del hábitat

Caracterización de la vegetación: La estructura de la vegetación en el bosque de pino-encino se caracterizó por presentar árboles de una altura media de 11.06 m, una distancia media entre estos de 3.95 m y el área basal media de 0.08 m². La cobertura arbórea o cobertura de protección horizontal media fue de 24.39 m². Este tipo de hábitat presentó un IVI del género *Pinus* menor al IVI del género *Quercus* (59.74 y 220.498 respectivamente), mientras que el IVI de otras *Sp* fue aún menor que las anteriores, con 19.75. Lo anterior significa que en el bosque de pino-encino hay una dominancia del género *Quercus* en dónde los mapas de cartografía vegetal del INEGI (2014) nos indica que domina el género *Pinus*. El porcentaje de cobertura de protección vertical fue de 27.59% (cuadro 9).

El bosque de encino se caracterizó por presentar árboles de una altura media de 8.60 m, una distancia media de 4.29 m y su área basal fue de 0.03 m². La cobertura arbórea media fue de 26.07 m². Presentó un IVI del género *Pinus* de 13.39, IVI del género *Quercus* de 163.19 e IVI de otras *sp* de 123.4.1 El porcentaje de cobertura de protección vertical fue de 24.5% (cuadro 9).

Cuadro 9. Valores cuantitativos de la caracterización de la vegetación por tipo de hábitat y transecto.

Tipo de hábitat	Transecto	% Cob. Protección vertical	Altura (m)	Distancia (m)	Cobertura arbórea (m ²)	Área basal (m ²)	IVI género <i>Pinus</i>	IVI género <i>Quercus</i>	IVI otras <i>sp</i>
Pino-encino	2	23.33	10.97	3.73	39.34	0.082	48.634	192.06	59.30
Pino-encino	3	14.16	10.33	3.53	21.18	0.061	24.800	253.94	21.25
Pino-encino	6	72.5	10.68	3.68	13.85	0.060	0	300	0
Pino-encino	7	12	9.20	5.01	20.95	0.055	121.75	178.24	0
Pino-encino	9	16	14.15	3.77	26.59	0.127	103.55	178.22	18.22
Media		27.59	11.06	3.95	24.39	0.08	59.74	220.49	19.75
Encino	4	8	12.32	4.46	42.12	0.063	20.21	279.78	0
Encino	5	2	8.65	4.36	41.26	0.048	33.37	266.62	0
Encino	8	10	6.08	4.05	16.63	0	0	77.84	222.15

Encino	10	78	3.63	4.26	4.24	0	0	28.51	271.48
Media		24.5	8.60	4.29	26.07	0.03	13.39	163.19	123.41

Caracterización física del hábitat: La estructura física en el bosque de pino-encino se caracterizó por tener una pendiente media de 17.46°, una altitud media de 2183 msnm, una distancia media a cuerpos de agua de 895.77 m y distancia media a caminos principales en la zona de estudio de 472.85m (cuadro 10).

La estructura física en el bosque de encino se caracterizó por tener una pendiente media de 12.75°, una altitud de 2035 msnm, una distancia a cuerpos de agua de 824.51 m y una distancia a caminos principales de 736.35 m (cuadro 10).

Cuadro 10. Valores cuantitativos de la caracterización física del hábitat por tipo de hábitat y transecto.

Tipo de hábitat	Transecto	Pendiente	Altitud (msnm)	D.C Agua (m)	Cuerpos rocosos	D.C. Principal (m)
Pino-encino	2	21.66	2100	535.74	1	626.38
Pino-encino	3	11.66	2232	238.32	1	253.99
Pino-encino	6	10	2343	850.55	0	84.7
Pino-encino	7	24	2060	1975.9	0	653.38
Pino-encino	9	20	2177	878.37	0	745.83
Promedio		17.46	2183	895.77		472.85
Encino	4	17	2191	1078.88	1	255
Encino	5	2	2169	596.78	1	351.05
Encino	8	8	1897	1275.49	0	1684.16
Encino	10	24	1885	346.9	0	655.19
Promedio		12.75	2035	824.51		736.35

En el análisis de correlación por temporada para las cuatro especies y las once variables ecológicas a evaluar, mostraron diferentes resultados. Para la temporada de lluvias, la variable de vegetación de cobertura arbórea tuvo relación fuerte con la frecuencia de rastros de las especies *U. cinereoargenteus* (0.73; $p \leq 0.05$) y *C. latrans* (0.53, $p \leq 0.05$). Las variables IVI de otras especies arbóreas y cuerpos rocosos tuvieron relaciones fuertes y significativas con las especies *B. astutus* (0.57 y 0.72, $p \leq 0.05$), *U. cinereoargenteus* (0.78 y 0.65, $p \leq 0.05$) y *C. latrans* (0.60 y 0.61, $p \leq 0.05$).

Para esta temporada, *O. virginianus* no tuvo relación con ninguna variable ecológica evaluada (cuadro 11).

Cuadro 11. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de cuatro especies y las variables del hábitat medidas en la temporada de lluvias. **E:** Bosque de encino; **P-E:** bosque de pino-encino. En negritas se muestran las correlaciones fuertes y significativas ($p \leq 0.05$).

Especie	<i>O. virginianus</i>		<i>B. astutus</i>		<i>U. cinereoargenteus</i>		<i>C. latrans</i>	
	E	P-E	E	P-E	E	P-E	E	P-E
Cob. Protección	-	-	-	-	-	-	-	-
Cob. Arbórea	-	-	-	-	-	0.73	-	0.53
IVI. G. <i>Pinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
IVI G. <i>Quercus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
IVI <i>sp</i>	-	-	-	0.57	-	0.78	-	0.60
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	-
Altitud	-	-	-	-	-	-	-	-
D.C. Agua (m)	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuerpos rocosos	-	-	-	0.72	-	0.65	-	0.61
D.C. Principal (m)	-	-	-	-	-	-	-	-
D. Poblado (m)	-	-	-	-	-	-	-	-

Para la temporada de secas, la variable de cuerpos rocosos tuvo una correlación fuerte con la frecuencia de rastros de las especies *B. astutus* (0.57, $p \leq 0.05$) y *U. cinereoargenteus* (0.72, $p \leq 0.05$), sin embargo, *O. virginianus* y *C. latrans* no mostraron correlaciones significativas con ninguna variable ecológica evaluada (cuadro 12).

Cuadro 12. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de cuatro especies y las variables del hábitat medidas en la temporada de secas. En negritas se muestran las correlaciones fuertes y significativas ($p \leq 0.05$).

Especie	<i>O. virginianus</i>		<i>B. astutus</i>		<i>U. cinereoargenteus</i>		<i>C. latrans</i>	
	E	P-E	E	P-E	E	P-E	E	P-E
Cob. Protección	-	-	-	-	-	-	-	-
Cob. Arbórea	-	-	-	-	-	-	-	-
IVI. G. <i>Pinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

IVI G. Quercus	-	-	-	-	-	-	-	-
IVI sp	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	-
Altitud	-	-	-	-	-	-	-	-
D.C. Agua (m)	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuerpos rocosos	-	-	-	0.57	-	0.72	-	-
D.C. Principal (m)	-	-	-	-	-	-	-	-
D. Poblado (m)	-	-	-	-	-	-	-	-

El análisis de regresión lineal en la temporada de lluvias mostró que la variable “cobertura arbórea” en relación con el registro de rastros para las especies *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* es explicativa para ambas especies. Al igual que las variables “IVI de especies arbóreas” y “cuerpos rocosos”, son explicativas para las especies *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* (cuadro 13). Lo anterior, nos indica que estas especies puedan preferir un sitio sobre otro si cuenta con dichas las características ecológicas.

El análisis de regresión lineal en la temporada de secas mostró que la variable de “cuerpos rocosos” en relación con el registro de rastros para las especies *U. cinereoargenteus* y *B. astutus* es explicativa para ambas especies, lo que nos indica que estas especies puedan preferir sitios con presencia de grandes cuerpos rocosos (cuadro 14).

Cuadro 13. Modelo de regresión múltiple entre la frecuencia de rastros de *U. cinereoargenteus* y *B. astutus* con la variable respectiva al análisis de correlación para la temporada de secas.

Especie	Variable	N	R² Ajust	P-valor
<i>U. cinereoargenteus</i>	Cob. arbórea	14	0.50	0.003
	IVI sp	14	0.58	0.0009
	Cuerpos rocosos	14	0.38	0.0117
<i>B. astutus</i>	IVI sp	14	0.27	0.03
	Cuerpos rocosos	14	0.47	0.0039
<i>C. latrans</i>	Cob. arbórea	14	0.22	0.049
	IVI sp	14	0.31	0.023
	Cuerpos rocosos	14	0.31	0.02

Cuadro 14. Modelo de regresión múltiple entre la frecuencia de rastros de *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* con las variables respectivas al análisis de correlación para la temporada de lluvias.

Especie	Variable	N	R ² Ajust	P-valor
<i>U. cinereoargenteus</i>	Cuerpos rocosos	16	0.49	0.0016
<i>B. astutus</i>		16	0.28	0.02

Los coeficientes de correlación entre las frecuencias de rastros de las cuatro especies para la temporada de lluvias no mostraron relaciones significativas para el tipo de hábitat de bosque de encino, sin embargo, en el bosque de pino-encino las relaciones fueron significativas entre *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans*. Por otro lado, *O. virginianus* no se asoció a ninguna especie en ningún tipo de hábitat (cuadro 15).

Los resultados del análisis de regresión lineal para la temporada de lluvias en el tipo de hábitat de bosque de pino-encino mostraron que las relaciones entre las frecuencias de rastros de tres especies son explicativas (cuadro 16). A medida que aumenta la frecuencia de rastros de una especie también aumenta la frecuencia de rastros de la otra. En el entendimiento, no se debe interpretar de manera literal, esa relación puede deberse a que esas tres especies comparten el mismo gremio trófico, son omnívoros. Por lo tanto, sus hábitos alimenticios les permiten adaptarse a las distintas condiciones que ofrece un ambiente sin llegar a competir entre ellas.

Cuadro 15. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de las cuatro especies estudiadas en la temporada de lluvias y tipo de hábitat. **E:** Bosque de encino; **P-E:** Bosque de pino-encino. En negritas se muestran aquellas especies que mostraron correlaciones fuertes y significativas (* ≤ 0.05).

Frecuencia de rastros	<i>O. virginianus</i>		<i>B. astutus</i>		<i>U. cinereoargenteus</i>		<i>C. latrans</i>	
	E	P-E	E	P-E	E	P-E	E	P-E
<i>O. virginianus</i>	-	-	-0.41	0.22	-0.02	0.16	0.34	0.12
<i>B. astutus</i>	-	-	-	-	0.28	0.61*	0.05	0.62*
<i>U. cinereoargenteus</i>	-	-	-	-	-	-	0.34	0.69*
<i>C. latrans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 16. Modelo de regresión múltiple entre las especies *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* en temporada de lluvias para bosque de pino.

Especie	N	R ² Ajust	P-valor
<i>U. cinereoargenteus</i> - <i>B. astutus</i>	14	0.31	0.029
<i>B. astutus</i> - <i>C. latrans</i>	14	0.34	0.017
<i>U. cinereoargenteus</i> - <i>C. latrans</i>	14	0.43	0.0061

Para la temporada de secas, los coeficientes de correlación no mostraron relación entre ninguna especie para el tipo de hábitat de bosque de encino, sin embargo, para bosque de pino-encino *B. astutus* mostró relación con *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* (tabla 17). Los resultados del análisis de regresión lineal para el bosque de pino-encino fueron explicativas la frecuencia de rastros de *B. astutus* con la frecuencia de rastros de *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* (cuadro 18).

Cuadro 17. Coeficiente de correlación entre la frecuencia de rastros de las cuatro especies estudiadas en la temporada de secas y tipo de hábitat. **E:** Bosque de encino; **P-E:** Bosque de pino-encino. En negritas se muestran aquellas especies que mostraron correlaciones fuertes y significativas (* ≤ 0.05).

Frecuencia de rastros	<i>O. virginianus</i>		<i>B. astutus</i>		<i>U. cinereoargenteus</i>		<i>C. latrans</i>	
	E	P-E	E	P-E	E	P-E	E	P-E
<i>O. virginianus</i>	-	-	0.11	-0.8	0.10	-0.21	-0.47	-0.37
<i>B. astutus</i>	-	-	-	-	-0.9	0.66*	0.26	0.56*
<i>U. cinereoargenteus</i>	-	-	-	-	-	-	-0.14	0.39
<i>C. latrans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 18. Modelo de regresión múltiple entre las especies *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* en temporada de secas para bosque de pino.

Especie	N	R ² Ajust	P-valor
<i>B. astutus</i> - <i>U. cinereoargenteus</i>	16	0.26	0.024
<i>B. astutus</i> - <i>C. latrans</i>	54	0.07	0.0322

Evaluación del hábitat

De acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización del hábitat y con las referencias de otros autores sobre el conocimiento de los requerimientos del hábitat de las especies, se construyeron tres modelos de evaluación del hábitat.

Dado que los resultados para *U. cinereoargenteus* y *B. astutus* en la caracterización de hábitat fueron similares, se construyó un modelo de evaluación de hábitat para estas dos especies. Se consideraron como atributos importantes a evaluar: cuerpos rocosos, distancia a cuerpos de agua, cobertura arbórea y altitud (Temple et al. 2010; Cooper et al. 2012) (cuadro 19).

Cuadro 19. Modelo de evaluación de hábitat para *U. cinereoargenteus* y *B. astutus*.

Atributo	Intervalo	VIC*	Clases “n” de atributos	IIA*	Calidad del atributo
Cuerpos rocosos	Mucho 4-5	3	3	1	Alta
	Poco 2-3	2		0.67	Media
	Casi nada 1	1		0.33	Baja
D. C. Agua (m)	Cercano 0 – 799m	3	3	1	Alta
	Mediana 800-1600m	2		0.67	Mediana
	Lejano 1600 – adelante	1		0.33	Baja
Cob. Arbórea	Poca cobertura	3	3	1	Alta
	Mediana	2		0.67	Mediana
	Densa	1		0.33	Baja
Altitud	Baja 1500-1900smnm	2	3	0.67	Mediana
	Mediana 1900-2300msnm	3		1	Alta
	Alta 2300-adelante	1		0.33	Baja

El modelo de evaluación de hábitat para el *O virginianus* en bosques templados se construyó con cuatro atributos del hábitat considerados por diversos autores. Se consideró importante para la evaluación de hábitat de esta especie los atributos de estacionalidad de los cuerpos de agua, la cobertura de protección vertical, la pendiente y la presencia de cuerpos rocosos

(Ortíz-Martínez et al. 2005; Medina-Torres et al. 2008; Sánchez-Rojas et al. 2009; Flores-Armillas et al. 2013; Delfín-Alfonso et al. 2014; Piña & Trejo 2014) (cuadro 20).

Cuadro 20. Modelo de evaluación de hábitat para *O. virginianus*.

Atributo	Intervalo	VIC*	Clases“n” de atributos	IIA*	Calidad del atributo
Cuerpos de Agua	Permanente	3	3	1	Alta
	Temporal	2		0.67	Media
	Ausente	1		0.33	Baja
% Cobertura de protección vertical	Poca cobertura 0-30%	2	3	0.67	Mediana
	Mediana cobertura 30-60%	3		1	Alta
	Densa Cobertura 60-100%	1		0.33	Baja
Pendiente	Mucha 41°- adelante	3	3	1	Alta
	Mediana 21°-40	2		0.67	Mediana
	Poca 0°-20°	1		0.33	Baja
Altitud	Baja 1500-1900smnm	3	3	1	Alta
	Mediana 1900-2300msnm	2		0.67	Media
	Alta 2300-adelante	1		0.33	Baja

El modelo de evaluación de hábitat para *C. latrans* se construyó con los siguientes atributos: distancia a cuerpos de agua, cobertura arbórea, % de cobertura de protección vertical y la presencia de cuerpos rocosos (Monroy et al. 2003; Villarreal-Espino-Barros et al. 2012; Hinton et al. 2015; Mueller et al. 2018) (cuadro 21).

Cuadro 21. Modelo de evaluación de hábitat para *C. latrans*.

Atributo	Intervalo	VIC*	Clases “n” de atributos	IIA*	Calidad del atributo
-----------------	------------------	-------------	--------------------------------	-------------	-----------------------------

D.C.Agua (m)	Cercano 0 – 799m	3	3	1	Alta
	Mediana 800-1600m	2		0.67	Media
	Lejano 1600 – adelante	1		0.33	Baja
Cob. Arbórea	Poca cobertura	3	3	1	Baja
	Mediana	2		0.67	Mediana
	Densa	1		0.33	Alta
% Cobertura de protección vertical	Poca cobertura 0-30%	3	3	1	Alta
	Mediana cobertura 30-60%	2		0.67	Mediana
	Densa Cobertura 60-100%	1		0.33	Baja
Cuerpos rocosos	Mucho 4-5	3	3	1	Alta
	Intermedio 2-3	2		0.67	Mediana
	Poco 0-1	1		0.33	Baja
	Nada 0				Inapropiada

Una vez construidos los modelos de evaluación de hábitat, se muestran los resultados obtenidos del HSI para cada transecto. Los transectos que mostraron calidad de hábitat alta para las cuatro especies fueron los transectos 2 y 5. En el transecto 3, sólo no se mostró calidad alta para la especie *O. virginianus*. Por el contrario, el transecto 10 fue de calidad alta para *O. virginianus* y *C. latrans* (cuadro 22).

Cuadro 22. Índice de calidad de hábitat (*HSI*) para cada especie por transecto. **Rango de calidad:** Baja [0 a 0.33]; media [0.34 a 0.67] y alta [0.68 a 1].

Transecto	<i>U. cinereoargenteus</i>	<i>B. astutus</i>	<i>O. virginianus</i>	<i>C. latrans</i>
2	0.83	0.83	0.86	1
3	0.83	0.83	0.66	0.91
4	0.66	0.66	0.66	0.58
5	0.83	0.83	0.8	0.91
6	0.66	0.66	0.6	0.58

7	0.58	0.58	0.53	0.58
8	0.58	0.58	0.41	0.41
9	0.66	0.66	0.66	0.66
10	0.66	0.66	0.86	0.75

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que los métodos indirectos (búsqueda de rastros, restos óseos y comederos) y el método directo (avistamientos) sobre transectos, son métodos eficientes para conocer la composición de mamíferos medianos y grandes presentes en la zona de estudio. Con los métodos anteriores se pudieron registrar la presencia de 13 especies de mamíferos medianos y grandes, mientras que, con la herramienta de cámaras-trampa como método complementario, se registraron diez especies. Dado a que las condiciones de seguridad no eran las adecuadas para poner equipo de monitoreo en todo el sitio de estudio, no se pudo hacer un monitoreo fotográfico de manera sistematizada, sin embargo, pese a ese inconveniente, las cámaras-trampa siguen siendo una herramienta eficiente; no solo tienen la bondad de corroborar con la información obtenida de otros métodos, también, puede registrar la presencia de especies con hábitos de conducta diferentes, como es el caso del *Leopardus wiedi*.

Con la suma de resultados de los métodos aplicados, se registró un total de diez familias y 14 especies, lo cual corresponde al 71.5% de familias y 31.1% de especies de mamíferos medianos y grandes registrados para el estado de Oaxaca (Briones-Salas et al. 2015). El número de especies registrados por medio de búsqueda de evidencias en transectos (n=13) es un número menor comparado con otros trabajos realizados en bosques templados en el estado de Oaxaca, donde se han registrado entre 15 y 20 especies (Lavariega et al. 2012; Cruz-Espinoza et al. 2012). De las especies reportadas para los bosques templados en el estado no se visualizaron evidencias de *Puma*

concolor, *Linx Rufus*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Dicotyles angulatus*, *Mephitis macroura*, *spilogale gracilis* (Botello et al. 2008; Lavariega et al. 2012).

La abundancia relativa de las siete especies en el área de estudio fue contrastante significativamente, cuatro especies presentaron mayor índice de abundancia relativa y tres especies tuvieron abundancias muy bajas. Esto puede variar por factores en la precisión en la toma de datos, error del colector, características del terreno que impida la impresión de huellas en el sustrato, exceso de hojarasca, características biológicas y fisiológicas de cada especie, etc (Aranda 2000).

Las especies que presentaron menor abundancia relativa fueron: *D. novemcinctus* (0.29 ± 0.35 rastros/km), *N. narica* (0.27 ± 0.26 rastros/km) y *C. leuconotus* (0.15 ± 0.08 rastros/km), con excepción al armadillo, las abundancias fueron menor a lo reportado por Cortés-Marcial y Briones-Salas (2014) con el método de búsqueda de rastros en selvas secas, dichos autores reportan 0.125, 0.035 y 0.035 rastros/ km respectivamente.

La abundancia relativa de *C. latrans* (0.46 ± 0.42 rastros/km) fue baja en comparación a otros trabajos realizados con el mismo método de muestreo; Monroy et al. (2003) registra una abundancia relativa entre temporadas de 0.93 y 4.17 heces/km y, Cruz-Espinoza et al. (2008) registra 3.17 rastros/km en bosques templados.

La abundancia relativa de *O. virginianus* (0.78 ± 0.35 rastros/km) entra dentro del rango de abundancias en comparación a trabajos realizados con el mismo método. Cabe resaltar que, para este estudio, no se utilizó el método convencional para estimar la densidad por medio de tasas de defecación para el venado cola blanca. Chávez-Hernández et al. (2011) registró una abundancia relativa para el venado cola blanca de 0.5 rastros/km en bosque de pino y 2.063 rastros/km en bosque de encino; en bosque tropical se registró 1.29 rastros/km (Lira-Torres 2006) y 1.28 ± 0.98 rastros/km (Howze 2009).

Dado a que en el área de estudio no se registraron depredadores como el *Puma concolor* o *Lynx Rufus*, considerados “depredadores tope” en ecosistemas de boques templados, no existe en el área de estudio una supresión sobre poblaciones de herbívoros ni de mesodepredadores (Berger et al. 2008). Cuando no hay esa supresión, ocurre un proceso llamado “liberación del mesodepredador”, el cual ocasiona que la población de especies pertenecientes a ese grupo, como el *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* crezca (Crooks & Soulé 1999). Para este caso en particular, el coyote, fungiría como depredador tope. Estudios dicen que la abundancia de especies como la zorra gris suelen ser bajas cuando hay un alto tráfico de especies como el coyote o el lince (Temple et al. 2010; Cooper et al. 2012; Mueller et al. 2018). Sin embargo, como ya se ha mencionado, la abundancia del coyote es baja en el área de estudio a comparación de otros trabajos.

A partir de los resultados obtenidos mediante la prueba de X^2 realizados con el software *Havistat v2.4*, se demostró qué entre temporadas, la frecuencia de rastros de las cuatro especies no se distribuyó de manera normal en los dos tipos de hábitat evaluados, lo que indica que existe una preferencia hacia algún tipo de hábitat. Además de esto, se mostró que el tamaño de muestra de las cuatro especies fue adecuado para realizar el análisis de preferencia.

La prueba de Bonferroni muestra que, en las temporadas de lluvias y secas, las especies *U. cinereoargenteus* y *O. virginianus* prefieren el bosque de pino-encino y evitan o usan poco el bosque de encino; en la temporada de secas, *C. latrans*, prefiere el bosque de pino-encino sobre el bosque de encino y; *B. astutus*, usa en ambas temporadas los dos tipos de hábitat.

El bosque de pino-encino se caracterizó por presentar árboles más altos, con menor separación entre ellos, un área basal mayor, pero con menor cobertura de dosel. Lo anterior, indica que es un bosque conservado y su poca cobertura del dosel permite el desarrollo del estrato herbáceo, lo cual, también caracterizó a este bosque por presentar mayor porcentaje de cobertura

vertical, atributo importante para la protección térmica y contra depredadores para especies como venado cola blanca y zorra gris.

Las variables ecológicas que determinaron la preferencia de *U. cinereoargenteus* y *C. latrans* en la temporada de lluvias fueron: cobertura arbórea, IVI de otras especies arbóreas y cuerpos rocosos. Estas dos últimas variables, también estuvieron relacionadas con la preferencia de hábitat para *B. astutus*. Los resultados de análisis de correlación mostraron relaciones positivas, interpretándose como, a medida que aumenta la cobertura arbórea, la presencia de otras especies arbóreas y la presencia de estructuras rocosas, también aumenta la frecuencia de rastros de esas especies. En la temporada de secas, la variable de cuerpos rocosos estuvo relacionada con la preferencia de hábitat con *U. cinereoargenteus* y *B. astutus*. En tanto, *O. virginianus* no mostró relación alguna con las variables del hábitat medidas para ninguna temporada.

Para *U. cinereoargenteus*, Temple et al. (2010) y Cooper et al. (2012) mencionan que, a pesar de ser una especie generalista del hábitat, pueden presentar preferencias hacia áreas boscosas, particularmente por el bosque de pino con vegetación densa de sotobosque o, pradera; prefiere forrajear en la periferia de la zona forestal densa o en áreas más abiertas para evitar encuentros con depredadores como el coyote y el lince (Temple et al. 2010; Mueller et al. 2018).

Las estructuras de cuerpos rocosos, son importantes para proveer cobertura térmica, refugio o alimentación principalmente para las especies *U. cinereoargenteus*, *B. astutus* y *C. latrans* (Gallina 2014). Sin embargo, en el caso de *B. astutus* se ha demostrado que hay preferencia en la distribución espacial de letrinas. La elección de letrinas depende del tipo de sustrato y la zona para hacer más efectivo el marcaje. Especies como *B. astutus* eligen objetos por encima del nivel del suelo u objetos llamativos (Barja y List, 2006). Las estructuras rocosas aumentan la eficacia de las

señales, aumenta la probabilidad de detección por otras especies o indica periodos de celo o crianza entre la misma especie.

En el caso de *C. latrans*, la estructura de la vegetación se tornó un buen atributo para describir la frecuencia de rastros del coyote en un sitio en particular. Tal como mencionan Kays et al. (2008), la abundancia del coyote puede estar relacionada con bosques de cobertura arbórea más abierta, incluye aquellos sitios de cobertura a lo largo de cursos de agua, ya que ese tipo de bosques de cobertura más abierta son más productivos que un bosque maduro y cerrado y posiblemente alberga más presas para el coyote, como es el caso de roedores y lagomorfos (Monroy et al. 2003).

Por otro lado, *O. virginianus* no se relacionó con ninguna característica del hábitat medida, sin embargo, estudios relacionan a esta especie con bosques con cobertura vertical más densa para protección y cobertura térmica (Jones et al. 2016).

En cuanto a la evaluación del hábitat, se construyeron tres modelos de evaluación de hábitat y se encontraron cuatro sitios de importancia para la conservación.

CONCLUSIONES

En este estudio, la comunidad de mamíferos medianos y grandes del municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca estuvo conformada por 14 especies, correspondientes al 31.1% de las especies de mamíferos medianos y grandes reportadas para el estado. Las especies registradas se agruparon en las familias Didelphidae, Dasypodidae, Leporidae, Felidae, Canidae, Mustelidae, Mephitidae, Procyonidae, Cervidae y Sciuridae.

La abundancia relativa de rastros de siete especies mostró diferencias significativas entre especies y transectos. Las especies *U. cinereoargenteus*, *B. astutus*, *O. virginianus* y *C. latrans* presentaron mayor abundancia relativa en el área de estudio. Las especies *U. cinereoargenteus* y *B. astutus* presentaron mayor abundancia relativa en los transectos con 2,3,5 y 10; *C. latrans* sólo

presentó mayor abundancia relativa en el transecto 2 y, la abundancia relativa para *O. virginianus* se distribuyó de manera uniforme en toda el área de estudio. La presencia de mayor número de rastros de esas especies en esos transectos puede deberse a que los transectos tienen la característica de contar con variables ambientales adecuadas para la permanencia de esas especies en el sitio. Tal es el caso de la zorra gris y el cacomixtle, esos sitios tienen las características de contar con grandes estructuras rocosas, adecuadas para el marcaje, protección y cobertura térmica.

BIBLIOGRAFÍA

Agresti A. 2002. Categorical Data Analysis Second Edition.

Alfaro SG. 2004. Suelos. Biodiversidad de Oaxaca:55–65. Instituto de Biología, UNAM, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la

Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México.

Aranda M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

ARMSTRONG DP. 2005. Integrating the Metapopulation and Habitat Paradigms for Understanding Broad-Scale Declines of Species. *Conservation Biology* **19**:1402–1410. John Wiley & Sons, Ltd. Available from <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1523-1739.2005.00117.x> (accessed September 30, 2020).

Barja I, List R. 2006. Faecal marking behaviour in ringtails (*Bassariscus astutus*) during the non-breeding period: Spatial characteristics of latrines and single faeces. *Chemoecology* **16**:219–222.

Berger KM, Gese EM, Berger J. 2008. INDIRECT EFFECTS AND TRADITIONAL TROPHIC CASCADES: A TEST INVOLVING WOLVES, COYOTES, AND PRONGHORN. Page

Ecology.

Botello F, Sánchez-Cordero V, Gonzalez G. 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. Avances en el estudio de los mamíferos de México **2**:335–354. Publicaciones Especiales.

Bray, David; Duran-Medina EML y T-RJM. 2007. Nueva evidencia: Los bosques Comunitarios de México protegen el ambiente, disminuyen la pobreza y promueven paz social. Informe de Investigaciones. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigación y Docencia Económica, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Internacional de Florida, Consejo Civil Mexicano para la Agricultura Sostenible y Offset Santiago, México.

Available from

https://www.researchgate.net/publication/329844337_Nueva_evidencia_Los_bosques_Comunitarios_de_Mexico_protegen_el_ambiente_disminuyen_la_pobreza_y_promueven_paz_social (accessed November 6, 2020).

Briones-Salas M, Cortés-Marcial M, Lavariega MC. 2015. Diversidad y distribución geográfica de los mamíferos terrestres del estado de Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad **86**:685–710. Universidad Nacional Autónoma de México.

Chávez Hernández C, Moguel Acuña JA, González Galván M, Guiris Andrade DM. 2011. Abundancia relativa de tres ungulados en la Reserva de la Biosfera “La Sepultura” Chiapas, México. *Therya* **2**:111–124. Asociación Mexicana de Mastozoología. Available from www.mastozoologiamexicana.org (accessed September 6, 2020).

Cherry S. 1996. A comparison of confidence interval methods for habitat use-availability studies. *The Journal of Wildlife Management*:653–658. JSTOR.

CONABIO. 2020. Ecosistemas de México | Biodiversidad Mexicana. Available from

- <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/ecosismex> (accessed November 6, 2020).
- Cooper SE, Nielsen CK, McDonald PT. 2012. Landscape factors affecting relative abundance of gray foxes *Urocyon cinereoargenteus* at large scales in Illinois, USA. *Wildlife Biology* **18**:366–373. Nordic Board for Wildlife Research. Available from <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2981/11-093> (accessed September 2, 2020).
- Crooks KR, Soulé ME. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* **400**:563–566. Available from <http://www.nature.com/articles/23028> (accessed February 9, 2021).
- Cruz-Espinoza A, González-Pérez GE, Ronel Vázquez P. 2012. Nota de la variación en la riqueza específica de mamíferos entre áreas de conservación y de aprovechamiento forestal en la Sierra Madre de Oaxaca. *Therya* **3**:327–332. Asociación Mexicana de Mastozoología. Available from www.mastozoologiamexicana.org (accessed January 5, 2021).
- Cruz-Espinoza A, Pérez GG, Santos–Moreno A. 2008. DIETA Y ABUNDANCIA RELATIVA DEL COYOTE (*Canis latrans*) EN. Page 239. *Avances en el estudio de los mamíferos de México II*.
- Delfín-Alfonso CA, Gallina S, López-González CA. 2009. Evaluación del hábitat del venado cola blanca utilizando modelos espaciales y sus implicaciones para el manejo en el centro de Veracruz, México. *Tropical Conservation Science* **2**:215–228. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
- Delfín-Alfonso CA, Gallina S, López-González CA. 2014. Modelos de Idoneidad del Hábitat (HSI) para el venado cola blanca. Pages 121-136. *Monitoreo y manejo del Venado cola blanca: Conceptos y métodos*. Available from https://www.researchgate.net/publication/271849989_MODELOS_DE_IDONEIDAD_DEL

HABITAT_HSI_PARA_EL_VENADO_COLA_BLANCA (accessed December 16, 2020).

Flores-Armillas H, Botello F, Sánchez-Cordero V, García-Barrios R, Jaramillo F. 2013.

Caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus mexicanus*) en los bosques templados del Corredor Biológico Chichinautzin y modelación de su hábitat potencial en Eje Transvolcánico Mexicano. **4**:377–393. Available from www.mastozoologiamexicana.org (accessed January 27, 2021).

Gallina S. 2014. Características y evaluación del hábitat del venado. Monitoreo y manejo del venado cola blanca: conceptos y métodos (Gallina, S., S. Mandujano, and OA Villarreal Espino-Barros, eds). Instituto de Ecología AC and Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Xalapa, México:45–71.

Hall LS, Krausman PR, Morrison ML. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife society bulletin*:173–182. JSTOR.

Hinton JW, van Manen FT, Chamberlain MJ. 2015. Space Use and Habitat Selection by Resident and Transient Coyotes (*Canis latrans*). *PLOS ONE* **10**:e0132203. Public Library of Science. Available from <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0132203> (accessed January 28, 2021).

Howze MB. 2009. THE EFFECT OF PREDATION ON WHITE-TAILED DEER RECRUITMENT AT THE JOSEPH W. JONES ECOLOGICAL RESEARCH CENTER.

Jones BM, Cove M V., Lashley MA, Jackson VL. 2016. Do coyotes *Canis latrans* influence occupancy of prey in suburban forest fragments? *Current Zoology* **62**:1–6. Oxford University Press. Available from <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. (accessed September 5, 2020).

Kays RW, Gompper ME, Ray JC. 2008. Landscape ecology of eastern coyotes based on large-

- scale estimates of abundance. *Ecological Applications* **18**:1014–1027. *Ecol Appl*. Available from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18536259/> (accessed September 6, 2020).
- Krausman PR. 1999. Some basic principles of habitat use. *Grazing behavior of livestock and wildlife* **70**:85–90. Idaho Forest Wildlife and Range Experiment Station, University of Idaho
- Krebs CJ. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row New York.
- Lavariaga MC, Martin-Regalado N, Gómez-Ugalde RM. 2012. Mamíferos del centro-occidente de Oaxaca, México. *Therya* **3**:349–370. Available from <http://www.mastozoologiamexicana.org/doi/10.12933/therya-12-93/therya-12-93>.
- Law BS, Dickman CR. 1998. The use of habitat mosaics by terrestrial vertebrate fauna: Implications for conservation and management. *Biodiversity and Conservation* **7**:323–333. Kluwer Academic Publishers.
- Lira-Torres I. 2006. Abundancia, densidad, preferencia de hábitat y uso local de los vertebrados en la Tuza de Monroy, Santiago Jamiltepec, Oaxaca. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Epoca)* **10**:41. Universidad Nacional Autónoma de México. Available from <http://www.revmexmastozoologia.unam.mx/ojs/index.php/rmm/article/view/141> (accessed November 9, 2020).
- Lira-Torres I, Briones-Salas M. 2011. Impacto de la ganadería extensiva y cacería de subsistencia sobre la abundancia relativa de mamíferos en la Selva Zoque, Oaxaca, México. *Therya* **2**:217–244. Asociación Mexicana de Mastozoología. Available from www.mastozoologiamexicana.org (accessed November 9, 2020).
- Manly BFL, McDonald L, Thomas DL, McDonald TL, Erickson WP. 2007. *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. Springer Science & Business

Media.

Matteucci SD, Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos Washington.

Medina-Torres SM, García E, Márquez M, Vaquera H, Romero A, Martínez M. 2008. Factores que influyen en el uso del hábitat por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en la Sierra del Laurel, Aguascalientes, México. *Acta zoológica mexicana* **24**:191–212. Available from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0065-17372008000300012&script=sci_arttext (accessed January 27, 2021).

Merino L, Martínez AE. 2014. A vuelo de pájaro: las condiciones de las comunidades con bosques templados en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Monroy VO, Ortega M, Velázquez A. 2003. Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. Las enseñanzas de San Juan. (Velázquez, A., A. Torres, y G. Bocco, comps.). SEMARNAT-INE y Gobierno de Michoacán. México, Distrito Federal:565–591.

Morrison ML, Marcot BG, Mannan RW. 1999. Wildlife-habitat relationships: concepts and applications. NCASI. Available from <https://arizona.pure.elsevier.com/en/publications/wildlife-habitat-relationships-concepts-and-applications> (accessed September 21, 2020).

Mostacedo B, Fredericksen T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.

Mueller MA, Drake D, Allen ML. 2018. Coexistence of coyotes (*Canis latrans*) and red foxes (*Vulpes vulpes*) in an urban landscape. *PLOS ONE* **13**:e0190971. Public Library of Science. Available from <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0190971> (accessed

September 3, 2020).

Naranjo EJ. 2000. Estimaciones de abundancia y densidad en poblaciones de fauna silvestre tropical. *Manejo de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica*:37–46. Asunción, Paraguay.

Neu CW, Byers CR, Peek JM. 1974. A Technique for Analysis of Utilization-Availability Data. *The Journal of Wildlife Management* **38**:541. JSTOR. Available from <https://www.jstor.org/stable/3800887?origin=crossref> (accessed September 29, 2020).

Ortíz-Martínez T, Briones-Salas M, González G. 2005. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Goldman y Kellog, 1940) en un bosque templado de la sierra norte de Oaxaca, México **21**:65–78. Available from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372005000300002 (accessed January 12, 2021).

Piña E y, Trejo I. 2014. Densidad poblacional y caracterización de hábitat del venado cola blanca en un bosque templado de Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana* **30**:114–134. Available from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372014000100009 (accessed January 12, 2021).

Sánchez-Rojas G, Aguilar-Miguel C, Hernández-Cid YE. 2009. Estudio poblacional y uso de hábitat por el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Page Mongabay.com Open Access Journal-Tropical Conservation Science*. Available from www.tropicalconservationscience.org (accessed January 27, 2021).

SEMARNAT. 2018. Bosques templados de México, riqueza forestal y belleza escénica | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | gob.mx. Available from

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/bosques-templados-de-mexico-riqueza-forestal-y-belleza-escenica> (accessed November 6, 2020).

Temple DL, Chamberlain MJ, Conner LM. 2010. Spatial ecology, survival and cause-specific mortality of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in a longleaf pine ecosystem. *American Midland Naturalist* **163**:413–422.

TORRES-COLIN R. 2004. Tipos de vegetación. Biodiversidad de Oaxaca:105–117. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF

Trejo I. 2004. Clima. Biodiversidad de Oaxaca:67–85.

Villarreal-Espino-Barros OA, Plata-Pérez FX, Mendoza-Martínez GD, Martínez-García JA, Hernández-García PA, Arcos-García JL, P MC. 2012. DISTANCIA RADIAL AL AGUA, COBERTURA DE ESCAPE E INDICIOS DE COYOTE (*Canis latrans*), ASOCIADOS A LA PRESENCIA DEL VENADO COLABLANCA (*Odocoileus virginianus*). RADIAL DISTANCE FROM WATER SOURCES, HIDING COVER AND COYOTE (*Canis latrans*) SIGNS ASSOCIATED WITH. *Revista Chapingo. Serie Ciencias*. **18**:231–239. Available from www.chapingo.mx./revistas (accessed January 27, 2021).