



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO



**DIVERSIDAD DE FAUNA EN PAISAJES MODIFICADOS EN
SIERRA DE ÁLVAREZ**

Por:

I.A.R.F. Victoria Gómez Hinojosa

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Agropecuarias**

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Noviembre 2022





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO



DIVERSIDAD DE FAUNA EN PAISAJES MODIFICADOS EN
SIERRA DE ÁLVAREZ

Por:

I.A.R.F. Victoria Gómez Hinojosa

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Agropecuarias

Director

Dr. Jorge Alberto Flores Cano

Co-Directora

Dra. Sandra Milena Gelviz Gelvez

Asesores

Dra. Liliana Miranda Aragón

Dr. Felipe Barragán Torres

DEDICATORIA

A mi Familia:

Mi mamá Ma. Victoria Hinojosa Villanueva, mi papá P. Pablo Gómez Zarate, a mis hermanas Alejandra, Francia y Ana. Mis sobrinos, Fernanda, Emiliano y Sebastián. Mí adoración, Román González. Porque cada uno de ustedes son lo más importante en mi vida, agradezco siempre en el alma poder contar con su apoyo y amor incondicional, por darme la fuerza, alentarme a cumplir mis metas y por compartir la alegría de mis triunfos personales. Especialmente a mi abuelita Rufi que siempre me acompaña.

A mis Amigos:

Melissa Rodríguez, Karla Medina, Melissa Reyes, Jessi Zarazúa, Karen Hernández, Caro y Adri Leyva, Lulú de la torre, Ale Quibrera, Carlos Montero, Samuel Rodríguez. Por acompañarme siempre y ser parte de este camino de mi vida. Por su amistad y cariño sincero y por todo el apoyo que me han brindado. ¡Los amo!

A mis compañeros y amigos de posgrado: Quetzal, Anita, Fabi, Juan. Gracias por estos dos años compartidos, que aun cuando de inicio solo nos conocíamos a través de la pantalla, se formó una muy linda amistad.

A mi pequeña pichus que amo mucho y me acompañó en muchas desveladas hasta el último día de su vida.

A mis Profesores:

Agradezco infinitamente el compartir conmigo generosamente su sabiduría, por su apoyo incondicional en la realización de este proyecto, por motivarme a seguir enfrentando nuevos retos, a prepararme más. Por sus consejos, amistad y confianza. Les estaré eternamente agradecida.

Victoria Gómez Hinojosa

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por la oportunidad de continuar preparándome profesionalmente.

Al Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (IIZD) por el apoyo y las facilidades brindadas en la realización de este trabajo de investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento para llevar a cabo este posgrado. Registro de CVU: 1078519.

Al Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) por el apoyo y las facilidades brindadas en la realización de este trabajo de investigación.

A mi comité, la Dra. Sandra Milena Gelviz por toda su gran paciencia en este recorrido, por la orientación en análisis de resultados, el desarrollo y la revisión de esta investigación para la realización de nuestra tesis. Por los consejos y la confianza otorgada.

Al Dr. Jorge A. Flores Cano por todo su apoyo incondicional en campo, su orientación y por todo el conocimiento compartido para mejorar en la realización de este trabajo.

Al Dr. Felipe Barragán Torres por su apoyo y paciencia en el trabajo de campo, por la asesoría en los análisis y corrección de este trabajo de investigación.

A la Dra. Liliana Miranda Aragón por su asesoría y corrección de este trabajo de investigación.

Al Dr. José Tuxpan Vargas por su asesoría para la realización de análisis de imágenes satelitales.

A las autoridades, propietarios y ejidatarios de las comunidades. Lucía Arauz Paredes “Rancho el Pinal”. Mauricio Espinosa Gerente del Ecoparque “El Cráter”. Sr. Juan Moreno, “Ejido Río de Bagres”. Guillermo Alfonso R. Méndez “UMA San Rafael”. Ana Mayra Garza Peña y José Luis Carrera Blanc, “La Laguna”.

A mis compañeros y colegas por su apoyo para la realización de toma de datos en campo: Melissa Rodríguez Medina, Jesús Sandoval Martínez, José Daniel Núñez Martínez, Judith.

A todos quienes me ayudaron y tuvieron la infinita paciencia de acompañarme física y moralmente a lo largo de estos dos años.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	xii
SUMMARY	xiii
INTRODUCCIÓN	1
Hipótesis.....	2
Objetivo General	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Ecología del Paisaje	3
MATERIALES Y MÉTODOS	8
Zona de Estudio.....	8
Evaluación de la Estructura de la Vegetación.....	10
Determinación y Caracterización de la Fragmentación de las Unidades de Paisaje.....	11
Evaluación de la Diversidad de Fauna Silvestre	13
Instalación de Cámaras.....	13
Análisis de Datos.....	16
RESULTADOS	18
Caracterización de las Unidades de Paisaje	18
a) Evaluación de la Estructura de la Vegetación	18
b) Métricas del Paisaje	22
Temporada Seca	24
a) Unidad de Paisaje en Rioverde	24
Diversidad alfa	26
Diversidad beta.....	27

b) Unidad de paisaje en San Luis Potosí.....	29
Diversidad alfa	30
Diversidad beta.....	31
Temporada de Lluvia	32
a) Unidad de Paisaje en Rioverde	32
Diversidad alfa	34
Diversidad beta.....	35
b) Unidad de Paisaje en San Luis Potosí.....	36
Diversidad alfa	38
Diversidad beta.....	38
Efecto de las modificaciones espacio temporales del paisaje	39
DISCUSIÓN.....	42
CONCLUSIÓN	47
LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características de las zonas de estudio (U.P), y a las cuales se les categorizó, de acuerdo con sus características particulares.....	9
2	Métricas del paisaje software FRAGSTATS (Mc Garigal <i>et al.</i> , 2002)..	11
3	Porcentajes de cobertura natural (Veg/Nat) y cobertura modificada (Veg/Mod) y promedio de biomasa por condición en cada una de las unidades de paisaje.	21
4	Biomasa por tipo de vegetación, desviación estándar y coeficiente de variación en las tres condiciones dentro de las unidades de paisaje.....	21
5	Métricas de fragmentación obtenidas en dos unidades de paisaje U.P_SLP y U.P_RV, dentro de las tres condiciones. Las variables de fragmentación se tomaron con base en los criterios especificados por Garigal <i>et al.</i> (2002).	23
6	Riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes y aves en tres condiciones en la U.P_RV, temporada seca	25
7	Riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes y aves en tres condiciones en la U.P_SLP, temporada seca	29
8	Riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes y aves en tres condiciones en la U.P_RV, temporada de lluvia.....	32
9	Riqueza de especies de mamíferos medianos y grandes y aves en tres condiciones en la U.P_SLP, temporada de lluvia.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Área de estudio. Vista estatal y local de la zona de estudio donde se ubican las 2 unidades de paisaje A) Limite estatal, ubicación de las dos unidades de paisaje U.P_SLP y U.P_RV. b) Ubicación de los sitios de estudio, en los recuadros en verdes muestran los sitios conservados, en amarillo sitios de condición intermedio y en escala de rojo los sitios modificados.....	10
2	Cuadrante de unidad de paisaje y la división para la instalación de los puntos de monitoreo (P-1, P-2, P-3, P-4) de fauna (mamíferos pequeños, medianos y grandes). La separación de cada punto de monitoreo fue de 300-500m entre cada P.....	14
3	Instalación de equipo de las cámaras de fototrampeo en las unidades de paisaje (U.P) en Sierra de Álvarez, a) Cámara-trampa Bushnell Trophy Cam b) Cámara-trampa Stealth cam P series.....	14
4	Modelos de cámaras trampas utilizadas en el monitoreo de fauna silvestre en las unidades de paisaje. a). Trampa Bushnell Trophy Cam, b) Trampa Cuddeback, y c) Trampa Stealth cam P series.	15
5	Área de estudio y tipos de vegetación para las dos unidades de paisaje dentro de las tres condiciones. Condiciones: U.P_RV: a) Conservado, b) Intermedio, c) Modificado. U.P_SLP: d) Conservado, e) Intermedio y f) Modificado. Tipos de vegetación: BPQ: Bosque de pino-encino, BQP: Bosque de encino – pino, BQ: Bosque de encino, VSa/BQ: Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, MSM: Matorral submontano, MC: Matorral crasicaule, PI: Pastizal inducido, TA: Agricultura de temporal.....	19
6	Distribución espacial de la biomasa en las dos unidades de paisaje, evaluado en cuadrantes de dos km ² en la Sierra de Álvarez, S.L.P. Mapa elaborado con base en los datos de Cartus <i>et al.</i> , (2014).	

	Condiciones: U.P_RV: a) Conservado, b) Intermedio, c) Modificado. U.P_SLP: d) Conservado, e) Intermedio y f) Modificado. Los puntos en rojo representan la ubicación de los puntos de monitoreo para fauna silvestre.....	20
7	Curvas de rango abundancia (Log 10) para las tres condiciones en la U.P_RV, condiciones: conservado, intermedio y modificado en temporada seca	26
8	Rarefacción basada en datos de presencia de especies y extrapolación de números de Hill. Orden a) q0 (riqueza de especies) b) q1 (Exponencial del índice de Shannon), para las tres condiciones: conservado (verde), intermedio (amarillo) y modificado (rojo), intervalos de confianza del 95 % en la U.P_RV.....	27
9	Recambio de especies (beta.jtu), Anidamiento de especies (beta.jne) En las dos unidades de paisaje: San Luis Potosí: (U.P_SLP), Condiciones: Conservado: (Con_SLP), Intermedio (Int_SLP) y Modificado (Mod_SLP). Rioverde (U.P_RV). Conservado (Con_RV), Intermedio (Int_RV) y Modificado (Mod_RV).....	28
10	Diagrama representativo del conjunto de especies que definen los índices de disimilitud entre las tres condiciones de la U.P_RV, temporada seca, a= especies compartidas entre las tres condiciones. b= condición conservado, c= condición intermedio y d= condición modificado. Especies compartidas: bc= conservado e intermedio, bd= conservado y modificado y cd= intermedio y modificado.....	29
11	Curvas de rango abundancia (Log 10) para las tres condiciones en la U.P_SLP, condiciones: conservado, intermedio y modificado en temporada seca.....	30
12	Rarefacción basada en datos de presencia de especies y extrapolación de números de Hill. Orden a) q0 (riqueza de especies) b) q1 (Exponencial del índice de Shannon), para las tres condiciones: conservado (verde), intermedio (amarillo) y	

	modificado (rojo), intervalos de confianza del 95 % en la U.P_SLP.....	31
13	Diagrama representativo del conjunto de especies que definen los índices de disimilitud entre las tres condiciones de la U.P_SLP, temporada seca, a= especies compartidas entre las tres condiciones. b= condición conservado, c= condición intermedio y d= condición modificado. Especies compartidas: bc= conservado e intermedio, bd= conservado y modificado y cd= intermedio y modificado.....	32
14	Curvas de rango abundancia (Log 10) para las tres condiciones en la U.P_RV, condiciones: conservado, intermedio y modificado en temporada de lluvia.....	33
15	Rarefacción basada en datos de presencia de especies y extrapolación de números de Hill. Orden a) q0 (riqueza de especies) b) q1 (Exponencial del índice de Shannon), para las tres condiciones: conservado (verde), intermedio (amarillo) y modificado (rojo), intervalos de confianza del 95 % en U.P_RV....	34
16	Recambio de especies (beta.jtu), anidamiento de especies (beta.jne). En las dos unidades de paisaje: San Luis Potosí: (U.P_SLP), Condiciones: Conservado: (Con_SLP), Intermedio (Int_SLP) y Modificado (Mod_SLP). Rioverde (U.P_RV). Conservado (Con_RV), Intermedio (Int_RV) y Modificado (Mod_RV).....	35
17	Diagrama representativo del conjunto de especies que definen los índices de disimilitud entre las tres condiciones de la U.P_RV, temporada de lluvia, a= especies compartidas entre las tres condiciones. b= condición conservado, c= condición intermedio y d= condición modificado. Especies compartidas: bc= conservado e intermedio, bd= conservado y modificado y cd= intermedio y modificado.....	36
18	Curvas de rango abundancia (Log 10) para las tres condiciones en la U.P_SLP, condiciones: conservado, intermedio y modificado en temporada de lluvia.....	37

19	Rarefacción basada en datos de presencia de especies y extrapolación de números de Hill. Orden a) q_0 (riqueza de especies) b) q_1 (Exponencial del índice de Shannon), para las tres condiciones: conservado (verde), intermedio (amarillo) y modificado (rojo), intervalos de confianza del 95 % en U.P_SLP.....	38
20	Diagrama representativo del conjunto de especies que definen los índices de disimilitud entre las tres condiciones de la U.P_SLP, temporada de lluvia, a= especies compartidas entre las tres condiciones. b= condición conservado, c= condición intermedio y d= condición modificado. Especies compartidas: bc= conservado e intermedio, bd= conservado y modificado y cd= intermedio y modificado.....	39
21	CCA Análisis de correspondencia canónica (CCA) para las dos U.P y las 3 condiciones en temporada de seca y lluvia.	40

RESUMEN

La pérdida y fragmentación de los ecosistemas por actividades antrópicas, se ha convertido en una fuerza de transformación que ha venido afectando a los diferentes niveles de organización de la diversidad, pero con respuestas diferenciadas en función de la escala, tanto espacial, como temporal. En este sentido, se evaluó el efecto de la escala espacial (dos unidades de paisajes-U.P.) y la escala temporal (temporada seca y lluvia) en la diversidad de fauna de la Sierra de Álvarez en San Luis Potosí, México. En cada U.P se establecieron tres sitios con diferentes condiciones ambientales: a) conservado b) intermedio y c) modificado. En cada una se determinó la distribución espacial de los tipos de vegetación y métricas de fragmentación (nivel de paisaje). La evaluación de fauna se llevó a cabo con el método de fototrampeo. Para el monitoreo de fauna, se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 10,752 días-trampa. Se encontró una mayor riqueza de especies en la unidad de paisaje de Rioverde (U.P_RV), en comparación con la unidad de paisaje de San Luis Potosí (U.P_SLP). Para U.P_RV no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre condiciones en la diversidad (q_0 y q_1), por otra parte, para la U.P_SLP la mayor diversidad (q_0) se registró en la condición modificado con diferencias estadísticamente significativas. La mayor diversidad beta se registró en temporada seca 74%, explicada por el recambio de especies. Para la temporada seca se obtuvo un valor de diversidad de 58 a 69% para la U.P_RV y de 59 a 94% para U.P_SLP explicadas principalmente por el recambio de especies. Las especies de mayor frecuencia fue *Odocoileus virginianus*, *Tayassu tajacu*, y *Urocyon cinereoargenteus*. También se obtuvo registro de uno de los grandes mamíferos *P. concolor*. La mayor diversidad de especies se registró en la temporada de seca lo cual puede estar dado por que tienen un mayor rango de distribución en comparación con la temporada de lluvia. Las variables a escala del paisaje que influyen en la diversidad de mamíferos son la conectividad, la extensión de parche, el efecto borde y la cobertura vegetal.

Palabras clave: Biodiversidad, fototrampeo, fragmentación, hábitat.

SUMMARY

The loss and fragmentation of ecosystems by anthropogenic activities has become a force of transformation with global reach. Different levels of diversity organization and different spatial and temporal scales have different responses to this type of modification. In this sense, the effect of modifications in two landscape units (L.U.) located in Sierra de Álvarez in San Luis Potosí, Mexico on wildlife diversity during the dry and rainy seasons was evaluated. Three conditions were established: a) conserved, b) intermediate and c) modified. The spatial distribution of vegetation types and fragmentation metrics (landscape level) were determined at each site. The fauna evaluation was carried out using the photo-trapping method. For fauna monitoring, a sampling effort of 10,752 trap-days was obtained. A higher species richness was found in the Rioverde landscape unit (U.P_RV), compared to the San Luis Potosí landscape unit (U.P_SLP). For U.P_RV no statistically significant differences were recorded between conditions in diversity (q_0 and q_1), on the other hand, for U.P_SLP the highest diversity (q_0) was recorded in the modified condition with statistically significant differences. The highest beta diversity was recorded in dry season 74%, explained by species turnover. For the dry season a diversity value of 58 to 69% was obtained for U.P_RV and 59 to 94% for U.P_SLP, mainly explained by species turnover. The species with the highest frequency were *Odocoileus virginianus*, *Tayassu tajacu*, and *Urocyon cinereoargenteus*. There was also a record of one of the large mammals *P. concolor*. The greatest diversity of species was recorded in the dry season, which may be due to the fact that they have a greater distribution range compared to the rainy season. The landscape scale variables that influence mammal diversity are connectivity, patch extent, edge effect and vegetation cover.

Keywords: Biodiversity, photo-trapping, fragmentation, hábitat.