

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



Influencia del Perrito Llanero (*Cynomys mexicanus*) en la Estructura, Diversidad
y Riqueza de especies en el Zacatal Semidesértico del Sureste de Coahuila,
México

POR:

JUAN ENRIQUE PAZ NOLASCO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Influencia del Perrito Llanero (*Cynomys mexicanus*) en la Estructura y
Diversidad de especies en un Zacatal Semidesértico del Sureste de Coahuila,
México

POR:

JUAN ENRIQUE PAZ NOLASCO

TESIS

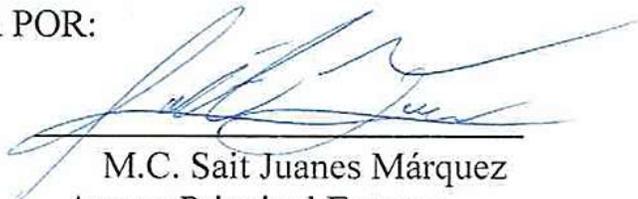
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como
requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:



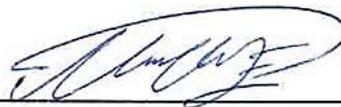
Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Asesor Principal Interno



M.C. Saúl Juanes Márquez
Asesor Principal Externo



Dr. Perpetuo Álvarez Vásquez
Coasesor



Dr. José Javier Ochoa Espinoza
Coasesor



M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencias Exactas y Naturales



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México junio de 2023

AGRADECIMIENTOS

Un gran agradecimiento a mi asesor de tesis el **Dr. Juan Antonio Encina Domínguez** un gran investigador y distinguida persona. Gracias por su tiempo, paciencia, consejos, enseñanzas brindadas y asesorías para concluir este trabajo, las cuales sin duda hicieron de mí un mejor profesionista. Por ese apoyo incondicional que siempre me ha brindado. Gracias.

Al M.C. Sait Juanes Márquez agradezco su acompañamiento durante todo este proceso, por sus consejos, por compartir sus experiencias y aprendizajes, que sin duda me han hecho ser mejor persona y profesionista. Por eso y mucho más solo puedo decir Gracias.

DEDICATORIA

De la manera más solemne a mi padre Eliseo Paz Moreno por haberme convertido en la persona que soy, por el apoyo y comprensión que siempre me ha demostrado, también a mis hermanos por tener un papel muy importante en mi vida.

A todas aquellas personas que me han apoyado y son una fuente de inspiración.

INDICE

INDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivos generales	11
1.2 Objetivos específicos	11
1.3 Hipótesis.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1 Concepto de Zacatal.....	12
2.2 Generalidades del perrito llanero (<i>Cynomys spp</i>)	12
2.3 Descripción y hábitos del perrito llanero	13
2.3.1 Alimentación	13
2.3.2 Hábitat	14
2.3.3 Tamaño de la población	14
2.3.4 Amenazas	15
2.4 Estudio florístico-ecológico en colonias de perrito en México.....	15
2.5 Diversidad y riqueza de especies	16
2.5 Métodos para medir la diversidad alfa	17
2.5.1 Índice de Margalef.....	17
2.5.2 Índice de Simpson	18
2.5.3 Índice de Shannon-Wiener	18
2.5.4 Índice de Pielou	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20

3.1 Descripción del Área de Estudio.....	20
3.2 Metodología	21
3.3 Análisis estadístico.....	21
3.5 Índice de diversidad de especies	22
3.6 Análisis de Correspondencia Canónica.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
4.1 Composición y riqueza de especies.....	23
4.2 Estructura del zacatal estudiado	24
4.2 Índices de diversidad y riqueza de especies	25
4.3 Ordenación de los cuadrantes y las especies del zacatal semidesértico con relación a colonias y sin colonia de perrito llanero a través de Análisis de Correspondencia Canónica (CCA).....	26
4.4 Estadística comparativa.....	27
4.4.1 Análisis de varianza (ANOVA)	27
V DISCUSIÓN	30
VI CONCLUSIONES	33
VII. LITERATURA CITADA	34
VIII ANEXOS	40
Anexo 1. Listado de especies de plantas presentes en área de estudio	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Atributos estructurales del estrato herbáceo en un zacatal con perrito llanero (Cynomys mexicanus)	24
Cuadro 2. Atributos estructurales del estrato herbáceo en un zacatal sin perrito de la pradera (Cynomys mexicanus)	25
Cuadro 3. Índice de diversidad de Margalef, Shannon, Pielou y Simpson para zonas con perrito y sin perrito de la pradera	25
Cuadro 4. Riqueza de especies en el zacatal sin la presencia de perrito (Cynomys mexicanus)	44
Cuadro 5. Riqueza de especies en el zacatal con la presencia de perrito (Cynomys mexicanus)	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, en el municipio de Saltillo, Coahuila, México.	20
Figura 2. Riqueza de especies en las zonas con perrito y sin perrito de la pradera en el rancho “Los Ángeles”.....	23
Figura 3. Diagrama de ordenación de los sitios y especies del zacatal semidesértico con relación a colonias de <i>Cynomys mexicanus</i> mediante el Análisis de Correspondencia Canónico (CCA) que muestra 64 especies, los acrónimos de las especies se escriben en el anexo.	26
Figura 4. Altura del pastizal con y sin presencia de perrito de la pradera.	27
Figura 5. Cobertura del área con perito y sin perrito de la pradera.	28
Figura 6. Densidad de planta en terrenos con poblaciones de perrito de la pradera y sin poblaciones de este.	29

RESUMEN

En el norte de México, los pastizales desempeñan un papel ecológico fundamental en el paisaje. El perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*), es una especie destacada en estas áreas, que ejerce una influencia significativa en la estructura, composición y función de dichos ecosistemas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los índices de diversidad y riqueza de especies en un zacatal semidesértico en dos condiciones distintas: una con presencia de perrito llanero y otra sin su presencia. La investigación se llevó a cabo en el rancho experimental "Los Ángeles", específicamente en el potrero No. 19. Se realizaron mediciones de cobertura, altura, número de individuos, riqueza y diversidad de especies vegetales para analizar el efecto del perrito llanero en el zacatal. Los resultados revelaron la presencia de 64 especies, pertenecientes a 54 géneros y agrupadas en 21 familias. De estas especies, 54 fueron plantas perennes y 10 fueron anuales. Se observó que la mayor riqueza de especies se encontraba en el zacatal sin la presencia del perrito llanero, mientras que en el zacatal con perrito llanero se registró una menor riqueza de especies. Además, se identificaron 21 especies de malezas ruderales en la composición de especies. Entre las especies encontradas en el área, se identificaron 45 herbáceas, 15 gramíneas, 3 arbustivas y 1 cactácea. La especie dominante en la zona con presencia de perrito llanero fue *Dyschoriste linearis*, mientras que, en la zona sin perrito, la especie dominante fue *Bouteloua curtipendula*. En conclusión, se observó que la presencia del perrito llanero tuvo un efecto en la diversidad de especies en el área estudiada. La ausencia de esta especie se asoció con una mayor diversidad de especies en el pastizal.

Palabras claves: *Cynomys mexicanus*, Herviboría, Zacatal, Riqueza de especies, Malezas ruderales.

I. INTRODUCCIÓN

En el norte de México, los pastizales desempeñan un papel significativo al ocupar el 6.1% (118,320 km²) del territorio nacional (CONABIO, 2021). Estos son utilizados para la producción de ganado vacuno y becerro, lo cual reviste una gran importancia, ya que representa la principal fuente para los productores y una fuente de ingresos con la exportación hacia los Estados Unidos de América (Agroprospecta, 2009). Además de su relevancia económica, los pastizales desempeñan múltiples funciones ecosistémicas. Por un lado, sirven como fuente de alimentos, fibras y combustibles. Por otro lado, contribuyen a la regulación del clima, la polinización, la purificación y recarga de acuíferos, el control de especies invasoras y la captura de carbono (Lal *et al.*, 1990; Lal, 1997).

El perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*) es una especie de fauna de los pastizales del norte de México (CONANP 2018). Como parte de su dieta prefiere hierbas y zacates. El rango de distribución ha sido reducido debido a actividades humanas como la ganadería y agricultura. Es una especie en peligro de extinción debido al fuerte incremento y presión de actividad humana, además es una especie prioritaria para la conservación (SEMARNAT, 2018).

El perrito llanero es una especie importante, ya que sus actividades influyen de manera significativa en la estructura, composición y función de los ecosistemas de pastizales que habita (Miller *et al.*, 1994). El mamífero roedor tiene impactos profundos en las características bióticas y abióticas; puede influir en la sucesión vegetal, hidrología, ciclo de nutrientes y en la arquitectura del paisaje (Ceballos y Wilson, 1985). Los túneles excavados por los perritos llaneros tienen múltiples efectos en el ecosistema. Estos túneles permiten el filtrado del agua, crean bancos de semillas y dan refugio a otras especies, incluyendo insectos, reptiles, aves y mamíferos (Ruiz *et al.*, 2016).

Los perritos llaneros son considerados especies clave desde el punto de vista ecológico, ya que, al establecer colonias compuestas por miles o millones de individuos, generan un aumento en la heterogeneidad ambiental y ejercen un impacto significativo en la diversidad biológica (Ceballos *et al.*, 1999). Asimismo, se ha reportado que los sitios en donde existen colonias de

perritos llaneros presentan un incremento en los niveles de nitrógeno en el suelo lo que brinda a las plantas un mayor contenido nutricional, lográndose así un hábitat favorable para la presencia de otros herbívoros (Miller *et al.*, 2000).

Algunas especies de plantas aumentan de tamaño al tener mayor espacio y disponibilidad de nutrientes, otras disminuyen por el forrajeo y la competencia que entre ellas se genera. Unas se disgregan y otras llegan a extinguirse localmente lo que origina indirectamente cambios en el interior de las colonias y causa la presencia de diferentes organismos que hacen uso de la vegetación resultante incluyendo a otros herbívoros e insectos (Archer *et al.*, 1987). De acuerdo con Curtis (2006), los perritos ayudan en el incremento de la biomasa, mientras el ganado que apacenta en las cercanías de las colonias reduce la altura del zacate y permite la colonización de tales espacios por los perritos.

1.1 Objetivos generales

Determinar la influencia del perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) sobre la estructura y diversidad de un zacatal semidesértico.

1.2 Objetivos específicos

Evaluar los índices de diversidad y riqueza de especies de dos pastizales uno con presencia de perrito llanero y otro sin la presencia.

1.3 Hipótesis

Hi: Existe diferencia significativa entre los índices de diversidad y riqueza de especies en el área con presencia contra el área sin presencia del perrito llanero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Concepto de Zacatal

Los zacatales cubren un cuarto de la superficie terrestre (Ojima *et al.*, 1993) y abarcan variadas condiciones climáticas desde las áridas hasta las húmedas. Se desarrollan en suelos profundos en valles y laderas poco inclinadas, con suelos salinos y alcalinos, en regiones de clima templado, árido y semiárido, en altitudes de 1,100 m y 2,500 m, con temperatura media anual de 12 a 20 °C y 300-600 mm de precipitación anual, la mayor parte ocurre en el verano de junio a septiembre (Rzedowski, 2006).

En México se distribuyen en el Altiplano Mexicano, en Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Valle de México, Puebla y Tlaxcala. Las especies de plantas que habitan los pastizales del norte de México pertenecen al género *Bouteloua* y la especie más común es *B. gracilis* que prevalece en amplias extensiones del zacatal (Rzedowski, 2006) y el cual incluye 29 especies, la mayoría de excelente valor forrajero. En Coahuila se distribuyen en porciones aisladas que varían en tamaño a través del estado y ocupan un área aproximada del 8 % de la superficie estatal (Villarreal y Valdés, 1992-1993). Coahuila cuenta con (319 especies de gramíneas) útiles para forraje, medicinal, ornamental, alimento y artesanal, distribuidas en ocho subfamilias, 19 tribus y 97 géneros (Valdez-Reyna, 2015)

Las especies de zacates se han adaptado para hacer frente al apacentamiento y los daños ocasionados por el fuego y, en consecuencia, tanto la vegetación como el carbono del suelo son relativamente resistentes a las perturbaciones ocasionados por el apacentamiento moderado y los incendios (Milchunas y Lauenroth, 1993).

2.2 Generalidades del perrito llanero (*Cynomys spp*)

Los perritos llaneros (*Cynomys spp*) son roedores diurnos, gregarios y semi-excavadores de la familia Sciuridae, emparentados con las marmotas, ardillas arborícolas, ardillas voladoras y ardillas de tierra (Hoogland, 1995). El género se distribuye desde el sur de Saskatchewan en sur

de Canadá, hasta el norte de México, a través de las planicies de los Estados Unidos. Se estima que los perritos llaneros ocupaban un área de entre 40 a 100 millones de hectáreas a principios del siglo XX (Miller *et al.*, 1994). De las cinco especies que habitan el continente americano, dos habitan en México: el Perrito Llanero de Cola Negra (*C. ludovicianus*) y el perrito llanero mexicano (*C. mexicanus*). Ambas especies han sido estudiadas desde finales del siglo XIX (Merriam, 1892), sin embargo, no fue hasta 1950, cuando se publicaron los primeros estudios detallados sobre estos roedores (Koford, 1958).

El perrito llanero de cola negra, el cual tiene la distribución más amplia del género en Norteamérica, se encuentra en los estados de Chihuahua y Sonora, mientras que el perrito llanero mexicano, endémico del país, está restringido a los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí y Zacatecas (Ceballos y Wilson, 1985; Scott *et al.*, 2004).

2.3 Descripción y hábitos del perrito llanero

El perrito llanero mexicano es un roedor pariente de las ardillas de tierra. Es una de las especies de mayor tamaño del género *Cynomys*, sólo ligeramente menor que *C. ludovicianus*. La longitud total del cuerpo es de 36.05 a 44 cm (Sánchez 2004) y pesa entre 700 y 1,400 gr (Ceballos y Oliva, 2005). La apariencia de ambas especies es indistinguible: tienen el cuerpo robusto y las patas y la cola cortas, las orejas son pequeñas, la coloración no está bien definida, siendo grisácea, café claro o café amarillenta, y con abundantes pelos negros, lo que le da una apariencia más oscura, la coloración del vientre es más clara y la última parte de la cola es negra, el cráneo es ancho y angular (Ceballos y Wilson, 1985). Tienen ocho mamas (cuatro pectorales y cuatro inguinales). La fórmula dentaria es: incisivos 1/1, caninos 0/0, premolares 1/1, molares 3/3, igual que el perrito llanero de cola negra.

2.3.1 Alimentación

El perrito llanero se alimenta de diversos tipos de gramíneas y herbáceas, dependiendo de la estación del año, estas plantas constituyen el 90% del total de la dieta. Entre las especies consumidas más importantes, se encuentran *Bouteloua chasei*, *Muhlenbergia villiflora* y

Bouteloua dactyloides (Pérez *et al.*, 2003). El resto de su dieta, la constituyen insectos (SEMARNAT, 2010)

2.3.2 Hábitat

De manera general, se encuentran asociados a pastizales bajos caracterizados por la existencia de zacates y hierbas anuales, en valles y regiones intermontañas que van desde los 1,600 hasta los 2,200 m (Ceballos *et al.*, 1993) y en terrenos con pendientes no mayores al 8% de inclinación (SEMARNAT, 2004). Estos pastizales son ambientes abiertos con zacates y hierbas de 10 a 20 cm de altura, a dicha comunidad vegetal se le conoce como pastizales de blue grama o navajita, y se caracterizan por la presencia de *Bouteloua gracilis*, *B. cutipendula*, *B. eriopoda*, *B. chasei*, *Muhlenbergia phleoides*, *Achnatherum eminens*, *Aristida glauca*, *Muhlenbergia monticola*, y por asociaciones de especies herbáceas perennes, así como diversas compuestas, este tipo de vegetación les permite establecer sus colonias y tener una mejor visibilidad de los depredadores (Yeaton y Flores, 2006).

El suelo característico de estos sitios, son de pradera como los xerosoles, de yeso y bajo contenido de carbonato de calcio con una textura franco-limosa, seguido de los limo-arcillosos y menor proporción los limo-arenosos (Pando-Moreno, 2013). Habitan en grupos familiares adyacentes conocidos como colonias, las cuales están rodeadas de vegetación con mayor altura que la de las áreas en donde ellos se establecen (Sánchez-Cordero, 2004b). El tamaño de las colonias puede ser menor a una hectárea hasta más de 5,000 ha y dependiendo de la disponibilidad de hábitat, alimento, tipo de suelo y presencia de depredadores (Sánchez-Cordero, 2004b).

2.3.3 Tamaño de la población

No se tiene una estimación del tamaño poblacional para todas las colonias de la especie. A pesar de haber registros históricos, éstos se realizaron con índices de abundancia indirectos y no adecuados para estimar la población (Medina y de la Cruz, 1976; Ceballos *et al.*, 1993), reportando una densidad de 35 a 107 madrigueras/ha. (Ceballos y Wilson, 1985), reportan de

forma cualitativa que existen áreas en donde las colonias son de menos de 50 individuos, pero también hay reportes de áreas en donde hay colonias de cientos de individuos (Sánchez-Cordero, 2003. Scott-Morales *et al.*, 2005), reportan densidades promedio de 6.9 ind/ha en el complejo del Rancho de Los Ángeles-La Perforadora, ubicado entre los estados de Nuevo León y Coahuila, mientras que el complejo del Manantial en San Luis Potosí reportó una densidad promedio de 1.6 ind/ha.

2.3.4 Amenazas

El futuro de la especie es incierto, ya que existe una intensa presión antropogénica en toda su área de distribución, la disminución y fragmentación de su hábitat ha ocasionado la pérdida del 62% de su distribución geográfica histórica. Las poblaciones en Zacatecas están extintas y las colonias de San Luis Potosí ocupan sólo el 2% (10 km²) del área geográfica que ocupaban hace 50 años (Ceballos y Mellink, 1990).

Por su parte Ceballos y Wilson (1985) concluyeron que los principales factores de riesgo para la especie son el desarrollo de la agricultura, la ganadería y la dispersión de pesticidas. Además, existe la caza de ejemplares para utilizarlos como mascotas y su erradicación por considerarlos competidores de alimento con el ganado.

2.4 Estudio florístico-ecológico en colonias de perrito en México

Estrada-Castillón, *et al.* (2010) realizó una clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*) para estudiar la riqueza de especies. Como parte de sus resultados reporta que la flora de los zacatales está representada por 284 especies, 174 géneros y 53 familias de plantas vasculares. Las dicotiledóneas incluyen 43 familias, 138 géneros y 226 especies, mientras que las monocotiledóneas están representadas por siete, 33 y 41 y las gimnospermas con tres, tres y cinco, respectivamente.

Los zacatales se distribuyen en el Altiplano Mexicano, en Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Valle de México, Puebla y Tlaxcala. Las especies vegetales dominantes o codominantes que habitan en los pastizales son del género

Bouteloua y la más común es la especie *B. gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal (Rzedowski, 2006). En el sureste de Coahuila las especies más comunes en esta comunidad vegetal son *Aristida. divaricata*, *A. havardii*, *B. gracilis*, *B. dactyloides*, *B. hirsuta*. Crecen arbustos aislados propias de matorrales adyacentes como *Cylindropuntia imbricata*, *Juniperus coahuilensis*, *Mimosa aculeaticarpa*, var. *buincifera*, *Opuntia rastrera* y *Prosopis glandulosa* (Encina-Domínguez, et al. 2019).

Enríquez-Madero (2022) realiza un estudio en el Rancho Los Ángeles Coahuila, México con el objetivo fue evaluar la condición de la vegetación, diversidad y riqueza de especies vegetales en los sitios donde hay presencia del perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus*) en condición de apacentamiento y en exclusión de apacentamiento de ganado bovino. Como parte de la diversidad florística 78 especies, 22 familias y 61 géneros, donde Poaceae (10 géneros, 20 especies) con el 51.2 % de la población, Acanthaceae (2 géneros, 2 especies) y Asteraceae (14 géneros, 19 especies). La condición con presencia de perrito de la pradera (*C. mexicanus*) y con apacentamiento por parte del ganado bovino presenta la mayor diversidad y riqueza de especies.

2.5 Diversidad y riqueza de especies

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992). El término comprende, por tanto, diferentes escalas biológicas: desde la variabilidad en el contenido genético de los individuos y las poblaciones, el conjunto de especies que integran grupos funcionales y comunidades completas, hasta el conjunto de comunidades de un paisaje o región (Ezcurra, 1992; Heywood, 1994; UNEP, 1992; Harper y Hawksworth, 1994).

El concepto de diversidad de especies proporciona un marco teórico importante acerca de la estructura y organización de las comunidades biológicas (Magurran, 1988). La diversidad de una comunidad es una situación de su riqueza (número de especies) y de su “equitatividad”

(grado de uniformidad de las abundancias relativas de las especies). La variación conjunta de ambos componentes determina los cambios en la diversidad (Tramer 1969).

Riqueza. Es el número de especies vegetales que se encuentran en una comunidad.

Riqueza específica. Es la forma más sencilla de medir la diversidad se basa en el número de especies presentes.

Diversidad alfa. Es la riqueza de especies de una comunidad particular (homogénea).

Diversidad beta. Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje.

Diversidad gamma. Es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

2.5 Métodos para medir la diversidad alfa

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, los dividimos en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). (Moreno 2001).

2.5.1 Índice de Margalef

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

S = número de especies registradas

N = número total de individuos de todas las especies

Este índice se interpreta de la siguiente manera: valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995).

2.5.2 Índice de Simpson

Considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie (Simpson, 1949). Su expresión es

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

2.5.3 Índice de Shannon-Wiener

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas

en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Dónde:

S = número de especies presentes.

Ln= Logaritmo natural.

p_i = proporción de especies. ($p_i = n_i/N$; donde n_i = al número de individuos de la especie i. N= número total de especies).

2.5.4 Índice de Pielou

Se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Moreno, 2001).

$$J = \frac{H}{H_{max}}$$

Dónde: $H_{máx.}$ = es el logaritmo natural de S.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del Área de Estudio

El estudio se realizó en el Rancho Experimental Ganadero Los Ángeles, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado a 50 km al sureste de Saltillo, Coahuila, por la carretera Saltillo-Zacatecas, entre las coordenadas geográficas $25^{\circ} 08' 17.20''$ y $25^{\circ} 04' 06.74''$ de latitud norte y $101^{\circ} 04' 06.74''$ y $100^{\circ} 57' 54.24''$ de longitud oeste (Figura 1).

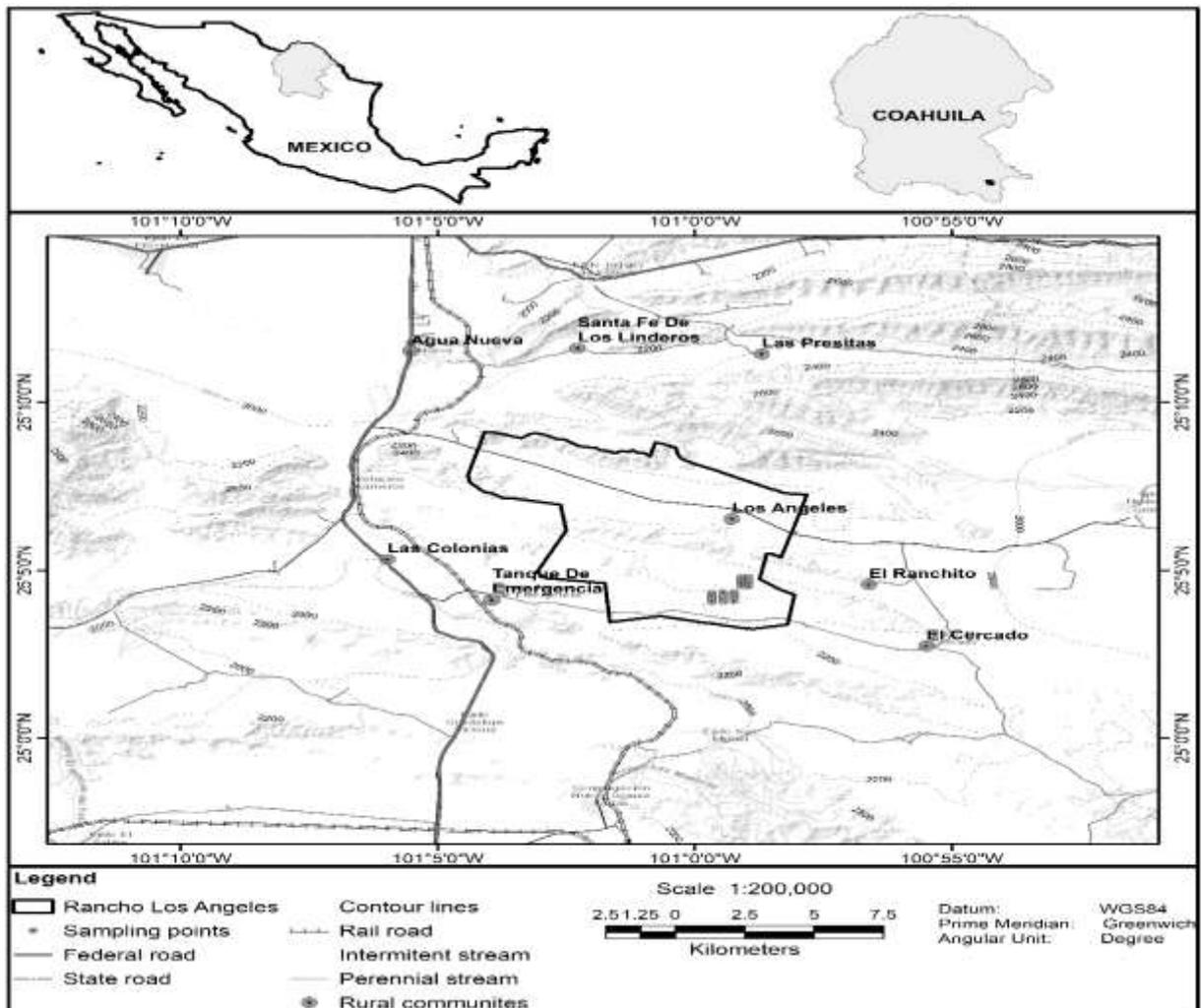


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio en el Rancho Los Ángeles, en el municipio de Saltillo, Coahuila, México.

El rango de altitud oscila entre 2100 a 2400 m. La superficie total de este predio es de 6184 ha, dividido en 20 potreros de diferentes dimensiones, de una manera general la superficie del rancho está comprendida de 35 % de sierra, 10 % de lomeríos y 55 % de valles (Arredondo, 1981). Con temperatura media anual que fluctúa entre 18 y 22 °C, con lluvias promedio anual de 350 mm, distribuidas en verano e invierno (López-Santos *et al.*, 2008).

En el valle son de suelos profundos con perfiles y horizontes bien definidos, característicos de vegetación de tipo pastizal, las zonas de menor humedad con suelos de tonos café y pardo rojizo claro son Feozem, al extremo oriente de la microcuenca domina el Castañozem, característicos de zonas menos áridas, de clima más templado, por lo que su perfil conserva humedad durante mayores periodos del año, también ostentan vegetación de tipo zacatal con mayor cobertura. Ambos tipos de suelo son de origen aluvial, donde por su ubicación y pendiente baja, tiende a la acumulación de arcillas por lo que su textura es fina, asimismo presentan fases físicas petrocálcicas de profundidad, es decir, concreciones de caliche a más de un metro de profundidad.

3.2 Metodología

El estudio se realizó en dos áreas de zacatal una con la presencia de perritos llaneros y otra sin perritos (denominada "potrero 19"). En cada tipo de zacatal se ubicaron sistemáticamente 18 sitios de muestreo que consiste en una parcela de 1 m², como se muestra en la Figura 1. Los datos se recolectaron en septiembre de 2021.

En cada cuadrante se identificaron todas las especies presentes y se contabilizaron los individuos de cada una de ellas. Las plantas no identificadas en campo fueron recolectadas y herborizadas en una prensa botánica para su posterior identificación.

3.3 Análisis estadístico

Se efectuó un análisis estadístico (ANOVA), utilizando el programa estadístico JMP 15, en las variables altura, cobertura aérea y densidad. Al detectar efecto de las áreas, se realizaron

comparaciones de medias para conocer la significancia ($\neq < >$) entre las áreas mediante la prueba Tukey (0.05).

Se calculó el índice de valor de importancia (VIR) para determinar la composición florística de las especies, al sumar los valores de frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa, e indicando dentro de una comunidad la relevancia ecológica relativa de las especies.

Los atributos utilizados fueron:

$$\mathbf{VIR = DeR + DoR + FcR}$$

Donde:

VIR = Índice de valor de importancia relativo

DeR= Densidad relativa

DoR= Dominancia relativa

FCR = Frecuencia relativa

3.5 Índice de diversidad de especies

Después de realizar la identificación de las especies en cada sitio, fueron calculados los índices: Margalef, Pielou (J), Simpson (D) y Shannon-Weaver (H), considerados los más utilizados en estudios de ecología. La diversidad, como valor único combina las cuantificaciones de equitatividad y riqueza específica, que finalmente son los factores que determinan la diversidad de un grupo de individuos.

3.6 Análisis de Correspondencia Canónica

Se sometieron a técnicas de ordenación multivariadas, para lo cual se utilizó el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA) (Ter-Braak 1987) mediante el programa CANOCO versión 4.5 para Windows para obtener los diagramas de ordenación, las variables utilizadas fueron, zonas con y sin perrito de la pradera.

IV. RESULTADOS

4.1 Composición y riqueza de especies

Se registraron 64 especies las cuales corresponden a 54 géneros y agrupadas en 21 familias. La mayor riqueza de especies se presentó en el zacatal sin la presencia de perrito, mientras que el zacatal con perrito se concentra una menor riqueza de especies (figura 2)

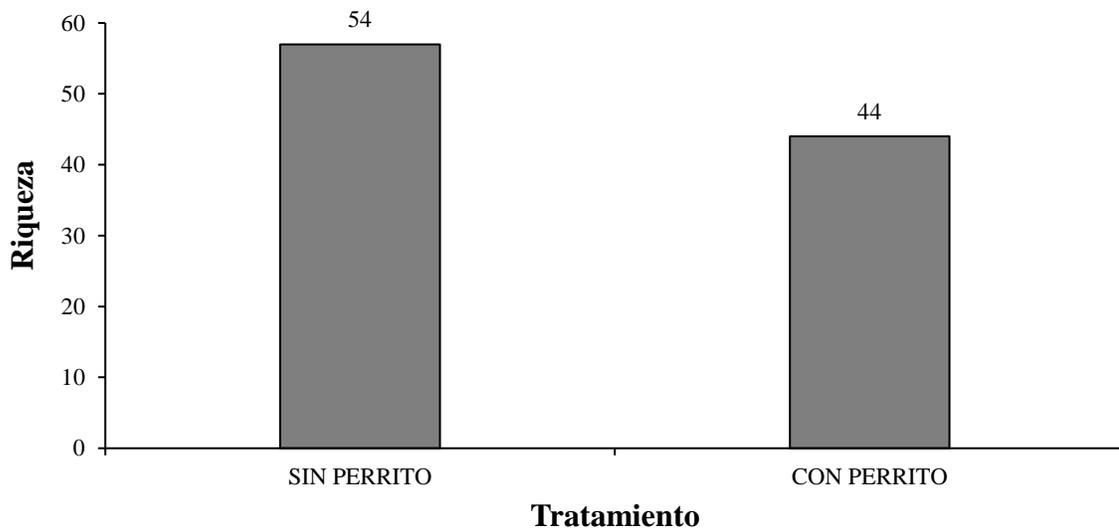


Figura 2. Riqueza de especies en las zonas con perrito y sin perrito de la pradera en el rancho “Los Ángeles”.

Como parte de la composición de especies se registraron 21 especies de malezas ruderales lo que representa a un 33.3 % del total de especies registradas en ambas áreas esto según (CONABIO, 2006). De las especies encontradas en el área corresponden a 45 herbáceas, 15 gramíneas, 3 arbustivas y 1 cactácea. Se registraron 64 especies de las cuales 54 son plantas perennes y 10 son anuales.

4.2 Estructura del zacatal estudiado

El zacatal donde se presenta el perrito de la pradera está dominado por la especie perenne *Dyschoriste linearis* la cual presentó una densidad de 62,777 ind/ha y un VIR de 33.6 %, mientras que *Bouteloua gracilis* presentó la densidad más baja, con un VIR de 23.5%. Por otro lado, *Euphorbia serrula*, *Dyssodia papposa* y *Gaura coccinea* registraron valores de VIR inferiores a 6 %. La suma del VIR de estas cinco especies representó el 70.4 % del total del VIR, mientras que el 29.3% restante corresponde 39 especies presentes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Atributos estructurales del estrato herbáceo en un zacatal con perrito llanero (*Cynomys mexicanus*)

Especie	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	VIR (%)
<i>Dyschoriste linearis</i>	7.7	62,777	33.6
<i>Bouteloua gracilis</i>	15.8	1,643,333	23.5
<i>Euphorbia serrula</i>	2.9	150,000	5.3
<i>Dyssodia papposa</i>	12.8	155,000	4.4
<i>Gaura coccinea</i>	5.9	111,111	3.6
Otras especies (39)	10.2	14,216	29.3

VIR = Índice de valor de importancia relativo.

En el zacatal donde el perrito de la pradera está ausente, el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) registró el valor más alto de Índice de Valor de Importancia Relativa (VIR) y densidad por unidad de área. Por otro lado, la especie *Panicum hallii* presentó el segundo valor más alto de VIR, mientras que *Bouteloua gracilis* mostró el segundo valor más alto de densidad. En cuanto a las especies *Muhlenbergia phleoides* y *Euphorbia serrula*, se encontraron valores medios en términos de VIR y densidad. La suma del VIR de las cinco especies mencionadas representa el 33.18 % del total del VIR, mientras que el 65.8 % corresponde al resto de las especies (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Atributos estructurales del estrato herbáceo en un zacatal sin perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus*)

Especie	Altura media (cm)	Densidad (ind/ha)	VIR (%)
<i>Bouteloua curtipendula</i>	44.8	215,000	12.2
<i>Panicum halli</i>	18.5	110,000	5.5
<i>Bouteloua gracilis</i>	30.8	112,222.2	5.3
<i>Muhlenbergia phleoides</i>	31.4	45,000	5.1
<i>Euphorbia serrula</i>	2.5	34,444.4	5.08
Otras especies (49)	16.3	10,163.3	65.8

VIR = Índice de valor de importancia relativo.

4.2 Índices de diversidad y riqueza de especies

El índice de diversidad de Shannon mostró valores más altos en presencia de perritos de la pradera, mientras que se observaron valores más bajos en ausencia de estos animales (ver cuadro 3). El índice de equitatividad de Pielou fue mayor cuando había perritos de la pradera y menor cuando no estaban presentes. En cuanto al índice de Simpson, que determina la dominancia de una especie, se encontró que fue mayor en presencia de perritos y menor en ausencia de ellos. Por otro lado, el índice de riqueza de Margalef fue mayor en el área sin perritos y menor en el área donde estaban presentes.

Cuadro 3. Índice de diversidad de Margalef, Shannon, Pielou y Simpson para zonas con perrito y sin perrito de la pradera.

Tratamiento	A	P	Índice de riqueza (Margalef)	Índice de diversidad (Shannon)	Equitatividad (Pielou)	Índice de dominancia (Simpson)
Con perrito	7	38	5.08	-1.83	-0.49	0.39
Sin perrito	8	48	7.43	-3.15	-0.78	0.08

A= Anual, P= Perenne

4.4 Estadística comparativa

4.4.1 Análisis de varianza (ANOVA)

La altura fue mayor en el terreno sin presencia de perrito de la pradera y menor en el terreno con perrito de la pradera. La comparación de medias (t de Student) registró el promedio más alto sin perrito (18.07 cm) y menor con perrito (11.7 cm; Figura 3)

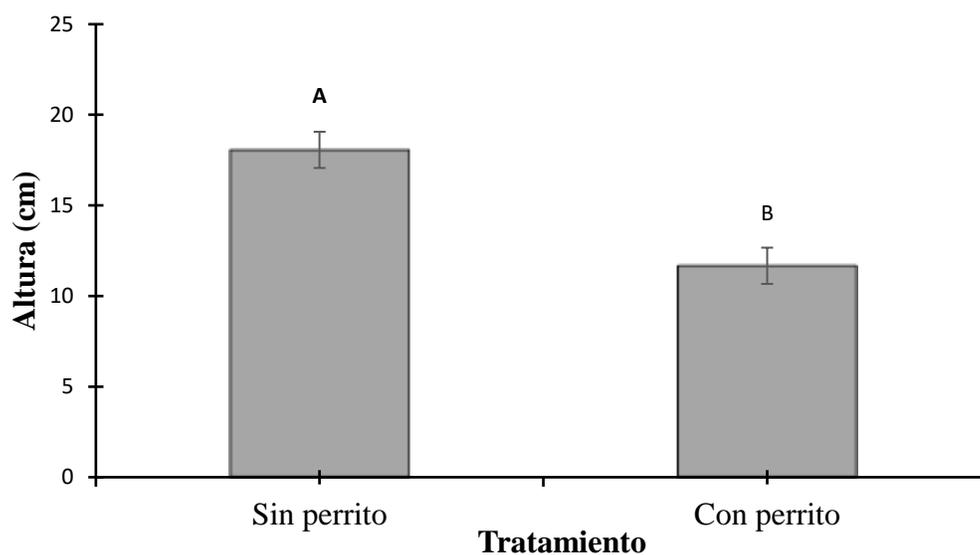


Figura 4. Altura del pastizal con y sin presencia de perrito de la pradera.

La cobertura del área con perrito y sin perrito fue similar a la del terreno sin perrito por lo que se considera que no hay diferencia significativa. En la Figura 4 se observa que la prueba de comparación de medias (t de Student) el área con presencia de perrito registró (10.8cm²) mientras que en ausencia de perrito es de (9.04 cm²) por lo que se les denomina con la misma literal mayúscula.

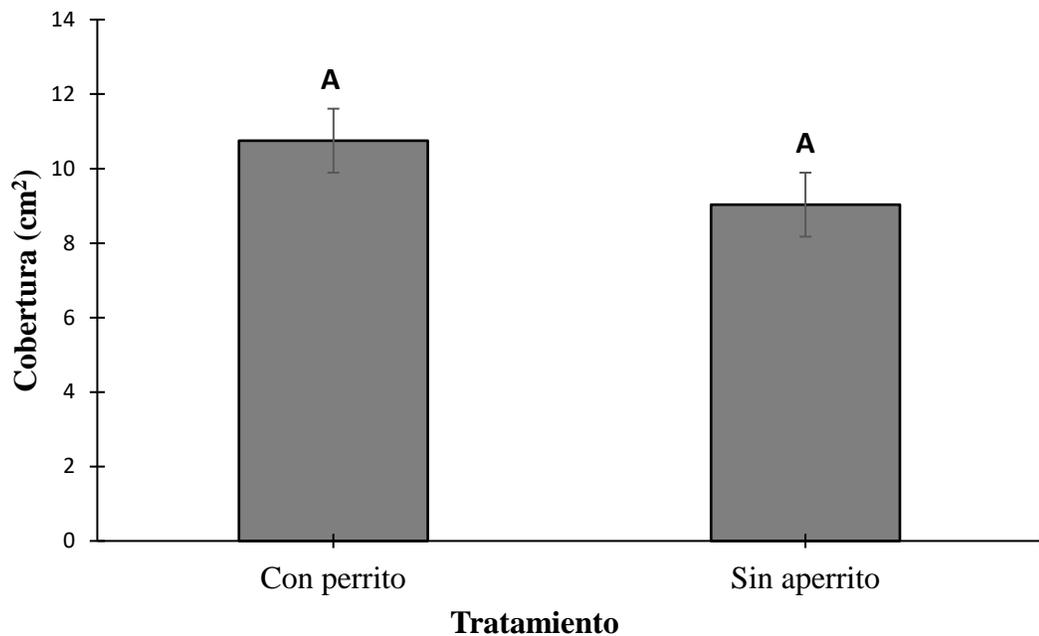


Figura 5. Cobertura del área con perrito y sin perrito de la pradera.

La densidad de plantas en el terreno fue significativamente mayor que en el área sin perritos. Los resultados de la prueba de comparación de medias (t de Student) indicaron que en las áreas donde se encontraron poblaciones de perritos, la media de densidad fue de 15.6 individuos por hectárea, mientras que en las áreas sin perritos la media fue de 5.3 individuos por hectárea. Estas diferencias se muestran en la Figura 5, donde se observan letras mayúsculas distintas para cada grupo.

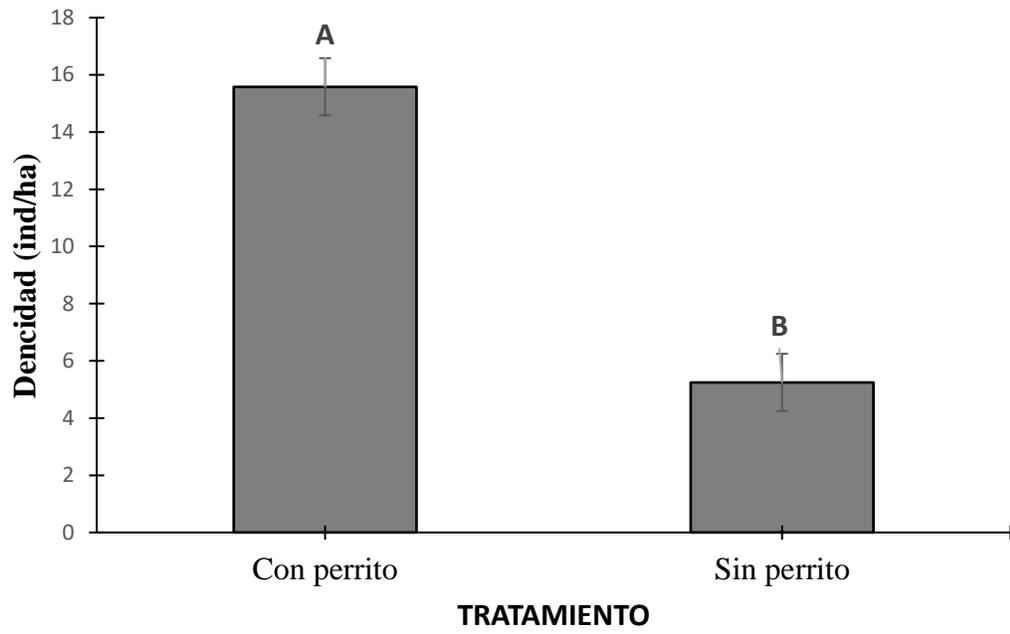


Figura 6. Densidad de planta en terrenos con poblaciones de perrito de la pradera y sin poblaciones de este.

V DISCUSIÓN

La flora registrada representa el 2.10% de la flora reportada para el estado de Coahuila (Villareal-Quintanilla, 2001), lo que sugiere que el estudio incluye una parte significativa de la diversidad vegetal de la región, de acuerdo a la época en que se evaluó y las condiciones climáticas que motivaron el crecimiento vegetal antes y/o durante la evaluación. El zacatal donde se presenta el perrito de la pradera registró la mayor riqueza de especies en comparación con otras áreas. Esto indica que su presencia tiene una influencia positiva en la diversidad vegetal en el zacatal.

La composición de la flora en el zacatal se caracteriza por la presencia de 64 especies, distribuidas en 54 géneros pertenecientes a 21 familias. Entre estas, la familia Asteraceae representa aproximadamente el 25%, seguida de Poaceae con un 23.4%, y Fabaceae 10%. Sin embargo, es importante señalar que estos resultados difieren de los obtenidos por Enríquez (2022), quien registró 78 pertenecientes a 61 géneros y 22 familias en un zacatal. En su estudio, Poaceae fue la familia dominante, constituyendo más de la mitad de las especies encontradas en un zacatal. Estas discrepancias pueden atribuirse a diferencias en las áreas de estudio, ya que una de ellas estaba sometida a pastoreo continuo, mientras que la otra no. Estas condiciones divergentes pueden influir en la composición y distribución de la flora dentro del pastizal.

Estos resultados son similares a estudios que han demostrado la importancia de la fauna, como el perrito de la pradera, en la mejora de la diversidad y la estructura de la vegetación en los pastizales (López-Barrera *et al.*, 2007; Davidson *et al.*, 2010). Lo anterior es debido a que crean microhábitats y modifican la estructura del suelo, lo que favorece el establecimiento y el crecimiento de una mayor riqueza de especies (Belnap *et al.*, 2001; Schlaepfer *et al.*, 2002). Además, la actividad de estos roedores promover la dispersión de semillas y el ciclo de nutrientes en el ecosistema (Kotliar *et al.*, 1999; Griffin *et al.*, 2001).

El índice de riqueza de Margalef fue de 5.070 para la zona con presencia de perritos y de 7.427 para la zona sin perritos, estos resultados difieren de los obtenidos por Velázquez (2020), quien reportó un índice de 2.22 para el área con perrito y 1.14 para el área sin perrito. Estos hallazgos

sugieren que la presencia de perritos puede tener un impacto negativo en la riqueza de especies en un zacatal.

En cuanto al índice de equitatividad de Pielou, se observó un valor de 0.48 para el área con perrito y 0.77 para el área sin perrito. Esto indica que la proporción de abundancia de las especies está más equilibrada en el área sin perrito, donde las especies tienen una presencia más uniforme. Estos resultados concuerdan con (Ochoa 2006) de que la presencia de perritos puede influir en la estructura de la comunidad, generando un sesgo en la distribución de las especies.

Por otro lado, el índice de diversidad de Shannon mostró un valor de $H' = 1.82$ para el área con perrito y $H' = 3.14$ para el área sin perrito. Aunque la riqueza de especies es mayor en el área con perrito, la diversidad es más alta en el área sin su presencia. Es importante destacar que estos valores de diversidad son menores en comparación con los reportados por Juárez (2012), para pastizales del rancho Los Ángeles cuyos índices oscilaron entre $H' = 2.89$ y $H' = 2.96$ en áreas con poblaciones de perritos.

En un estudio realizado por Velázquez (2020) sobre la influencia del perrito llanero en la producción de materia seca y diversidad de plantas en un pastizal, se registraron 13 familias, 17 géneros y 17 especies. La familia con mayor riqueza fue Poaceae y Asteraceae con cinco especies cada una. En el presente estudio, se observó la presencia de 17 familias, 36 géneros y 44 especies. Al igual que en el estudio anterior, la familia más numerosa fue Poaceae con doce y Asteraceae con diez especies.

La especie dominante fue *Bouteloua gracilis*, que representó el 61.4% del total de especies registradas en el área con presencia de perritos llaneros, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Winter *et al.* (2002), donde también se encontró que *B. gracilis* es una especie dominante. De acuerdo con Velázquez (2020) proporciona información relevante sobre los efectos del perrito llanero en la diversidad de plantas y la composición del pastizal. Estos resultados coinciden con investigaciones anteriores, Juárez (2012) respaldando la importancia de la presencia de perritos llaneros y su influencia en la estructura de la vegetación en los ecosistemas de pastizales.

En la presente investigación las especies dominantes en áreas no colonizadas fueron *B. curtipendula*, *B. gracilis* y *Panicum hallii*, sin embargo, difiere de lo obtenido por Velázquez (2020) debido a que las especies dominantes fueron *B. dactyloides*, *Townsendia mexicana* y *Amelichloa clandestina*.

Se observó que el índice de diversidad de Simpson fue de 0.38 en la zona con perritos, lo cual indica una mayor riqueza de especies en comparación con el valor de 0.07 registrado en la zona sin perritos. Estos resultados sugieren que la presencia de poblaciones de perritos está asociada a una mayor diversidad de especies en el área estudiada. Sin embargo, se observó que la densidad de individuos es menor en la zona con perritos en comparación con la zona sin perritos. Específicamente, se registraron un total de 4818 individuos y 44 especies en la zona con perritos, mientras que en la zona sin perritos se registraron 1863 individuos y 54 especies. En cuanto a la variable altura de las plantas, se encontró una diferencia significativa entre las dos zonas. La presencia de perritos en la pradera se asoció con una altura menor de las plantas. Esto puede ser atribuido al comportamiento de los perritos, quienes requieren de áreas despejadas para tener una vista panorámica del entorno y así poder anticipar los posibles ataques de depredadores.

VI CONCLUSIONES

En cuanto al hábitat de zacatal con presencia y ausencia de perritos, se observó que los índices ecológicos usados fueron mayores en la zona sin poblaciones de perritos en comparación con la zona con perritos. Esto sugiere que la presencia de los perritos tiene un efecto negativo en la diversidad de especies en el área. Por otro lado, a pesar de tener una mayor riqueza de especies, se registró un menor número total de individuos en la zona sin perritos. Esto se debe a la influencia significativa que ejercen los perritos en la abundancia de plantas (número de individuos) presentes en el área donde están ubicados, en el caso de la especie dominante *B. gracilis*.

La presencia de poblaciones de perritos afecta negativamente la diversidad de especies en el área estudiada, resultando en una menor diversidad en comparación con la zona sin perritos. Sin embargo, la presencia de perritos también tiene un impacto positivo en la estructura de la comunidad, ya que el número total de individuos es menor en la zona sin perritos, a pesar de tener una mayor riqueza de especies. Estos resultados resaltan la importancia de considerar la influencia de especies clave, como los perritos, en la comprensión de los patrones de diversidad y la dinámica de las comunidades.

VII. LITERATURA CITADA

- Agroprospecta.** 2009. Formación y análisis microeconómico de unidades representativas de producción bovina reportebovinos-08. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, Edo. de México. México.
- Archer, S.,** Garrett, MG y Detling, JK. 1987. Tasas de cambio de vegetación asociadas con el perrito de las praderas (*Cynomys ludovicianus*) en praderas de zacates mixtos de América del Norte. *Vegetatio*, 72, 159-166.
- Arizona Game and Fish Department.** 2004. Animal Abstract. *Cynomys ludovicianus*. Heritage Data Management. System. USA 7 pp.
- Arredondo, D.G.** 1981. Componentes de la Vegetación del Rancho Demostrativo “Los Ángeles”. Tesis Profesional de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Recursos Naturales Renovables
- BAEV, P. V. Y L. D. PENEV.** 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, SofiaMoscow, 57 pp.
- Belnap, J.,** Phillips, S. L., & Miller, M. E. 2001. Response of desert biological soil crusts to alterations in precipitation frequency. *Oecologia*, 127(3), 379-394.
- Ceballos, G. y Mellink, E.** 1990. Distribución y estatus de los perros llaneros (*Cynomys mexicanus* y *C. ludovicianus*) en México. Pp. 327-344. En: J.L. Camarillo R. y F. Rivera A. (Comp.) Áreas naturales protegidas en México y especies en extinción. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Ceballos, G. y Oliva, G.** 2005. Los Mamíferos silvestres de México. CONABIO/Fondo de Cultura Económica. México. 986 p.
- Ceballos, G. & Wilson. D.** 1985. *Cynomys mexicanus*. *Mammalian species*, 248:1-3

- Ceballos, G., Pacheco, J. & List, R.** 1999. Influence of Prairie Dogs (*Cynomys ludovicianus*) on Habitat Heterogeneity and Mammalian Diversity in México. In: Journal of Arid Environments. (41):161-172.
- Ceballos, G., Mellink, E. & Hanebury, L. R.** 1993. Distribution and Conservation Status of Prairie Dog *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in México. In: Biological Conservation. (63):105-112.
- CONABIO.** 2021. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, disponible en <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales>.
- CONANP.** 2018. Ficha de identificación del perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Pp 1.
- Curtin, C.** 2006. Resultados Iniciales de Estudios Experimentales en Perros llaneros de Pastizales Áridos: Implicaciones para la Conservación del Paisaje y la Importancia de Escala. USDA, Forest Service Proceedings, 60-62pp. [En línea] Página visitada el 17 de febrero de 2009.
- Davidson, A. D., Lightfoot, D. C., & Swanson, B. J.** 2010. Is the piosphere concept relevant in semiarid woodlands? Ecosystems, 13(5), 693-710.
- Griffin, E. R., Stahlheber, K. A., & Bagstad, K. J.** 2001. Granivory in a Chihuahuan Desert ecosystem: interactions among ants, rodents, and plants. Ecology, 82(11), 3083-3096.
- Halffter, G. Y Ezcurra, E.** 1992. ¿Qué es la biodiversidad? In: La diversidad biológica de Iberoamérica I, G. Halffter (Comp). Acta Zoológica Volumen Especial. CYTED-D, Instituto de Ecología, Secretaría de Desarrollo Social, México. pp. 3-24.
- Harper, J. L. & Hawksworth, D. L.** 1994. Biodiversity: measurement and estimation (preface). Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, 345: 5- 12
- Heywood, V. H.** 1994. The measurement of biodiversity and the politics of implementation. In: Systematics and conservation evaluation, P. L. Forey, C. J. Humphries y R. I. VaneWright (Eds). Systematics Association Special Vol. 50, Clarendon Press, Oxford, pp 15- 22.

- Hoogland, J.** 1996. Why do Gunnison's prairie dogs give anti-predator calls? *Animal Behaviour*, 51:871-880.
- Enríquez, M. J.** 2022. Efecto del apacentamiento en la estructura y composición de especies del pastizal semiarido en el sureste de Coahuila, Mexico
- Juárez, R.** 2012. Impacto de la presencia de perritos en la diversidad de especies en la pradera. *Revista de Ecología*, 10(2), 45-56.
- Koford, C. B.** 1958. Prairie dogs, white faces, and blue grama. *Wildl. Monogr.* 3. 78 p.
- Kotliar, N. B., Baker, B. W., & Whicker, A. D.** 1999. Predicting the effects of feral horses on ecosystem processes and interactions. In *Wildlife and Recreationists: Coexistence through Management and Research* (pp. 147-158). Island Press.
- López-Barrera, F., Castellanos-Albores, J., & Bustamante-García, M.** 2007. Influence of prairie dog (*Cynomys* spp.) disturbance on vegetation and soils in the Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Environments*, 71(1), 62-75.
- Magurran, A. E.** 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp
- Margalef, D. R.** 1995. Information Theory in Ecology. *General Systematics*, 3: 36-71
- Medina, J. y de la Cruz, J. A.** 1976. Ecología y control del perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus* Merriam). En el noroeste de México. *Monogr. Téc Cient. Univ. Auto. Antonio Narro*. 2: 365- 418.
- Mejia-Saulés, M.T., y Dávila, A. P.** 1992. Gramíneas útiles de México. Cuadernos del Instituto de Biología. UNAM, México
- Merriam, C.H.** 1892. Description of a new prairie dog (*Cynomys mexicanus*) from México. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 7:157-158.
- Milchunas, D. G., & Lauenroth, W. K.** 1993. Quantitative Effects of Grazing on Vegetation and Soils Over a Global Range of Environments. *Ecological Monographs*, 63(4), 328–366. <https://doi.org/10.2307/2937150>

- Miller, B., Reading, R. J. Hoogland, T., Clark., G., Ceballos, R., List, S., Forrest, L., Hanebury, P., Manzano, J., Pacheco & Uresk, D.** 2000. The Role of Prairie Dogs as a Keystone Species: Response to Stapp. In: *Conservation Biology*, 14(1):318-321.
- Miller, B., Ceballos, G., & Reading, R.** 1994. The prairie dog and biotic diversity. *Conservation Biology*, 8(3), 677-681.
- Moreno, C.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp
- Ojima, D. S., Parton, W. J., Schimel, D. S., Scurlock, J. M. O. and Kittel, T. G. F.** 1993. Modeling the effects of climatic and CO₂ changes on grassland storage of soil C. *Water, Air, and Soil Pollution* 70: pp. 643-657.
- Pando-Moreno, M., Scott, L., Jurado, E.** 2013. Caracterización del suelo en las colonias de *Cynomys mexicanus* Merriam, 1892 en el noroeste de México. *Rev. Mex. Cien. For.* Vol. 4 Núm. 17
- Peet, R. K.** 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Pérez, R., S.** 2012. Programa de manejo de pastizales en el rancho Ganadero Experimental Los Ángeles. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. P. 14-23.
- Pizzimenti, J. J. & Mc Clenaghan, L. R. Jr.** 1974. Reproduction, Growth and Development, and Behavior in the Mexican Prairie Dog, *Cynomys mexicanus* (Merriam). In: *Amer. Midland Nat*, 92:130-145.
- Rattan, L.** 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ – enrichment. *Soil Till. Res.* 43, 81-10
- Rau, J. R.** 2002. Biodiversidad y Su Cuantificación [Review of *Métodos para Medir la Biodiversidad*, by C. E. Moreno]. *Conservation Biology*, 16(6), 1666–1668. <http://www.jstor.org/stable/3095428>

- Ruiz, A. G., Alalla, A. K., Macías, D., M. A., Guzmán, A. y González, R. J.** 2016. Population density of the western burrowing owl (*Athene cunicularia hypugaea*) in Mexican prairie dogs (*Cynomys mexicanus*) colonies in northeastern. *BMC Ecol.* 16: 38.
- Rzedowski, J.** 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. *México, DF, México.*
- Sánchez-Cordero, V.** 2003. *Cynomys mexicanus*. Estado actual del conocimiento biológico de algunas especies de roedores de las familias Muridae, Geomyidae, Heteromyidae y Sciuridae (Rodentia: Mammalia) incluidas en el PROY-NOM-059-ECOL-2000. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W036. México. D.F.
- Sánchez-Cordero, V.** 2004a. *Cynomys ludovicianus* (Ord, 1815). Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-Conabio. Proyecto W036. México. D.F. 7 p.
- Sánchez-Cordero, V.** 2004b. *Cynomys mexicanus* Merriam, 1892. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W036. México. D.F. 6 p.
- Schlaepfer, D. R., Lauenroth, W. K., & Bradford, J. B.** 2002. Effects of vertebrate herbivory on plant community structure in the central grasslands. *Oecologia*, 132(4), 612-619.
- Scott-Morales L., Estrada, E. Chávez-Ramírez, F. & Cotera, M.** 2004. Continued Decline In Geographic Distribution of The Mexican Prairie Dog (*Cynomys Mexicanus*). *J. of Mammalogy* 85 (6). 1095-1101.
- Scott-Morales, L. M., Gottschalk, E. M., y Mühlenberg.** 2005. Decline in the endemic Mexican prairie dog *Cynomys mexicanus*: what do we know about extinction risk? *Oryx* 39(4), 389-397.
- SEMARNAT,** 2004. Proyecto de Protección, Conservación y Recuperación del perrito llanero., México, 50 pp

- SEMARNAT**, 2018. Programa de Acción para la Conservación de las Especies Perrito Llanero de Cola Negra (*Cynomys ludovicianus*) y Perrito Llanero Mexicano (*Cynomys mexicanus*) SEMARNAT/CONANP, México (Año de edición, 2018).
- Simpson**, E. H. 1949. Measurement of diversity. *nature*, 163(4148), 688-688.
- Solbrig**, O. T. 1991. From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity. IUBSSCOPE-UNESCO, Cambridge, 124 pp.
- Tramer**, E. J. 1969. Bird species diversity: components of Shannon's formula. *Ecology*, 50(5), 927-929.
- Treviño-Villarreal**, J. 1990. The anual cycle of the mexican praire dog (*Cynomys mexicanus*). Occas. Pap. Mus. Nat. Hist., Univ. Kansas, 139: 1-27.
- UNEP**. 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.
- Valdés-Reyna**, J., Villaseñor, J.L., Encina-Domínguez, J.A., Ortiz, E. The grass family (Poaceae) in Coahuila, Mexico: Diversity and distribution. *Botanical Sciences*, 2015, 93, 119–129.
- Velázquez**, F. A. 2020. Influencia del Perrito Llanero (*Cynomys mexicanus*) en la Produccion de Materia Seca y Diversidad de Plantas en el Pastizal del Sureste de Coahuila, México. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2020
- Villareal-Quintanilla**, J. A. 2001. *Listado florístico de México*. XXIII. Flora de Coahuila. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, d.f., 138 pp.
- Villarreal-Quintanilla**, J. A., y Valdés-Reyna, J. 1992. 93. Vegetación de Coahuila, México. *Revista de Manejo de Pastizales*, 6(1), 2.
- Whittaker**, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2-3), 213-251.
- Yeaton**, R. I. y Flores-Flores, J. L. 2006. Patterns of ocurrence and abundance colony complexes of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*) in productive and unproductive Grasslands. *Ecology of the Mexican prairie dog*. Acta Zool. Mex. 22(3).

VIII ANEXOS

Anexo 1. Listado de especies de plantas presentes en área de estudio

Simbología (*P*) especie perenne (*A*) especie anual (*N*) especie nativa (*I*) especie introducida.

Hierbas (*he*), Gramínea (*Gr*), Cactácea (*Ca*), Arbustiva (*ar*)

ACANTHACEAE

Dyschoriste linearis (Torr. & A. Gray) Kuntze. PN, *he*

Elytraria imbricata (Vahl) Pers. PN, *he*

APOCYNACEAE

Asclepias brachychaeta L. PN, *he*

ASTERACEAE

Ambrosia confertiflora DC. PN, *he*

Cirsium texanum Buckley. PN, *he*

Dyssodia papposa (Vent.) Hitchc. AN, *he*

Dyssodia tenuifolia (Cass.) Loes. PN, *he*

Erigeron pubescens Kunth. PN, *he*

Glandularia bipinnatifida (Nutt.) Nutt. PN, *he*

Gnaphalium roseum Kunth. PN, *he*

Parthenium confertum (A. Gray) Rollins. PN, *he*

Sanvitalia angustifolia Engelm. ex A. Gray. PN, *he*

Sonchus oleraceus L. AN, *he*

Symphotrichum subulatum (Michx.) Nesom. AN, *he*

Thelesperma simplicifolium A. Gray. PN, *he*

Thymophylla setifolia Lag. PN, *he*

Townsendia mexicana A. Gray. AN, *he*

Verbesina longipes Hemsl. PN, *he*

Xanthisma spinulosum (Pursh) D.R. Morgan & R.L. Hartm. PN, *he*

BRASSICACEAE

Eruca vesicaria (L.) Cav. AN, *he*

Physaria fendleri (A. Gray) O'Kane & Al-Shehbaz. PN, *he*

CACTACEAE

Opuntia rastrera F.A.C. Weber. PN, *Ca*

CONVOLVULACEAE

Dichondra argentea Humb. & Bonpl. ex Willd. PN, *he*

EUPHORBIACEAE

Acalypha monostachya Cav. PN, *he*

Argythamnia neomexicana Müll. Arg. PN, *he*

Croton dioicus Cav. PN, *he*

Euphorbia serrula Engelm. AN, *he*

Euphorbia exstipulata Engelm. AN, *he*

FABACEAE

Dalea bicolor Humb. & Bonpl. ex Willd. PN, *ar*

Dalea frutescens A. Gray. PN, *he*

Hoffmannseggia watsonii (Fisher) Rose. PN, *he*

Mimosa biuncifera Benth. PN, *ar*

Rhynchosia senna Gillies ex Hook. PN, *he*

Senna demissa (Rose) H.S. Irwin & Barneby. PN, *he*

LAMIACEAE

Salvia reflexa Hornem. AN, *he*

Stachys agraria Schtdl. & Cham. PN, *he*

MALVACEAE

Sida abutifolia Mill. PN, *he*

Sphaeralcea angustifolia (Cav.) G. Don. PN, *he*

ONAGRACEAE

Gaura coccinea Nutt. ex Pursh. PN, *he*

OXALIDACEAE

Oxalis corniculata L. AN, *he*

PAPAVERACEAE

Argemone echinata G.B. Ownbey. PN, *he*

POACEAE

Aristida havardii Vasey. PN, *Gr*

Aristida adsencionis Hochst. ex A. Rich. PN, *Gr*

Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. PN, *Gr*

Bouteloua dactyloides (Nutt.) Columbus PN, *Gr*

Bouteloua gracilis (Kunth) Lag. ex Steud. PN, *Gr*

Elymus elymoides (Raf.) Swezey. PN, *Gr*

Erioneuron avenaceum (Kunth) Tateoka. PN, *Gr*

Hopia obtusa (Kunth) Zuloaga & Morrone. PN, *Gr*

Muhlenbergia phleoides (Kunth) Columbus PN, *Gr*

Muhlenbergia repens (J. Presl) Hitchc. PN, *Gr*

Muhlenbergia torreyi (Kunth) Hitchc. ex Bush. PN, *Gr*

Muhlenbergia villiflora Hitchc. PN, *Gr*

Nassella leucotricha (Trin. & Rupr.) R.W. Pohl. PN, *Gr*

Nassella tenuissima (Trin.) Barkworth. PN, *Gr*

Panicum hallii Vasey PN, *Gr*

POLYGALACEAE

Rhinotropis lindheimeri (A. Gray) J.R. Abbott. PN, *he*

PORTULACACEAE

Portulaca oleracea L. AN, *he*

RANUNCULACEAE

Cleamatis drumondii Torr. & A. Gray. PN, *he*

SCROPHULARIACEAE

Buddleja scordioides E.M. Norman. PN, *ar*

SOLANACEAE

Physalis viscosa (Dunal) Aguaf. PN, *he*

Solanum elaeagnifolium Cav. PN, *he*

VERBENACEAE

Glandularia bipinnatifida (Nutt.) Nutt. PN, *he*

Verbena neomexicana (A. Gray) Briq. PN, *he*

VIOLACEAE

Hybanthus verticillatus (Ortega) Baill. PN, *he*

Cuadro 4. Riqueza de especies en el zacatal sin la presencia de perrito (*Cynomys mexicanus*)

Familia	Género	Especie	Acrónimo	No. individuos
Acanthaceae	<i>Dyschoriste</i>	<i>linearis</i>	Dys lin	62
Acanthaceae	<i>Elytraria</i>	<i>imbricata</i>	Ely imb	38
Apocynaceae	<i>Asclepias</i>	<i>brachystephana</i>	Asc bra	1
Asteraceae	<i>Ambrosia</i>	<i>confertiflora</i>	Amb con	40
Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>papposa</i>	Dys pap	52
Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>pubescens</i>	Eri pub	10
Asteraceae	<i>Glandularia</i>	<i>bipinnatifida</i>	Gla bip	17
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>roseum</i>	Gna ros	33
Asteraceae	<i>Parthenium</i>	<i>confertum</i>	Par con	9
Asteraceae	<i>Sanvitalia</i>	<i>angustifolia</i>	San ang	21
Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>oleraceus</i>	Son ole	4
Asteraceae	<i>Symphotrichum</i>	<i>subulatum</i>	Sym sub	1
Asteraceae	<i>Thelesperma</i>	<i>simplicifolium</i>	The sim	13
Asteraceae	<i>Thymophylla</i>	<i>setifolia</i>	Thy set	7
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>longipes</i>	Ver lon	12
Asteraceae	<i>Xanthisma</i>	<i>spinulosum</i>	Xan spi	8
Brassicaceae	<i>Physaria</i>	<i>fendleri</i>	Phy fen	4
Cactaceae	<i>Opuntia</i>	<i>rastrera</i>	Opu ras	1
Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>argentea</i>	Dic arg	30
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>monostachya</i>	Aca mon	16
Euphorbiaceae	<i>Argythamnia</i>	<i>neomexicana</i>	Arg neo	5
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>dioicus</i>	Cro dio	4
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>exstipulata</i>	Eup exs	66
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>serrula</i>	Eup ser	62
Fabaceae	<i>Dalea</i>	<i>frutescens</i>	Dal fru	1
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia</i>	<i>watsonii</i>	Hof wat	45
Fabaceae	<i>Mimosa</i>	<i>biuncifera</i>	Mim biu	3
Fabaceae	<i>Rhynchosia</i>	<i>senna</i>	Rhy sen	23
Fabaceae	<i>Senna</i>	<i>demissa</i>	Sen dem	10
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>reflexa</i>	Sal ref	6
Lamiaceae	<i>Stachys</i>	<i>agraria</i>	Sta agr	4
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>abutifolia</i>	Sid abu	5
Malvaceae	<i>Sphaeralcea</i>	<i>angustifolia</i>	Sph ang	8
Onagraceae	<i>Gaura</i>	<i>coccinea</i>	Gau coc	21
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>corniculata</i>	Oxa cor	16
Poaceae	<i>Arisitida</i>	<i>havardii</i>	Ari hav	21
Poaceae	<i>Aristida</i>	<i>adsencionis</i>	Ari ads	20
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	Bou cur	387
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>dactyloides</i>	Bou dac	76
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	Bou gra	202
Poaceae	<i>Elymus</i>	<i>elymoides</i>	Ely ely	3

Poaceae	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	Eri ave	1
Poaceae	<i>Hopia</i>	<i>obtusa</i>	Hop obt	36
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>phleoides</i>	Muh phe	81
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>repens</i>	Muh rep	44
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>torreyi</i>	Muh tor	29
Poaceae	<i>Nassella</i>	<i>leucotricha</i>	Nas leu	10
Poaceae	<i>Nassella</i>	<i>tenuissima</i>	Nas ten	1
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>halli</i>	Pan hal	198
Polygalaceae	<i>Rhinotropis</i>	<i>lindheimeri</i>	Rhi lin	44
Ranunculaceae	<i>Cleamatis</i>	<i>drummondii</i>	Cle dru	1
Scrophulariaceae	Buddleja	<i>scordioides</i>	Bud sco	5
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>elaeagnifolium</i>	Sol ela	42
Violaceae	<i>Hybanthus</i>	<i>verticillatus</i>	Hyb ver	4
<i>Número total de individuos</i>				1863
<i>Número total de especies</i>				54

Cuadro 5. Riqueza de especies en el zacatal con la presencia de perrito (*Cynomys mexicanus*)

Familia	Género	Especie	Acrónimo	No. individuo
Acanthaceae	<i>Dyschoriste</i>	<i>linearis</i>	Dys lin	113
Acanthaceae	<i>Elytraria</i>	<i>imbricata</i>	Ely imb	24
Asteraceae	<i>Ambrosia</i>	<i>confertiflora</i>	Amb con	58
Asteraceae	<i>Cirsium</i>	<i>texanum</i>	Cir tex	1
Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>papposa</i>	Dys pap	279
Asteraceae	<i>Dyssodia</i>	<i>tenuifolia</i>	Dys ten	27
Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>pubescens</i>	Eri pub	1
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>roseum</i>	Gna ros	37
Asteraceae	<i>Parthenium</i>	<i>confertum</i>	Par con	24
Asteraceae	<i>Sanvitalia</i>	<i>angustifolia</i>	San ang	8
Asteraceae	<i>Townsendia</i>	<i>mexicana</i>	Tow mex	22
Asteraceae	<i>Xanthisma</i>	<i>spinulosum</i>	Xan spi	17
Brassicaceae	<i>Eruca</i>	<i>vesicaria</i>	Eru ves	1
Brassicaceae	<i>Physaria</i>	<i>fendleri</i>	Phy fen	2
Convolvulaceae	<i>Dichondra</i>	<i>argénteá</i>	Dic arg	16
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>serrula</i>	Eup ser	270
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>exstipulata</i>	Eup exs	1
Fabaceae	<i>Dalea</i>	<i>bicolor</i>	Dal bic	5
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia</i>	<i>watsonii</i>	Hof wat	1
Lamiaceae	<i>Stachys</i>	<i>agraria</i>	Sta agr	9
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>abutifolia</i>	Sid abu	20
Malvaceae	<i>Sphaeralcea</i>	<i>angustifolia</i>	Sph ang	67
Onagraceae	<i>Gaura</i>	<i>coccinea</i>	Gau coc	200
Papaveraceae	<i>Argemone</i>	<i>echinata</i>	Arg ech	1
Poaceae	<i>Arisitida</i>	<i>havardii</i>	Ari hav	20
Poaceae	<i>Arisitida</i>	<i>adsencionis</i>	Ari ads	93

Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	Bou cur	3
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>dactyloides</i>	Bou dac	64
Poaceae	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	Bou gra	2958
Poaceae	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	Eri ave	10
Poaceae	<i>Hopia</i>	<i>obtusa</i>	Hop obt	44
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>phleoides</i>	Muh phl	40
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>repens</i>	Muh rep	12
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>torreyi</i>	Muh tor	66
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>villiflora</i>	Muh vil	62
Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>halli</i>	Pan hal	112
Polygalaceae	<i>Rhinotropis</i>	<i>lindheimeri</i>	Rhi lin	6
Portulacaceae	<i>Portulaca</i>	<i>oleracea</i>	Por ole	45
Scrophulariaceae	<i>Buddleja</i>	<i>scordioides</i>	Bud sco	11
Solanaceae	<i>Physalis</i>	<i>viscosa</i>	Phy vis	1
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>elaeagnifolium</i>	Sol ela	48
Verbenaceae	<i>Glandularia</i>	<i>bipinnatifida</i>	Gla bip	11
Verbenaceae	<i>Verbena</i>	<i>neomexicana</i>	Ver neo	2
Violaceae	<i>Hybanthus</i>	<i>verticillatus</i>	Hyb ver	6
<i>Número total de individuos</i>				4818
<i>Número total de especies</i>				44

Anexo 2. Listado de coordenadas

No.	Latitud	Longitud
1	25° 4'19.56"N	100°59'39.87"O
2	25° 4'16.27"N	100°59'39.89"O
3	25° 4'13.01"N	100°59'39.74"O
4	25° 4'9.76"N	100°59'39.72"O
5	25° 4'6.47"N	100°59'39.71"O
6	25° 4'3.31"N	100°59'39.67"O
7	25° 4'3.49"N	100°59'26.94"O
8	25° 4'6.85"N	100°59'26.93"O
9	25° 4'10.15"N	100°59'26.92"O
10	25° 4'13.44"N	100°59'26.88"O
11	25° 4'17.47"N	100°59'26.92"O
12	25° 4'20.75"N	100°59'26.89"O
13	25° 4'21.23"N	100°59'13.87"O
14	25° 4'17.99"N	100°59'13.89"O
15	25° 4'14.74"N	100°59'13.91"O
16	25° 4'11.49"N	100°59'13.91"O
17	25° 4'8.25"N	100°59'13.89"O

18	25° 4'4.98"N	100°59'13.91"O
19	25° 4'47.54"N	100°59'6.02"O
20	25° 4'44.24"N	100°59'5.95"O
21	25° 4'40.95"N	100°59'5.88"O
22	25° 4'37.69"N	100°59'5.81"O
23	25° 4'34.46"N	100°59'5.72"O
24	25° 4'31.20"N	100°59'5.67"O
25	25° 4'31.32"N	100°59'1.00"O
26	25° 4'34.58"N	100°59'1.01"O
27	25° 4'37.89"N	100°59'1.01"O
28	25° 4'41.15"N	100°59'1.00"O
29	25° 4'44.42"N	100°59'1.00"O
30	25° 4'47.71"N	100°59'1.03"O
31	25° 4'47.56"N	100°58'56.44"O
32	25° 4'44.29"N	100°58'56.55"O
33	25° 4'41.03"N	100°58'56.65"O
34	25° 4'37.76"N	100°58'56.78"O
35	25° 4'34.51"N	100°58'56.89"O
36	25° 4'31.25"N	100°58'57.01"O

Anexo fotográfico



Zacatal sin perrito llanero



Zacatal sin perrito llanero y sin pastoreo



Madrigueras de perritos llaneros

