



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE BIOLOGÍA

Programa Institucional de Maestría en Ciencias
Biológicas

“Evaluación de efectos de antropización en los
ensambles de mamíferos medianos y grandes de
bosque templado de la región aguacatera de
Michoacán.”

TESIS

presenta

Eduardo Gabriel Gallardo Tellez

Director de Tesis

Dr. Tiberio Cesar Monterrubio Rico



Mayo de 2021 Morelia, Michoacán

DEDICATORIA

A mis padres, **José Manuel Gallardo Soberano** y **Gabriela Tellez Ruiz**, por siempre

creer en mí y brindarme su apoyo incondicional.

A mis hermanos, **Luis, Esteban y Heriberto**, por motivarme, guiarme y ser un buen

ejemplo para mi persona.

A mis sobrinos, **Luisito, Estebitan, Mateito, Valentinita y Huguito**, por darle tanta

felicidad y amor a mi vida.

En memoria de mi amigo **Tony Silva** (Q.E.P.D.), por todo su apoyo, ejemplo y guía, por

siempre ser un ejemplo para mí de dedicación y perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

A la Benemérita y Centenaria Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, mi máxima casa de estudios, por brindarme los espacios y apoyos necesarios para mi formación profesional.

Al Laboratorio de Vertebrados Terrestres Prioritarios, en especial al coordinador y asesor de este proyecto, el Dr. Tiberio Cesar Monterrubio Rico, por su apoyo, asesorías y amistad.

A mis sinodales: Dr. Juan Felipe Charre Medellín, Dr. Luis Felipe Mendoza Cuenca, Dr. Alejandro Hiram Marín Leyva y al Dr. Juan Manuel Ortega Rodríguez, por su importante colaboración durante los dos años de este proyecto, sus sugerencias y revisiones.

A mis compañeros de laboratorio, por todas las aventuras en campo, su buena vibra y apoyo incondicional: Yoani Flores, Eduardo López, Esmar Guzmán, Cristina Tinoco y Paola Lara.

A mis amigos por estarme motivando, guiando y por acompañarme durante este proyecto: Heylen Moreno, Rosario Pacheco, Jonathan Avalos, Ángel Malvaez, Aarón Calderón, Eilan Salvador y Leonel Carrillo.

Al personal de CONANP del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio y Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro: Ma. Rocío Gama, Omar López, Rafael García, Luis Daniel Hurtado e Iris Pomposa Rangel.

A la Maestra Marlene Gómez Peralta y su esposo Zirahuén Ortega por su valioso apoyo y permisos en el Área Voluntaria Para la Conservación “El Tocuz”.

A José Cecilio Aguilar Talavera, por su valioso apoyo en la Estación Biológica “Vasco de Quiroga”.

A Icpac Escalera García, por los permisos y apoyo brindado en la Finca Agroecológica “Llanitos”.

CONTENIDO

Resumen	12
Abstract.....	13
Introducción general	14
Antecedentes.....	17
Preguntas de investigación.....	21
Hipótesis	21
Objetivos	23
Objetivo general	23
Objetivos específicos	23
Diseño de muestreo	24
Caracterización del área de estudio.....	24
Localidades del municipio de Uruapan	27
Localidades del municipio de Acuitzio.....	31
Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT).....	34
Materiales y métodos	36
Trabajo de campo	36
Literatura citada	37
CAPITULO I: EVALUACIÓN DE LOS ENSAMBLES DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN LA REGIÓN AGUACATERA DE MICHOACÁN.....	42
Resumen	42
Abstract.....	43
Introducción.....	44
Riqueza esperada	44
Región aguacatera de Michoacán	46
Objetivos	50
Objetivo general	50
Objetivos específicos	50

Materiales y métodos	51
Análisis de datos	51
Resultados	54
Riqueza regional y local	54
Abundancias relativas	61
Abundancias por localidades	61
Estación Biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ).....	61
Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio” (PNBC)	61
Rancho “Tocuz”	61
Finca Agroecológica “Llanitos”	62
Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT)	62
Actividades antropogénicas	62
Patrones de actividad.....	65
Especies nocturnas	65
Especies diurnas	69
Especies crepusculares.....	71
Comparación de los patrones de actividad entre localidades	72
Variación de riqueza y abundancia inter anual	73
Curvas de rarefacción	75
Análisis y comparación entre localidades	75
Comparación con otros estudios en el país	77
Discusión	79
Conclusiones	85
Literatura citada	86
CAPITULO II: PUMA (<i>Puma concolor</i>) COMO ESPECIE INDICADORA EN BOSQUES ANTROPIZADOS	94
Resumen	94
Abstract	95
Introducción	96
Objetivos	99

Objetivo general	99
Objetivos específicos	99
Materiales y métodos	100
Análisis de datos	100
Resultados	102
Métricas del paisaje a nivel clase	102
Estación biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ)	102
Finca Agroecológica “Llanitos”	105
Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT)	108
Área voluntaria para la conservación “El Tocuz”	111
Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”	114
Discusión	117
Métricas del paisaje	117
Presiones antropogénicas en las localidades de estudio	119
Conclusiones	121
Literatura citada	122
Anexos	127
Anexo 1. Curvas de rarefacción por localidad	127
Anexo 2. Diagramas de traslape de actividad entre áreas estudiadas	130
Anexo 3. Anexo fotográfico	134

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Mamíferos listados para localidades de los distintos municipios, de acuerdo al método de muestreo (CT: Cámaras trampa, H: Huella, COL: Colectado y L: literatura).	19
Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo en número de cámaras por localidad de estudio.	36
Cuadro 3. Riqueza esperada de mamíferos medianos y grandes (Wilson y Reeder, 2005) en localidades de la región de estudio (M= Mediana, G= Grande).	44
Cuadro 4. Distribución, y esfuerzo del fototrampeo en días en las localidades de estudio durante el intervalo de marzo de 2019 a febrero de 2020.	53
Cuadro 5. Riqueza y número de registros (%) en el estudio por área y por municipio. Se indica con un asterisco especies exclusivas en alguna localidad (*).	55
Cuadro 6. Riqueza y número de registros independientes de aves (Berlanga <i>et al.</i> , 2015.) en el estudio por área y por municipio.....	59
Cuadro 7. Registros independientes de perturbación en el estudio por área y por municipio.	63
Cuadro 8. Abundancias relativas de perturbación medidas como tasas de captura por municipio y área de estudio.....	63
Cuadro 9. Abundancias relativas medidas como tasas de captura por municipio y área de estudio, en negritas los valores más altos y bajos.	64
Cuadro 10. Variación de abundancias relativas entre años (NR= Número de registros, AR= Abundancia relativa), en negritas los valores más altos y bajos....	74
Cuadro 11. Índice de similitud de Sørensen entre localidades. Se indica en paréntesis el número de especies compartidas entre localidades, en negritas los valores más altos y bajos.	75
Cuadro 12. Índice de similitud de Bray-Curtis entre localidades, en negritas los valores más altos y bajos.	76

Cuadro 13. Comparación de riqueza y abundancias relativas de las localidades y área de estudio con sitios con ambientes similares, en negritas los valores más altos y bajos.	78
Cuadro 14. Métricas del paisaje seleccionadas para el estudio.	101
Cuadro 15. Métricas del paisaje de la Estación Biológica “Vasco de Quiroga”. ...	103
Cuadro 16. Métricas del paisaje en la Finca Agroecológica “Llanitos”.	106
Cuadro 17. Métricas del paisaje en el Área de Protección de Flora y Fauna “Pico de Tancítaro”.	109
Cuadro 18. Métricas del paisaje en el Área voluntaria para la conservación “El Tocuz”.	112
Cuadro 19. Métricas del paisaje en el Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”.	115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localidades del área de estudio.....	26
Figura 2. Área de montaña del PNBC con vista hacia Nuevo San Juan Parangaricutiro.....	28
Figura 3. Estación Biológica “Vasco de Quiroga”.....	30
Figura 4. Finca Agroecológica “Llanitos”.....	32
Figura 5. Rancho “El Tocuz”.....	33
Figura 6. Zona del muestreo dentro del APFFPT.....	35
Figura 7. Especies listadas en categorías de riesgo y/o especies que pueden ser indicadoras de integridad ecológica: a) Tigrillo, b) Jaguaroundí, c) Puma, d) Lince, e) Venado cola blanca.....	57
Figura 8 a. Patrones de actividad de especies nocturnas.....	66
Figura 8 b. Patrones de actividad de especies nocturnas.....	67
Figura 8 c. Patrones de actividad de especies nocturnas.....	68
Figura 9 a. Patrones de actividad de especies diurnas.....	69
Figura 9 b. Patrones de actividad de especies diurnas.....	70
Figura 10. Patrón de actividad de especie crepuscular.....	71
Figura 11. Matriz de sobreposicionamiento de actividad entre localidades.....	73
Figura 12. Paisaje en la Estación Biológica “Vasco de Quiroga”.....	104
Figura 13. Paisaje en la Finca Agroecológica “Llanitos”.....	107
Figura 14. Paisaje en el Área de Protección de Flora y Fauna “Pico de Tancítaro”.	110
Figura 15. Paisaje en el Área voluntaria para la conservación “El Tocuz”.	113
Figura 16. Paisaje en el Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”.....	116
Figura 17. Curva de rarefacción de las especies registradas en el APFFPT considerando el esfuerzo de muestreo del presente estudio.	127

Figura 18. Curva de rarefacción de las especies registradas en la EBVQ considerando el esfuerzo de muestreo de López-Ortiz, 2017; Gallardo, 2018 y del presente estudio.....	127
Figura 19. Curva de rarefacción de las especies registradas en Llanitos considerando el esfuerzo de muestreo del presente estudio	128
Figura 20. Curva de rarefacción de las especies registradas en el PNBC considerando el esfuerzo de muestreo del presente estudio	128
Figura 21. Curva de rarefacción de las especies registradas en el Tocuz considerando el esfuerzo de muestreo de Flores-Torres, 2018 y del presente estudio.....	129
Figura 22 a. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.	130
Figura 22 b. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.	131
Figura 22 c. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.	132
Figura 22 d. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.	133
Figura 23. <i>Didelphis virginiana</i>	134
Figura 24. <i>Dasypus novemcinctus</i>	134
Figura 25. <i>Sylvilagus floridanus</i>	135
Figura 26. <i>Urocyon cinereoargenteus</i>	135
Figura 27. <i>Canis latrans</i>	136
Figura 28. <i>Leopardus wiedii</i>	136
Figura 29. <i>Lynx rufus</i>	137
Figura 30. <i>Puma concolor</i>	137
Figura 31. <i>Herpailurus yagouaroundi</i>	138

Figura 32. <i>Conepatus leuconotus</i>	138
Figura 33. <i>Mephitis macroura</i>	139
Figura 34. <i>Spilogale gracilis</i>	139
Figura 35. <i>Bassariscus astutus</i>	140
Figura 36. <i>Nasua narica</i>	140
Figura 37. <i>Procyon lotor</i>	141
Figura 38. <i>Mustela frenata</i>	141
Figura 39. <i>Odocoileus virginianus</i>	142
Figura 40. <i>Sciurus sp.</i>	142
Figura 41. <i>Otospermophilus variegatus</i>	143

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Curvas de rarefacción por localidad.	127
Anexo 2. Diagramas de traslape de actividad entre áreas estudiadas.....	130
Anexo 3. Anexo fotográfico	134

Resumen

La antropización se entiende como la capacidad del ser humano para transformar la superficie de la tierra para diferentes actividades, causa impactos en los ecosistemas naturales, y dependiendo de la magnitud y extensión afecta a la fauna silvestre en forma diferenciada. Los mamíferos de talla mediana y grande son de los más afectados. Por su tamaño y desempeño trófico o ecológico algunas especies de estos se pueden considerar como especies clave, ya que su conservación tiene un efecto positivo sobre otras especies. En Michoacán se desconoce cómo estos ensambles se ven alterados por la disminución en la extensión y edad de bosques templados afectados directamente por la antropización. Por esa razón, el objetivo central del presente estudio fue evaluar mediante fototrampeo, la estructura (composición y abundancia) y los patrones de actividad de los ensambles de mamíferos en bosques templados de una zona de la faja volcánica transmexicana (FVTM) de Michoacán (Acuitzio, Uruapan y Tancítaro), y evaluar esta información con aspectos del paisaje. Mediante fototrampeo se muestreó cinco localidades de los tres municipios con distinto esfuerzo en número de cámaras en cada sitio. El trabajo de campo fue de 12 meses (marzo 2019 – febrero 2020). El esfuerzo de trabajo de campo acumuló 5,655 en días/trampa y se obtuvo 3,334 registros independientes, de los que 2,234 fueron de mamíferos medianos y grandes, 74 de pequeños roedores, 362 de aves y 664 relacionados a actividades humanas (personas, fauna doméstica, agricultura y ganadería). La riqueza de mamíferos observada en el estudio fue de 19 especies, pertenecientes a 6 órdenes, 10 familias y 19 géneros. Además, con las mediciones de paisaje (métricas) se analizó las siguientes variables: área total (TA), porcentaje del paisaje (PLAND), número de parches o fragmentos de bosque (NP), densidad de fragmentos o parches (PD), tamaño promedio del fragmento o parche (AREA_MN), distancia promedio entre fragmentos (ENN_MN) y conectancia entre fragmentos (CONNECT). Las localidades seleccionadas presentan métricas del paisaje muy dinámicas, lo cual hipotetizamos pudieran influir en las comunidades ecológicas, especialmente en los mamíferos medianos y grandes.

Palabras clave: Antropización, fototrampeo y métricas del paisaje boscoso.

Abstract

Anthropization is understood as the ability of human beings to transform the surface of the earth for different activities, it causes impacts on natural ecosystems, and depending on the magnitude and extent it affects wildlife in a different way. Mammals from medium to large sizes are among the most affected. Due to their size and trophic or ecological performance, some of these species can be considered as key species, since their conservation has a positive effect on other species. In the state of Michoacán, it is unknown how the assemblages of medium and large mammal species are altered by the decrease in the extension and age of temperate forests directly affected by anthropization. For this reason, the main objective of the present study was to evaluate by means of photo-trapping, the structure (composition and abundance) and the activity patterns of the assemblages of mammals in temperate forests of a zone of the trans-Mexican volcanic belt (FVTM) of Michoacán (Acuitzio, Uruapan and Tancítaro), and evaluate this information with aspects of the landscape. By means of photo-trapping, five localities of the three municipalities were sampled with different efforts in the number of cameras at each site. The field work lasted 12 months (March 2019 - March 2020). The field work effort accumulated 5,655 in days / trap and 3,334 independent records were obtained, of which 2,234 were from medium and large mammals, 74 from small rodents, 362 from birds and 664 related to human activities (people, domestic fauna, Agriculture and Livestock). The richness of mammals observed in the study was 19 species, belonging to 6 orders, 10 families and 19 genera. In addition, with the landscape metrics the following variables were analyzed: total area (TA), percentage of landscape (PLAND), number of patches or forest fragments (NP), density of fragments or patches (PD), size average of the fragment or patch (AREA_MN), average distance between fragments (ENN_MN) and connection between fragments (CONNECT). The selected localities present highly dynamic landscape metrics, which we hypothesize could influence ecological communities, especially medium and large mammals.

Keywords: Anthropization, phototrapping, and forest landscape metrics.

Introducción general

La antropización de la naturaleza se entiende como la acción del ser humano al transformar la superficie de la tierra mediante diferentes actividades (Sanderson *et al.*, 2002; González-Abraham *et al.*, 2015). En ecosistemas terrestres, las actividades que expanden el cambio de uso de suelo o antropización, son el desarrollo urbano, la agricultura, el pastoreo y las carreteras, afectando así la funcionabilidad de los ecosistemas (Sanderson *et al.*, 2002; Etter *et al.*, 2011; González-Abraham *et al.*, 2015).

El incremento del cambio de uso de suelo en los ecosistemas impacta de manera directa a los mamíferos en función a sus requerimientos. Los mamíferos desempeñan papeles funcionales importantes en las cadenas tróficas. También las especies de amplios requerimientos espaciales como los grandes depredadores, son utilizados como especies sombrilla o bandera, ya que su conservación beneficia a un amplio número de especies (González-Maya, 2007).

La composición de un ensamble de mamíferos sin perturbar es variada, una manera de evaluarla es por sus relaciones tróficas, las cuales incluyen especies herbívoras, insectívoras, frugívoras, carnívoros, omnívoras y finalmente nectarívoras (Ceballos *et al.*, 2002). Algunas especies son consideradas como especies clave, éstas tienen un rol muy importante en estos ensambles y en los ecosistemas, ya que generan un gran efecto en proporción a su biomasa o abundancia sobre otras especies (Carignan y Villard, 2002).

Los mamíferos medianos son aquellos con tamaños de entre 101 g y 10 kg y representan el 27% de las especies terrestres. Los mamíferos grandes, con un tamaño mayor a los 10kg representan el 7% (Ceballos *et al.*, 2005).

Los mamíferos medianos y grandes son particularmente esenciales en la fauna silvestre afectada por la fragmentación y degradación de paisajes, esto por su tamaño corporal, por lo que sus poblaciones requieren de amplias extensiones de hábitat, y se refleja en disminución de su riqueza, en las abundancias y en la

modificación de sus conductas (Torres, 2001; Di Minin *et al.*, 2016; Gallardo, 2018). Es decir, los mamíferos son indicadores de los efectos de las diferentes perturbaciones en una región y por eso importa estudiar la manera en que se adaptan o responden a estas alteraciones y fragmentación ante la presencia de zonas agropecuarias (Torres, 2001).

En el estado de Michoacán se han realizado algunos esfuerzos de investigaciones mastofaunísticas, sin embargo, todavía se desconoce la composición original de la mayoría de los ecosistemas boscosos del estado y existe carencia de información histórica sobre la composición de especies y para algunos grupos se desconoce la situación actual (Monterrubio-Rico *et al.*, 2014).

En 2003 Antaramián y Correa establecen la división del estado de Michoacán, desde el punto de vista fisiográfico en cinco provincias: Planicie costera del pacífico, sierra madre del sur, depresión del balsas- Tepalcatepec, Cinturón volcánico transversal y altiplano. Desde el punto de vista biogeográfico CONABIO establece una división que consiste de cuatro provincias biogeográficas: Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), Depresión del Balsas, Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera (CONABIO, 1997), en las cuales se estima la presencia de 163 especies de mamíferos pertenecientes a nueve órdenes, 24 familias y 92 géneros, que representan el 32% de las 509 especies silvestres que habitan en México, excluyendo orden Sirenia y Cetacea (Monterrubio-Rico *et al.*, 2019; Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012).

Los bosques templados en México representan el 21% del territorio nacional, siendo así el segundo bioma más extenso del país (Rzedowski, 1992), este bioma está compuesto por comunidades arbóreas dominadas mayormente por pinos (*Pinus*) y encinos (*Quercus*), que se encuentran en las zonas montañosas del país con climas templados a fríos (Rzedowski, 2006). En Michoacán, la mayor extensión de los bosques templados se ubica en la provincia biogeográfica FVTM, descrita también como cinturón volcánico trans-mexicano, una cadena montañosa volcánica conformando cordilleras que cruzan como una franja el territorio mexicano de oeste a este (Ferrusquía-Villafranca, 2007). La FVTM cuenta con cuatro

características que han influido en su riqueza y alto número de endemismos, una compleja historia geológica, gran heterogeneidad topográfica y ambiental, y la condición biótica transicional del área con procesos recientes de especiación (Gámez *et al.*, 2012). Además, es relevante por su elevada diversidad biológica, para esta, se ha estimado mediante modelos ecológicos de nicho, la composición potencial de especies, la cual pudiese albergar hasta 198 especies de mamíferos terrestres para toda su extensión (Escalante *et al.*, 2007). Sin embargo, solo se ha confirmado la presencia de 152 especies mediante registros, incluyendo 49 endémicas a México y 14 exclusivas (micro endémicas) a la FVTM (Gámez *et al.*, 2012).

Antecedentes

De las áreas de los municipios a evaluar; Tancítaro, Uruapan y Acuitzio, para Uruapan y Acuitzio se dispone de muestreos preliminares recientes, mientras que para volcán Tancítaro no existen antecedentes de muestreos con foto-trampas (Cuadro 1).

Para Uruapan, existe un antecedente de un inventario que incluyó tanto Quirópteros como roedores y mamíferos de tallas medianas y grandes descrito por Chávez-León y Zaragoza (2009) quienes durante 15 meses muestrearon con múltiples técnicas en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, se registró una riqueza masto-faunística de 43 especies pertenecientes a ocho órdenes, 16 familias y 32 géneros. En este estudio los órdenes Rodentia y Quiróptera representaron el 62.8% de la riqueza total con 16 y 11 especies respectivamente. Solo se registró 18 especies de mamíferos medianos y grandes, incluyendo la familia Sciuridae dentro de esta clasificación. En el año 2010, en el ordenamiento ecológico territorial del municipio Uruapan del Progreso, se registró 22 especies de mamíferos medianos y grandes para el municipio, agrupadas en seis órdenes, 10 familias y 21 géneros.

En la estación biológica “Vasco de Quiroga” se han realizado dos estudios que incluyeron muestreos en ciclos anuales. Considerando los registros de ambos estudios, se registró 18 especies de mamíferos medianos y grandes, pertenecientes a seis órdenes, 10 familias y 18 géneros, siendo el orden carnívora el más representativo con 13 especies (López-Ortiz, 2017; Gallardo, 2018). Además, en otro estudio previo, se registró 20 especies en el orden Quiróptera pertenecientes a cuatro familias (Trujillo-Pahua, 2011). Por lo tanto, se ha registrado un total de 38 especies de mamíferos en la estación biológica “Vasco de Quiroga”, destacando la presencia de cuatro de los seis felinos registrados para México, siendo el área templada de Michoacán con el mayor número de felinos (*Puma concolor*, *Lynx rufus*, *Herpailurus yagouaroundi* y *Leopardus wiedii*), los últimos dos en categorías de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

En el municipio de Acuitzio en un periodo de monitoreo de un año, se evaluó dos predios bajo distintas coberturas de bosque y niveles de antropización, donde mediante fototrampeo se registró 13 especies de mamíferos medianos y grandes, agrupados en cinco órdenes, nueve familias y 13 géneros, siendo el orden más representado Carnívora con ocho especies (Flores-Torres, 2018). Para el Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT) su programa de manejo reportó 18 especies de mamíferos medianos y grandes.

Cuadro 1. Mamíferos listados para localidades de los distintos municipios, de acuerdo al método de muestreo (CT: Cámaras trampa, H: Huella, COL: Colectado y L: literatura).

TAXA			MUNICIPIO		
Orden	Familia	Especie	Uruapan	Acuitzio	Tancítaro
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	CT-COL	CT	L
		<i>Tlacuatzin canescens</i> J.A. Allen, 1893	COL		L
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	CT-H	CT	L
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i> (J.A. Allen, 1890)	CT	CT	L
		<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)			L
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	CT	CT	L
		<i>Canis latrans</i> Say, 1823	CT-H	CT	L
	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	CT		
		<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	CT-H	CT	L
		<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	CT		L
		<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)	CT		
	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	CT		L
		<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein, 1832	CT	CT	L
		<i>Spilogale gracilis</i> Merriam, 1890	CT	CT	
	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	CT	CT	L
		<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	CT-H		L
		<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	CT-H	CT	L
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831	CT	CT	
		<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	L		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	CT-H		L
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)			L
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829	CT	CT	L
		<i>Otopermophilus variegatus</i> Erxleben, 1777	CT	CT	L

Los mamíferos grandes y medianos, por sus requerimientos de área, son quizás los vertebrados más vulnerables en bosques templados y por sus roles ecológicos que desarrollan y su vulnerabilidad, se constituyen en indicadores de integridad biológica y ecológica o su ausencia del deterioro ambiental (Torres, 2001; Di Minin *et al.*, 2016).

Estudios sistemáticos del monitoreo de mamíferos medianos y grandes han sido pocos en el estado de Michoacán, por lo que el presente estudio expandirá el conocimiento actual sobre el estado de las especies y permitirá comparar la estructura y dinámica de los ensambles de mamíferos medianos y grandes que habitan los bosques templados de la región del estado de Michoacán, evaluando municipios que presentan distintas condiciones de conservación de bosques y la respuesta de especies clave al deterioro sufrido por pérdida de bosques templados de la región con el cambio de uso de suelo para cultivo de aguacate y otros productos, que son la causa más evidente de antropización.

Preguntas de investigación

¿Existen diferencias en riqueza y abundancia de las especies de los ensambles de mamíferos medianos y grandes en áreas con distinta extensión de áreas deforestadas?

¿Cuándo las especies se mantienen ante distintas condiciones de extensión de bosque, en que especies se modifica su horario de actividad?

¿Qué nivel de variación muestran ensambles de especies en los sitios seleccionados?

¿Qué similitud existe entre las comunidades de mamíferos de las 5 localidades muestreadas y que habitan en diferentes niveles de cobertura de bosque en el paisaje?

¿Qué posibles relaciones se observan entre las características de la cobertura de bosques y otras mediciones de paisaje con los ensambles de mamíferos medianos y grandes?

Hipótesis

En la literatura científica se ha establecido que la reducción en la cobertura de un ecosistema boscoso reduce el número de especies en forma proporcional a la pérdida, afectando principalmente a especies grandes y especies especialistas. Sin embargo, se desconoce cómo se afecta a los ensambles de especies de mamíferos la pérdida de bosques templados de Michoacán.

Ho: Ante la pérdida de cobertura boscosa, se asume una reducción en la riqueza de los ensambles de especies, afectando a las especies independientemente del tamaño o especialidad ecológica.

Ha: Ante la pérdida de cobertura boscosa, existirá una reducción diferenciada en la composición, desapareciendo especies grandes y especialistas de nicho, y disminuyendo la abundancia de especies medianas y generalistas.

Ho: No se observará variación intra anual en las abundancias de las especies.

Ha: Se observará variación intra anual en las abundancias de las especies en las localidades evaluadas.

Ho: Existirá alta similitud en índices cualitativos y cuantitativos entre los ensambles de especies de las diferentes localidades a pesar de las diferencias en las coberturas de bosque (asumiendo resiliencia de los ensambles).

Ha: Existirá una relación proporcional entre índices de similitud, a mayor proporción de cobertura boscosa de las localidades mayor similitud en índices (asumiendo resiliencia por especie).

Ho: No habrá cambios en las comunidades de mamíferos medianos y grandes en respuesta a métricas del paisaje en las distintas localidades.

Ha: Habrá cambios en las comunidades de mamíferos medianos y grandes en respuesta a métricas del paisaje en las distintas localidades.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la composición, abundancia y patrones de actividad de los ensambles de mamíferos medianos y grandes en bosques templados de la FVTM de Michoacán y asociar esta información con métricas del paisaje.

Objetivos específicos

- Analizar y comparar las variaciones en la riqueza, abundancia y horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes en bosques templado de la FVTM de Michoacán.
- Analizar y comparar la variación en las tasas de riqueza y abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes de manera intra anual en los sitios que cuentan con periodos de monitoreo previos.
- Analizar y comparar la similitud cualitativa y cuantitativa de los ensambles mastofaunísticos, identificando especies especialistas entre las 5 localidades de estudio y compararlos con resultados observados en bosque templados a nivel nacional.
- Analizar, a partir del rango hogareño del Puma, las métricas del paisaje en 5 localidades de bosques templados de Michoacán.
- Analizar las métricas del paisaje que influyan en la comunidad de mamíferos medianos y grandes en los bosques templados de Michoacán.

Diseño de muestreo

Caracterización del área de estudio

La Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) es reconocida como una provincia biogeográfica de gran heterogeneidad en clima, geología, relieve y en la distribución de sus especies (Espinosa y Ocegueda, 2007). La FVTM tiene una diversidad de mamíferos con alto número de endemismos, y posee representantes de casi todos los géneros exclusivos a México (Gámez *et al.*, 2012).

Se localiza entre los 19° y 21° de latitud norte y entre 1, 000 y poco más de 5,000 m de elevación, aunque predominan entre 1,500 y 2,500, cruza el territorio mexicano entre oeste a este, desde Cabo Corrientes en Nayarit hasta la sierra Chinconquiaco en Veracruz (Ferrusquía-Villafranca, 2007).

Los tipos de vegetación con mayor extensión histórica que están presentes en esta provincia son los bosques de pino, de encino, mixtos de pino-encino, de oyamel, tropicales caducifolios, el húmedo de montaña y pastizales (Rzedowski, 1978).

Sus gradientes altitudinales, la complejidad de su topografía y su orografía hacen que a corta distancia se observen cambios climáticos drásticos (Greenland, 2005). En la FVTM dominan climas tipo templados subhúmedos, semiárido templado, semifrío subhúmedo y semicálido subhúmedo (CONABIO, 1997).

La FVTM además ha experimentado un intenso cambio de uso de suelo, desde los años 60's, en que se ha transformado el 70% de su vegetación original, convirtiéndolo principalmente en agrosistemas y asentamientos rurales o urbanos (Sánchez-Cordero *et al.*, 2005).

De su superficie total que abarca en el país (163,015 km²) la cobertura vegetal natural solo se extiende en el 35.7% (58,274.2 km²), mientras que el 64.2% (104,740.8 km²) es ocupado por zonas urbanas, agrícolas, ganaderas o industriales (COFOM, 2014).

En el Estado de Michoacán, los tres municipios y cinco localidades de muestreo se localizan en esta provincia biogeográfica, en los municipios de Tancítaro, Uruapan y Acuitzio (Figura 1).

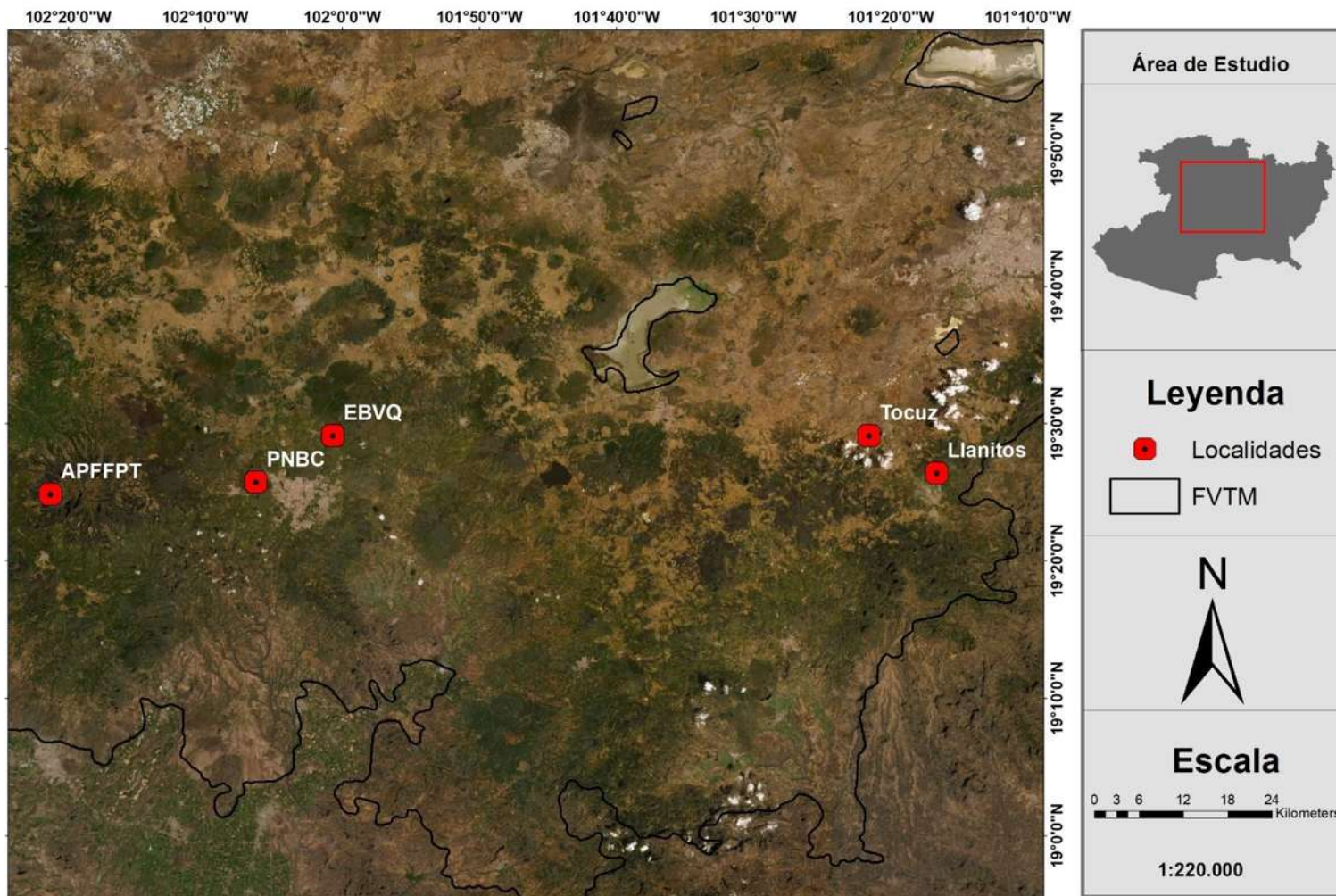


Figura 1. Localidades del área de estudio.

*APFFPT: Área de protección de flora y fauna "Pico de Tancítaro".

*PNBC: Parque Nacional "Barranca del Cupatitzio".

*EBVQ: Estación biológica "Vasco de Quiroga".

Localidades del municipio de Uruapan

Uruapan se localiza dentro de la vertiente meridional de la FVTM. entre los paralelos 19° 25' de latitud norte y 102° 03' de longitud oeste, con una elevación entre los 1, 800 y 3, 600 m de altitud (Correa *et al.*, 2003). El clima regional en el municipio de Uruapan es un (A)Cb (w)(w)(i) g. Siendo del tipo semicálido con verano largo y fresco, el más húmedo de los subhúmedos, régimen de lluvias de verano sin presencia de canícula; baja precipitación invernal, con oscilación isotermal (SUMA, 2010). De acuerdo a la Subdirección de Hidrología de la SARH, Uruapan pertenece a la región hidrológica No. 18 que corresponde al río Balsas y a la cuenca No. 18-7 del río Tepalcatepec-Infiernillo. La red hidrográfica de la zona está conformada por el río Cupatitzio y sus tributarios Jicalán y Acúmbaro.

Uruapan presenta cuatro principales usos de suelo y cobertura vegetal: bosque de pino, con mayor superficie (50.51%) y se ubican al norte del municipio en mayor proporción y al sur en menor proporción, cultivo de aguacate en la zona centro (12.44%), matorral secundario en el sur (10.17%) y agricultura de temporal dispersa en todo el municipio (7.33%) (SUMA, 2010).

En el municipio de Uruapan se encuentran dos localidades de muestreo, el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio (PNBC), localizado entre los paralelos 19° 25' 11" 19° 26' 24" N y 102° 07' 40" - 102° 04' 20". El parque está conformado por 2 polígonos con una separación de 1 km entre sí. El polígono más extenso conocido como área de montaña, tiene una superficie con 438.55 ha de bosque de pino-encino principalmente, el polígono más pequeño se conoce como área de río, con 19.66 ha, está rodeado por la zona urbana de Uruapan (Chávez-León y Zaragoza, 2009). Para el estudio se muestreó en el área de montaña debido a que es la zona con mayor cobertura vegetal, conservación y con el menor tránsito de personas (Figura 2)



Figura 2. Área de montaña del PNBC con vista hacia Nuevo San Juan Parangaricutiro.

La segunda localidad es la Estación Biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ) (Figura 3), ubicado dentro del predio denominado “La Alberca” y entre las coordenadas en la parte sur $19^{\circ}28'19.88''$ y $102^{\circ}00'43.94''$ y en la parte norte $19^{\circ}29'58.04''$ y $101^{\circ}59'38.58''$, con una elevación entre los 1, 870 y los 2, 238 m de altitud (Trujillo-Pahua, 2011).

La alberca tiene una superficie de 280.4 ha y presenta principalmente 4 usos de suelo. Bosque de pino-encino (157.87 ha), bosque mesófilo de montaña (38.66 ha), huertas de aguacate (64.12 ha) y huertas de macadamia (19.75 ha) (Trujillo-Pahua, 2011).



Figura 3. Estación Biológica “Vasco de Quiroga”.

Localidades del municipio de Acuitzio

El municipio de Acuitzio se localiza dentro de la FVTM, entre los paralelos 19°23' y 19°33' de latitud norte; los meridianos 101°15' y 101°27' de longitud oeste y entre los 2,100 y 3,400 m de altitud (INEGI a, 2009). Presenta tres tipos de clima, templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (90.26%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (5.67%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (4.07%) (INEGI a, 2009).

El municipio de Acuitzio pertenece a dos regiones hidrológicas. La región hidrológica 12 Lerma – Chapala (78.28%), la cual integra una región alta caracterizada por tener zonas planas y amplias. Estos valles se encuentran separados por elevaciones que corresponden a estructuras volcánicas, y a la región del Balsas (21.72%) (INEGI a, 2009; CONAGUA, 2015). Acuitzio presenta principalmente cuatro usos de suelo y cobertura vegetal. Agricultura (43.91%), zona urbana (3.25%), bosque (50.57%) y pastizal (2.11%) (INEGI a, 2009).

En Acuitzio se localiza el segundo municipio con dos áreas de las cinco áreas de muestreo del estudio, ambas son pequeña propiedad privada. La finca Agroecológica “Llanitos” (Figura 4), con una superficie de 150 ha, ocupadas por huertas de aguacate y bosque de pino y pino-encino, y el rancho “Tocuz” (Figura 5), un área destinada voluntariamente a la conservación con 34 ha de superficie ocupadas por bosque de pino-encino (28.5 ha) y a las 5.5 ha restantes se les dan diferentes usos. Se ubica entre las coordenadas 19° 28' 43" latitud norte y 101° 21' 43" longitud oeste (Flores-Torres, 2018).



Figura 4. Finca Agroecológica “Llanitos”.



Figura 5. Rancho "El Tocuz".

Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT).

En el municipio de Tancítaro se encuentra el tercer municipio y la quinta área de muestreo de los considerados en el estudio. El Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT), de acuerdo a su programa de manejo, esta área se encuentra ubicada entre los municipios de Tancítaro (17, 428 ha), Peribán de Ramos (2, 643 ha), Nuevo Parangaricutiro (3, 129 ha) y Uruapan (205 ha), con una superficie total de 23, 405 ha. El muestreo se restringió solo a una parte del APFFPT, ubicada en el municipio de Tancítaro (Figura 6).

El municipio de Tancítaro se localiza dentro de la FVTM, entre los paralelos 19°10' y 19°32' de latitud norte; los meridianos 102°11' y 102°31' de longitud oeste; con altitudes que van desde los 900 hasta 3 800 m. (INEGI b, 2009). Tancítaro tiene un clima tropical con lluvias en verano y templado con lluvias en verano; en las partes altas es templado con lluvias todo el año (Aw, Cw y Cf) (Correa *et al.*, 2003). Pertenece a la región hidrológica del río balsas y a la cuenca del río Tepalcatepec, presenta manantiales y arroyos: Zirimóndiro, Condémbaro, Zirimbo, Santa Catarina, Choritiro y El Cuate (INEGI b, 2009; Correa *et al.*, 2003).

Los principales usos de suelo y cobertura vegetal que presenta Tancítaro son la agricultura (56.87%), zona urbana (0.45%), bosque (38.24%), selva (3.65%) y pastizal (0.67%) (INEGI b, 2009).

Las coberturas vegetales, según su programa de manejo, son principalmente bosques de pino-encino, pino, oyamel, pastizal y vegetación secundaria, además presenta otros usos de suelo como áreas agrícolas, asentamientos humanos y cuerpos de agua



Figura 6. Zona del muestreo dentro del APFFPT.

Materiales y métodos

Trabajo de campo

Las localidades de muestreo se seleccionaron considerando los criterios de bosque templado del estado de Michoacán localizado dentro de la FVTM, ubicando cámaras en fragmentos cuya área efectiva de muestreo incluyese bosque templado, y que presentara condiciones de seguridad para personal y el equipo, en colaboración con propietarios donde se garantizó permiso de acceso durante todo el muestreo.

Mediante fototrampeo se muestreó las cinco localidades de los tres municipios descritos (Cuadro 2). Los criterios de colocación de las cámaras trampa incluyó veredas, aguajes, y rivera de arroyos, maximizando la probabilidad de captura (Chávez *et al.*, 2013). La duración del trabajo de campo fue de 12 meses (marzo 2019 – febrero 2020).

Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo en número de cámaras por localidad de estudio.

Municipio	Localidades	No. Cámaras
Uruapan	Estación Biológica “Vasco de Quiroga”	6
	El Parque Nacional Barranca del Cupatitzio	5
Acuitzio	Finca Agroecológica “Llanitos”	5
	Área voluntaria para la conservación “El Tocuz”	2
Tancítaro	Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro	6

Las cámaras se separaron por una distancia mínima de 400 m lineales (Botello, 2006), y se revisaron en su funcionamiento y para recambio de pilas y tarjetas cada dos meses para garantizar su correcto funcionamiento.

Literatura citada

Antaramián, H., E. y G. Correa P. 2003. Fisiografía. In: Atlas Geográfico de Michoacán. Secretaría de Educación Pública en Michoacán y Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Segunda Edición. Editora EDDISA, México. pp. 42-46.

Botello, F. 2006. Distribución, actividad y hábitos alimentarios de carnívoros en la reserva de la biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 63pp.

Carignan V. y M. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. *Env. Monit. Assess.* 78: pp. 45-61.

Ceballos, G. y J. Simonetti (eds.). 2002. Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. CONABIO-UNAM. México, D.F. 586 pp.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín, L. Medrano y G. Oliva. 2005. Diversidad y Conservación de los Mamíferos de México. In: Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. G. Ceballos y G. Oliva (comp.). Fondo de Cultura Económica. México, D. F. p. 21-70.

Ceballos, G. y J. Arroyo-Cabrales, R. 2012. Lista Actualizada de los Mamíferos de Mexico. 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología*. *Revista Mexicana de Mastozoología*. ISSN: 2007 - 4484.

Chávez, C., A. De la Torre, H. Bárcenas, R. Medellín, H. Zarza, G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre: El jaguar en México como estudio de caso. WWTF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, Fundación Carlos Slim, CONANP, Servicios Ecológicos y científicos. México. 108 pp.

Chávez-León, G. y S. Zaragoza-Rivera. 2009. Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80(1). p. 95-104.

COFOM (Comisión Forestal del Estado de Michoacán). 2014. Inventario estatal forestal y de uso de suelo Michoacán. COFOM. Morelia, Michoacán. 372pp.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Morelia-Queréndaro (1602), estado de Michoacán. *Diario Oficial de La Federación*. 29 pp.

Correa A., G., V. D. Carmona. E I. L. Cisneros. 2003. Características geográficas de los municipios. 208 pp. En: *Atlas geográfico del estado de Michoacán*. Segunda edición. EDDISA, S.A. de C.V. México.

Di Minin, E., R. Slotow, L. Hunter, F. Montesino Pouzols, T. Toivonen, P. Verburg, A. Moilanen. 2016. Global priorities for national carnivore conservation under land use change. *Scientific Reports*, 6, 1–9.

Escalante T., G. Rodríguez, N. Gámez, O. León-Paniagua y V. Sánchez-Cordero. 2007. Biogeografía y conservación de mamíferos. In: *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. p. 485-502.

Espinosa, D. y S. Ocegueda. 2007. Introducción. In *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. p. 5-6.

Etter, A., McAlpine, C.A., Seabrook, L., Wilson, K.A. 2011. Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation*. 144, 1585–1594.

Ferrusquía-Villafranca. 2007. Ensayo sobre la caracterización y significación biológica. In Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana, I. Luna, J. J. Morrone y D. Espinosa (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. p. 7-24.

Flores-Torres Y. 2018. Uso de hábitat y patrones de actividad de los depredadores superiores en un bosque templado fragmentado en Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 71pp.

Gallardo Tellez E. 2018. Variación del ensamble de mamíferos mediano y grandes en la estación biológica “Vasco de Quiroga” en Uruapan, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 88pp.

Gámez, N., T. Escalante, G. Rodríguez, M. Linaje, J. Morrone. 2012. Caracterización biogeográfica de la Faja Neovolcánica Transmexicana y análisis de los patrones de distribución de su mastofauna. Revista Mexicana de Biodiversidad. Vol. 83. p. 258-272.

González-Abraham C., E. Ezcurra, P. Garcillán, A. Ortega-Rubio, M. Kolb, J. Bezaury. 2015. The Human Footprint in Mexico: Physical Geography and Historical Legacies. PLOS ONE 10(3): e0121203.

González-Maya, J. F. 2007. Densidad, uso de hábitat y presas del jaguar (*Panthera onca*) y el conflicto con humanos en la región de Talamanca, Costa Rica. Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 125 pp.

Greenland D. 2005. Mountain and valley winds. En: Oliver J.E. Ed. Encyclopedia of World Climatology. p. 516-523.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2009a. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Acuitzio, Michoacán de Ocampo. México. 9 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2009b. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tancítaro, Michoacán de Ocampo. México. 9 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. XIII Censo General de Población y Vivienda, México. Ciudad de Aguascalientes, México. 987 pp.

López-Ortiz E. 2017. Riqueza y abundancia de los mamíferos medianos y grandes de la estación biológica “Vasco de Quiroga” en Uruapan, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 57pp. y Anexos.

Monterrubio-Rico, T., J. F. Charré-Medellín, C.Z. Colín-Soto, L. León-Paniagua. 2014. Los mamíferos del estado de Michoacán. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época. Año 4 Núm. 2. 1-17 pp.

Monterrubio-Rico, T.C., J.F. Charre-Medellín y L. León-Paniagua. 2019. Mamíferos terrestres. En: La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2, vol. II. CONABIO, México, pp. 527-534.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.

Rzedowski, J. 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Ciencias número especial 6. pp. 47-56.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 247-273.

Sánchez-Cordero, V., Illoldi-Rangel, P., Linaje, M., Sarkar, S., Peterson, A.T., 2005. Deforestation and extant distributions of Mexican endemic mammals. Biol. Conserv. 126 (4), 465–473.

Sanderson E.W., M. Jaiteh, M.A. Levy, K.H. Redford, A.V. Wannebo, G. Woolmer. 2002. The human footprint and the last of the wild. BioScience 52. pp. 891-904.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010.

SUMA. 2010. Informe final del Ordenamiento Ecológico Territorial del municipio de Uruapan del Progreso Michoacán. UMSNH Manuscrito 473 pp. Más 43 anexos documentales más 25 anexos cartográficos.

Torres, G. A. 2001. Patrones de diversidad mastofaunística en fragmentos de bosque con manejo forestal en la región del volcán Parícutín, Michoacán, México. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, 75pp.

Trujillo Pádua L. 2011. Inventario de Quirópteros en el predio La Alberca, municipio de Uruapan, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 137pp. Y anexos.

CAPITULO I: EVALUACIÓN DE LOS ENSAMBLES DE MAMÍFEROS MEDIANOS Y GRANDES EN LA REGIÓN AGUACATERA DE MICHOACÁN.

Resumen

En la última década, los bosques templados en el centro del estado de Michoacán han disminuido constantemente, especialmente la región aguacatera. Ante este panorama, los mamíferos medianos y grandes constituyen un porcentaje elevado de especies vulnerables. Por ese motivo, con el uso de cámaras trampa, se analizaron variaciones en la riqueza, abundancia y horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes en bosques templado de la región aguacatera de Michoacán, variación en las tasas de riqueza y abundancia de las especies de manera intra anual y la similitud cualitativa y cuantitativa de los ensambles mastofaunísticos. La riqueza de mamíferos medianos y grandes observada en el estudio es de 19 especies, pertenecientes a 6 órdenes, 10 familias y 19 géneros. El orden con mayor riqueza fue Carnivora con 5 familias y 13 especies, seguido de Rodentia con una familia y 2 especies, Dideplhimorphia, Cingulata, Lagomorpha y Artiodactyla, con una familia y una especie por orden. Las especies con mayores tasas de abundancia relativa (AR) en el área de estudio fueron la Ardilla gris (*Sciurus sp.*) y el Mapache (*Procyon lotor*) con AR de 7.8 y 7.1 respectivamente, mientras que la especie con menor abundancia fue el Jaguarundi con solo 0.02, que equivale a un solo registro de la especie en el trabajo de campo. En cuanto a los patrones de actividad, 11 especie de las 17 especies analizadas presentan actividad nocturna, 5 diurna y 1 crepuscular. Las localidades Llanitos y Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio” tuvieron la mayor similitud cualitativa, mientras que las localidades Llanitos y Estación Biológica “Vasco de Quiroga” tuvieron la mayor similitud cuantitativa.

Palabras clave: Abundancia relativa, cámaras trampa y patrones de actividad.

Abstract

In the last decade, temperate forests in the center of the state of Michoacán have declined constantly, especially the avocado region. Against this background, medium and large mammals constitute a high percentage of vulnerable species. For this reason, with the use of camera traps, variations in the richness, abundance and activity schedules of medium and large mammals in temperate forests of the avocado region of Michoacán, variation in the rates of richness and abundance of the species were analyzed. Intra-year and the qualitative and quantitative similarity of the mastofaunal assemblages. The richness of medium and large mammals observed in the study is 19 species, belonging to 6 orders, 10 families and 19 genera. The order with the highest richness was Carnivora with 5 families and 13 species, followed by Rodentia with one family and 2 species, Didelphimorphia, Cingulata, Lagomorpha and Artiodactyla, with one family and one species in order. The species with the highest relative abundance rates (R.A.) in the study area were the Gray Squirrel (*Sciurus sp.*) and the Raccoon (*Procyon lotor*) with R.A. of 7.8 and 7.1 respectively, while the species with the lowest abundance was the Jaguarundi with only 0.02, which is equivalent to a single record of the species in the field work. Regarding the activity patterns, 11 of the 17 species analyzed show nocturnal activity, 5 diurnal and 1 twilight. The localities Llanitos and the "Barranca del Cupatitzio" National Park had the greatest qualitative similarity, while localities Llanitos and the "Vasco de Quiroga" Biological Station had the greatest quantitative similarity.

Keywords: Relative abundance, camera traps, and activity patterns.

Introducción

Riqueza esperada

En México, alrededor del 27% de las especies de mamíferos son de talla mediana (101 g a 10kg), y solo el 7% son de tamaño grande (mayor a 10kg) (Ceballos *et al.*, 2005). En cuanto a Michoacán, aunque la estimación de riqueza de mamíferos se ha modificado en los últimos 30 años, se tiene evidencia de 163 especies de Mamíferos, de las cuáles 32 especies son de tallas medianas y grandes, es decir el 19.6% (Monterrubio-Rico *et al.*, 2019). De acuerdo a la evidencia científica e historia de vida de las especies (Ceballos y Arroyo-Cabral, 2012; Gámez *et al.*, 2012; Flores-Torres, 2018; Gallardo, 2018; López-Ortiz, 2017; Ceballos *et al.*, 2005) se espera encontrar la siguiente riqueza de mamíferos de talla mediana y grande en el área de estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Riqueza esperada de mamíferos medianos y grandes (Wilson y Reeder, 2005) en localidades de la región de estudio (M= Mediana, G= Grande).

TAXA			Parámetros			
Orden	Familia	Especie	Intervalo de elevación (msnm)	Gremio	Peso (kg)	Talla
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i> Kerr, 1792	0 - 3000	Omnívoro	1.1 - 2.8	M
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	0 - 3000	Insectívoros	1.0 - 10.0	M
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i> (J.A. Allen, 1890)	0 - 3200	Herbívoros	0.9 - 1.8	M
		<i>Sylvilagus cunicularius</i> (Waterhouse, 1848)	0 - 4300	Herbívoros	1.8 - 2.3	M
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	0 - 3500	Carnívoro	3.0 - 5.0	M
		<i>Canis latrans</i> Say, 1823	0 - 3000	Carnívoro	8.0 - 16.0	G
	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	0 - 3000	Carnívoro	3.0 - 5.0	M

		<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	0 - 3600	Carnívoro	5.0 - 12	G
		<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	0 - 3500	Carnívoro	38 - 110	G
		<i>Herpailurus</i> <i>yagouaroundi</i> (É. Geoffroy Saint- Hilaire, 1803)	0 - 2000	Carnívoro	3.5 - 9	M
	Mephitidae	<i>Conepatus</i> <i>leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	0 - 2500	Omnívoro	0.9 - 4.5	M
		<i>Mephitis</i> <i>macroura</i> Lichtenstein, 1832	0 - 3000	Omnívoro	1 - 2.7	M
		<i>Spilogale gracilis</i> Merriam, 1890	0 - 2700	Omnívoro	0.2 - 0.8	M
	Procyonidae	<i>Bassariscus</i> <i>astutus</i> (Lichtenstein, 1830)	0 - 2880	Omnívoro	0.9 - 1.1	M
		<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	0 - 2900	Omnívoro	4.0 - 6.0	M
		<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	0 - 3000	Omnívoro	3.0 - 9.0	M
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831	0 - 4200	Carnívoro	0.1 - 0.34	M
		<i>Lontra</i> <i>longicaudis</i> (Olfers, 1818)	0 - 1800	Carnívoro	15	G
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus</i> <i>virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	0 - 2800	Herbívoros	27 - 135	G
	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	0 - 3000	Herbívoros	17 - 30	G
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus</i> <i>aureogaster</i> F. Cuvier, 1829	0 - 3300	Herbívoros	0.4 - 0.7	M
		<i>Sciurus oculatus</i> Peters, 1863	500 - 3600	Herbívoros	0.55 - 0.75	M
		<i>Otopermophilus</i> <i>variegatus</i> Erxleben, 1777	2200 - 2600	Herbívoros	0.6 - 0.8	M

Otro aspecto importante de los mamíferos medianos y grandes es lo dinámico de sus rangos hogareños, como una medida de centros de actividad individuales de las especies en una escala espacial, los cuales, han sido ampliamente estudiados con diferentes metodologías como cámaras trampa y telemetría (Sollmann, *et al.* 2013; Foster, y Harmsen, 2012). Los cuales, para este grupo, pueden ir desde 20 hectáreas para *Didelphis virginiana*, 1.5 a 4 km² para *Urocyon cinereoargenteus* (Ceballos *et al.*, 2005) hasta 25 a 30 km² para *Puma concolor* (Núñez *et al.*, 2002; De la Torre *et al.*, 2017).

Por otro lado, estas especies se pueden identificar como especialistas o generalistas, en función de su amplitud de nicho ecológico, el cual se entiende como todos los requerimientos bióticos y abióticos en el cual las especies sobreviven (Hutchinson, 1957). Por lo que, una especie especialista tendría reducida amplitud de nicho y una generalista una mayor amplitud (Glasser, 1982).

Región aguacatera de Michoacán

Los cultivos de aguacate dentro del estado de Michoacán se encuentran distribuidos sobre la Faja Volcánica Transmexicana, en una región conocida como “franja aguacatera del estado de Michoacán”, esta región está dominada principalmente por climas templado, húmedo y subhúmedo, con precipitaciones anuales de 1,200 a 1,600 mm anuales, temperaturas medias de 8 a 21 °C, elevaciones de 1,100 a 2,900 msnm y está integrada por 22 municipios, entre ellos Tancítaro, Uruapan y Acuitzio (Gutiérrez-Conteras *et al.*, 2010; Wolstenholme, 2007).

Desde el siglo XX el cambio de uso de suelo se ha intensificado en el estado de Michoacán, afectando principalmente en los bosques templados el cultivo de aguacate. Si bien el aguacate es un valioso producto de exportación, y es un pilar importante en la economía, también generan consecuencias negativas a la biodiversidad como la fragmentación, obligando a las especies a refugiarse en pequeños fragmentos de bosques (Sáenz-Reyes y Tapia-Vargas, 2012).

En la última década, los bosques templados en la franja aguacatera de Michoacán han disminuido constantemente. Particularmente se han detectado pérdidas de bosque templado en municipios donde ahora predominan huertas de aguacate, siendo Uruapan el segundo lugar entre municipios con mayor pérdida de bosques templados (Mas *et al.*, 2017).

Ante este panorama, los mamíferos en México constituyen un porcentaje elevado de especies vulnerables y por su diversidad corporal y de hábitos, su estudio requiere del empleo de distintas metodologías (Ceballos *et al.*, 2002).

Actualmente el uso de trampas cámara en el estudio de fauna silvestre, se ha diversificado, y es una herramienta cada vez más accesible facilitando el monitoreo de fauna (Lara-Díaz *et al.*, 2011). El fototrampeo permite muestrear fauna y generar más información por unidad de tiempo que cualquier otro método (Díaz-Pulido y Payán, 2012). Es muy útil en el estudio de especies crípticas, nocturnas, elusivas y raras, ya que por este comportamiento su observación directa en campo es difícil (Chávez *et al.*, 2013). El uso de cámaras trampa combinado con herramientas de sistemas de información geográfica (SIG), permiten el análisis de patrones de distribución y abundancia de las especies en función de las características físicas y espaciales de los sitios en estudio (Aguado-Bautista y Escalante, 2014).

Existen algunos antecedentes de estudio con cámaras trampa en bosques templados de México, desde el norte, hasta el sur. En el norte del país, en el ejido San Ignacio, Municipio de Morelos, Chihuahua, con una elevación de 880 a 2,080 msnm, una vegetación de bosque de coníferas, así como sitios perturbados con vegetación secundaria arbustiva y pastizales, Medina-Torres *et al.*, en 2015 con el uso de 5 cámaras trampa realizaron un esfuerzo de monitoreo de 426 días trampa en cuatro periodos, dos en época seca (abril – mayo) y 2 en época de lluvias (julio – agosto) registrando 11 especies pertenecientes a 9 familias y cinco ordenes, siendo carnívora el orden más representado.

En el sur de México, en la Sierra Juárez, Oaxaca, con un clima templado subhúmedo y bosques de coníferas, principalmente de pino-encino. Hernández-

Rodríguez *et al.*, en 2019 evaluó 3 áreas de conservación y 3 áreas bajo aprovechamiento. Con el uso de 24 cámaras trampa en un periodo de dos meses (febrero y abril) acumuló un esfuerzo de monitoreo de 1,320 días trampa y reportó 11 especies de mamíferos medianos y grandes, siendo el orden carnívora el más representado con 6 de las 11 especies.

En cuanto a bosques tropicales secos, en Actopan, Veracruz y San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, en elevaciones de 260 y 620 msnm, climas cálido subhúmedo y cálido seco, respectivamente. La vegetación en Actopan, Veracruz son el bosque tropical seco y pastizal inducido y en San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca bosque tropical y bosque espinoso. El trabajo de Pérez-Solano *et al.*, en 2018, con el uso de 21 cámaras trampa (11 en Actopan y 10 en Cuicatlán) en un año de monitoreo por localidad y un esfuerzo de monitoreo total de 6,216 días trampa, reportó un total de 17 especies de mamíferos medianos y grandes, repartidas en 4 órdenes, 11 familias y 13 géneros, de igual manera carnívora fue el orden con más especies con 11 de las 17 especies. Siendo las especies más abundantes *Odocoileus virginianus*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Canis latrans*.

Recientemente en bosques templados de las Áreas Naturales Protegidas (ANP's) del país se han realizado estudios mediante foto trampeo, documentando la presencia y abundancias de mamíferos medianos y grandes (Charre-Medellín *et al.*, 2016; Aranda *et al.*, 2012; Cornejo-Solchaga, 2015).

En la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato, en bosque de pino-encino y matorral submontano, en elevaciones entre los 900 y 2,200 msnm, con un esfuerzo de monitoreo de 9,803 días-trampa distribuidos en 3 periodos de monitoreo, octubre 2007 – mayo 2009, mayo 2009 – mayo 2010 y enero 2012 – agosto 2013, utilizando 19, 17 y 3 cámaras trampa, respectivamente, se reportó la presencia de 17 especies de mamíferos medianos y grandes, siendo *Urocyon cinereoargenteus* y *Odocoileus virginianus* las especies más abundantes, con tasas de captura de 3.32 y 2, respectivamente, con una estandarización a 100 días trampa. Además, destaca la presencia de tres especies de la familia Felidae: *Lynx rufus*, *Puma concolor* y *Herpailurus yagouaroundi* (Charre-Medellín *et al.*, 2016).

Un estudio en el oeste de la FVTM, en bosques mesófilo de montaña a 2,040 – 2,070 msnm, es el de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, donde con el uso 2 a 4 cámaras trampa en 2 estaciones de monitoreo, acumulando un esfuerzo de 1,156 días trampa, se reporta una riqueza de 17 especies de mamíferos, también en este caso carnívora fue el orden con mayor riqueza con 11 especies. La mayor abundancia se observó en *Odocoileus virginianus* y *Puma concolor* con tasas de captura estandarizadas a 100 días trampa de 47.51 y 19.16, respectivamente, en este estudio se reporta la presencia de 5 de los seis felinos reportados para México: *Puma concolor*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Leopardus wiedii*, *Panthera onca* y *Leopardus pardalis* (Aranda et al., 2012).

Cornejo-Solchaga en el año 2015 en bosques mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera “El Triunfo”, Chiapas, en un gradiente altitudinal entre 1,474 y 2,291 msnm, con el uso de 25 trampas cámaras y un esfuerzo de 6,078 días trampa, registró 16 especies, siendo el orden carnívora el más representativo con 10 especies, seguida del orden Artiodactyla con dos y Didelphimorphia, Rodentia, Cingulata y Perissodactyla con una especie en cada orden.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la composición, abundancia y patrones de actividad de los ensambles de mamíferos medianos y grandes en bosques templados de la región aguacatera de Michoacán.

Objetivos específicos

- Analizar y comparar las variaciones en la riqueza, abundancia y horarios de actividad de los mamíferos medianos y grandes en bosques templado de la región aguacatera de Michoacán.
- Analizar y comparar la variación en las tasas de riqueza y abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes de manera intra anual en los sitios que cuentan con periodos de monitoreo previos.
- Analizar y comparar la similitud cualitativa y cuantitativa de los ensambles mastofaunísticos, identificando especies especialistas entre las 5 localidades de estudio y compararlos con resultados observados en bosque templados a nivel nacional.

Materiales y métodos

Análisis de datos

Para el análisis y comparación de las variaciones en la riqueza, tasas de abundancia relativa y horarios de actividad, se estimó primero la riqueza de cada localidad de manera individual y colectiva. La riqueza de especies es la manera más sencilla de medir la biodiversidad, debido a que considera el número de especies presentes, sin tomar en cuenta la abundancia o papel funcional de las mismas. Este parámetro de biodiversidad se aplica únicamente a los taxa bien conocidos y de manera específica en tiempo y espacio (Moreno, 2001).

Como medida de estimación de la abundancia relativa se utilizó la tasa de captura (el número de registros fotográficos independientes observados estandarizados a 100 días-trampa) (O'Brien *et al.*, 2003). La tasa de captura se estandariza a 100 días, lo que permite comparar datos entre estudios (Chávez *et al.*, 2013). Un registro independiente consiste en una o una serie de fotografías y/o vídeos obtenidos en un evento o registro de un individuo o grupo de individuos reconocibles en un periodo de 24 hrs. En caso de varios eventos independientes en distintos horarios en un día, en una misma cámara sobre la misma especie, se considera como un mismo evento si no hay evidencia de individuos distintos (O'Connell *et al.*, 2011; Botello *et al.*, 2008).

Una vez obtenidos estos parámetros, el análisis y comparación de la variación en las tasas de riqueza y abundancia de las especies de mamíferos medianos y grandes de manera intra anual se realizó en base a la revisión de literatura. Las localidades que contaban con esta literatura son la EBVQ en Uruapan, con 2 años de monitoreo previos a este estudio, el periodo 2015 – 2016 por López-Ortiz, 2017 y 2017 – 2018 por Gallardo, 2018 y el Tocuz en Acuitzio, con 1 años de monitoreo previo a este estudio, en el periodo 2016 - 2017 por Flores-Torres, 2018 (López-Ortiz, 2017; Gallardo, 2018; Flores-Torres, 2018). La comparación se hizo con los parámetros de número de registros y abundancias relativas de los mamíferos medianos y grandes en ambas localidades.

Para determinar los patrones de actividad se consideró la recomendación de estudios de otros autores, en que citan por lo menos 11 eventos fotográficos independientes (Lira *et al.*, 2012). En los patrones de actividad se consideró un evento fotográfico independiente a cada registro de una especie en un lapso de 60 minutos, a menos que se pudieran distinguir individuos diferentes en una secuencia de registros menor a este tiempo (Maffei *et al.*, 2004; Zamora 2012; Lira-Torres *et al.*, 2014, Briones-Salas *et al.*, 2016). Se dividió en tres periodos de actividad; diurnos cuando su media de actividad se observó en un horario con luz (08:01- 18:00 hrs.), crepusculares (06:01-08:00 y 18:01-20:00 hrs.) y nocturnos cuando en su media de actividad no se observó luz (20:01-06:00 hrs.) (Lira *et al.*, 2012). El análisis de los patrones de actividad se realizó con el software Oriana 4.02.

Para realizar la comparación entre localidades, se utilizó la función “Overlap” del software R 3.5.3, de esta manera se obtuvo el rango de la región superpuesta como valor numérico, se superpusieron las gráficas que muestran los periodos de actividad de las especies que se registraron en las localidades seleccionadas, mostrando en forma comparativa el nivel de coincidencia o discrepancia en sus horarios de actividad.

La similitud entre localidades y años se midió en forma cualitativa utilizando el coeficiente de similitud de Sørensen el cual emplea la media aritmética de las especies en ambas localidades, vincula el número de especies en común, este índice se generó con el software EstimateS, versión 9.1. (Magurran, 1988). Para medir la similitud cuantitativa se utilizó el índice de Bray- Curtis. utilizando el software Past, versión 3.26. (Magurran, 1988; Pielou, 1975).

Para el listado taxonómico de mamíferos se utilizó como catálogo nomenclatural base a Wilson y Reeder (2005). Para el listado taxonómico de aves se utilizó como catálogo nomenclatural base a Berlanga *et al.*, 2015.

Distribución de cámaras en las distintas localidades, sus intervalos de elevación, fechas de muestreo, y estacionalidad (temporada de secas de noviembre a abril y lluvias de mayo a octubre) se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Distribución, y esfuerzo del fototrampeo en días en las localidades de estudio durante el intervalo de marzo de 2019 a febrero de 2020.

Áreas	No. cámaras	Intervalo altitudinal (msnm)	Esfuerzo época seca (Días – trampa)	Esfuerzo época húmeda (Días – trampa)
Estación Biológica “Vasco de Quiroga”	6	1980 - 2200	966	952
Parque Nacional Barranca del Cupatitzio	5	1880 - 2000	200	189
Finca Agroecológica “Llanitos”	5	2140 - 2260	515	724
Área voluntaria para la conservación “El Tocuz”	2	2250 - 2300	250	278
Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro	6	3100 - 3400	610	971

Resultados

Riqueza regional y local

El esfuerzo de trabajo de campo acumuló 5,655 en días/trampa y se obtuvo 3,334 registros independientes, de los cuales 2,234 fueron de mamíferos medianos y grandes, 74 de pequeños roedores, 362 de aves y 664 relacionados a actividades humanas (personas, fauna doméstica, agricultura y ganadería).

La riqueza de mamíferos medianos y grandes obtenida en el estudio es de 19 especies, pertenecientes a 6 órdenes, 10 familias y 19 géneros (Anexo 3). El área que presentó la mayor riqueza fue la Estación Biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ) con 17 especies, seguida de Llanitos en Acuitzio con 12 especies, el Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT) con 11 especies, Tocuiz con 10 y finalmente el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio PNBC con 9 especies (Cuadro 5).

El orden con mayor riqueza fue Carnivora con 5 familias y 13 especies, seguido de Rodentia con una familia y 2 especies, Dideplhimorpha, Cingulata, Lagomorpha y Artiodactyla, con una familia y una especie por orden.

Destaca la presencia de 4 de los 6 felinos registrados para el país, el puma (*Puma concolor*), lince (*Lynx Rufus*). jaguaroundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*). Observándose a las cuatro especies en la Estación Biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ), seguida del Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT), con tres especies: *Puma concolor*, *Lynx Rufus* y *Leopardus wiedii*, y en Llanitos y Tocuiz con solo el lince. Por el contrario, en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio sin presencia de ellos.

Cuadro 5. Riqueza y número de registros (%) en el estudio por área y por municipio. Se indica con un asterisco especies exclusivas en alguna localidad (*).

Taxa		Municipio					Área de estudio FVTM
Familia	Especie	Uruapan		Acuitzio		Tancítaro	
		EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT	
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	129 (82.7)	1 (0.6)	2 (1.3)	24 (15.4)	0 (0)	156
Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	67 (41.9)	11 (6.9)	10 (6.3)	72 (45)	0 (0)	160
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	23 (11.5)	1 (0.5)	0 (0)	176 (88)	0 (0)	200
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	137 (81.1)	2 (1.2)	7 (4.1)	22 (13)	1 (0.6)	169
	<i>Canis latrans</i>	14 (12.2)	4 (3.5)	60 (52.2)	35 (30.4)	2 (1.7)	115
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	16 (94.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (5.9)	17
	<i>Lynx rufus</i>	1 (1)	0 (0)	67 (63.8)	36 (34.3)	1 (1)	105
	<i>Puma concolor</i>	11 (52.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (47.6)	21
	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	1 (100) *	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1
Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	14 (31.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	30 (68.2)	44
	<i>Mephitis macroura</i>	118 (83.7)	0 (0)	7 (5)	11 (7.8)	5 (3.5)	141
	<i>Spilogale gracilis</i>	42 (97.7)	0 (0)	1 (2.3)	0 (0)	0 (0)	43
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	22 (78.6)	0 (0)	0 (0)	1 (3.6)	5 (17.9)	28
	<i>Nasua narica</i>	21 (70)	3 (10)	0 (0)	6 (20)	0 (0)	30
	<i>Procyon lotor</i>	205 (50.7)	15 (3.7)	156 (38.6)	28 (6.9)	0 (0)	404
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5 (100)*	5
Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	76 (51.7)	12 (8.2)	0 (0)	20 (13.6)	39 (26.5)	147
Sciuridae	<i>Sciurus sp.</i>	242 (54.8)	8 (1.8)	40 (9)	94 (21.3)	58 (13.1)	442
	<i>Otospermophilus variegatus</i>	0 (0)	0 (0)	6 (100)*	0 (0)	0 (0)	6
Actividades antropogenicas		91 (13.7)	8 (1.2)	216 (32.5)	241 (36.3)	108 (16.3)	664

Las especies observadas listadas en categorías de riesgo fueron el tigrillo (*Leopardus wiedii*) categorizado en “Peligro de extinción” y el jaguaroundi (*Herpailurus yagouaroundi*) listado como una especie amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Y en el mundo el tigrillo (*Leopardus wiedii*), por la IUCN como una especie “Casi amenazada” (NT) (Figura 7).



Figura 7. Especies listadas en categorías de riesgo y/o especies que pueden ser indicadoras de integridad ecológica: a) Tigrillo, b) Jaguarundi, c) Puma, d) Lince, e) Venado cola blanca.

Durante el trabajo en campo se obtuvo 362 registros de aves pertenecientes a 26 especies (Cuadro 6). Entre las especies registradas destaca *Dendrortyx macroura*, que es una especie de distribución restringida y endémica a México y listada como amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

Cuadro 6. Riqueza y número de registros independientes de aves (Berlanga *et al.*, 2015.) en el estudio por área y por municipio.

Taxa		Municipio					Área de estudio FVTM
Familia	Especie	Uruapan		Acuitzio		Tancitaro	
		EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT	
Accipitridae	<i>Accipiter cooperii</i>	2	0	12	0	0	14
	<i>Buteo jamaicensis</i>	0	0	11	0	0	11
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	2	0	0	0	0	2
	<i>Basilinna leucotis</i>	1	0	0	0	0	1
Corvidae	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	0	0	12	0	0	12
	<i>Corvus corax</i>	0	0	0	0	2	2
Passerellidae	<i>Arremon virenticeps</i>	11	0	0	0	0	11
	<i>Junco phaeonotus</i>	0	0	0	0	3	3
	<i>Pipilo ocai</i>	2	0	0	0	0	2
Turdidae	<i>Catharus aurantiirostris</i>	13	0	0	0	0	13
	<i>Catharus occidentalis</i>	50	0	0	0	1	51
	<i>Turdus assimilis</i>	66	0	1	0	0	67
	<i>Turdus migratorius</i>	2	0	1	0	0	3
	<i>Turdus rufopalliatu</i>	0	0	0	0	1	1
Icteridae	<i>Icterus bullockii</i>	0	0	1	0	0	1
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	3	2	1	0	0	6
Parulidae	<i>Myioborus pictus</i>	0	0	1	0	0	1
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	4	0	0	0	0	4
Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	1	0	0	0	0	1
	<i>Ciccaba virgata</i>	1	0	0	0	0	1
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	0	0	1	0	0	1
	<i>Leptotila verreauxi</i>	19	0	32	0	0	51
	<i>Zenaida macroura</i>	0	0	10	0	0	10
Odontophoridae	<i>Dendrotyx macroura</i>	43	0	0	0	1	44

Cracidae	<i>Ortalis poliocephala</i>	3	0	0	0	0	3
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	0	0	1	0	0	1

Abundancias relativas

Las especies con tasas de abundancia relativa (AR) más altas en el área de estudio fueron la ardilla gris (*Sciurus sp.*) y el mapache (*Procyon lotor*) con AR de 7.8 y 7.1 respectivamente. Mientras que la especie con menor tasa fue el jaguarundi con solo 0.02, que equivale a un solo registro de la especie en el trabajo de campo (Cuadro 9).

Abundancias por localidades

Estación Biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ)

Las especies más abundantes en esta localidad, al igual que en el área de estudio, son la ardilla gris con 12.6 y el mapache con 10.7 y las especies más raras con solo un registro fueron el lince y el jaguarundi, ambos con tasas de 0.1 (Cuadro 9).

Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio” (PNBC)

El PNBC fue la localidad que presentó la mayor problemática durante el trabajo de campo, ya que durante mayo del 2019 y febrero del 2020 ocurrieron incendios forestales con frecuencia, dañando 200 hectáreas entre 2019 y 2020 (Arellano, 2020), dañando una cámara trampa que quedó carbonizada. El PNBC junto con el APFFPT.

En la zona las especies con tasas de captura más altas son el mapache y el venado cola blanca con 3.9 y 3.1, respectivamente. Mientras que las especies raras fueron el tlacuache (*Didelphis virginiana*) y el conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), ambos con 1 solo registro y una AR de 0.3 (Cuadro 9).

Rancho “Tocuz”

En el Tocuz las especies con mayor AR fueron el mapache con 29.5 y el lince con 12.7, las que tuvieron menores AR fueron el zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*) con 1 solo registro y una AR de 0.2, y el tlacuache con 0.4 (Cuadro 9).

Finca Agroecológica “Llanitos”.

Las especies con mayor AR. en Llanitos son el consejo serrano con 14.2 y la ardilla gris con 7.6, mientras que las menos abundantes son el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y el tejón (*Nasua narica*) con AR de 0.1 y 0.5, respectivamente (Cuadro 9).

Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT)

En el APFFPT las especies con mayor AR fueron la ardilla gris. con 3.7 y el venado cola blanca con 2.5, mientras que 3 especies solo tuvieron un registro y una A.R de 0.1, la Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el lince y el tigrillo, este último presentando el registro a mayor elevación para la especie y el primer registro de la especie para el APFFPT (Cuadro 9).

El APFFPT, al igual que el PNBC fueron las localidades que por el error estándar de las abundancias de sus poblaciones de mamíferos medianos y grandes mostraron ser diferentes a las otras 3 localidades (Figura 9).

Actividades antropogénicas

En total se obtuvieron 664 registros de perturbación o actividad humana independientes (Cuadro 7) y una TC de 11.7, considerando el mismo criterio de 24 horas que para las especies de fauna silvestre. La localidad que presento la mayor actividad antropogénica fue el Tocuz con una TC de 40.9, seguido de Llanitos con 19.5, APFFPT con 6.8, EBVQ con 4.7 y finalmente el PNBC con 2.1 (Cuadro 8).

Cuadro 7. Registros independientes de perturbación en el estudio por área y por municipio.

Actividad antropogénica	Municipio					Área de estudio FVTM
	Uruapan		Acuitzio		Tancítaro	
	EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT	
Perros	60	5	183	78	1	327
Gatos	0	0	0	7	0	7
Ganado	0	0	1	3	106	110
Humanos	31	3	32	153	1	220

Cuadro 8. Abundancias relativas de perturbación medidas como tasas de captura por municipio y área de estudio.

Actividad antropogénica	Municipio					Área de estudio FVTM
	Uruapan		Acuitzio		Tancítaro	
	EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT	
Perros	3.1	1.3	34.7	6.3	0.1	5.8
Gatos	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.1
Ganado	0.0	0.0	0.2	0.2	6.7	1.9
Humanos	1.6	0.8	6.1	12.3	0.1	3.9

Cuadro 9. Abundancias relativas medidas como tasas de captura por municipio y área de estudio, en negritas los valores más altos y bajos.

Taxa			Municipio					Área de estudio
Orden	Familia	Especie	Uruapan		Acuitzio		Tancítaro	
			EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT	
			AR	AR	AR	AR	AR	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	6.7	0.3	0.4	1.9	0.0	2.8
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	3.5	2.8	1.9	5.8	0.0	2.8
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	1.2	0.3	0.0	14.2	0.0	3.5
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	7.1	0.5	1.3	1.8	0.1	3.0
		<i>Canis latrans</i>	0.7	1.0	11.4	2.8	0.1	2.0
	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
		<i>Lynx rufus</i>	0.1	0.0	12.7	2.9	0.1	1.9
		<i>Puma concolor</i>	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.4
		<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02
		<i>Conepatus leuconotus</i>	0.7	0.0	0.0	0.0	1.9	0.8
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	6.2	0.0	1.3	0.9	0.3	2.5
		<i>Spilogale gracilis</i>	2.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.8
		<i>Bassariscus astutus</i>	1.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	1.1	0.8	0.0	0.5	0.0	0.5
		<i>Procyon lotor</i>	10.7	3.9	29.5	2.3	0.0	7.1
		<i>Mustela frenata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1
Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	4.0	3.1	0.0	1.6	2.5	2.6
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus sp.</i>	12.6	2.1	7.6	7.6	3.7	7.8
		<i>Otospermophilus variegatus</i>	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.1
Actividades antropogénicas			4.7	2.1	40.9	19.5	6.8	11.7

Patrones de actividad

Los patrones de actividad se examinaron en 17 de las 19 especies registradas, no se tuvo registros suficientes para evaluar a la comadreja (*Mustela frenata*) y el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*), únicas especies que no cumplieron con el criterio de número de eventos requerido para realizar patrones de actividad, que es de 11 eventos fotográficos independientes.

Especies nocturnas

El análisis de los patrones de actividad se representa en histogramas con el número de datos por hora del día, así como la media del total de datos e intervalos de confianza al 95%. Para 11 especies (64.7% de especies analizadas) se observa actividad nocturna estricta. En el tlacuache (*Didelphis virginiana*) con 197 eventos presenta una media a las 00:50 hrs., e intervalos de actividad (00:20 y 01:20). El armadillo (*Dasypus novemcinctus*) con 178 eventos se observó una media a las 01:10 hrs. (00:40 y 01:30 hrs.). En la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) la media fue a las 01:50 hrs. (01:10 y 02:30 hrs.). El coyote (*Canis latrans*) presentó una mayor actividad nocturna a las 03:50 hrs., pero con periodos de actividad en intervalos entre (18:50 y las 13:00 hrs.).

En cuanto a los felinos (Felidae), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) presentó una media de actividad a las 02:50 hrs. (00:20 y las 05:10 hrs.); en el puma (*Puma concolor*) se observó una media de actividad a las 23:30 hrs. (18:30 - 04:30 hrs.). Las tres especies de zorrillo (Mephitidae) presentaron actividad nocturna, el zorrillo de espalda blanca (*Conepatus leuconotus*) con una media a las 02:30 hrs., e intervalos de actividad entre las 01:30 y las 03:30 hrs., Zorrillo listado sureño (*Mephitis macroura*) con una media a las 02:30 hrs., e intervalos de actividad entre las 02:00 y las 03:00 hrs., y por último el Zorrillo manchado (*Spilogale gracilis*) con su media a las 02:00 hrs., e intervalos de actividad entre las 00:50 y las 03:10 hrs. Dentro de la familia Procyonidae el cacomixtle (*Bassariscus astutus*) presentó una media a las 01:10 hrs., con intervalos de actividad entre las 00:10 y las 02:20 hrs.,

y el mapache una media a las 01:15 hrs., con intervalos de actividad entre la 01:00 y la 01:30 hrs. Figuras 8 a,b y c).

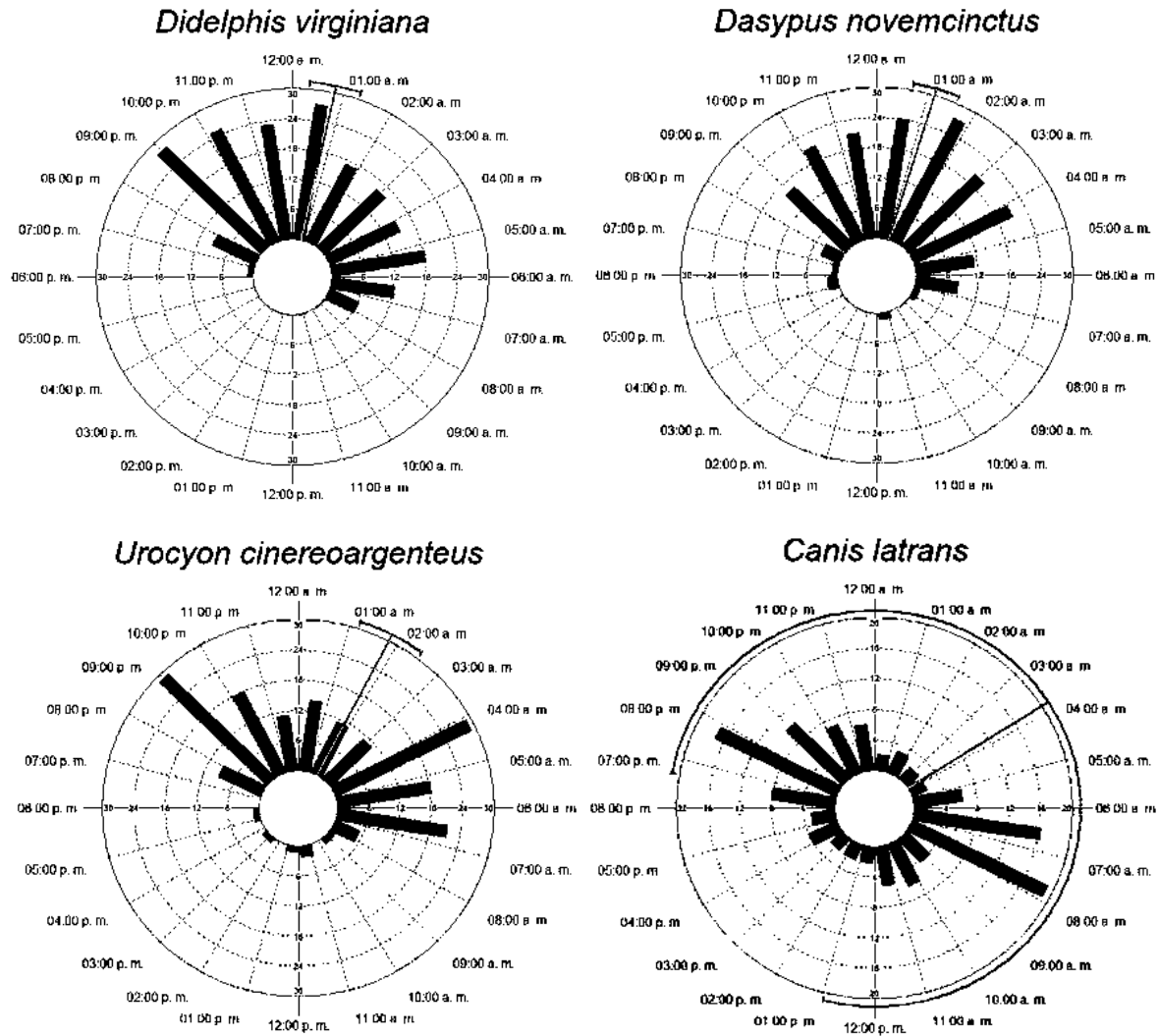


Figura 8 a. Patrones de actividad de especies nocturnas.

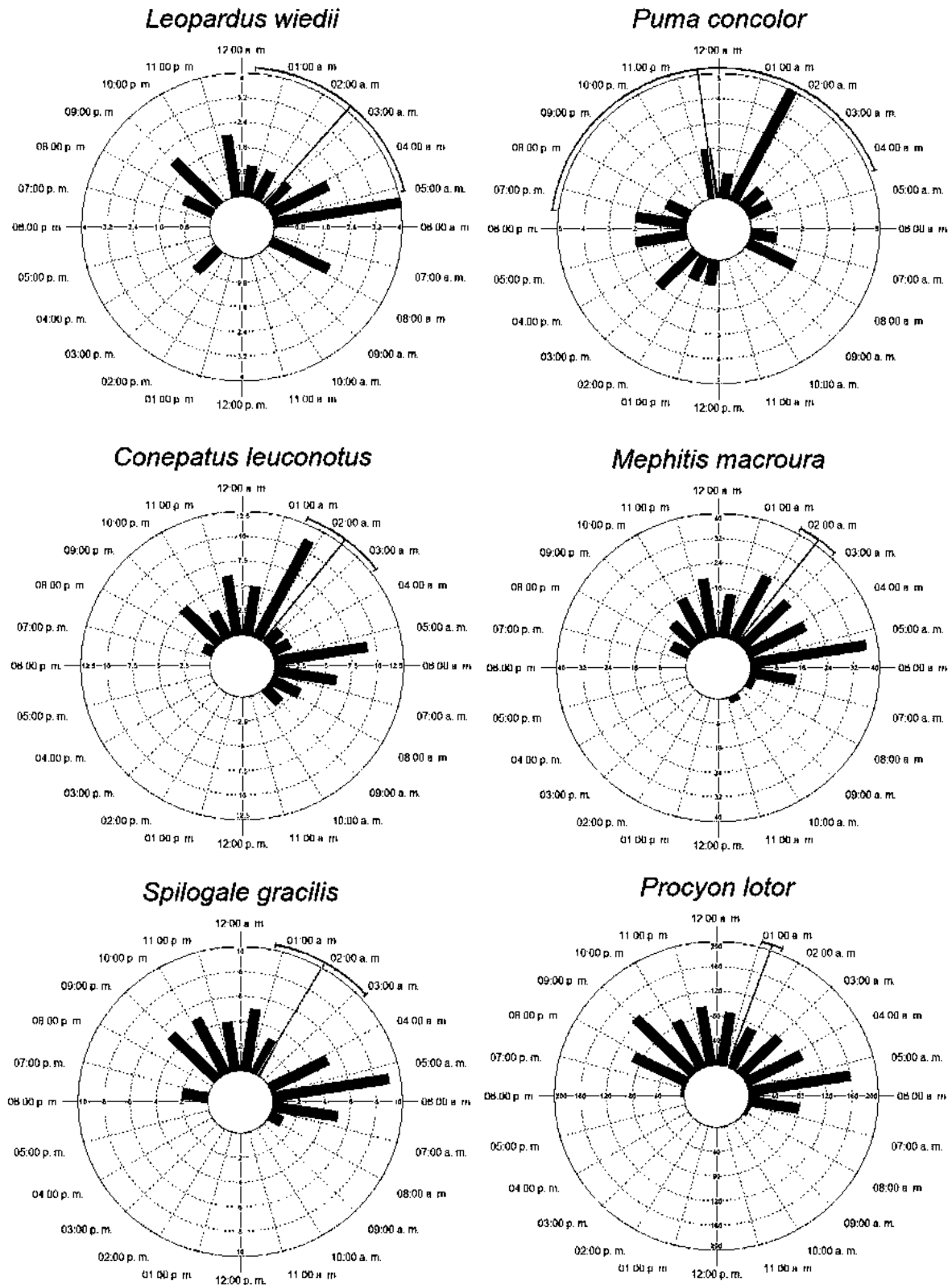


Figura 8 b. Patrones de actividad de especies nocturnas.

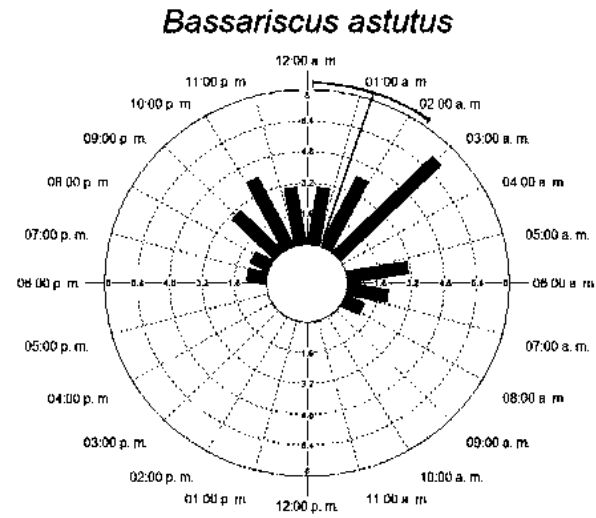


Figura 8 c. Patrones de actividad de especies nocturnas.

Especies diurnas

Cinco de las especies (29.4%) presentan actividad diurna. El conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) con una media a las 12:30 hrs., e intervalos de actividad entre las 08:00 y las 17:10 hrs., El lince (*Lynx rufus*), único felino con actividad diurna, con una media a las 09:50 hrs., con intervalos de actividad entre las 07:00 y las 12:50 hrs. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con una media a las 12:00 hrs., Con intervalos de actividad entre las 11:10 y las 12:50 hrs. También las dos especies de ardillas (Sciuridae) también presentaron este patrón de actividad, *Sciurus sp.* presentó una media a las 12:00 hrs., e intervalos de actividad entre las 11:50 y las 12:10 hrs., y el ardillón de roca (*Otospermophilus variegatus*) con una media a las 13:50 hrs., e intervalos de actividad entre las 12:20 y las 03:20 hrs. (Figuras 9 a y b).

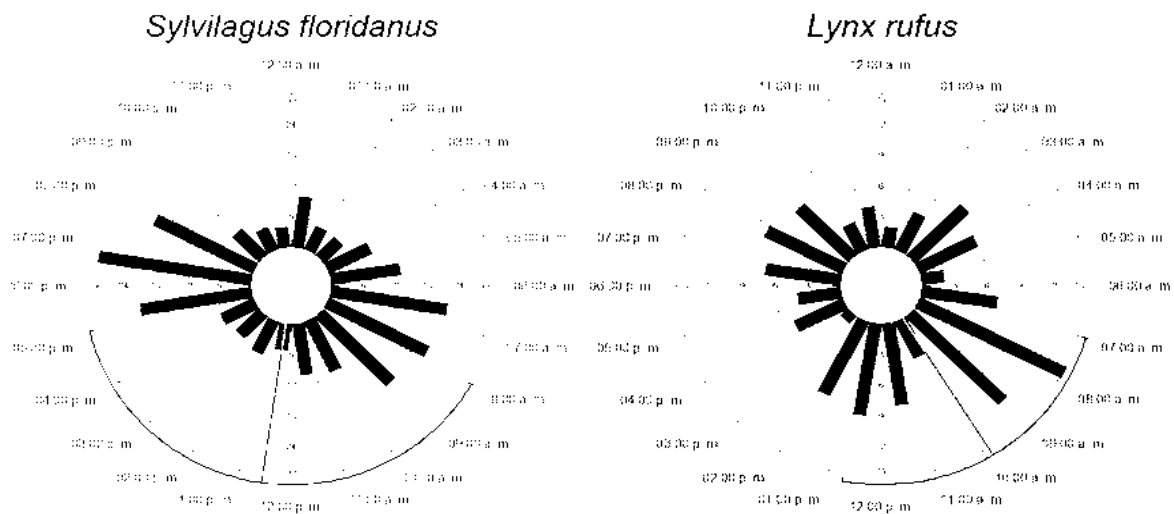


Figura 9 a. Patrones de actividad de especies diurnas.

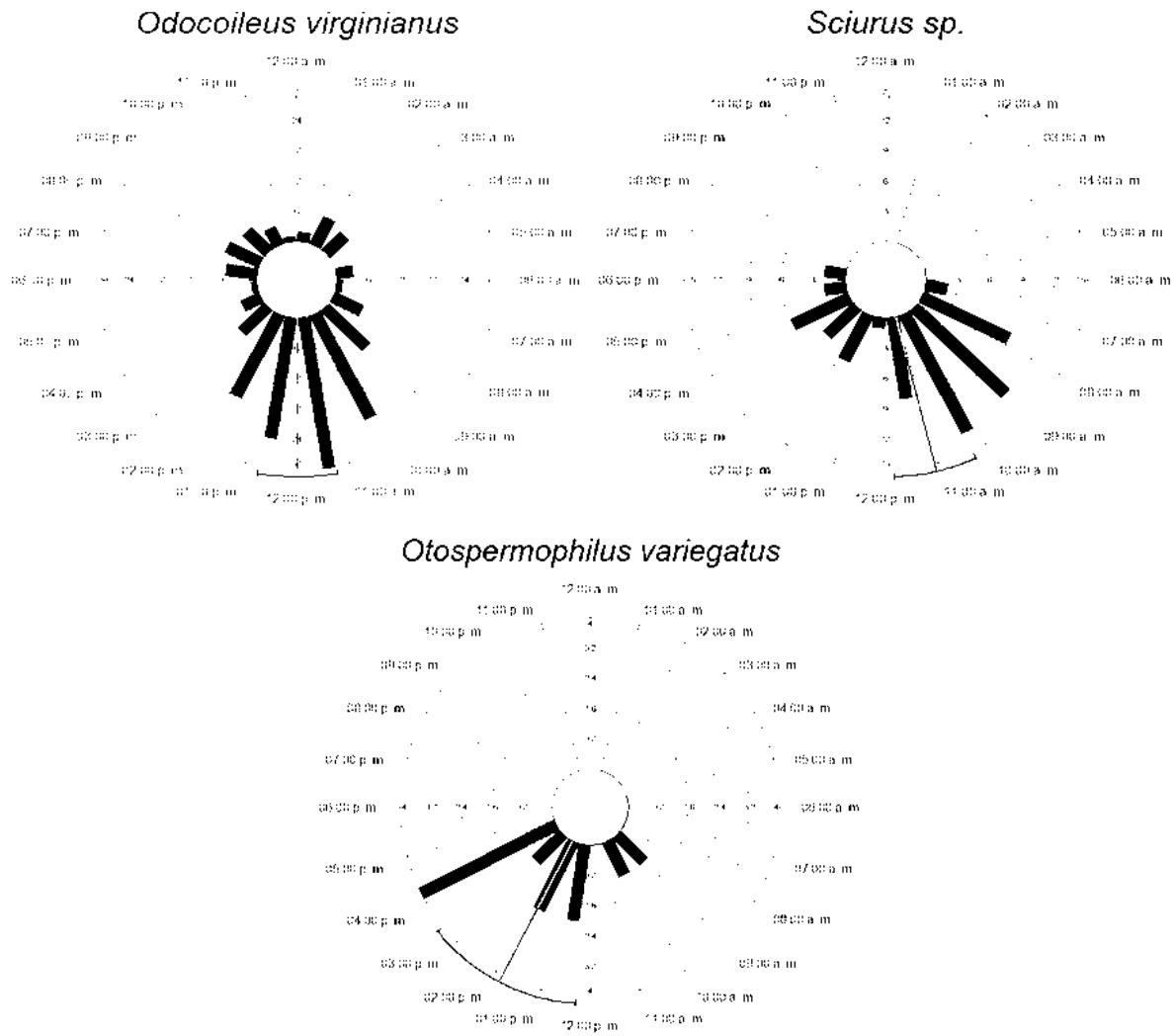


Figura 9 b. Patrones de actividad de especies diurnas.

Especies crepusculares

Solo una de las 17 especies presentó este patrón de actividad, el tejón (*Nasua narica*), aunque sus intervalos de actividad van entre las 04:00 y las 08:00 hrs., su media fue a las 06:00 hrs. (Figura 10).

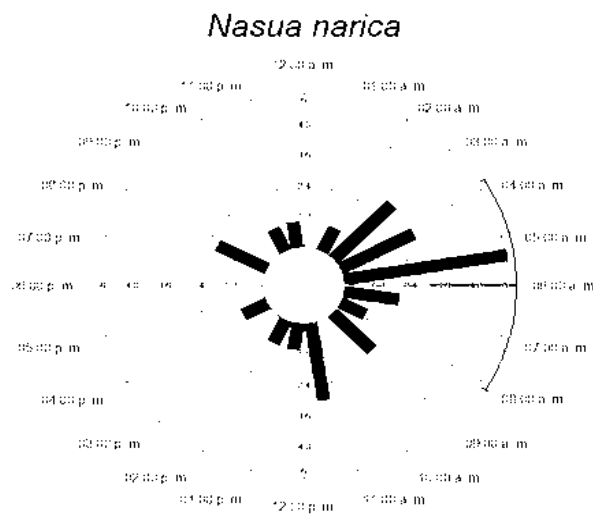


Figura 10. Patrón de actividad de especie crepuscular.

Comparación de los patrones de actividad entre localidades

Al sobreponer los patrones de actividad se obtuvo el rango de la región superpuesta como valor numérico. Siendo 0 si los rangos no se superponen y 1 si se superponen totalmente, es decir, mientras el valor se acerca más a 0 significa una mayor diferencia en los patrones de actividad de la especie en las distintas localidades de estudio y mientras el valor esté más cerca de 1 significa que dicha especie presenta patrones de actividad muy similares entre localidades (Anexo 2).

Debido a la disponibilidad de registros por localidad, se comparó entre localidades a 10 de las 18 especies, ya que fueron en las que dos o más localidades tuvieron más de 11 registros (Figura 11).

El coyote (*Canis latrans*), fue la especie que mostró el menor nivel de sobreposicionamiento de su actividad entre áreas, con 0.49 entre la Estación Biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ) – Tocuz, lo cual indica mayor resiliencia de la especie para modificar su patrón de actividad en diferentes sitios. En contraste, el armadillo (*Dasypus novemcinctus*) con un traslape del 0.90 muestra una coincidencia que solo vario en un 10% entre la EBVQ y Llanitos, esto nos indica una baja resiliencia del armadillo para modificar su patrón de actividad en diferentes sitios.

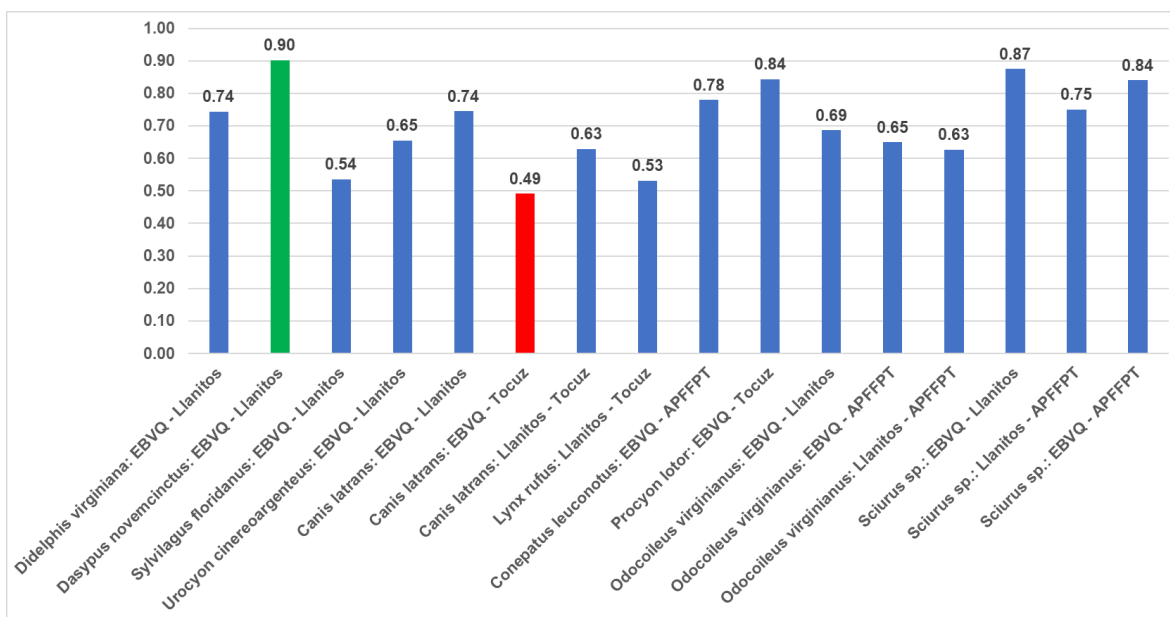


Figura 11. Matriz de sobreposicionamiento de actividad entre localidades.

Variación de riqueza y abundancia inter anual

La comparación entre años se realizó para las localidades donde existía antecedentes literatura previa en el monitoreo de mamíferos medianos y grandes que nos permitiera realizar el análisis (López-Ortiz, 2017; Gallardo, 2018; Flores-Torres, 2018) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Variación de abundancias relativas entre años (NR= Número de registros, AR= Abundancia relativa), en negritas los valores más altos y bajos.

Especie	Estación Vasco de Quiroga, Uruapan						Tocuz, Acuitzio			
	2015-2016		2017-2018		2019-2020		2016-2017		2019-2020	
	NR	AR	NR	AR	NR	AR	NR.	AR	NR	AR
<i>Didelphis virginiana</i>	309	15.3	63	2.6	129	6.7	9	0.3	2	0.4
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	0.1	0	0.0	67	3.5	153	6.5	10	1.9
<i>Sylvilagus floridanus</i>	33	1.6	8	0.3	23	1.2	18	0.7	0	0.0
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	16	0.8	12	0.1	137	7.1	31	1.3	7	1.3
<i>Canis latrans</i>	0	0.0	3	0.5	14	0.7	40	1.7	60	11.4
<i>Leopardus wiedii</i>	2	0.1	3	0.1	16	0.8	0	0.0	0	0.0
<i>Lynx rufus</i>	2	0.1	5	0.2	1	0.1	151	6.4	67	12.7
<i>Puma concolor</i>	39	1.9	6	0.3	11	0.6	0	0.0	0	0.0
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	0	0.0	1	0.04	1	0.1	0	0.0	0	0.0
<i>Conepatus leuconotus</i>	50	2.5	10	0.4	14	0.7	0	0.0	0	0.0
<i>Mephitis macroura</i>	54	2.7	28	1.2	118	6.2	20	0.8	7	1.3
<i>Spilogale gracilis</i>	6	0.3	0	0.0	42	2.2	7	0.2	1	0.2
<i>Bassariscus astutus</i>	12	0.6	6	0.3	22	1.1	5	0.2	0	0.0
<i>Nasua narica</i>	24	1.2	8	0.3	21	1.2	0	0.0	0	0.0
<i>Procyon lotor</i>	2	0.1	34	1.4	205	10.7	263	11.2	156	29.5
<i>Mustela frenata</i>	0	0.0	1	0.04	0	0	2	1.0	0	0.0
<i>Odocoileus virginianus</i>	96	4.8	48	2.0	76	4.0	0	0.0	0	0.0
<i>Sciurus sp.</i>	134	6.6	38	1.6	242	12.6	150	6.3	40	7.6
<i>Otospermophilus variegatus</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	17	0.7	6	1.1

Curvas de rarefacción

Las curvas de rarefacción (Anexo 1) en las localidades de estudio muestran claramente que las dos áreas con muestreos previos (EBVQ y El Tocuz), muestran un incremento constante en los primeras 15 y 10 meses, respectivamente y una tendencia a desacelerar desde los meses 20 y 15. Según el límite alto de riqueza esperada en ambas localidades se espera el registro de 1 especie adicional, por otro lado, las localidades que no contaban con muestreos previos, no muestran esta desaceleración tan marcada en sus curvas de rarefacción. El APFFPT y Llanitos muestra un incremento constante en los primeros 9 meses y una tendencia a desacelerar en los últimos 2 y 4 meses, respectivamente, el límite alto de riqueza en ambas localidades espera la adición de 3 especies. El PNBC muestra un incremento en los primeros 7 meses y a partir de ahí una desaceleración en su curva de rarefacción, esperando la adición de 1 especie, según el límite alto de riqueza.

Análisis y comparación entre localidades

La similitud promedio entre ensambles es de .66, con mayor similitud en índice cualitativo de Sørensen (IS), fue observado entre Llanitos y el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio (PNBC) con 0.86 y con la Estación Biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ) con 0.83. La mejor similitud se observa entre el PNBC – Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT) se obtuvo un IS del 0.4 (Cuadro 11). La similitud promedio con este índice fue de 0.66.

Cuadro 11. Índice de similitud de Sørensen entre localidades. Se indica en paréntesis el número de especies compartidas entre localidades, en negritas los valores más altos y bajos.

	EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT
EBVQ	1				
PNBC	0.69 (9)	1			
Tocuz	0.69 (9)	0.63 (6)	1		
Llanitos	0.83 (12)	0.86 (9)	0.73 (8)	1	
APFFPT	0.71 (10)	0.4 (4)	0.48 (5)	0.61 (7)	°

Con el índice de Bray-Curtis (IBC), que mide la estructura de los ensambles (riqueza y abundancia) nos muestra valores de similitud más bajos, siendo en promedio de .31. El valor más alto observado fue de 0.43 PNBC – Llanitos con un IBC Por el contrario, entre Tocuz – APFFPT se observó solo un 10% de su estructura compartida (Cuadro 12).

Cuadro 12. Índice de similitud de Bray-Curtis entre localidades, en negritas los valores más altos y bajos.

	EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT
EBVQ	1				
PNBC	0.39	1			
Tocuz	0.38	0.23	1		
Llanitos	0.43	0.4	0.37	1	
APFFPT	0.24	0.38	0.01	0.22	1

Comparación con otros estudios en el país

La comparación con áreas de con ambientes similares se realizó contemplando toda el área de estudio (Faja Volcánica Transmexicana), contra resultados obtenidos en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán en Jalisco (Aranda *et al.*, 2012), y en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (RBSGG) (Charre-Medellín *et al.*, 2016) (Cuadro 13), siendo el ensamble de especies del área de estudio más parecido al de Sierra Gorda de Guanajuato con 0.73 de manera cualitativa y 0.35 de manera cuantitativa, seguido del área de estudio con Sierra Manantlán con 0.63 de manera cualitativa y 0.17 de manera cuantitativa, por último, la Sierra de Manantlán con la Sierra Gorda de Guanajuato con una similitud cualitativa de 0.73 y una cuantitativa de 0.08, para esta sección también se utilizó, de manera cualitativa el Índice de similitud de Sørensen y de manera cuantitativa el Índice de similitud de Bray-Curtis.

Cuadro 13. Comparación de riqueza y abundancias relativas de las localidades y área de estudio con sitios con ambientes similares, en negritas los valores más altos y bajos.

Especie	Uruapan		Acuitzio		Tancítaro	Área de estudio	RBSM	RBSGG
	EBVQ	PNBC	Tocuz	Llanitos	APFFPT			
	AR	AR	AR	AR	AR		AR	AR
<i>Didelphis virginiana</i>	6.7	0.3	0.4	1.9	0.0	2.8	3.84	0.2
<i>Dasypus novemcinctus</i>	3.5	2.8	1.9	5.8	0.0	2.8	0.38	0.03
<i>Sylvilagus floridanus</i>	1.2	0.3	0.0	14.2	0.0	3.5	n/a	0.73
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	7.1	0.5	1.3	1.8	0.1	3.0	1.15	3.32
<i>Canis latrans</i>	0.7	1.0	11.4	2.8	0.1	2.0	1.15	0.08
<i>Leopardus wiedii</i>	0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.91	0.0
<i>Leopardus pardalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.21	0.0
<i>Lynx Rufus</i>	0.1	0.0	12.7	2.9	0.1	1.9	0.0	0.13
<i>Puma concolor</i>	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.4	19.16	0.11
<i>Panthera onca</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.98	0.0
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.02	0.38	0.03
<i>Conepatus leuconotus</i>	0.7	0.0	0.0	0.0	1.9	0.8	1.15	0.31
<i>Mephitis macroura</i>	6.2	0.0	1.3	0.9	0.3	2.5	1.53	0.16
<i>Spilogale gracilis</i>	2.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.04
<i>Bassariscus astutus</i>	1.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.0	0.89
<i>Nasua narica</i>	1.1	0.8	0.0	0.5	0.0	0.5	3.84	0.15
<i>Procyon lotor</i>	10.7	3.9	29.5	2.3	0.0	7.1	0.38	0.01
<i>Mustela frenata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.03
<i>Odocoileus virginianus</i>	4.0	3.1	0.0	1.6	2.5	2.6	47.51	2.0
<i>Pecari tajacu</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.43	0.0
<i>Sciurus sp.</i>	12.6	2.1	7.6	7.6	3.7	7.8	0.0	0.48
<i>Otospermophilus variegatus</i>	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.07

Discusión

En el estado de Michoacán durante los últimos años (2010-2018) se han desarrollado importantes esfuerzos de muestreo mediante trampas cámara para la mayoría de regiones del estado, la Sierra Jalmich (Gómez-Cárdenas, 2019) que aunque es parte del eje Neovolcánico, también presenta condiciones propias, se registró una riqueza de 17 especies de mamíferos medianos y grandes, con un esfuerzo de muestreo de 5,3980 días trampa, donde se difiere en riqueza con *Sylvilagus floridanus*, *Leopardus pardalis*, *Bassariscus astutus*, *Mustela frenata*, *Pecari tajacu* y *Otospermophilus variegatus*. La similitud en esfuerzo de muestreo es alta, sin embargo, la distribución de localidades fue mayor para este estudio.

Existen también esfuerzos en bosque tropical, en los límites de las regiones Sierra Madre del Sur, Costa Michoacana y Depresión del Balsas (Charre-Medellín, 2012) en los municipios de Lázaro Cárdenas y Arteaga, con un esfuerzo de muestreo 2,811 días trampa entre 2010 y 2011 registró 19 especies de mamíferos medianos y grandes, aunque el número de especies es idéntico para este estudio, la riqueza difiere en 12 especies. En la región del bajo Balsas (Guido-Lemus, 2015). Empleando 1,455 días trampa de muestreo registró 19 especies de mamíferos medianos y grandes, difiriendo en 12 especies con este estudio.

En los bosques templados de la FVTM existen esfuerzos importantes enfocados a localidades de Acuitzio y Uruapan. En el municipio de Uruapan se han realizado dos estudios en la EBVQ (López-Ortiz, 2017; Gallardo, 2018), acumulando un esfuerzo de muestreo de 4,445 días trampa en que registraron 18 especies. En el PNBC (Chávez-León y Zaragoza, 2009) mediante diferentes metodologías se registró 16 especies de este grupo, mientras que en el municipio de Acuitzio solo un estudio ha sido realizado en el Área Voluntaria Para la Conservación “El Tocuz” (Flores-Torres, 2018), registró 13 especies de mamíferos medianos y grandes con un esfuerzo de 2,347 días trampa.

El presente trabajo consideró dos ANP, así como un área voluntaria a la conservación, una estación biológica y un rancho privado, lo cual nos dio la

oportunidad de evaluar a los mamíferos medianos y grandes, no de manera particular, si no en un contexto regional, esto nunca se había hecho y es importante debido a las fuertes presiones que ha enfrentado la fauna silvestre por los incendios forestales y el avance de la franja aguacatera a los remanentes de bosque.

Mediante fototrampeo fue posible registrar 19 especies de mamíferos medianos y grandes, esto representa el 24% de los 83 mamíferos medianos y grandes terrestres registrados para México (Ceballos *et al.*, 2005), el 64% de las 31 especies reportadas para Michoacán (Núñez, 2005), y el 76% de las 26 especies que se reportan como potenciales para la Faja Volcánica Transmexicana (Gámez *et al.*, 2012).

El orden Carnívora fue el más diverso, con 5 familias y 13 especies, Rodentia con una familia y 3 especies, Dideplhimorphia, Cingulata, Lagomorpha y Artiodactyla, con una familia y una especie por orden. Con 19 especies registradas, 5,655 días trampa y 2,234 registros independientes de mamíferos, este es el estudio en bosques templados de Michoacán con una mayor riqueza y esfuerzo de monitoreo.

La metodología del fototrampeo también ha resultado ser una herramienta muy útil en términos de riqueza de aves (Zárate-Betzel *et al.*, 2019). Aunque el presente estudio se enfocó a mamíferos de talla mediana y grande se obtuvo 362 registros de aves pertenecientes a 26 especies.

Se registraron 19 de las 23 especies esperadas, es decir, el 82.6%, 18 de las especies registraron están presentes en un rango de elevación entre los 0 y 2,500 msnm, a excepción de *Otopermophilus variegatus*, que solo ocurre en un rango de 2,200 a 2,600msnm. Por su dieta 7 especies son omnívoras (36.8%), 7 carnívoras (36.8%), 4 herbívoras (21.1%) y 1 insectívora (5.3%) (Ceballos *et al.*, 2005; Glasser, 1982).

Aunque en este estudio se reportan 19 especies de mamíferos medianos y grandes, potencialmente el área de estudio pudiera tener 20 especies, debido a la

simpatría que tienen *Sciurus aureogaster* y *S. oculus* (Ramos-Lara et al., 2017). La distribución de *S. aureogaster* se extiende por México en la vertiente del pacífico desde Colima hasta Chiapas (Musser, 1968) y la distribución de *S. oculus* es endémica a la FVTM (Best, 1995) esta es una especie con importancia en términos de conservación, ya que además de su endemismo, está en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como una especie en categoría de riesgo.

Leopardus wiedii y *Herpailurus yagouaroundi* son especies en categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), y *Leopardus wiedii* además catalogada como una especie casi amenazada por la IUCN. *Herpailurus yagouaroundi* solo tiene un registro en bosque templado en Michoacán y fue para la misma localidad (Gallardo, 2018), el resto de registros en el estado son en bosques tropicales (Guido-Lemus, 2015, Monterrubio-Rico et al., 2012, Charre-Medellín, 2012).

Leopardus wiedii es una especie asociada a bosques tropicales y subtropicales, ya sea perennifolios o caducifolios, con elevaciones desde el nivel del mar, hasta los 3000msnm. Sin embargo, los registros por encima de los 2000msnm son poco comunes (Aranda, 2005; Sunquist y Sunquist, 2002), para este estudio los registros fueron entre los 1985 msnm en la EBVQ, hasta los 3,115 msnm en el APFFPT, es decir, por arriba del límite descrito en la literatura. Por otro lado, en el PNBC esta especie fue reportada por Chávez-León y Zaragoza en el 2009, pero para este estudio no se registró evidencia de su presencia en esta localidad.

Por su valor ecológico, la presencia del puma (*Puma concolor*), lince (*Lynx rufus*) son indicadoras por su tamaño y posición trófica, además por sus requerimientos de hábitat suelen estar presentes en áreas que presentan umbrales mínimos de proporción de bosques para sostener sus poblaciones, para puma se ha definido un diámetro de 25 a 30 km², mientras que para Lince en México se ha reportado de 5.6 km² (Núñez et al., 2002; De la Torre et al., 2017; Burton et al., 2003)

Odocoileus virginianus es una especie con importancia ecológica ya que para mantener poblaciones viables necesita de ambientes conservados y con grandes extensiones, también es una especie con importancia económica, ya que es muy demandada para actividades cinegéticas (Ceballos *et al.*, 2005).

En las abundancias relativas del presente estudio, se observó una gran variación entre localidades y épocas.

Al comparar entre las localidades del área de estudio mediante el índice cualitativo de Sørensen, se observó una similitud con valores entre 0.4 y 0.86, mientras que con el índice cuantitativo de Bray-Curtis, el cual considera, no solo la riqueza, si no las abundancias relativas de las especies en los distintos sitios, los valores fueron bajos, entre 0.01 y 0.43, esto nos dice que aunque en términos de riqueza las comunidades son similares, existe poca similitud en las comunidades de mamíferos medianos y grandes entre las localidades de estudio en términos cuantitativos. En cuanto a la comparación del área de estudio con áreas en el país con ambientes similares (Aranda *et al.*, 2012; Charre-Medellín *et al.*, 2016) también observamos valores más altos en similitudes cualitativas, entre 0.63 y 0.73 que, de manera cuantitativa, entre 0.08 y 0.35. Estas dinámicas se pueden deber a diferentes factores, por un lado, están las dinámicas poblaciones e interacciones ecológicas, pero también es importante la presión por parte de las actividades antropogénicas: Fragmentación del hábitat, incendios forestales, cacería, entre otros. Lo cual lleva a extinciones locales de especies clave como son los depredadores.

Se analizó también la variación entre años y se observó diferencia importante entre poblaciones de los distintos años (López-Ortiz, 2017; Gallardo, 2018; Flores-Torres, 2018). En la EBVQ 12 (66.7%) de las especies registradas en los 3 periodos de monitoreo presentaron una baja en el ciclo 2017 – 2018, respecto al año anterior, 2015 – 2016, pero un aumento en el último periodo, 2019 – 2020. Un ejemplo de esto es *Didelphis virginiana*, con AR de 15.3, 2.6 y 6.7, respectivamente en los 3 periodos, esto se puede deber a que durante el periodo 2017 – 2018 año hubo un gran número de incendios forestales en la zona, los cuales dañaron grandes

superficies de bosque (Gallardo, 2018; Arellano, 2020). 4 especies (22.2%) han presentado un crecimiento a través de estos periodos, 2 de ellas por ser registradas por primera vez en el segundo y tercer periodo (*Herpailurus yagouaroundi* y *Canis latrans*). Un ejemplo es *Procyon lotor*, el cual presenta AR de 0.1, 1.4 y 10.7, respectivamente. Tan solo 2 especies (11.1%) han presentado una disminución en sus AR, un ejemplo es *Lynx rufus* con AR de 0.1, 0.2 y 0.1, respectivamente.

En cuanto al Tocuz, la variación entre años de monitoreo muestra una tendencia de aumento de abundancia entre los 2 periodos de monitoreo (2016 – 2017 y 2019 – 2020). Esto incluye 7 (53.8%) de las 13 especies registradas en ambos periodos, esto incluye especies meso-depredadores como *Canis latrans* con AR 1.7 y 11.4 en los periodos de monitoreo, respectivamente y *Lynx rufus* con AR de 6.4 y 12.7. 4 especies (30.8%) presentan disminución en sus AR Principalmente presas como *Dasypus novemcintus* con 6.5 y 1.9, respectivamente, la reducción de estas especies puede estar relacionado con el aumento de actividad de los meso - depredadores. 2 especies (15.4%) han mantenido sus AR en ambos periodos, *Canis latrans* y *Spilogale gracilis*, con 1.3 y 0.2, respectivamente.

Los patrones de actividad de los mamíferos analizados en el presente estudio presentaron una tendencia de especies nocturnas, con un 64.7% de ellas, 27.4% diurnas y solo una especie crepuscular. Esto coincide con lo observado en diferentes estudios (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011; Lira *et al.*, 2012; Hernández-Pérez *et al.*, 2015). Sin embargo, algunas especies pueden presentar patrones distintos a los observados en este estudio, *Urocyon cinereoargenteus* se ha reportado como especie crepuscular (Mella-Mendéz *et al.*, 2019), *Nasua narica*, como especie diurna y *Sylvilagus floridanus* como especie nocturna (Lira *et al.*, 2012).

Además, es importante destacar que algunas especies presentan bajo traslape de actividad entre localidades, lo cual nos lleva a suponer que las especies, aunque no modifican sus patrones de actividad (nocturno, diurno o crepuscular), reducen o amplían sus horas de actividad, lo cual puede explicarse por presiones antropogénicas intensificadas en cada localidad.

Entre las localidades de estudio, el PNBC fue la localidad con mayor diferencia de especies en base a sus antecedentes, ya que en el 2009 Chávez-León y Zaragoza registraron 18 especies de mamíferos medianos y grandes, y para este estudio su riqueza fue de 9 especies, es decir, una diferencia de 9 especies (50%), esta diferencia se relaciona con metodologías y esfuerzo de monitoreo, pero también a la pérdida de bosque en áreas aledañas al PNBC, si bien el aguacate en Michoacán representa un pilar importante para la economía y el desarrollo del estado, alcanzando en 2017 una producción de 945,000 toneladas, generando 64,000 millones de pesos mexicanos (El Economista, 2017), es importante monitoreo continuo de los mamíferos medianos y grandes como especies clave para la conservación de los bosques (Carignan y Villard, 2002).

Estudios como este son importantes en términos de manejo y de investigación de fauna silvestre, las dinámicas en poblacionales en cuanto a riqueza, abundancia relativa y patrones de actividad nos indica que es necesario implementar planes de monitoreo a largo plazo, para poder identificar cambios en la dinámica poblacional de las comunidades de mamíferos medianos y grandes (Covarrubias-Medellín, 2020).

Conclusiones

Este tipo de estudios son de vital importancia para la conservación de los ecosistemas, ya que nos brindan información muy valiosa del estado actual de las poblaciones silvestres, lo cual sirve como un criterio científico para el manejo que se les da a las zonas boscosas por parte de los dueños y propietarios, pero también a los servidores públicos como tomadores de decisiones.

La metodología del fototrampeo resultó ser muy útil para el registro de especies silvestres. El registro de nuevas especies como la comadreja (*Mustela frenata*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro son de vital importancia, ya que no se tenían consideradas en sus planes de manejo, esto ayudará en un futuro al manejo y gestión que se haga en estas áreas naturales protegidas del estado de Michoacán. Además de los mamíferos medianos y grandes, las cámaras trampa nos dan una visión importante de otro tipo de fauna silvestre, como las aves y también de las problemáticas que están enfrentando en las diferentes localidades, ya que se llegaron a obtener registros de cazadores, perros asilvestrados, ganado, entre otros.

Los bosques templados en Michoacán son uno de los ecosistemas con más presiones a causa de la antropización, siendo afectados principalmente por los incendios forestales y el cambio de uso de suelo a sistemas agropecuarios, que si bien, son importantes en términos económicos, se tienen que establecer áreas de protección de flora y fauna bajo diferentes modalidades: ANP's federales o estatales, áreas voluntarias a la conservación, entre otros.

Se recomienda una vinculación entre la comunidad científica, los diferentes órganos de gobierno encargados de la conservación ambiental, así como los productores y exportadores del gremio aguacatero interesados en la conservación de los remanentes de bosque, con el objetivo de establecer áreas forestales de conservación e investigación que puedan servir como refugio para la fauna aquí expuesta, así como para la captación de agua y otros sistemas ecosistémicos.

Literatura citada

Aguado-Batido, O. y T. Escalante. 2014. Cambios en los patrones de endemismo de los mamíferos terrestres de México por el calentamiento global. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86. pp. 99-110.

Aranda, M. 2005. *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821). En: G. Ceballos y G. Oliva (Coords.), *Los mamíferos silvestres de México*. México, D.F. pp. 361-362.

Aranda, M., Botello, F. y López-de Buen, L. 2012. Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83. pp. 778-784.

Arellano, R. 2020. Hasta 15 años tardará en recuperarse Parque Nacional de Uruapan tras incendios de 2019 y 2020. *La voz de Michoacán*. <https://www.lavozdemichoacan.com.mx/michoacan/medio-ambiente/hasta-10-anos-tardara-en-recuperarse-parque-nacional-de-uruapan-tras-incendios-de-2019-y-2020/>

Berlanga, H. Gómez de Silva, V.M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, I.A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2015. *Aves de México. Lista actualizada de especies y nombres comunes*. CONABIO, México, D.F. pp. 122.

Best, T. L. 1995. *Sciurus oculatus*. *Mammalian Species* 498. pp. 1–3.

Botello, F., V. Sánchez-Cordero y G. González. 2008. Diversidad de carnívoros en Santa Catarina Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. En: C. Lorenzo, E. Espinoza y J. Ortega (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, vol. II. Asociación Mexicana de Mastozoología, México, D. F. pp. 335-354.

Burton, A., S. Navarro y C. Tovar. 2003. Bobcat ranging behavior in relation to small mammal abundance on Colima Volcano, Mexico. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 74(1). pp. 67-82.

Carignan V. y M. Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: A review. *Env. Monit. Assess.* 78: pp. 45-61.

Ceballos, G. y J. A. Simonetti (eds.). 2002. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales*. CONABIO-UNAM. México, D.F.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín, L. Medrano y G. Oliva. 2005. *Diversidad y Conservación de los Mamíferos de México*. In: *Los Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. G. Ceballos y G. Oliva (comp.). Fondo de Cultura Económica. México, D. F. pp. 21-70.

Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, R. 2012. Lista Actualizada de los Mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2(2). pp. 27-80.

Cornejo-Solchaga A. 2015. Un análisis de la diversidad y abundancia de mamíferos terrestres en la Reserva de la Biosfera el Triunfo, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 56pp.

Charre-Medellín, J. F. 2012. Uso de manantiales por los mamíferos silvestres en bosques tropicales de Michoacán. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 89pp.

Charre-Medellín, J. F., G. Magaña-Cota, T.C. Monterrubio-Rico, R. Tafolla-Muñoz, J.L. Charre Luna y F. Botello. 2016. Mamíferos medianos y grandes del municipio de Victoria, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. *Acta Universitaria*, 26(NE-2), 62-70. doi: 10.15174/au.2016.1438.

Chávez-León, G. y S. Zaragoza-Rivera. 2009. Riqueza de mamíferos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.

Chávez, C., A. De la Torre, H. Bárcenas, R. Medellín, H. Zarza, G. Ceballos. 2013. *Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre: El jaguar en México como estudio de caso*. WWTF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México,

Fundación Carlos Slim, CONANP, Servicios Ecológicos y científicos. México. 108 pp.

Covarrubias-Medellín. 2020. Monitoreo a largo plazo de los mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, México. Tesis de Licenciatura. Instituto Superior Tecnológico de Irapuato. Irapuato, Guanajuato. 118pp.

De la Torre, A., J.M. Núñez, R. Medellín. 2017. Spatial requirements of jaguar and pumas in Southern Mexico. *Mammalian Biology*, 84: pp. 52–60.

Díaz-Pulido, A. y E. Payán Garrido. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.

El economista. (25 de junio de 2017). Michoacán líder mundial en producción de aguacate. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Michoacan-lider-mundial-enproduccion-de-aguacate-20170625-0028.html>

Flores-Torres Y. 2018. Uso de hábitat y patrones de actividad de los depredadores superiores en un bosque templado fragmentado en Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 71pp.

Gallardo Tellez E. 2018. Variación del ensamble de mamíferos mediano y grandes en la estación biológica “Vasco de Quiroga” en Uruapan, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 88pp.

Gámez, N., T. Escalante, G. Rodríguez, M. Linaje, J. Morrone. 2012. Caracterización biogeográfica de la Faja Neovolcánica Transmexicana y análisis de los patrones de distribución de su mastofauna. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 83: pp. 258-272.

Glasser, J.W. 1982. A theory of trophic strategies: The evolution of facultative specialist. *Am. Nat.*, 119. pp. 250-262.

Gómez-Cárdenas E. 2019. Riqueza y abundancia del ensamblaje de mamíferos de talla mediana y grande de la Sierra de Jalmich, en Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 74pp.

Guido-Lemus, D. 2015. Riqueza, abundancia y patrones de actividad de los mamíferos medianos y grandes, en diferentes condiciones de manejo en la región del bajo balsas, Michoacán. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 110 pp.

Gutiérrez-Contreras, M., M. Lara-Chávez, N. Blanca, A. Guillén, A. Chávez-Bárcenas. 2010. Agroecología de la franja aguacatera en Michoacán, México. *Interciencia*, 35(9),647-653. ISSN: 0378-1844.

Hernández-Pérez, E., R. Reyna-Hurtado, G. Castillo-Vela, M. Sanvicente-López, y J.F. Moreira-Ramírez. 2015. Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. *Therya*, 6(3). pp. 559-574.

Hernández-Rodríguez, E., L. Escalera-Vázquez, M. Calderón-Patrón y E. Mendoza. 2019. Mamíferos medianos y grandes en sitios de tala de impacto reducido y de conservación en la sierra Juárez, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: e902776.

Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22.pp. 415-427.

Lara-Díaz, N. E. Coronel-Arellano, H. González-Bernal, A. Gutiérrez-González, C. López González, C. A. 2011. Abundancia y densidad de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus couesi*) en Sierra de San Luis, Sonora, México. Laboratorio de Zoología, Facultad de ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.

Naturalia Comité para la Conservación de Especies Silvestres A. C. *Therya* Vol. 2 (2): pp.125-137

Lira-Torres, I. y M. Briones-Salas. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 28 (3): pp. 566-585.

Lira-Torres, I., M. Briones-Salas, y G. Sánchez-Rojas. 2014. Abundancia relativa, Estructura poblacional, preferencia de hábitat y patrones de actividad del Tapir Centroamericano *Tapirus bairdii* (Perissodactyla: Tapiridae), en la Selva de Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical* 62: pp. 1407-1419.

López-Ortiz E. 2017. Riqueza y abundancia de los mamíferos medianos y grandes de la estación biológica "Vasco de Quiroga" en Uruapan, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 57pp. y Anexos.

Maffei, L., Cuéllar, E., y Noss, A.J. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-lyá National Park. *Journal of Zoology*, London 262: pp. 295-304.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 179 pp.

Mas, J.-F., R. Lemoine-Rodríguez, R. González, J. López-Sánchez, A. Piña-Garduño y E. Herrera-Flores. 2017. Evaluación de las tasas de deforestación en Michoacán a escala detallada mediante un método híbrido de clasificación de imágenes SPOT. *Madera y Bosques*, 23(2), 119-131. doi:10.21829/myb. 2017. 2321472.

M. Briones-Salas, I. Lira-Torres, R. Carrera-Treviño, y G. Sánchez-Rojas. 2016. Relative abundance and activity patterns of wild felids in Chimalapas rainforest, Oaxaca, México. *Therya*. Vol. 7 (1): pp. 123-134.

Medina-Torres, S., E. Gastélum-Vizcarra, E. Lara-Ponce y H. Piña-Ruiz. 2015. Inventario participativo de mamíferos silvestres en el ejido San Ignacio, municipio de Morelos, Chihuahua. *Acta Zoológica Mexicana*, 31(2): pp. 221-233.

Mella-Méndez, I.; R. Flores-Peredo; J. Pérez-Torres; S. Hernández-González; D.U. González-Urbe; B.S. Bolívar-Cimé. 2019. Activity patterns and temporal niche partitioning of dogs and medium-sized wild mammals in urban parks of Xalapa, Mexico. *Urban Ecosyst* 22: pp. 1061–1070.

Moreno, C. 2001 Métodos para medir biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. 84 pp.

Monroy-Vilchis, O. M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz y V. Urios. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in central Mexico. *Animal Biology* 59: pp. 145-157.

Monroy-Vilchis, O., M. Zarco-González, C. Rodríguez-Soto, L. Soria-Díaz y V. Urios. 2011. Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México. *Biología Tropical* 59:373383.

Monterrubio-Rico, T. C., J. F. Charre-Medellín, M. G. Zavala-Paramo, H. Cano-Camacho, M. Q. Pureco-Rivera y L. León-Paniagua. 2012. Evidencia fotográfica, biológica y genética de la presencia actual de jaguarundi (*Puma yagouaroundi*) en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: pp.825-833.

Monterrubio-Rico, T.C., J.F. Charre-Medellín y L. León-Paniagua. 2019. Mamíferos terrestres. En: La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2, vol. II. CONABIO, MÉXICO, pp. 527-534.

Musser, G. G. 1968. A systematic study of the Mexican and Guatemalan gray squirrel, *Sciurus aureogaster*, F. Cuvier (Rodentia: Sciuridae). *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan* 137:1–112.

Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. 2002. Ecología del jaguar en la Reserva de la Biosfera ChamelaCuixmala, Jalisco, México. In: R. Medellín, C. Equihua, C.

Chetkiewics, P. Crawshaw, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y A. Taber, (Comps.), El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de la cultura económica, Distrito Federal. pp. 107 – 126

Núñez G., A. 2005. Mamíferos. En: L. E. Villaseñor G. (ed.) Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente/Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La biodiversidad de Michoacán. Estudio de estado. Morelia, Michoacán. pp. 104–105.

O'Brien, T., M. Kinnaird y H. Wibisono. 2003. Crouching tiger s, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical landscape. *Animal Conservation* 6: pp. 131-139.

O'Connell A., D. Nichols James y Karanth K. Ullas. 2011. *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer. Tokyo, Japan.

Pérez-Solano, L., M. González, E. López-Tello y S. Mandujano. 2018. Mamíferos medianos y grandes asociados al bosque tropical seco del centro de México. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 66(3): pp. 1232-1243.

Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 165 pp.

Ramos-Lara, N., López-González, C. 2017. Niche segregation between *Sciurus aureogaster* and *S. oculatus* in a disturbed forest in central Mexico. *Journal of Mammalogy*, 98(6): pp. 1780–1790.

Sáenz Reyes J. y Tapia Vargas L. 2012. Cambio de uso de suelo y erosión. En: INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). Impacto de cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate. México. pp. 69-74.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010.

Sollmann, R., B. Gardner, R.B. Chandler, D.B. Shindle, D.P. Onorato, J.A. Royle and A.F. O'Connell. 2013. Using multiple data sources provides density estimates for endangered Florida panther. *J. Appl. Ecol.* 50. pp. 961–968.

Sunquist, M. y Sunquist, F. 2002. *Wildcats of the world*. Chicago: The University of Chicago Press.

Wilson, D.E. y D.A.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference*, Third edition. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Wolstenholme, B.N. 2007. Ecología: El Clima y el ambiente edáfico. En: Whinley, A.W., B. Schaffer, B.N. Wolstenholme (Eds.) *El Palto. Botánica, Producción y Usos*. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Chile. pp. 75-101.

Zamora, J. 2012. *Manual Básico de Fototrampeo: Aplicaciones al estudio de los vertebrados terrestres. Técnicas en Biología de la Conservación – N° 4*. Tundra Ediciones. Valencia, España.

Zárate-Betzel, Griselda Inés, Weiler Gustafson, Andrea, Núñez Goralewski, Karina Beatriz, Mattos, Alberto Esquivel, Amarilla Rodríguez, Stella Mary, y Pech-Canché, Juan Manuel. 2019. Cámara trampa como método de muestreo para aves paraguayas del Chaco seco: una comparación con los métodos auditivos y visuales. *Revista de Biología Tropical*, 67 (4), 1089-1102.

CAPITULO II: PUMA (*Puma concolor*) COMO ESPECIE INDICADORA EN BOSQUES ANTROPIZADOS.

Resumen

Una manera de definir la conectividad del paisaje es la conectividad estructural, la cual describe relaciones físicas del paisaje a partir de los fragmentos de los diferentes hábitats que encontremos en este. Se mide a través de métricas (mediciones) del paisaje. Para evaluar como el cambio en el paisaje causado por la disminución de bosques afecta a la fauna, es útil analizar el uso de los paisajes por parte de especies con requerimientos de grandes extensiones de hábitat. De Los grandes carnívoros pueden ayudar al poder evaluar su conectividad e idoneidad de hábitat para establecer características mínimas del paisaje que deben prevalecer para la conservación de sus poblaciones. Por lo que se analizó un conjunto de métricas del paisaje sobre el rango hogareño potencial del Puma (*Puma concolor*), para 5 localidades de bosques templados de Michoacán. Además, se analizó y relacionó a las características del paisaje con la comunidad de mamíferos en los bosques templados de Michoacán. Las métricas del paisaje incluyeron la configuración espacial y composición del paisaje a nivel clase, considerando las mediciones utilizadas: Área total (TA), porcentaje del paisaje (PLAND), número de parches (NP), densidad de parches (PD), tamaño promedio de parche (AREA_MN), distancia promedio entre parches (ENN_MN) y conectancia (CONNECT).

Palabra clave: Conectividad estructural, especies clave y métricas del paisaje.

Abstract

One way of defining landscape connectivity is structural connectivity, which describes physical relationships of the landscape based on the fragments of the different habitats that we find in it. It is measured through metrics of the landscape. In order to evaluate how the change in the landscape caused by the reduction of forests affects the fauna, it is useful to analyze the use of landscapes by species with requirements of large areas of habitat. Large carnivores can help by assessing their connectivity and habitat suitability to establish minimum landscape characteristics that must prevail for the conservation of their populations. Therefore, a set of landscape metrics was analyzed on the potential home range of the Puma (*Puma concolor*), for 5 localities of temperate forests of Michoacán. In addition, the characteristics of the landscape were analyzed and related to the community of mammals in the temperate forests of Michoacán. The landscape metrics included the spatial configuration and composition of the landscape at the class level, considering the metrics used: total area (TA), percentage of landscape (PLAND), number of patches (NP), density of patches (PD), average size of patch (AREA_MN), average distance between patches (ENN_MN) and connection (CONNECT). Keyword: Structural Connectivity, Key Species, and Landscape Metrics.

Introducción

A pesar de la gran biodiversidad que alberga el estado de Michoacán, la fragmentación de bosque templado se ha intensificado en los últimos años. Las superficies forestales en el estado que abarcan mayor superficie son la selva baja caducifolia, la cual abarca el 18% de la superficie estatal con 1,034,115 ha, seguida de los bosques de coníferas, los cuales abarcan el 16% de la superficie estatal con 918,502 has, estas zonas templadas tienen como principales factores de degradación el cambio de uso de suelo con fines agrícolas y los incendios forestales (Ortuño y Hernández, 2019).

Aunque parece que la pérdida de bosques se viene desacelerando en Michoacán, todavía se consideran tasas de deforestación altas. Durante el periodo 2007 – 2014 las tasas de deforestación de bosques (templados y tropicales) fue de 3, 000 ha anuales (Mas, J-F *et al.*, 2017).

En el municipio de Acuitzio, perteneciente a la región de Cuitzeo, donde, de las 395, 337 ha que integran la superficie de la región, tan solo 80,640 ha (el 20% del total de su superficie) son bosques de clima templado (COFOM. 2014).

Uruapan y Tancítaro pertenecen a la región Purhépecha, la cual tiene una superficie de 381,357 ha, de las cuales, las áreas boscosas alcanzan una superficie de 147,744 ha (39% del total de la superficie) (COFOM. 2014).

Esta fragmentación debilita la conectividad del paisaje, la cual ayuda en el aumento de la capacidad de desplazamiento de especies con amplios requerimientos de hábitat a través del mismo y a que los procesos ecológicos y de flujo genéticos se mantengan estables (Laita *et al.*, 2011).

Medidas como la conectividad del paisaje se empezaron a analizar a través de la ecología del paisaje, una disciplina que estudia la interacción entre procesos ecológicos y patrones espaciales, entendiendo el paisaje como un área dedicada a diferentes usos (bosque, selva, agricultura, cultivo u otros tipos), la cual resulta

como un obstáculo o no para el desplazamiento de los organismos (Alonso-F. *et al.*, 2017; Turner *et al.*, 2001).

Una manera de medir la conectividad del paisaje es la conectividad estructural, la cual, describe relaciones físicas del paisaje a partir de los parches de los diferentes hábitats que encontremos en este, es decir, la conectividad del paisaje se da por las relaciones espaciales entre los elementos del paisaje, un paisaje conectado es cuando dos o más clases de cobertura de suelo del mismo tipo se mantienen conectados por una franja similar, si estas clases de cobertura de suelo no mantienen conexión significa fragmentación del paisaje (Rabinowitz y Zeller, 2010).

La conectividad estructural del paisaje se mide a través de índices o métricas del paisaje, también llamados enfoques analíticos espaciales por medio de un sistema de información geográfica, de esta manera la extensión espacial y el nivel de detalle sobre la cual se aplican estas métricas del paisaje influye en los resultados de dichos análisis (Taylor *et al.*, 2006; Saura y Martínez – Millán, 2001).

El uso de especies clave se ha implementado en estudios de conectividad e idoneidad del paisaje y proyectos de conservación. La selección de estas especies que actúan como especies paraguas, nos ayuda a cubrir los requerimientos de hábitat de un gran número de especies (Beier *et al.*, 2008)

Estas métricas del paisaje se pueden medir a través del rango hogareño de especies clave, como una medida de centros de actividad individuales de las especies en una escala espacial, los cuales han sido ampliamente estudiados con diferentes metodologías, como telemetría y fototrampeo (Sollmann, R. *et al.* 2013; Foster, R. J. y Harmsen, B. J. 2012).

El Puma (*Puma concolor*), también conocido como León de montaña o León americano, al ser un depredador tope, tener una amplia capacidad de desplazamiento a través del paisaje y por sus amplios requerimientos de hábitat y presas para su supervivencia es un buen indicador de integridad ecológica, ya que

se ve directamente afectado por actividades antropogénicas, principalmente por la destrucción del hábitat (Carbone y Gittleman, 2002; Ripple *et al.*, 2014).

Los estudios de rango hogareño para Puma en el país son escasos, sin embargo, se ha definido un diámetro mínimo de 25 a 30 km² (Núñez *et al.*, 2002; De la Torre *et al.*, 2017).

Un ejemplo del uso de métricas del paisaje con especies clave es el de Alonso-F. *et al.*, 2017, quien evaluó la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus - Yacuambi, Ecuador, con base en tres especies de mamíferos con características ecológicas contrastantes: El tapir (*Tapirus pinchaque*), el murciélago de hombros amarillo pequeño (*Sturnira erythromos*) y el capuchino de frente blanca (*Cebus albifrons*). Identificó el hábitat óptimo para estas especies dentro del corredor, siendo el 78% del corredor óptimo para el Tapir, el 72% para el murciélago de hombros amarillos y el 98% para el capuchino de frente blanca.

En México las métricas del paisaje también se han utilizado para medir conectividad en base a requerimientos de especies clave. En 2013 Salazar-Sosa, evaluó la conectividad del paisaje en la región conocida como El Puuc, la cual comprende parte del suroeste de Yucatán y el noreste de Campeche, México, con base en los requerimientos del jaguar (*Panthera onca*), identificó cuatro parches en el paisaje prioritarios para la conservación, dos por su área superior a 900 km² y dos por ser prioritarios para mantener la conectividad de las poblaciones de jaguar.

Objetivos

Objetivo general

- Analizar las relaciones de métricas del paisaje, empleando el rango hogareño del puma (*Puma concolor*) como unidad para determinar la extensión del paisaje característica en cada área, y asociar a los ensambles de mamíferos presentes.

Objetivos específicos

- Analizar, a partir del rango hogareño del Puma, las métricas del paisaje en 5 localidades de bosques templados de Michoacán.
- Relacionar las métricas del paisaje con las características de los de los ensambles de mamíferos medianos y grandes en los bosques templados de Michoacán.

Materiales y métodos

Análisis de datos

Con el fin de determinar la extensión a evaluar en las 5 localidades de estudio. A partir de revisión de literatura, primero se determinó el rango hogareño del Puma (*Puma concolor*), (Núñez *et al.*, 2002; De la Torre *et al.*, 2017), el rango hogareño fue definido por Burt en 1943 como: *“El área que atraviesa el individuo en sus actividades normales de recolección de alimentos, apareamiento y cuidado de las crías”*.

Una vez obtenido este parámetro se utilizó el software QGIS versión 3.16.1-Hannover, para obtener la matriz del paisaje. Utilizando la carta de cobertura / uso de suelo, 2014 (Mas, J-F *et al.*, 2017), se trazó un perímetro de 30km², determinando el rango hogareño del Puma y utilizando la herramienta “selección vectorial” se obtuvo la matriz del paisaje para el rango hogareño del puma, es decir, un área dedicada a diferentes usos (bosque, selva, agricultura, cultivo u otros tipos), la cual resulta como un obstáculo o no para el desplazamiento de los organismos (Alonso-F. *et al.*, 2017). Este proceso se realizó para las 5 localidades de estudio.

Las métricas del paisaje se calcularon con el software Fragstats versión 4.2.1.603 (McGarigal y Marks 1995). Aunque la estructura del paisaje puede ser analizada en 3 niveles: fragmento o parche, clase y paisaje (McGarigal *et al.*, 2002), para este estudio se realizó el análisis a nivel clase. Midiendo la configuración espacial correspondiente a un tipo de cobertura (Botequilha *et al.*, 2006). Se utilizaron 7 mediciones para el análisis de métricas del paisaje (Cuadro 14), correspondientes a nivel clase: Área total (TA), porcentaje del paisaje (PLAND), número de parches (NP), densidad de parches (PD), tamaño promedio de parche (AREA_MN), distancia promedio entre parches (ENN_MN) y conectancia (CONNECT). Posteriormente se analizó la relación de estas con datos obtenidos a través de fototrampeo de mamíferos medianos y grandes en las 5 localidades.

Cuadro 14. Métricas del paisaje seleccionadas para el estudio.

Mediciones a nivel clase	Descripción
Área total (TA)	Extensión en hectáreas de cada uso de suelo en el paisaje.
Porcentaje del paisaje (PLAND)	Es el porcentaje de cada tipo de uso de suelo en el paisaje, se aproxima a 0 cuando el tipo de uso de suelo es menor y a 100 cuando todo el paisaje corresponde a un solo uso de suelo.
Número de parches (NP)	Número de parches por tipo de cobertura.
Densidad de parches (PD)	Número de parches de cada tipo de uso de suelo en 100 hectáreas. Indica la densidad de cada tipo de uso de suelo, es decir, el grado de fragmentación en el paisaje.
Tamaño promedio de parche (AREA_MN)	Mide, en hectáreas, el tamaño promedio de los parches de cada tipo de uso de suelo en el paisaje.
Distancia promedio entre parches (ENN_MN)	Es el promedio de las distancias en línea recta más cortas entre parches de un tipo de uso de suelo.
Conectividad (CONNECT)	Mide el grado de conexión física entre parches de un mismo tipo de uso de suelo, se basa en un criterio de distancia y se acerca a 0 cuando ninguno de los parches está conectado y 100 cuando todos los parches están conectados entre sí.

Resultados

Métricas del paisaje a nivel clase

Con las métricas del paisaje en el estudio, se describe la configuración espacial y composición del paisaje a nivel clase, considerando las mediciones utilizadas: Área total (TA), porcentaje del paisaje (PLAND), número de parches (NP), densidad de parches (PD), tamaño promedio de parche (AREA_MN), distancia promedio entre parches (ENN_MN) y conectancia (CONNECT).

Estación biológica “Vasco de Quiroga” (EBVQ)

El paisaje de esta zona de estudio se caracteriza por el menor número de clases en su paisaje, solo 4. Predominando bosque con 14,104 hectáreas, seguido de cultivo perenne con 7,277, pastizal 72 y otros tipos 172 con un PLAND de 65.2%, la menor densidad de parches (indicando menor fragmentación) (Cuadro 15).(Figura 12), tiene la densidad más baja para esta clase en las distintas localidades, PD de 0.3, lo cual representa la menor fragmentación para la clase de bosque, ya que esto indica que los parches son por mucho mayores a 100 hectáreas y lo vemos reflejado en su tamaño promedio (AREA_MN) de 213.7 hectáreas, la distancia promedio entre parches (ENN_MN) es de apenas 206 metros, lo cual permitiría desplazarse a un gran número de especies de mamíferos medianos y grandes entre parches de bosques, si así lo requiere, ya que el promedio de los parches en este paisaje es amplio. La EBVQ fue el sitio con la mayor riqueza de mamíferos medianos y grandes con 17 especies, entre las que destaca la presencia de 4 felinos (lince, puma, jaguarundi y tigrillo), además del venado cola blanca.

La conectancia (CONNECT) es un valor que indica la conectividad espacial de las coberturas en el paisaje, se basa en un criterio de distancia, que para este estudio fue de 3,500 m, dada las distancias máximas de movimiento para Puma en el centro del país (Soria-Díaz *et al.*, 2010). En la EBVQ es baja, lo cual se debe a su bajo número de parches (66).

Cuadro 15. Métricas del paisaje de la Estación Biológica “Vasco de Quiroga”.

EBVQ				
Parámetro	Bosque	Cultivo perenne	Pastizal	Otros tipos
Área total (TA)	14104.0	7277.0	72.0	172.0
Porcentaje del paisaje (PLAND)	65.2	33.7	0.3	0.8
Numero de parches (NP)	66.0	26.0	7.0	26.0
Densidad de parches (PD)	0.3*	0.1	0.0	0.1
Tamaño promedio de parche (AREA_MN)	213.7*	279.9	10.3	6.6
Distancia promedio entre parches (ENN_MN)	206.0*	172.8	830.2	388.4
Conectividad (CONNECT)	17.2	26.5	52.4	53.5

* Mediciones del bosque con los valores más favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

** Mediciones del bosque con los valores menos favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

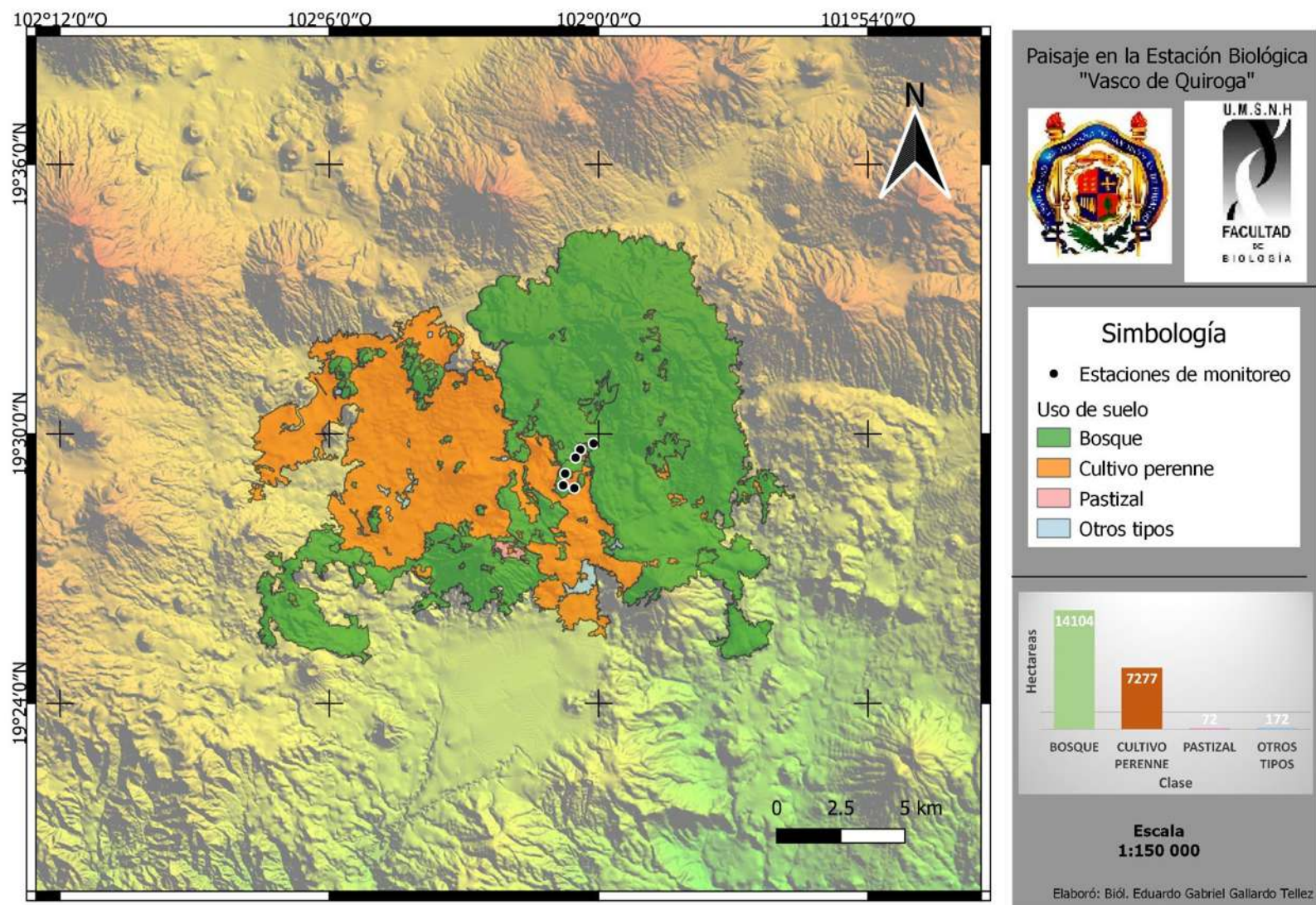


Figura 12. Paisaje en la Estación Biológica "Vasco de Quiroga".

Finca Agroecológica “Llanitos”

Llanitos fue la segunda localidad más rica en mamíferos medianos y grandes del área de estudio con 12 especies, las especies con importancia ecológica por sus requerimientos de hábitat son el lince (*Lynx rufus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Su matriz en el paisaje presenta 6 clases. Bosque con una TA de 6,041 hectáreas, seguido de agricultura de temporal con 2,689, cultivo perenne 289, pastizal 7, selva 2 y otros tipos 10 (Figura 13), siendo bosque, al igual que en la EBVQ la clase con una TA mayor que las otras clases y con un PLAND de 66.9% del paisaje y agricultura de temporal con el 29.8%, es decir, las otras 3 clases ocupan una PLAND < 5% (Cuadro 16).

Es la localidad con la mayor PD en bosque con 0.6. lo cual indica una fragmentación mayor en esta clase, sin embargo, su AREA_MN es de 113.98 hectáreas y su ENN_MN es de 214 metros, lo cual facilita la movilidad de individuos de un parche a otro, la CONNECT para bosque en esta localidad fue de 33.2.

Cuadro 16. Métricas del paisaje en la Finca Agroecológica “Llanitos”.

Llanitos						
Parámetro	Bosque	Agricultura de temporal	Pastizal	Cultivo perenne	Otros tipos	Selva
Área total (TA)	6041.0	2689.0	7.0	289.0	1.0	2.0
Porcentaje del paisaje (PLAND)	66.9*	29.8	0.1	3.2	0.0	0.0
Numero de parches (NP)	53.0*	36.0	3.0	16.0	1.0	1.0
Densidad de parches (PD)	0.6**	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0
Tamaño promedio de parche (AREA_MN)	114.0	74.7	2.3	18.1	1.0	2.0
Distancia promedio entre parches (ENN_MN)	214.1	152.5	2710.3	215.3	N/A	N/A
Conectividad (CONNECT)	33.2	35.2	33.3	81.7	0.0	0.0

* Mediciones del bosque con los valores más favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

** Mediciones del bosque con los valores menos favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

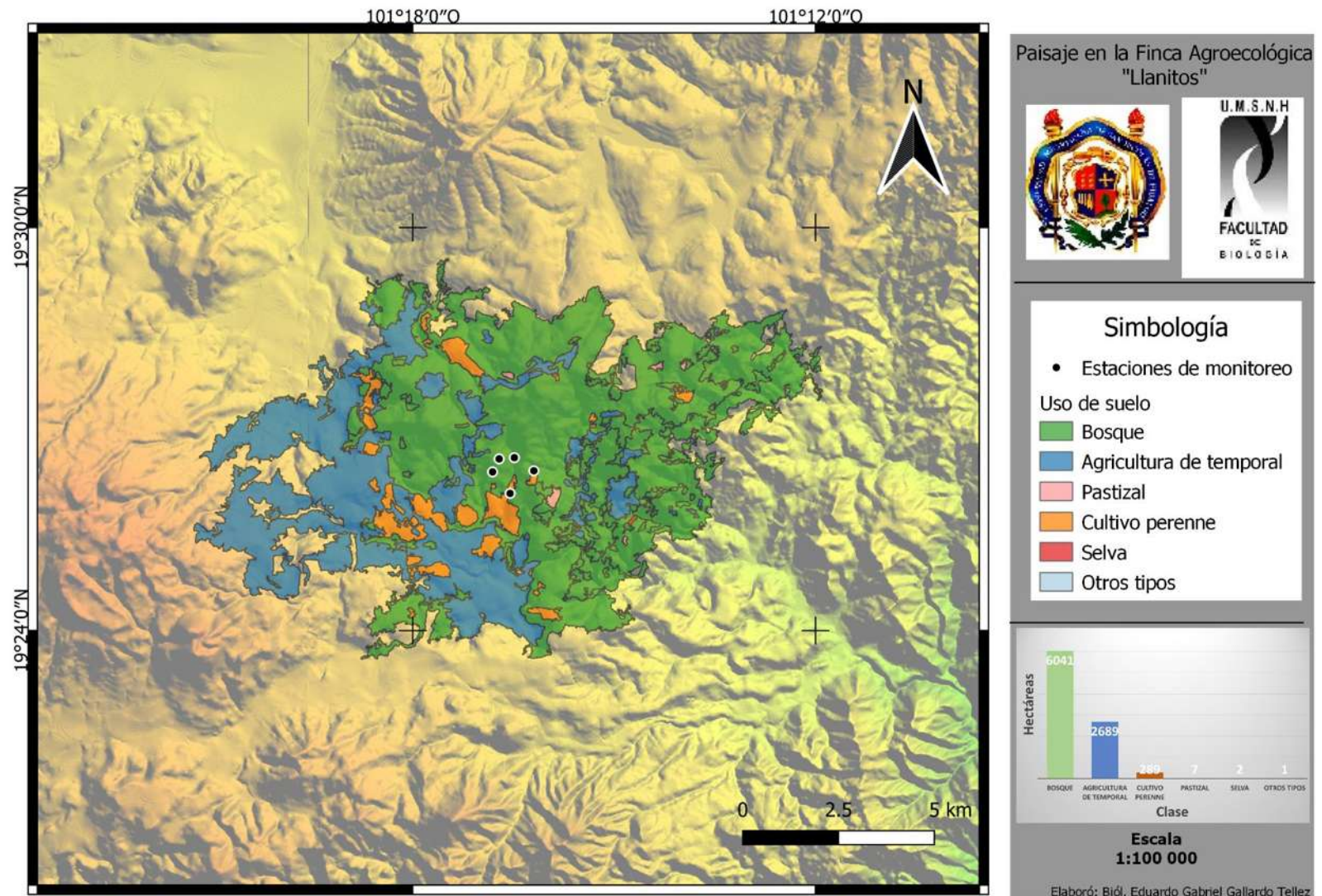


Figura 13. Paisaje en la Finca Agroecológica "Llanitos".

Área de Protección de Flora y Fauna Pico de Tancítaro (APFFPT)

El APFFPT tuvo una riqueza de 11 especies, aunque tuvo 1 especie menos que en Llanitos, esta localidad tuvo la presencia de especies especialistas y de importancia ecológica como el puma (*Puma concolor*), lince (*Lynx rufus*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

El paisaje en esta localidad presenta 6 clases, su clase más abundante en cuanto a TA es el cultivo perenne, con 59,477 hectáreas, seguido de bosque con 15,877, otros tipos 434, pastizal 180, agricultura de temporal 121 y selva 42 (Figura 14).

El PLAND del cultivo perenne es claramente dominante (Cuadro 17), con un 78.1% del paisaje, seguido del bosque con 20.9%, el PLAND de las otras 4 clases es menor al 5%. En términos de conectividad el PD es buen indicativo, para la clase de bosque en el APFFPT fue de 0.4 con ENN_MN de 268.3 metros, la CONNECT en el APFFPT para bosque fue de 7.2.

Cuadro 17. Métricas del paisaje en el Área de Protección de Flora y Fauna “Pico de Tancítaro”.

APFFPT						
Parámetro	Cultivo perenne	Bosque	Otros tipos	Pastizal	Agricultura de temporal	Selva
Área total (TA)	59477.0	15877.0*	434.0	180.0	121.0	42.0
Porcentaje del paisaje (PLAND)	78.1	20.9	0.6	0.2	0.2	0.1
Numero de parches (NP)	235.0	333.0	43.0	56.0	18.0	9.0
Densidad de parches (PD)	0.3	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0
Tamaño promedio de parche (AREA_MN)	253.1	47.7	10.1	3.2	6.7	4.7
Distancia promedio entre parches (ENN_MN)	158.2	268.3	788.6	610.1	677.0	141.4
Conectividad (CONNECT)	4.5	7.2**	11.3	25.4	33.3	50.0

* Mediciones del bosque con los valores más favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

** Mediciones del bosque con los valores menos favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

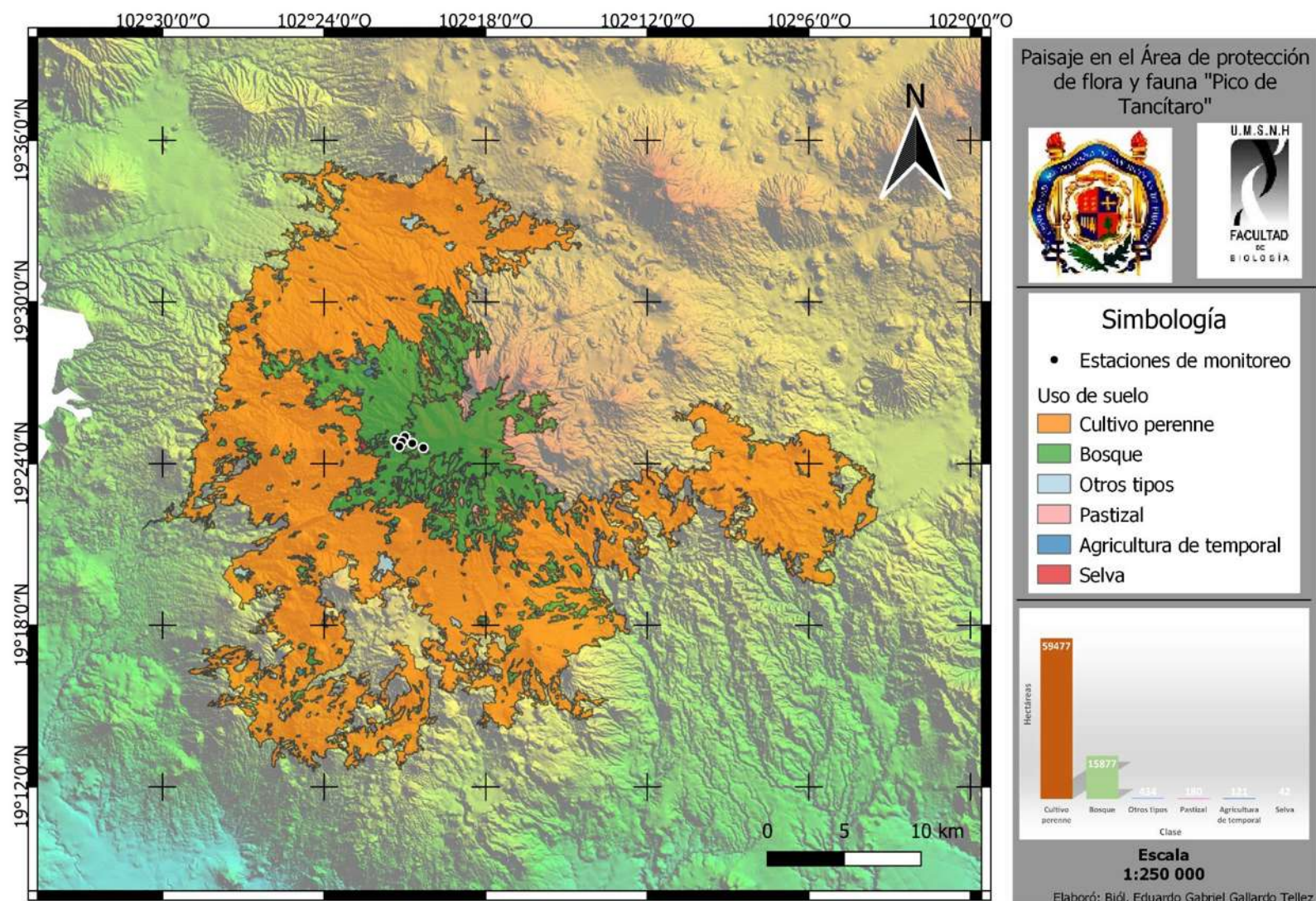


Figura 14. Paisaje en el Área de Protección de Flora y Fauna "Pico de Tancitaro".

Área voluntaria para la conservación “El Tocuz”

El área voluntaria para la conservación “El Tocuz” fue uno de los sitios con menor riqueza, tuvo la presencia de 10 especies de mamíferos medianos y grandes, dentro de las que destaca la presencia de lince (*Lynx rufus*) y coyote (*Canis latrans*).

Su matriz del paisaje con 7 clases es la matriz con mayor número de clases entre las localidades de estudio. La más abundante es la agricultura de riego con 4 800 hectáreas, seguida del bosque con 3,356, agricultura de temporal 3,256, pastizal 512, selva 12, otros tipos 313 y cultivo perenne 23, siendo El Tocuz la localidad con menor superficie de bosque y la única con agricultura de riego (Figura 15).

El PLAND dominante es de agricultura de riego con el 39.1%, seguido de bosque con el 27.3% muy semejante al de agricultura de temporal con 26.5%, es decir, la agricultura en el paisaje constituye el 65.6%, las otras clases presentan PLAND < 5%. El bosque presenta parches fragmentados con un PD de 0.5, esto se ve reflejado en su AREA_MN que es de 50.8 hectáreas, su ENN_MN es la mayor para esta clase en las distintas localidades con 361 metros, la CONNECT para bosque en el Tocuz fue de 35.2, siendo la mayor para bosque en las distintas localidades, aunque esto se debe a su baja TA (Cuadro 18).

Cuadro 18. Métricas del paisaje en el Área voluntaria para la conservación “El Tocuz”.

El Tocuz							
Parámetro	Agricultura de riego	Bosque	Agricultura de temporal	Pastizal	Selva	Otros tipos	Cultivo perenne
Área total (TA)	4800.0	3356.0**	3256.0	516.0	12.0	313.0	23.0
Porcentaje del paisaje (PLAND)	39.1	27.3	26.5	4.2	0.1	2.5	0.2
Numero de parches (NP)	51.0	66.0	58.0	14.0	4.0	9.0	8.0
Densidad de parches (PD)	0.4	0.5	0.5	0.1	0.0	0.1	0.1
Tamaño promedio de parche (AREA_MN)	94.1	50.8	56.1	36.9	3.0	34.8	2.9
Distancia promedio entre parches (ENN_MN)	162.4	361.0**	233.5	166.4	170.7	818.2	798.7
Conectividad (CONNECT)	23.4	35.2*	35.1	38.5	100.0	58.3	32.1

* Mediciones del bosque con los valores más favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

** Mediciones del bosque con los valores menos favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

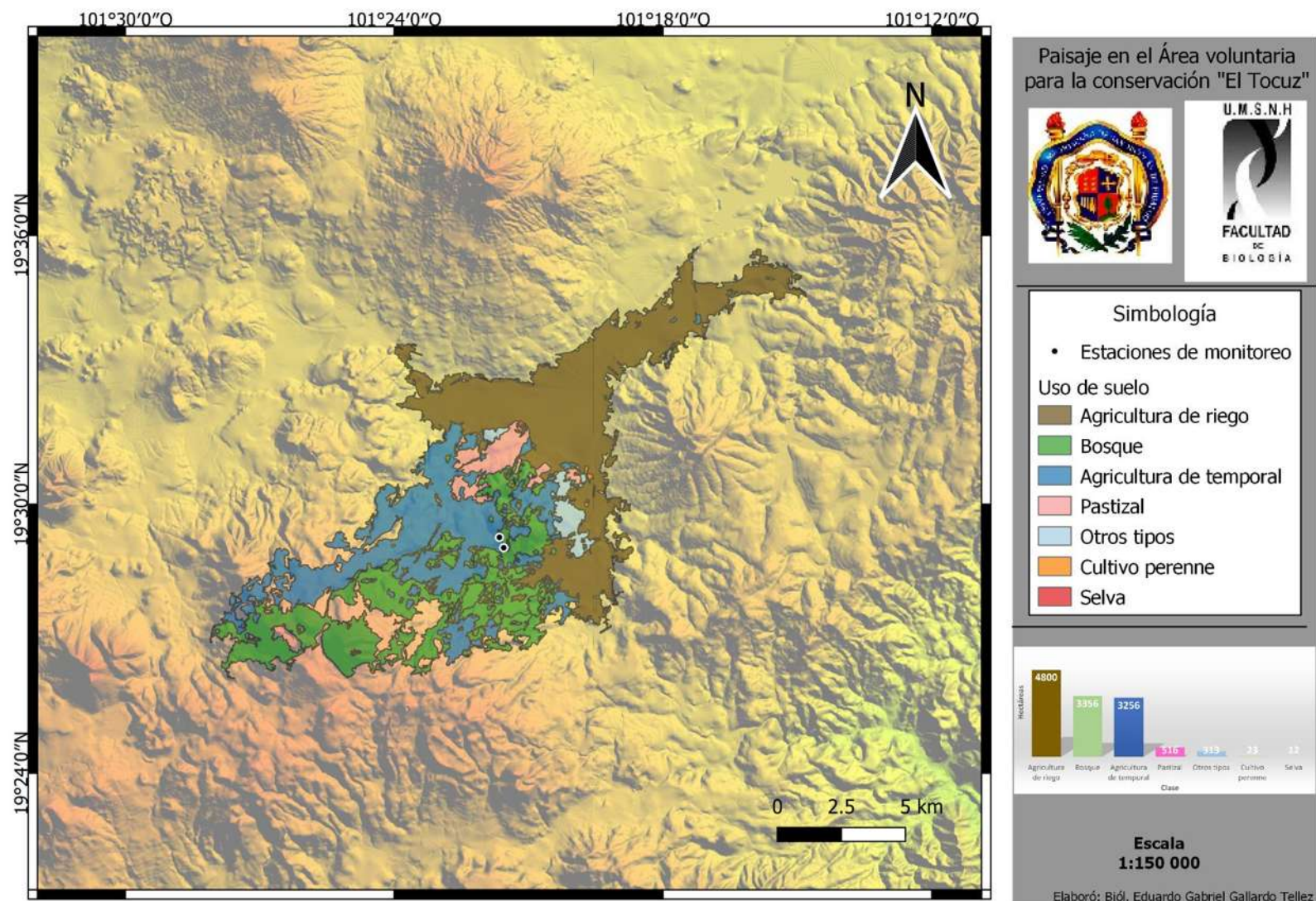


Figura 15. Paisaje en el Área voluntaria para la conservación "El Tocuz".

Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”

El PNBC fue la localidad con menor riqueza de mamíferos medianos y grandes con apenas 9 especies, siendo el coyote (*Canis latrans*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) las dos especies con mayores requerimientos de hábitat, esta fue la única localidad en no tener presencia de felinos.

Su paisaje está compuesto por 5 clases, siendo el cultivo perenne el de mayor TA con 66,818 hectáreas, seguido de bosque con 8,680, otros tipos 5,928, pastizal 319 y selva 12, siendo el PNBC la localidad con mayor cobertura de cultivo perenne (Figura 16).

En este paisaje la clase de bosque tiene un PLAND de apenas el 10.6%, siendo la localidad donde el bosque ocupa el menor porcentaje del paisaje. Aunque presenta un PD de 0.4, el AREA_MN es también la menor para esta clase en las diferentes localidades con 25.2 hectáreas, la ENN_MN es de 290.2 metros. El bosque presenta una CONNECT de 5.8 (Cuadro 19).

Cuadro 19. Métricas del paisaje en el Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”.

PNBC					
Parámetro	Cultivo perenne	Bosque	Otros tipos	Pastizal	Selva
Área total (TA)	66818.0	8680.0	5928.0	319.0	12.0
Porcentaje del paisaje (PLAND)	81.7	10.6**	7.3	0.4	0.0
Numero de parches (NP)	270.0	344.0**	79.0	75.0	4.0
Densidad de parches (PD)	0.3	0.4	0.1	0.1	0.0
Tamaño promedio de parche (AREA_MN)	247.5	25.2**	75.0	4.3	3.0
Distancia promedio entre parches (ENN_MN)	163.4	290.2	551.9	873.7	141.4
Conectividad (CONNECT)	4.0	5.8	13.0	21.5	100.0

* Mediciones del bosque con los valores más favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

** Mediciones del bosque con los valores menos favorables en términos de conectividad de todas las localidades.

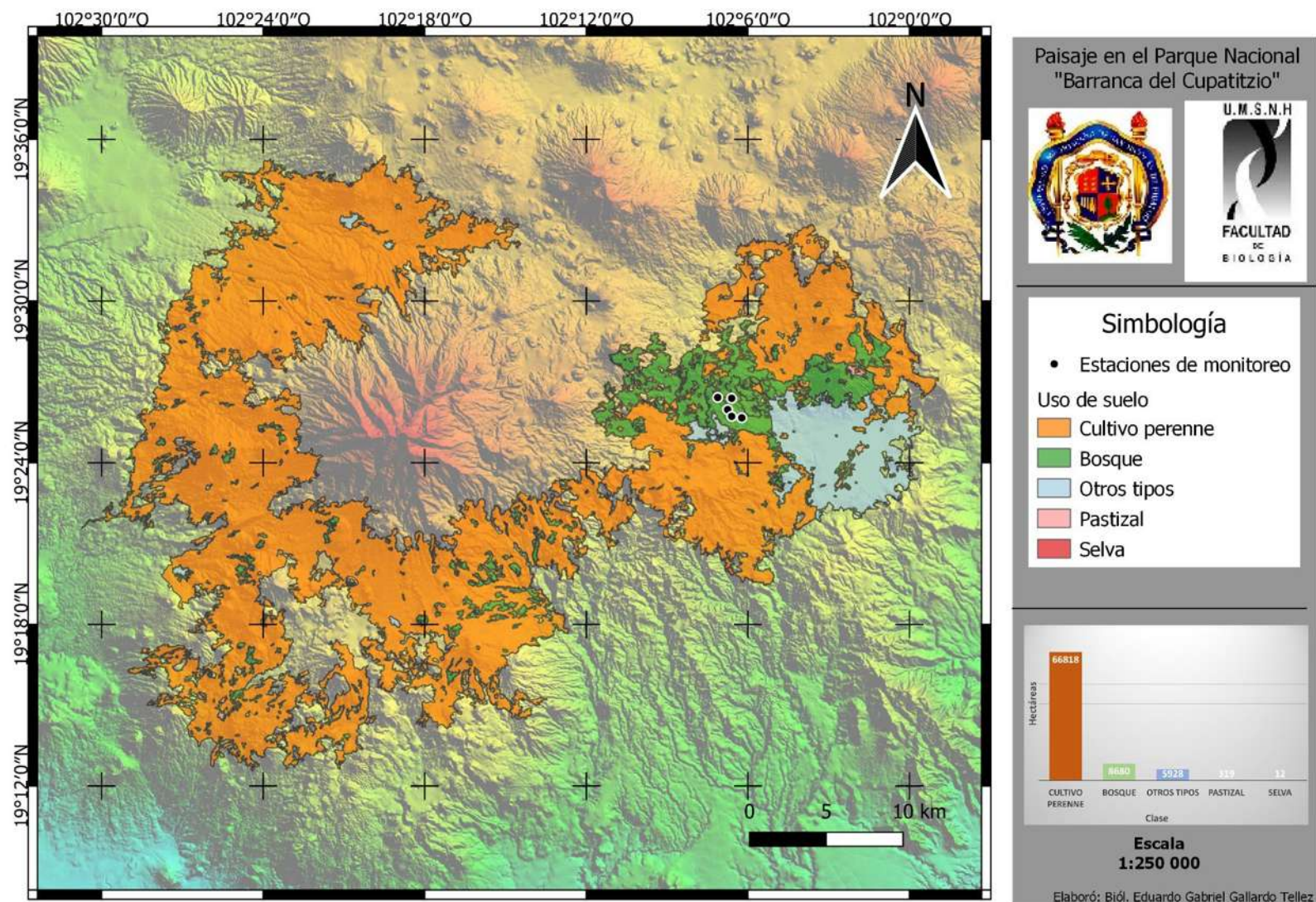


Figura 16. Paisaje en el Parque Nacional "Barranca del Cupatitzio".

Discusión

En el estado de Michoacán se han realizado múltiples estudios con fototrampeo dirigidos al conocimiento y entendimiento de la ecología de las comunidades de mamíferos medianos y grandes (Charre-Medellín, 2009; Charre-Medellín, 2012; López-Ortiz, 2017; Flores-Torres, 2018; Gallardo, 2018; Gómez-Cárdenas, 2019), sin embargo, este es el primer estudio para Michoacán que integra información de un monitoreo de mamíferos medianos y grandes, así como una carta de cobertura/ uso de suelo recientes (Mas, J-F *et al.*, 2017) para poder realizar análisis del paisaje y obtener mediciones de este, con el objetivo de poder observar las relaciones de estas mediciones con los ensambles de mamíferos medianos y grandes en los bosques templados de Michoacán.

En el análisis de la conectividad estructural se vinculan características de continuidad y adyacencia entre los fragmentos o parches de un tipo de uso de suelo, observando así la conectividad o aislamiento de algún uso de suelo mediante métricas del paisaje (Taylor *et al.*, 2006). En el área de estudio, las localidades seleccionadas tienen métricas del paisaje muy dinámicas, lo cual se ve claramente en la influencia de sus comunidades de mamíferos medianos y grandes.

Métricas del paisaje

El área total de bosque en las localidades de estudio fue mayor en el APFFPT con 15,877 ha y la menor TA de bosque fue en El Tocuz con 3356 ha, el TA es una medición importante al hacer análisis del paisaje, sin embargo, puede enmascarar la conectividad, ya que se ve afectada por la extensión y forma del parche del tipo de uso de suelo. Puede existir un TA pequeña distribuida uniformemente que pueda brindar oportunidad para el desplazamiento de especies (Laita *et al.*, 2011) El TA es una medición del paisaje, relacionada con el porcentaje del paisaje, en el presente trabajo solo la EBVQ y Llanitos tienen al bosque como la clase con mayor dominancia en su paisaje, en el APFFPT y PNBC es el cultivo perenne la clase con mayor proporción y la agricultura de riego en El Tocuz. A pesar que el APFFPT tiene la mayor TA de bosque, no tiene el mayor PLAND de esta clase, como se menciona,

el TA es una medida que puede enmascarar la conectividad (McGarigal *et al.*, 2002).

En cuanto al número de parches, el bosque es la clase con mayor número de parches en todas las localidades, lo cual es un referente de fragmentación, esto se debe al avance de la franja aguacatera (Mas, J-F *et al.*, 2017), este tipo de perturbación ocasiona la pérdida de flora y fauna, afectando principalmente a las especies más especialistas (McIntyre y Hobbs, 1999). En el PNBC presenta el mayor NP con 344, mientras que en Llanitos solo presenta 53.

Otras mediciones importantes en el paisaje es la densidad de parches y la distancia promedio entre estos, en ambas mediciones la EBVQ tuvo los valores más favorables en términos de conectividad para bosque, con un PD de 0.3 y un ENN_MN de 206 m., mientras que Llanitos tuvo los valores menos favorables en términos de conectividad para bosque en cuanto a PD con 0.6 y El Tocuz para ENN_MN con 361 m. PD es una medida relacionada con la fragmentación del paisaje, haciendo referencia al porcentaje de agregación de parches, valores de PD bajos reflejan paisajes con parches grandes y continuos, es decir, poca fragmentación. La ENN_MN representa una medida de aislamiento, en términos de conectividad se buscan valores bajos, es decir, distancias cortas que faciliten a los organismos su desplazamiento (McGarigal *et al.*, 2002).

Los paisajes con coberturas vegetales amplias, densidades y distancia entre parches bajas favorecen a las comunidades de mamíferos medianos y grandes, facilitando su desplazamiento (Fahrig, 2003).

El tamaño promedio de parche tuvo los valores más altos para bosque en la EBVQ con 213.7 ha, mientras que los más bajos fueron en el PNBC con 25.2 ha. Esta medida del paisaje nos indica el nivel de división que existe en una clase. En un paisaje con una clase completamente dominante el AREA_MN de dicha clase será el total del paisaje (Gergel y Turner, 2002).

La Conectancia mostro valores más favorables en términos de conectividad para bosque en El Tocuz con 35.2, mientras los valores menos favorables en

términos de conectividad fueron en el APFFPT con 7.2, los valores altos en esta medida del paisaje reflejan mayor conectividad física entre parches de una clase (McGarigal *et al.*, 2002).

Presiones antropogénicas en las localidades de estudio.

La presión antropogénica ejercida sobre el bosque en las localidades de los municipios de Uruapan y Tancítaro es principalmente por cultivos perennes, siendo el cultivo del aguacate el predominante (Sáenz-Reyes y Tapia-Vargas, 2012), en cuanto a las localidades en el municipio de Acuitzio del Canje la presión del bosque es por agricultura de temporal y de riego (INEGI, 2009)

En cuanto a las diferencias en los ensamblajes de mamíferos medianos y grandes a las métricas del paisaje como efectos de antropización en bosques templados de la región aguacatera de Michoacán se observó que, aunque las dominancias de clases en el paisaje son variadas, las dos localidades con mayor cobertura vegetal de bosque (APFFPT y EBVQ), son también las dos localidades con presencia de la especie con mayor requerimientos de hábitat, el Puma (Núñez *et al.*, 2002; De la Torre *et al.*, 2017), además de especies especialistas como el tigrillo, lince y venado cola blanca. Aunque el APFFPT fue la tercera localidad con mayor número de especies, esto se puede ver influenciado a que es la localidad a mayor altitud sobre el nivel del mar, Hernández *et al.*, En 1992, mencionan que a medida que se asciende en altitud la diversidad disminuye, sin embargo, estos ecosistemas son más ricos en especies especialistas y sensibles a la antropización.

Aunque Llanitos fue la segunda área con mayor riqueza de mamíferos medianos y grandes, la mayoría de ellos son especies generalistas y con más tolerancia a la perturbación (Flores-Torres, 2018), lo cual se relaciona con sus métricas, la densidad de parches más elevada (0.6) y tamaño promedio de parche de 114 hectáreas, es decir, la dominancia de su bosque le permite albergar un número elevado de especies, pero la fragmentación de este promueve la permanencia de especies tolerantes a la perturbación (Tillman, 2005).

El Tocuz, fue la segunda localidad con menor número de especies de mamíferos medianos y grandes, además de tener el área total de bosque menor en todas las localidades, lo cual afecta directamente a las poblaciones de fauna silvestre, especialmente del grupo de interés, ya que son especies con requerimientos amplios de hábitat, por otro lado, fue el paisaje con mayor distancia promedio entre parches de bosque, lo cual dificulta la movilidad de las poblaciones silvestres terrestres, no solo de mamíferos, si no de otros grupos (Fahrig, 2003)

El PNBC es la localidad con menor número de especies, si bien tiene una elevada área total de bosque, esta información cartográfica es de 2014 y durante años anteriores (Gallardo, 2018) e incluso durante el año de monitoreo los incendios forestales fueron una gran problemática en el municipio de Uruapan y particularmente en el área de montaña del PNBC, esto provoca el desplazamiento de un gran número de especies a otras zonas boscosas (Gurrutxaga San Vicente y Lozano Valencia, 2008). No obstante, las mediciones en este paisaje tampoco son favorables para el grupo de interés, ya que, entre todas las localidades, el PNBC presenta el menor porcentaje del paisaje de bosque, mayor número de parches y tamaño promedio de estos menores, es decir, es un paisaje muy fragmentado y con pequeños manchones de bosque.

Conclusiones

El cálculo de las métricas del paisaje con datos de cobertura vegetal resultó ser un método adecuado para evaluar las relaciones entre la antropización del paisaje y las comunidades de mamíferos medianos y grandes, permitiendo identificar patrones en los sitios con mayor diversidad. Esto no se había realizado anteriormente y toma importancia en términos de conservación, dada la gran presión que han experimentado los bosques templados de Michoacán en los últimos años.

Los efectos de antropización estimados a través de las métricas del paisaje en los ensambles de mamíferos medianos y grandes de bosque templado de la región aguacatera de Michoacán son notables. La pérdida de cobertura boscosa, así como la fragmentación de esta, reflejada en los tamaños y porcentajes menores en las localidades de estudios, así como la distancia promedio entre parches reflejan claramente una reducción en los ensambles de especies.

Los cambios en las comunidades de mamíferos medianos y grandes en respuesta a métricas del paisaje en las distintas localidades se vieron reflejados, no solo en una reducción en su riqueza, si no en especies con amplios requerimientos de hábitat, como el Puma, el cual no estuvo presente en la segunda localidad con más riqueza de especies, sin embargo, se tuvo presencia de este en la tercera localidad con mayor riqueza. La métrica que tuvo importancia en la presencia de esta especie fue el área total de bosque, la cual en ambas localidades fue mayor a 10,000 hectáreas.

Las características notorias en cuanto a métricas del paisaje del bosque para una mayor diversidad de especies fueron: 1. Que está clase sea la dominante sobre las demás, 2. Bajo número de parches < 100, 3. Densidad de parches baja < 0.4, 4. un gran tamaño promedio de parche > 200 hectáreas y 5. Distancia promedio entre parches < 300 metros.

Literatura citada

Alonso-F., A. M., B. Finegan, C. Brenes, S. Günter, y X. Palomeque. 2017. Evaluación de la conectividad estructural y funcional en el corredor de conservación Podocarpus-Yacuambi, Ecuador. *Caldasia*, 39(1). pp. 143-156.

Beier, P., D.R. Majka and W.D. Spencer. 2008. Forks in the road: choices in procedures for designing wildland linkages. *Conservation Biology* 22(4): pp. 836–851.

Botequilha, L.A.; J. Miller; J. Ahern and K. McGarigal. 2006. Measuring landscapes. *A planner's Handbook*. Island press. Washington.

Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24, 346–352.

Carbone, C. y J.L. Gittleman. 2002. A common rule for the scaling of carnivore density. *Science* 295:2273–2276 Carbone C, Teacher.

Charre-Medellín, J. F. 2009. Distribución y diversidad de mamíferos medianos y grandes en el municipio de Arteaga, Michoacán. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 119pp.

Charre-Medellín, J. F. 2012. Uso de manantiales por los mamíferos silvestres en bosques tropicales de Michoacán. Tesis de maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 89pp.

COFOM (Comisión Forestal del Estado de Michoacán). 2014. Inventario estatal forestal y de uso de suelo Michoacán. COFOM. Morelia, Michoacán. 372pp.

De la Torre, A., J.M. Núñez, R. Medellín. 2017. Spatial requirements of jaguar and pumas in Southern Mexico. *Mammalian Biology*, 84: pp. 52–60.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu Rev Ecol Syst* 34: pp. 487–515.

Flores-Torres Y. 2018. Uso de hábitat y patrones de actividad de los depredadores superiores en un bosque templado fragmentado en Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 71pp.

Foster, R. J. and B.J. Harmsen. 2012. A critique of density estimation from camera-trap data. *J. Wildlife Manage.* 76. pp. 224–236.

Gallardo Tellez E. 2018. Variación del ensamble de mamíferos mediano y grandes en la estación biológica “Vasco de Quiroga” en Uruapan, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 88pp.

Gergel, S.E. y M.G. Turner. 2002. *Learning Landscape Ecology: A Practical Guide to Concepts and Techniques*. New York: Springer.

Gómez-Cárdenas E. 2019. Riqueza y abundancia del ensamblaje de mamíferos de talla mediana y grande de la Sierra de Jalmich, en Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 74pp.

Gurrutxaga San Vicente, M y P.J. Lozano Valencia. 2008. Evidencias sobre la eficacia de los corredores ecológicos: ¿Solucionan la problemática de la fragmentación de hábitats? *Observatorio Medioambiental* Vol 11 (2008). pp 171-183.

Hernández, J. 1992. Caracterización Geográfica de Colombia. En: G. Halffter. *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana. Xalapa – México. pp. 45 – 53.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2009. *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Acuitzio, Michoacán de Ocampo*. México. 9 pp.

Mas, J.-F, R. Lemoine-Rodríguez, R. González-López, J. López-Sánchez, A. Piña-Garduño and E. Herrera-Flores. 2017. Land use/land cover change detection combining automatic processing and visual interpretation, *European Journal of Remote Sensing*, 50:1, 626-635, DOI: 10.1080/22797254.2017.1387505.

Laita, A.; Kotiaho, J.S. and Monkkonen, M. 2011. Graph-theoretic connectivity measures: what do they tell us about connectivity? *Landscape Ecology* Vol. 26, p. 951-967.

López-Ortiz E. 2017. Riqueza y abundancia de los mamíferos medianos y grandes de la estación biológica “Vasco de Quiroga” en Uruapan, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. 57pp. y Anexos.

Mas, J.-F, R. Lemoine-Rodríguez, R. González-López, J. López-Sánchez, A. Piña-Garduño and E. Herrera-Flores. 2017. Evaluación de las tasas de deforestación en Michoacán a escala detallada mediante un método híbrido de clasificación de imágenes SPOT. *Madera y Bosques*, 23(2), 119-131. doi:10.21829/myb. 2017. 2321472.

McGarigal, K y B, Marks. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis. User's.

McGarigal, K.; Cushman, S.A.; Neel, M.C. y Ene, E. 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Amherst: University of Massachusetts.

McIntyre, S; Hobbs, R. 1999. A framework for conceptualizing human effects on landscape and its relevance to management and research models. *Conservation Biology*. 13(6): pp. 1282-1292.

Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. 2002. Ecología del jaguar en la Reserva de la Biosfera ChamelaCuixmala, Jalisco, México. In: R. Medellín, C. Equihua, C. Chetkiewics, P. Crawshaw, A. Robinowitz, K. Redford, J. Robinson, E. Sanderson y

A. Taber, (Comps.), El jaguar en el nuevo milenio. Fondo de la cultura económica, Distrito Federal. pp. 107 – 126

Rabinowitz, A. y K. A. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. Biological Conservation 143: 949–945.

Ripple WJ, Estes JA, Beschta RL, Wilmers CC, Ritchie EG, Hebblewhite M *et al*. 2014. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. Science (New York, NY) 343:1241484.

Sáenz Reyes J. y Tapia Vargas L. 2012. Cambio de uso de suelo y erosión. En: INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). Impacto de cambio de uso de suelo forestal a huertos de aguacate. México. pp. 69-74.

Salazar, E., J. Mendoza, S. Ochoa-Gaona, V. Ku-Quej, y M. Hidalgo-Mihart. 2017. Evaluación de la conectividad del paisaje en la región Puuc-Chenes, México, con base en los requerimientos de hábitat del jaguar (*Panthera onca*). Investigaciones Geográficas, (92).

Sollmann, R., B. Gardner, R.B. Chandler, D.B. Shindle, D.P. Onorato, J.A. Royle and A.F. O'Connell. 2013. Using multiple data sources provides density estimates for endangered Florida panther. J. Appl. Ecol. 50. pp. 961–968.

Soria-Díaz L., O. Monroy-Vilchis, C. Rodríguez-Soto, M. Zarco-González, V. Urios. 2010. Variation of abundance and density of *Puma concolor* in zones of high and low concentration of camera traps in central Mexico. Anim Biol 60:361 pp.

Saura, S. and Martínez-Millán, J. Sensitivity of Landscape Pattern Metrics to Map Spatial Extent. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 2001, Vol. 67, 9, pp. 1027-1036.

Suazo-Ortuño, I. e I. Zermeño-Hernández. 2019. Resumen ejecutivo. Diversidad de ecosistemas. En: La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2, vol. 1. CONABIO, México, pp. 293 – 295.

Taylor, P.D., L. Fahrig y K. With. 2006. Landscape connectivity: A return to basics. In: Crooks, K.R. and M, Sanjayan. (editors). Connectivity Conservation. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 29-43.

Tillmann, J.E. 2005. Habitat Fragmentation and Ecological Networks in Europe. GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society 14: pp. 119–123.7.

Turner, M. G., R. H. Gardner and R. V. O'Neill. 2001. Landscape ecology in theory and practice, pattern and process. EUA. 406 pp.

Anexos

Anexo 1. Curvas de rarefacción por localidad.

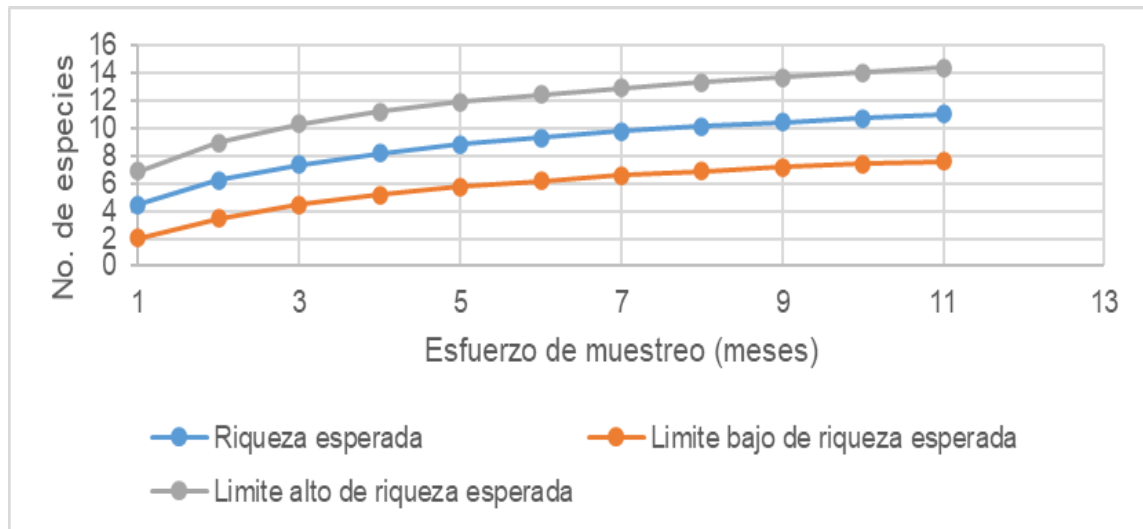


Figura 17. Curva de rarefacción de las especies registradas en el APFFPT considerando el esfuerzo de muestreo del presente estudio.

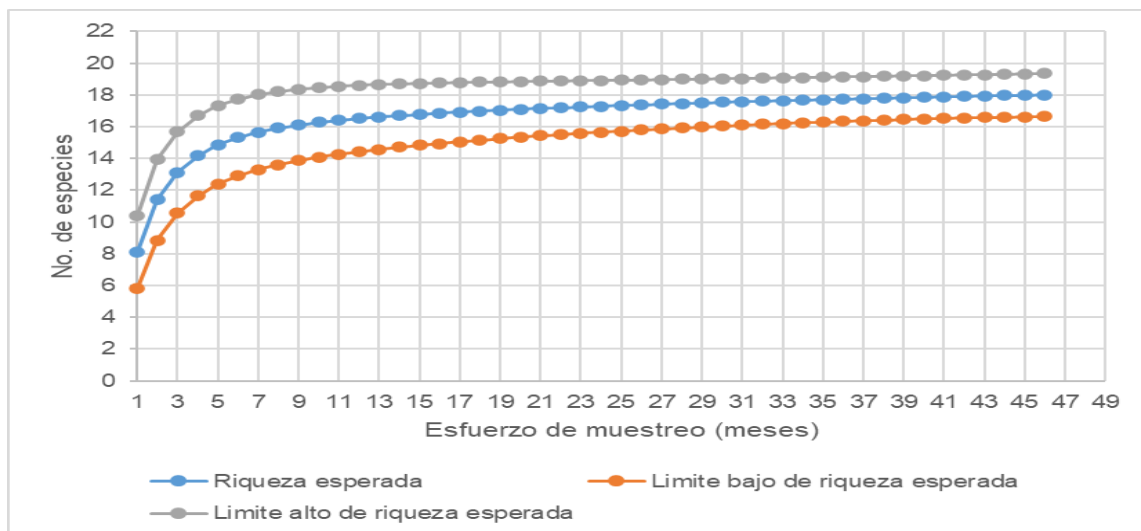


Figura 18. Curva de rarefacción de las especies registradas en la EBVQ considerando el esfuerzo de muestreo de López-Ortiz, 2017; Gallardo, 2018 y del presente estudio.

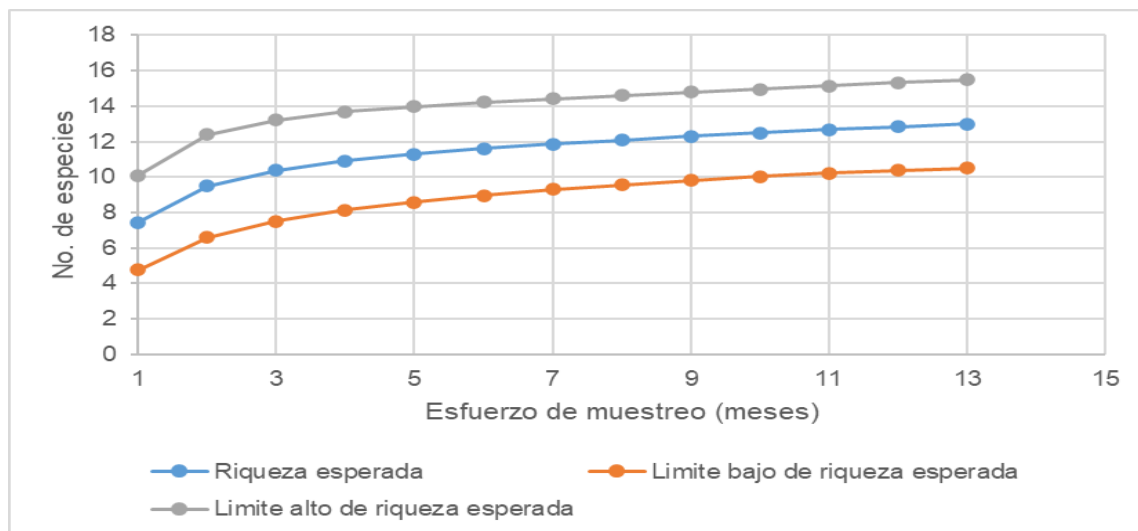


Figura 19. Curva de rarefacción de las especies registradas en Llanitos considerando el esfuerzo de muestreo del presente estudio.

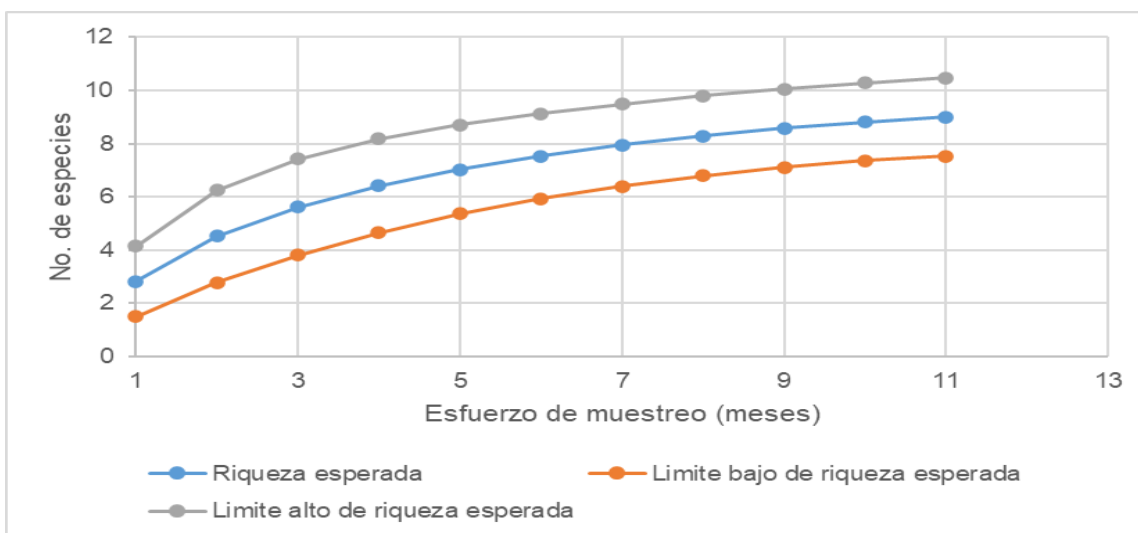


Figura 20. Curva de rarefacción de las especies registradas en el PNBC considerando el esfuerzo de muestreo del presente estudio.

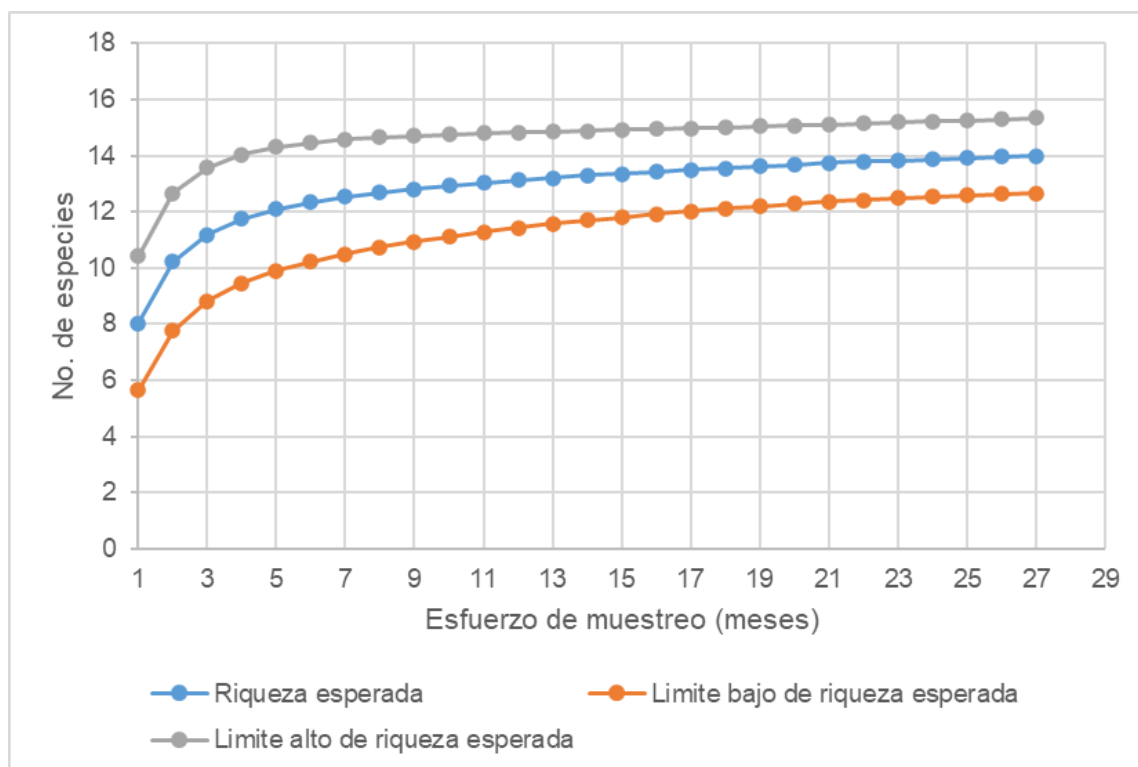


Figura 21. Curva de rarefacción de las especies registradas en el Tocuz considerando el esfuerzo de muestreo de Flores-Torres, 2018 y del presente estudio.

Anexo 2. Diagramas de traslape de actividad entre áreas estudiadas.

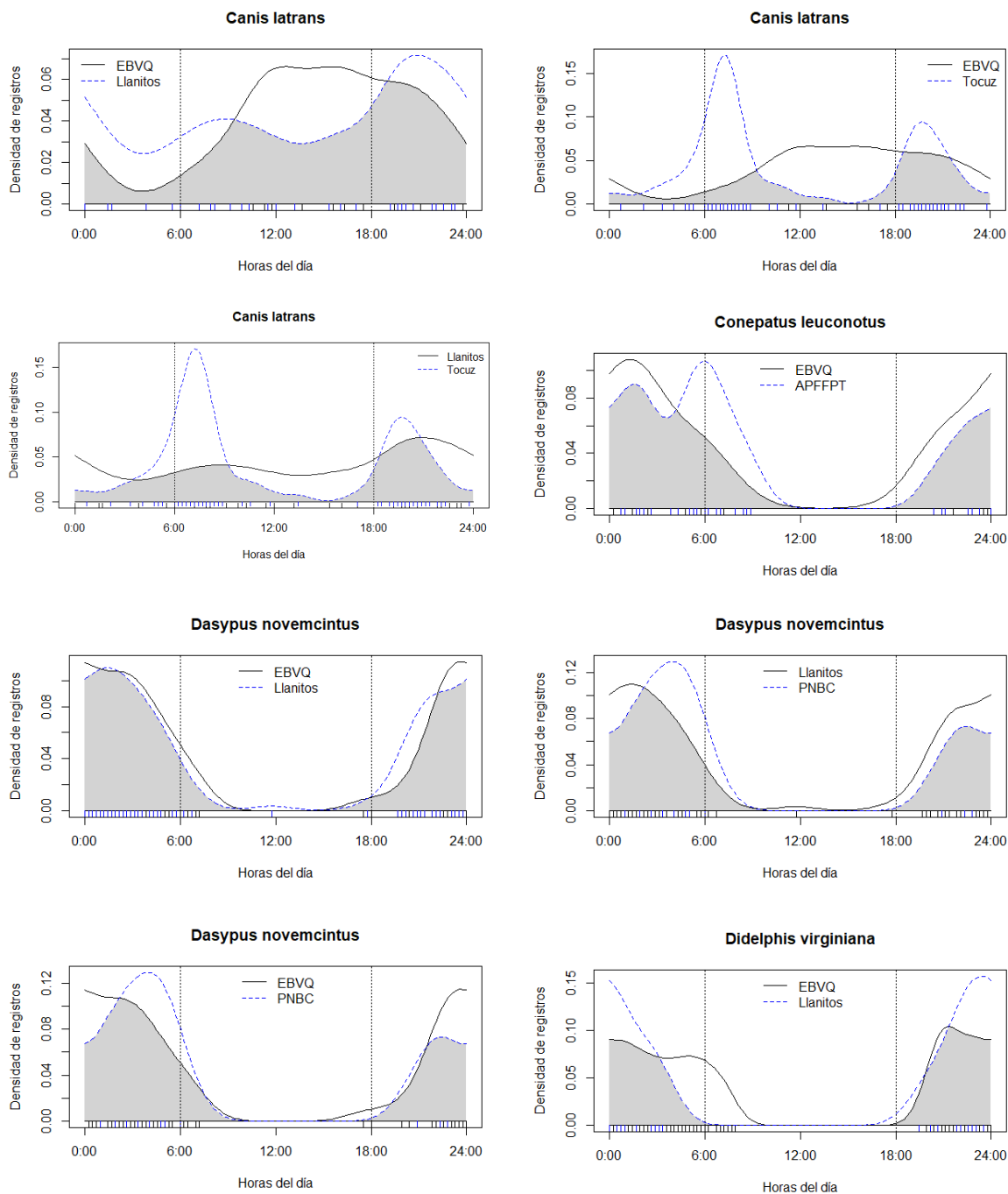


Figura 22 a. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.

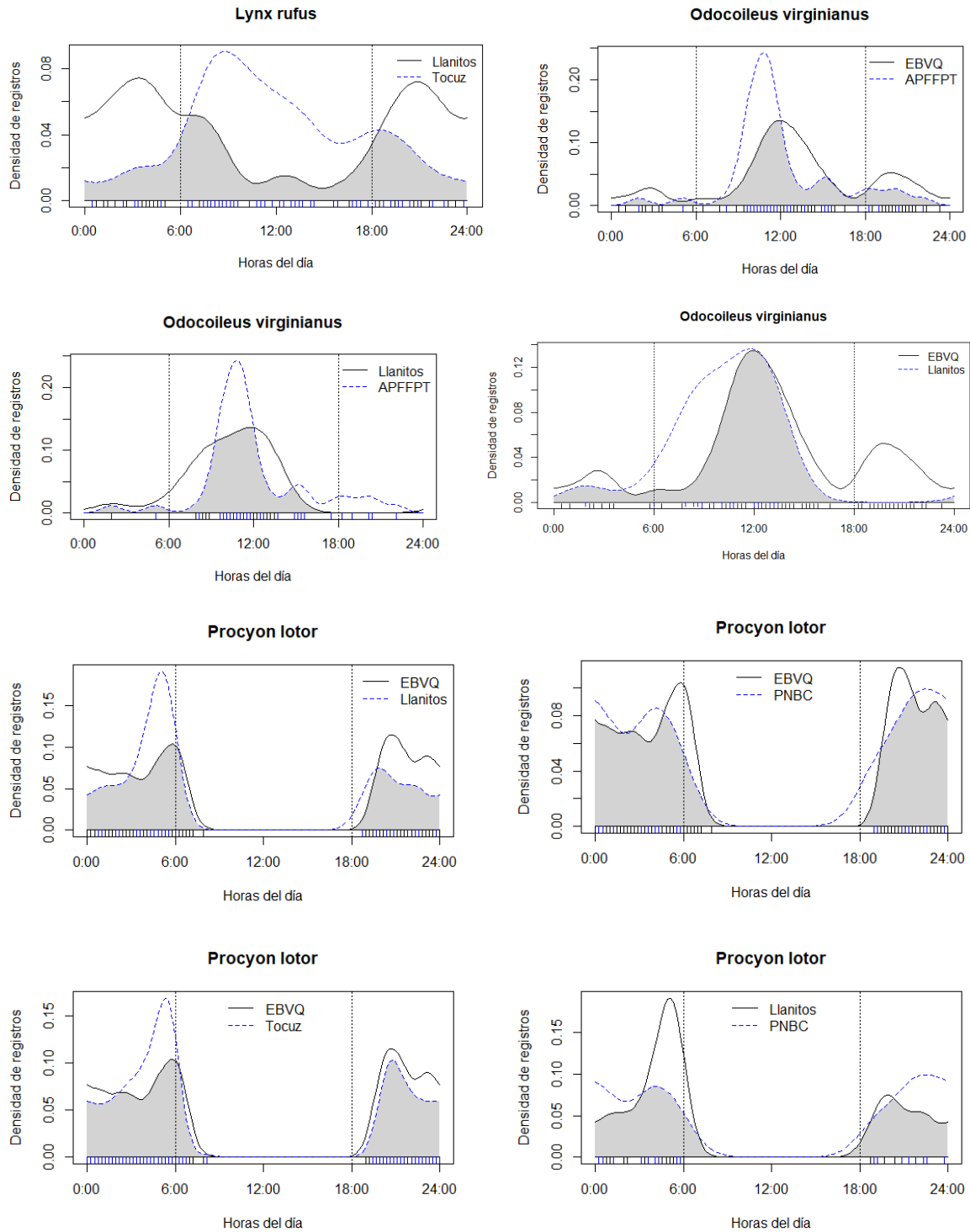


Figura 22 b. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.

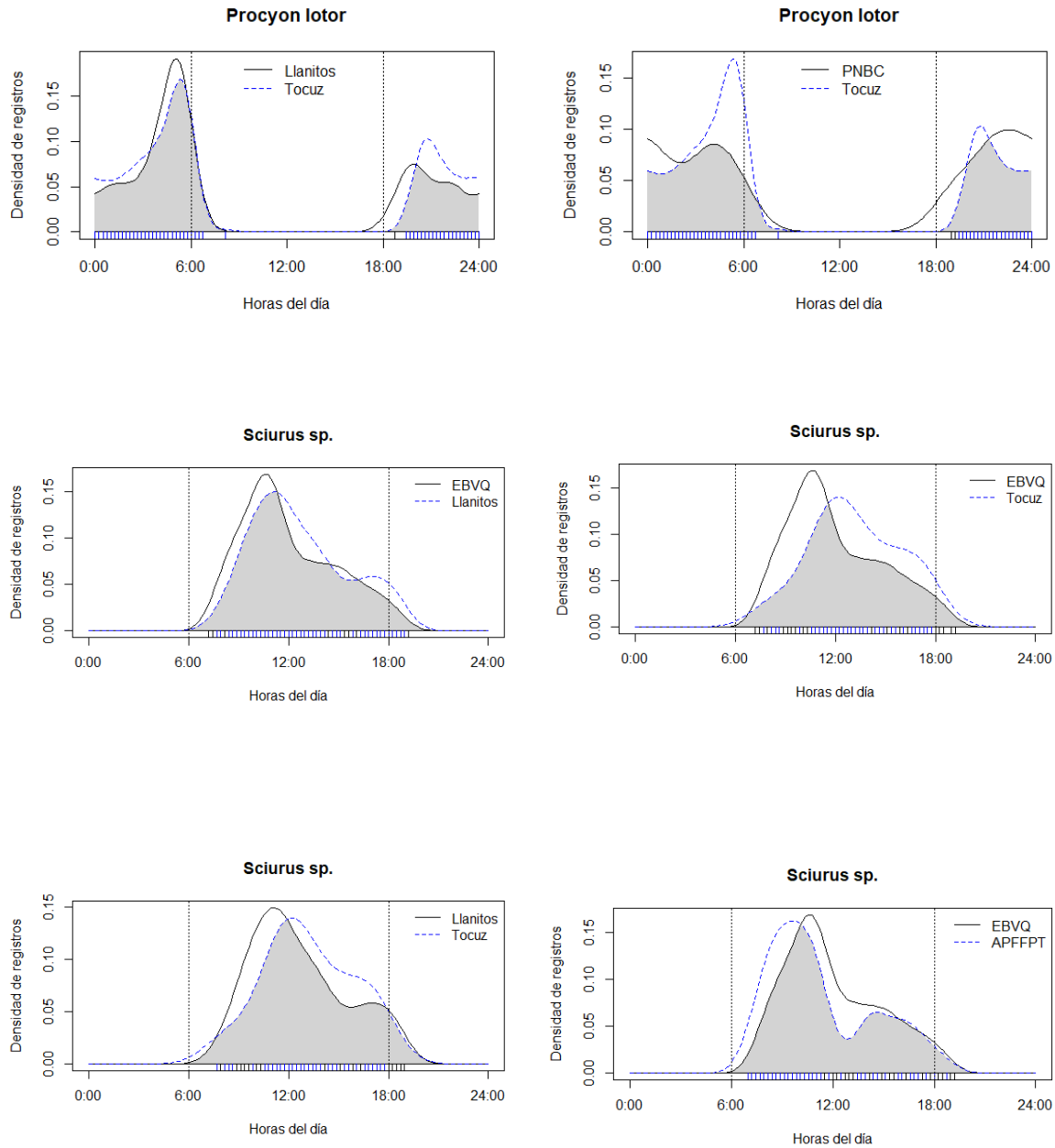


Figura 22 c. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.

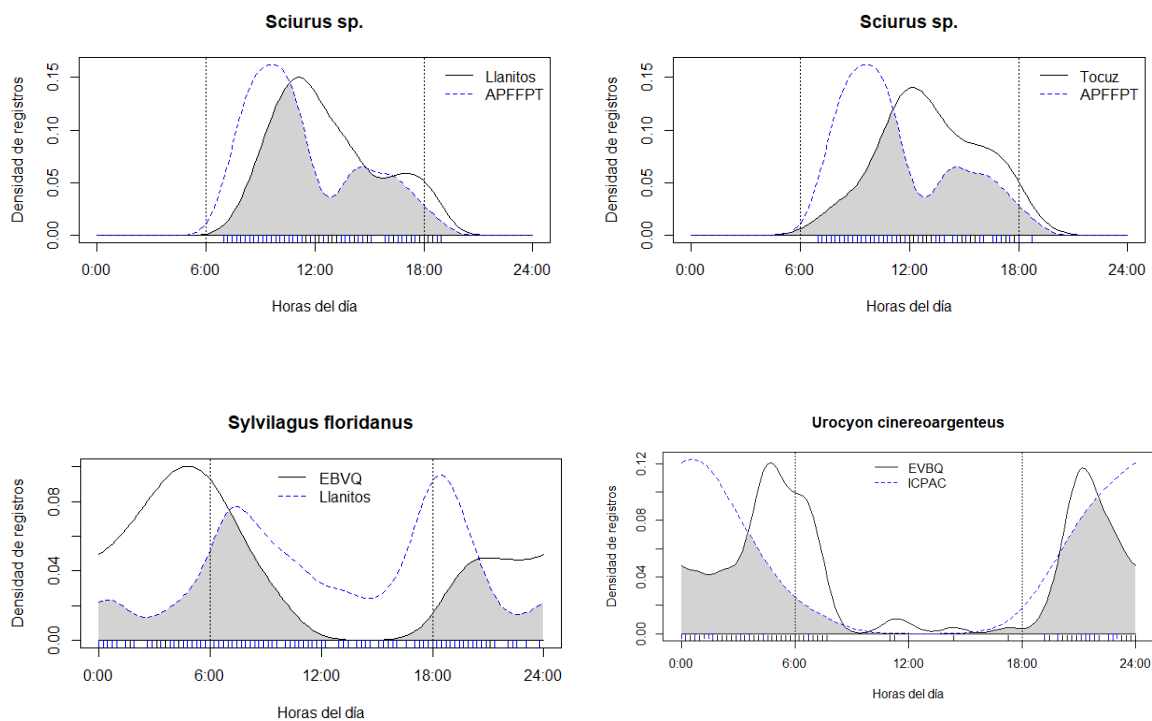


Figura 22 d. Diagramas de traslape de actividad entre especies de áreas estudiadas.

Anexo 3. Anexo fotográfico.



Figura 23. *Didelphis virginiana*.



Figura 24. *Dasypus novemcinctus*.



Figura 25. *Sylvilagus floridanus*.



Figura 26. *Urocyon cinereoargenteus*.



WILDVIEW

09-14-2019 20:21:52

Figura 27. *Canis latrans*.



Figura 28. *Leopardus wiedii*.

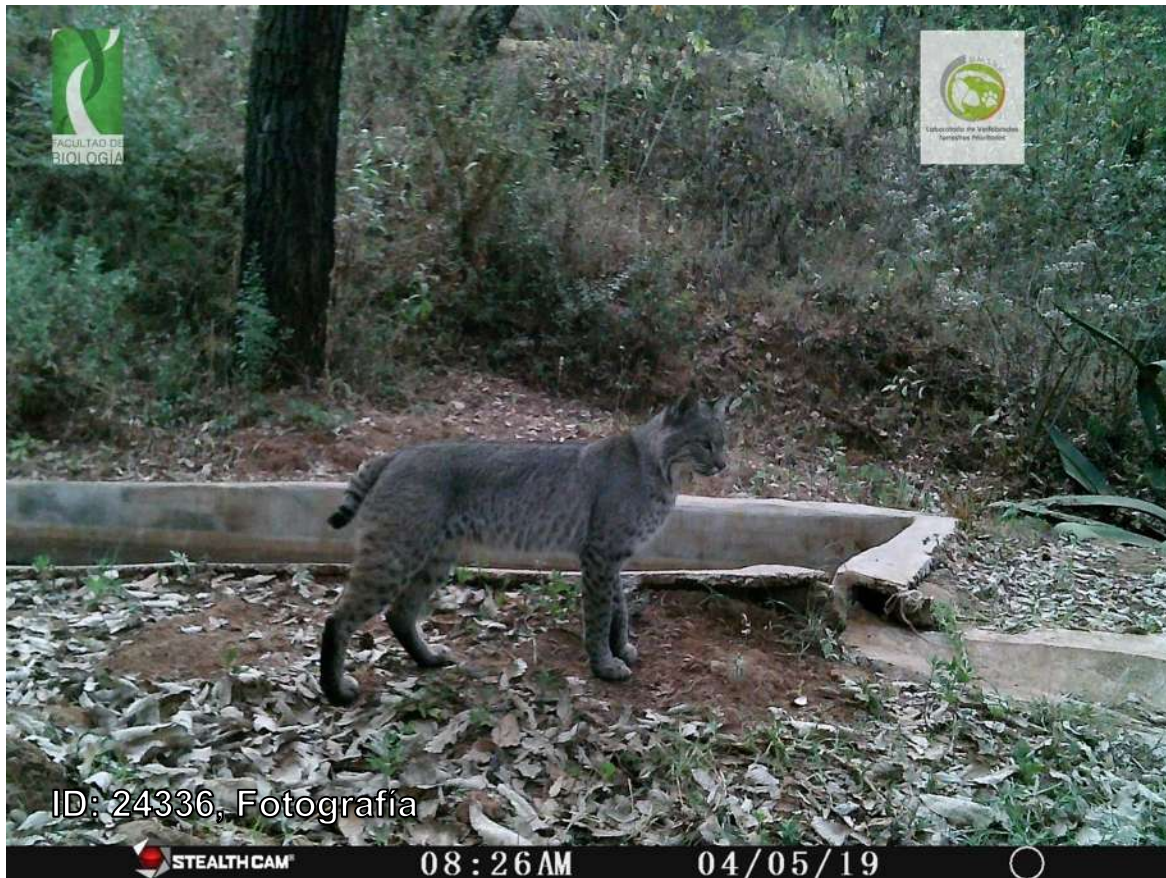


Figura 29. *Lynx rufus*.



Figura 30. *Puma concolor*.



Figura 31. *Herpailurus yagouaroundi*.



Figura 32. *Conepatus leuconotus*.



Figura 33. *Mephitis macroura*.



Figura 34. *Spilogale gracilis*.



Figura 35. *Bassariscus astutus*.



Figura 36. *Nasua narica*.



Figura 37. *Procyon lotor*.



Figura 38. *Mustela frenata*.



Figura 39. *Odocoileus virginianus*.



Figura 40. *Sciurus sp.*



Figura 41. *Otospermophilus variegatus*.