

# Descripción del hábitat de áreas colonizadas y sin colonizar por perrito llanero (*Cynomys ludovicianus*) en el noroeste de Chihuahua<sup>a</sup>

Mario H. Royo Márquez<sup>b</sup>, Alma D. Báez González<sup>c</sup>

---

## RESUMEN

Royo MMH, Báez GAD. *Téc Pecu Méx* 2001;39(2):89-104. El perrito llanero es una especie clave y en peligro de extinción. El objetivo del estudio fue describir su hábitat en Janos, Chihuahua. Se muestrearon cuatro localidades en dos sitios: fuera y dentro de la colonia. En cada sitio al suelo se le determinó textura, pH, carbonatos, saturación de agua, materia orgánica, conductividad eléctrica y porcentaje de humedad. En transectos de 30 m se determinó dureza y estabilidad del suelo y en transectos de 50 m composición botánica y cobertura. Producción de forraje, densidad y frecuencia de herbáceas con cuadrantes de 0.5 m<sup>2</sup>, y de 25 m<sup>2</sup> para arbustos. Se determinó alfa diversidad (Shannon-Weiner) y beta diversidad (Jaccard) con el valor importancia. Para la comparación entre áreas se usó una prueba de "t" y para la dureza y estabilidad de suelo un análisis de varianza. La textura del suelo fue de media a gruesa en las colonias de perrito llanero. La materia orgánica y la dureza fue mayor afuera de las colonias ( $P < 0.05$ ). Dentro de las colonias se presentó una menor estabilidad del suelo ( $P < 0.05$ ). Afuera de las colonias se presentaron coberturas relativas dominantes de zacates, y dentro, las hierbas fueron las dominantes. La producción de forraje fue mayor afuera de las colonias que dentro ( $P < 0.05$ ). La alfa diversidad fue alta para todos los sitios. La presencia del perrito llanero no incrementa la alfa diversidad pero sí la beta y la regional.

**PALABRAS CLAVE:** Perrito llanero, *Cynomys ludovicianus*, Descripción hábitat, Alfa diversidad, Beta diversidad, México.

---

## INTRODUCCIÓN

El perrito llanero cola negra pertenece al orden de los roedores (*Rodentia*) y a la familia de las ardillas (*Sciuridae*)<sup>(1)</sup>. La especie se distribuía desde el sur de Canadá

hasta el norte de México y desde el este de Nebraska al oeste de Montana en Estados Unidos<sup>(2)</sup>; sin embargo, su distribución actual se encuentra restringida a sitios que originalmente fueron marginales. Su población actual es menor del 2% a la calculada en 1900 y las colonias han perdido el contacto entre ellas. La causa principal de esta reducción es la pérdida de hábitat ocasionada por el cambio de uso de suelo, aunado a campañas de control en México<sup>(3)</sup> y

---

a Recibido el 19 de febrero de 2001 y aceptado para su publicación el 7 de mayo de 2001.

b Campo Experimental La Campana, CIRNOC-INIFAP-SAGARPA. Av. Homero # 3744, Fracc. El Vergel. Chihuahua, Chih. Tel: (14) 81-02-57 Fax: 81-07-69 royomario@hotmail.com. Correspondencia y solicitud de separatas.

c Campo Experimental de Aguascalientes, CIRNOC-INIFAP-SAGARPA.

Origen del apoyo recibido: American Wild Life Foundation e Instituto de Ecología, UNAM.

Estados Unidos<sup>(4)</sup>, dando como resultado que la especie se considere en riesgo de extinción<sup>(5)</sup>.

El perrito llanero es considerado por los ganaderos y algunos manejadores de pastizales como causa de empobrecimiento de la condición del pastizal, además de fuerte competidor para el ganado por forraje, ya que existe sobreposición en la dieta entre el ganado y el perrito llanero<sup>(6)</sup>; sobre todo por las gramíneas (65%) y hierbas (35%)<sup>(7)</sup>. El perrito llanero generalmente denuda sólo la zona alrededor de sus madrigueras y su actividad de pastoreo afecta al área entera<sup>(8)</sup>. La densidad promedio detectada en diferentes estudios es de 53 individuos/ha, sin importar la antigüedad de la colonia, lo que sí se incrementa es el número de madrigueras<sup>(6)</sup>. La actividad defoliadora intensiva del perrito llanero provoca cambios en la composición botánica, disminución de la cobertura<sup>(9)</sup> y en consecuencia algunos cambios fisicoquímicos en el suelo (temperatura, humedad y nitrógeno). Esta actividad defoliadora intensiva provoca estrategias morfológicas y fisiológicas en el zacate navajita, que reduce el daño al pastoreo, y se ha sugerido que esto puede dar origen a ecotipos diferentes resistentes al pastoreo<sup>(8,10)</sup>.

Los perritos llaneros afectan los pastizales de dos maneras: remoción de un porcentaje de la producción de semilla y el corte selectivo que determina la abundancia de varias especies<sup>(6)</sup>. Las colonias de perrito llanero son importantes para mantener la biodiversidad, ya que pueden incrementarla, ocasionando cambios drásticos en la composición botánica después del tercer año de invasión<sup>(11,12)</sup>, así como cambios en la estructura de microorganismos del

suelo y vertebrados<sup>(13,14,15)</sup>; debido a los cambios en la composición de hierbas y gramíneas la productividad estacional cambia, encontrándose el pico de la producción en primavera para las áreas colonizadas y en verano para las áreas sin colonias<sup>(8)</sup>. Además la concentración de nitrógeno de gramíneas hierbas y arbustos se incrementa más en áreas colonizadas que afuera de ellas<sup>(12)</sup>.

La colonia más grande y de mayor población de perritos llaneros se encuentra en Janos, Chihuahua. Dicha colonia presenta un continuo de aproximadamente 15 mil ha<sup>(16)</sup>, ya que en Estados Unidos y Canadá las colonias existentes sólo abarcan decenas o centenas de hectáreas<sup>(8)</sup>. Al comparar la diversidad vegetal en cinco localidades de la región de Janos, Chihuahua (una habitada por perrito de la pradera y cuatro aledañas a colonias de perrito de la pradera), encontraron que la mayor diversidad y riqueza fue para el área habitada por perrito de la pradera, además de la menor cobertura vegetal y mantillo<sup>(17)</sup>. En otro trabajo se encontró que la presencia de perrito llanero incrementó la riqueza de un 23 a 28% de las especies vegetales, principalmente hierbas<sup>(9)</sup>. Para la fauna, la diversidad y riqueza de roedores fue mayor afuera de la colonia que en el centro y viceversa para carnívoros. Algunas especies de roedores y carnívoros sólo se encontraron en áreas colonizadas por perritos llaneros<sup>(15)</sup>.

Una herramienta muy útil para conocer el estado de salud de las comunidades animales y vegetales son los índices de diversidad, y según sea la comunidad se deberá escoger el índice, el muestreo y el método. La diversidad toma en cuenta la

## HABITAT DE ÁREAS COLONIZADAS Y SIN COLONIZAR POR PERRITO LLANERO

riqueza de las especies (número de especies) e igualdad (equitabilidad), este último se refiere a la proporción en que se encuentran. La alfa diversidad se refiere a la diversidad local. La beta diversidad se refiere a la diversidad de gradiente y/o similitud entre sitios. La diversidad regional se refiere al número de especies presentes en el paisaje en la región<sup>(18)</sup>. Existen dos áreas principales en las cuales las medidas de diversidad tienen implicaciones potenciales: en conservación, la cual está apuntalada por la idea de que la riqueza de especies en las comunidades es mejor que las comunidades pobres de especies, y el monitoreo ambiental que asume que la contaminación o depauperación puede reflejar una reducción en la diversidad o un cambio en la forma de la distribución de la abundancia de las especies<sup>(19,20)</sup>.

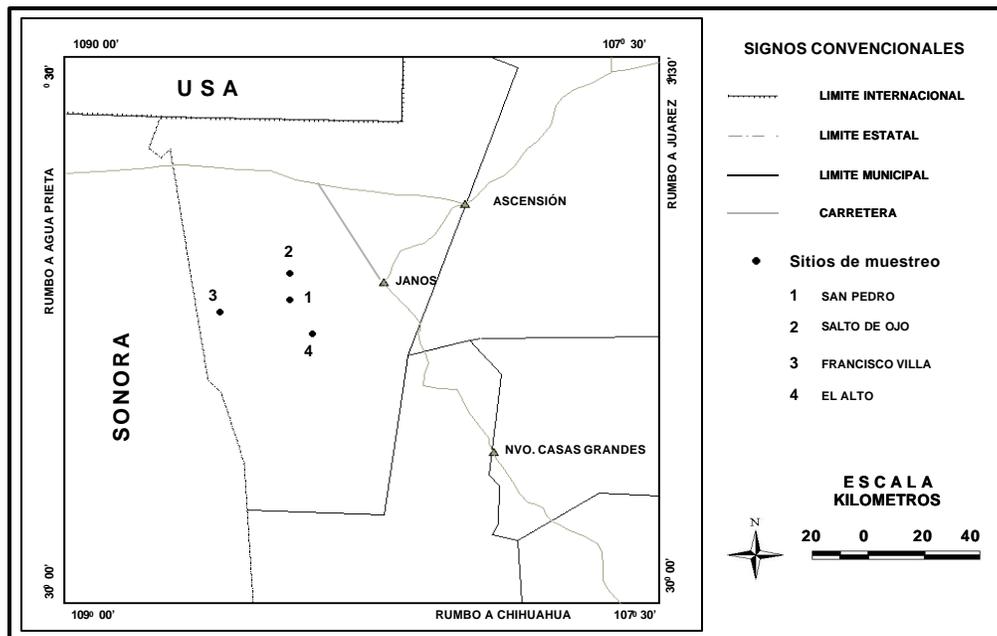
En ambos casos, diversidad es usado como un índice de un ecosistema saludable. Así, el conocimiento de la estructura y función de este ecosistema puede ayudar para dictar esquemas de utilización adecuados o estrategias de mitigación que permitan una coexistencia entre flora, fauna y especies exóticas, sin deterioro del mismo. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue caracterizar el hábitat del perrito llanero en las colonias del noroeste de Chihuahua y sus efectos en la diversidad vegetal local y regional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Descripción del área de estudio*

El área de estudio se localiza en el municipio de Janos, Chihuahua, México (Figura 1). El clima es seco templado

**Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y sitios de muestreo del hábitat del perrito llanero**



(BSoK), con temperatura media anual de 16 °C y precipitación anual de 300 mm; régimen de lluvia en verano, una época de seca de 8 meses y un período libre de heladas de 200 días. La topografía del terreno es plano con ondulaciones y lomeríos muy bajos, con aspecto suave y redondo, con pendientes de 0 a 8%. El área de estudio ha sido descrita por COTECOCA (1978) como un pastizal mediano abierto de navajita (*Bouteloua gracilis*) y navajita negra (*B. eriopoda*) donde destacan las gramíneas banderilla (*B. curtipendula*), navajita velluda (*B. hirsuta*), lobero (*Lycurus phleoides*) y zacates tres barbas (*Aristida divaricata*, *A. pansa*, *A. adscencionis*, *A. arizonica*). Es común encontrar áreas invadidas de cola de caballo o popotillo (*Ephedra trifurca*), escobilla (*Gutierrezia sarothrae*) y cardenche o choya (*Opuntia imbricata*)<sup>(21)</sup>. De manera más específica se han descrito los sitios colonizados por perrito llanero como pastizales anuales dominados por hierbas<sup>(9)</sup>.

Se realizaron muestreos en cuatro localidades (Cuadro 1), y en cada localidad se muestreó dentro y afuera de la colonia.

*Muestreo de suelo:*

En cada sitio se tomó una muestra de

suelo compuesta de tres repeticiones, cuya profundidad fue de 0 a 25 cm. A cada muestra compuesta de suelo se le determinó textura, pH, porcentaje de saturación del suelo al agua, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de carbonatos, conductividad eléctrica y porcentaje de humedad. Para determinar dureza del suelo se utilizó un penetrómetro de impacto, a profundidades de 0 a 5, 6 a 10, 11 a 15, y 16 a 20 cm, a lo largo de un transecto de 30 m, el cual se muestreó cada 3 m, dando un total de 9 repeticiones por transecto. Para determinar la estabilidad de los agregados del suelo en la superficie (0 cm) se utilizó la prueba de agitar y remojar los agregados del suelo de muestras tomadas a lo largo de una línea de 30 m, en donde se muestreó cada 1.5 m dando un total de 18 repeticiones por transecto, se anotó el estrato encontrado a cada 0.5 m del transecto. Esto nos da una idea de la relación entre el tipo de estrato y la estabilidad del suelo<sup>(19)</sup>.

*Muestreo de vegetación:*

Para determinar composición botánica y cobertura total se utilizó una línea de Canfield de 50 m de longitud por sitio. Para determinar densidad de plantas y frecuencia se utilizó un cuadrante

**Cuadro 1. Localización geográfica de los sitios muestreados afuera y adentro de las colonias de perrito llanero en Janos, Chih.**

Localidad	Afuera		Adentro	
	Latitud Norte	Longitud Oeste	Latitud Norte	Longitud Oeste
San Pedro	30° 49' 52"	108° 26' 06"	30° 49' 45"	108° 25' 55"
Salto de Ojo	30° 54' 09"	108° 26' 08"	30° 54' 10"	108° 26' 02"
Francisco Villa	30° 48' 43"	108° 37' 47"	30° 47' 42"	108° 36' 36"
El Alto	30° 44' 04"	108° 23' 04"	30° 44' 05"	108° 22' 34"

HABITAT DE ÁREAS COLONIZADAS Y SIN COLONIZAR POR PERRITO LLANERO

rectangular de 0.5 m<sup>2</sup> (1 x 0.5 m) para el estrato herbáceo, con 10 repeticiones por sitio y un cuadrante de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m) para el estrato arbustivo, cinco repeticiones por sitio. La producción de forraje para gramíneas y herbáceas se determinó mediante cortes de biomasa aérea en cuadrantes rectangulares de 0.5 m<sup>2</sup> con 10 repeticiones por sitio. Los cortes se realizaron por especie para aquéllas más abundantes, al inicio del otoño<sup>(22,23)</sup>. Se utilizó el valor de importancia (VI) de la especie para determinar la alfa diversidad. El valor de importancia de la especie es un promedio entre la cobertura, densidad y frecuencia; este valor hace una ponderación entre densidad, frecuencia y cobertura, disminuyendo la sobrestimación y subestimación de la abundancia de las especies. La cobertura o densidad por sí solas sobrestiman o subestiman la abundancia de la especie. Algunas especies tienen alta cobertura y baja densidad y baja frecuencia, otras especies tienen alta densidad y baja cobertura, otras especies tienen poca cobertura, regular densidad y alta frecuencia, y otras posibles combina-

ciones de distribución y abundancia, por lo que se consideró que el VI ajusta estas relaciones<sup>(22,23,24)</sup>. Para la diversidad local se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener. Para la beta diversidad se utilizó el índice cualitativo de similitud o índice de Jaccard<sup>(18)</sup>.

Los análisis estadísticos comparativos entre afuera y dentro de la colonia para las diferentes variables fue a través de una prueba de "t" para muestras apareadas. La comparación de los promedios de análisis fisicoquímicos del suelo, dureza del suelo, riqueza de especies, equitatividad, índice de Shannon e índice de Jaccard se hizo a través de un análisis de varianza, y la comparación de medias con la prueba de Duncan<sup>(25,26)</sup>.

**RESULTADOS**

*Descripción del componente suelo*

En los sitios predominaron los suelos gruesos, quedando entre las clases texturales areno ligeramente arcilloso hasta migajón arcillo arenoso. Los suelos están

**Cuadro 2. Análisis de suelo obtenido dentro y afuera de las colonias de perrito llanero en Janos, Chih.**

	Dentro	Afuera
Arcilla, %	21.0 <sup>a</sup>	22.1 <sup>a</sup>
Limo, %	17.7 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>
Arena, %	61.3 <sup>a</sup>	59.7 <sup>a</sup>
Conductividad, mmhos/cm	0.42 <sup>b</sup>	0.59 <sup>a</sup>
Materia orgánica, %	0.75 <sup>a</sup>	0.52 <sup>b</sup>
Humedad, %	29.9 <sup>a</sup>	29.3 <sup>a</sup>
Saturación del suelo al agua, %	31.3 <sup>a</sup>	27.5 <sup>a</sup>
pH	5.5 <sup>a</sup>	5.7 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Diferente literal indica diferencia estadística (P<0.05)

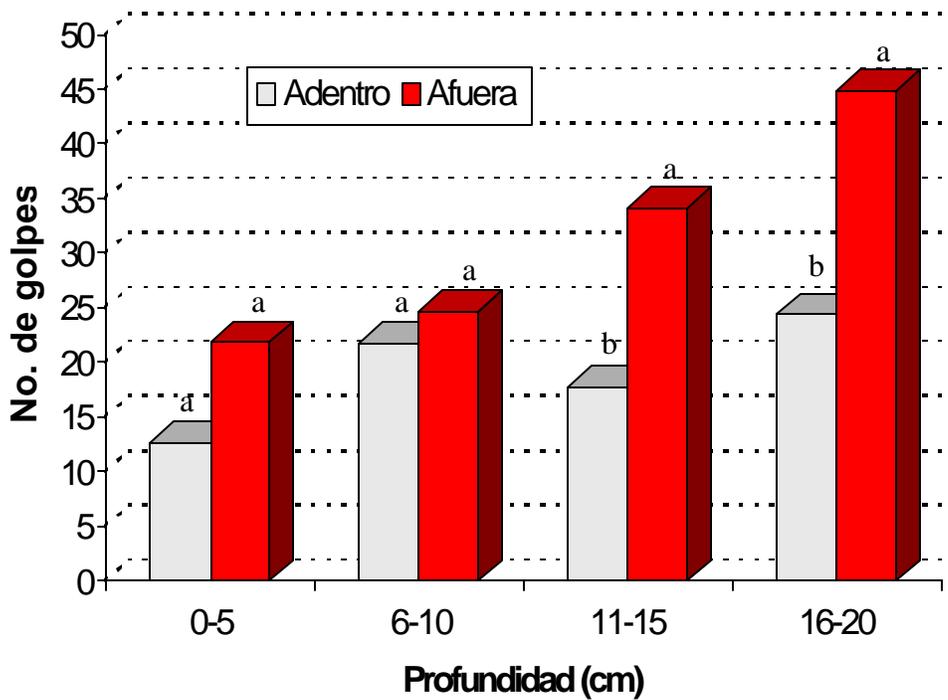
libres de carbonatos, son ácidos, con un pH promedio de 5.6, fluctuando desde ligeramente ácidos (6.3) hasta fuertemente ácidos (4.9). El contenido de humedad no mostró diferencia estadística entre las localidades y sitios, con valores promedio de 29.9 y 29.2% afuera y dentro de la colonia, respectivamente. El contenido de materia orgánica fue significativamente mayor afuera de la colonia que dentro de ellas ( $P < 0.01$ ). La conductividad eléctrica fue mayor ( $P < 0.05$ ) dentro de la colonia que afuera (Cuadro 2).

La dureza del suelo entre las capas en cada sitio fue consistentemente más dura

afuera de la colonia. Comparando la dureza del suelo entre afuera y dentro de la colonia se observa que las capas de 11 a 15 y 16 a 20 cm de profundidad fueron más duras afuera que dentro de la colonia ( $P < 0.05$ ), independientemente de la textura y humedad del suelo (Figura 2).

El Cuadro 3 muestra la estabilidad de los agregados del suelo de la capa superficial y el tipo de estrato presente sobre el suelo en los sitios. Para los porcentajes promedio de suelo desnudo, pedregosidad y materia orgánica se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) entre áreas colonizadas y sin colonizar. Las áreas colonizadas presentaron menor

**Figura 2. Dureza del suelo adentro y afuera de las colonias de perrito llanero en Janos, Chih.**



**Cuadro 3. Cobertura y estabilidad de los agregados en la capa superficial del suelo (0 cm), adentro y afuera de las colonias de perrito llanero en Janos, Chih.**

	Suelo Desnudo (%)	Roca (%)	Mantillo* (%)	Estabilidad Prom.
Adentro	75.4 <sup>a</sup>	20.2 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>
Afuera	39.1 <sup>b</sup>	1.8 <sup>b</sup>	58.9 <sup>b</sup>	4.5 <sup>a</sup>

\* Incluye cobertura basal de la vegetación.

<sup>ab</sup> Valores con distinta literal en columnas son diferentes entre sitios ( $P < 0.05$ ).

estabilidad del suelo ( $P < 0.10$ ), lo que implica una mayor facilidad a erosionarse. Estos sitios presentaron un mayor porcentaje de pedregosidad probablemente debido a que el suelo ha sido arrastrado, quedando en la superficie piedras mayores de 2 cm que son de difícil arrastre. Afuera de la colonia se encontró el mayor contenido de materia orgánica en todas las localidades, lo que le da al suelo una estabilidad de excelente a regular. En los sitios ubicados en las colonias de perrito llanero a pesar de su baja cobertura vegetal y contenido de materia orgánica, los suelos tienen una estabilidad regular en las diferentes localidades, con excepción de la localidad Salto de Ojo cuya estabilidad promedio fue baja (1.78).

*Descripción del componente vegetación*

Los zacates perennes mostraron una mayor cobertura en los sitios donde no había perrito llanero. Los arbustos se encontraron casi exclusivamente en áreas sin colonias de perritos, la localidad El Alto presentó la mayor cobertura de arbustos con 3.7%. Los zacates anuales presentaron mayor cobertura en los sitios colonizados, la especie más abundante fue tres barbas anual (*Aristida adencionis*) (Cuadro 4). La cobertura promedio de zacates perennes

y arbustos en áreas no colonizadas por perrito llanero fue significativamente mayor que en áreas colonizadas ( $P < 0.05$ ). El promedio de cobertura de zacates anuales fue significativamente mayor en áreas colonizadas que sin colonizar ( $P < 0.05$ ). La cobertura vegetal es significativamente más alto afuera de las colonias que dentro ( $P < 0.05$ ), con valores de 20.0 y 12.0%, respectivamente (Cuadro 5).

La cobertura relativa respectiva para zacates perennes, hierbas (incluidas gramíneas anuales) y arbustos en áreas sin colonizar fue de 47, 38.5 y 14.5%, mientras que en las áreas colonizadas fue de 3.4, 95.4 y 1.2%. La densidad promedio de zacates perennes, hierbas y arbustos en áreas sin colonizar fue de 17 y 49 plantas/m<sup>2</sup> y de 33 plantas/ha, respectivamente; dentro de las colonias fue de 3 y 106 plantas/m<sup>2</sup> y de 1 planta/ha, respectivamente. La densidad de zacates perennes y arbustos disminuyó dentro de la colonia y la densidad de hierbas aumentó en este sitio.

En el Cuadro 6 se observa el valor de importancia en promedio de las especies. Los mayores VI afuera de la colonia fueron para las especies perennes *Aristida spp.*, navajita, *Guilleminea densa*, *Sida*

**Cuadro 4. Cobertura absoluta por especie para cuatro localidades, afuera (A) y adentro de la colonia (D) de perrito llanero en Janos, Chih. (%)**

	San Pedro		Salto de Ojo		Francisco Villa		El Alto	
	A	D	A	D	A	D	A	D
<b>Gramíneas</b>								
<i>Aristida adcencionis</i>		0.10			1.60	4.94	0.18	2.60
<i>Aristida spp.</i>	1.66		0.28	0.08	3.86	1.82		
<i>Bouteloua barbata</i>		0.16	0.02	1.50			2.22	0.82
<i>B. eriopoda</i>	0.82		0.26					
<i>B. gracilis</i>	3.44		18.88		0.94			
<i>Bouteloua sp.</i>							1.24	
Otras gramíneas	1.06		0.18	0.06	0.01	0.02	0.10	0.02
Total gramíneas	6.98	0.26	19.62	1.64	6.50	6.78	3.74	3.44
<b>Hierbas</b>								
<i>Allonia incarnata</i>		0.12			0.66	1.28	0.30	0.14
<i>Eriogonum sp.</i>					0.22	0.64		
<i>Euphorbia cinerascens</i>				0.30	0.34	0.06		1.18
<i>Guilleminia densa</i>	0.20	0.74	1.16	0.76	4.60		0.36	0.38
<i>Haploppapus gracilis</i>		0.68			1.26	0.44		
<i>Hoffmansegia glauca</i>		0.20				1.78	0.28	0.72
<i>Oenothera sp.</i>	0.26	0.26		0.02			0.04	0.32
<i>Salsola kali</i>		0.02		5.44				
<i>Sida procumbens</i>	0.36	1.88		1.98	0.82		3.10	0.22
<i>Solanum eleagnifolium</i>	0.16	0.02	0.24	0.06	0.30	0.02	0.12	0.10
Otras hierbas	1.24	0.52	0.04	1.64	0.72	0.18	2.36	0.66
Total hierbas	2.22	4.44	1.44	10.18	8.92	4.40	6.62	4.30
<b>Arbustos</b>								
<i>Ephedra trifurca</i>	2.10		1.88	0.74				
<i>Gutierrezia sarothrae</i>							0.88	
<i>Opuntia imbricata</i>							1.80	
<i>Prosopis glandulosa</i>					0.78			
Otros arbustos							1.04	
Total arbustos	2.10	—	1.88	0.74	0.78	—	3.72	—
Cobertura total	11.32	4.70	22.94	12.56	16.20	11.18	14.08	7.74
Mantillo		1.62	1.64	3.42	10.21	1.40	1.64	0.80
Piedra	0.42	1.72	0.24	1.00	0.28	0.66	1.24	1.52
Cobertura suelo	11.72	8.04	24.82	16.98	26.69	13.24	16.96	10.06

**Cuadro 5. Cobertura absoluta promedio por forma de vida afuera y adentro de las colonias de perrito llanero en Janos, Chih. (%)**

	Zacates perennes	Zacates anuales	Hierbas	Arbustos	Total
Afuera	8.1 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>
Dentro	0.5 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	5.8 <sup>a</sup>	0.1 <sup>b</sup>	12.0 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Literales diferentes en columnas indican diferencia entre sitios ( $P < 0.05$ )

HABITAT DE ÁREAS COLONIZADAS Y SIN COLONIZAR POR PERRITO LLANERO

*procumbens* y popotillo; dentro de la colonia los mayores VI fueron para especies anuales, con excepción de *Hoffmansegia glauca* que es una hierba perenne.

De manera general se observó que la producción de zacates perennes fue mayor afuera que dentro de la colonia ( $P < 0.05$ ). En el caso de las hierbas (incluye gramíneas anuales) no se encontró diferencia significativa entre ambas producciones. La producción total de forraje fue mayor afuera que dentro de la colonia ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 7).

La riqueza promedio de especies fue mayor afuera que dentro de la colonia ( $P < 0.05$ ). La equitatividad de las especies fue mayor dentro de la colonia ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 8). El mayor y menor valor de diversidad de Shannon se encontró afuera de la colonia con valores de -2.77 y -1.48 para El Alto y Salto de Ojo respectivamente. Este último sitio fue el único que registró una cobertura adecuada y dominante de zacate navajita. Al comparar de manera independiente la diversidad de Shannon entre afuera y dentro de la colonia se encontró que las

**Cuadro 6.- Valor de importancia promedio de las principales especies vegetales encontradas afuera y adentro de las colonias de perrito llanero en Janos, Chih.**

Nombre científico	Afuera	Adentro
Zacates		
<i>Aristida adcencionis</i>	20.3	56.0
<i>Aristida</i> spp.	38.8	12.2
<i>Bouteloua barbata</i>	23.8	29.2
<i>Bouteloua gracilis</i>	110.0	0
Hierbas		
<i>Allonia incarnata</i>	6.5	20.0
<i>Guilleminea densa</i>	45.5	12.4
<i>Haploppapus gracilis</i>	18.8	19.8
<i>Hoffmansegia glauca</i>	7.5	32.8
<i>Oenothera</i> sp.	6.5	26.6
<i>Sida procumbens</i>	32.3	17.6
Arbustos		
<i>Ephedra trifurca</i>	33.3	3.8

**Cuadro 7. Forraje disponible promedio de zacates perennes y hierbas afuera y adentro de las colonias de perrito llanero en Janos, Chih. (kg MS/ha)**

	Zacates perennes	Hierbas	Total
Afuera	192.5 <sup>a</sup>	187.7 <sup>a</sup>	380.3 <sup>a</sup>
Adentro	10.3 <sup>b</sup>	210.3 <sup>a</sup>	168.0 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Literales diferentes en columnas indican diferencia entre sitios ( $P < 0.05$ ).

localidades de El Alto, Francisco Villa y Salto de Ojo mostraron diferencia altamente significativa ( $P < 0.001$ ), siendo mayores los índices afuera de la colonia en El Alto y Francisco Villa. En Salto de Ojo el mayor índice correspondió al centro de la colonia, y la localidad de San Pedro no mostró diferencia entre índices. La similitud entre afuera y dentro de la colonia fue de 0.47, 0.40, 0.30 y 0.22, para las localidades de El Alto, Francisco Villa, Salto de Ojo y San Pedro, respectivamente. Al comprar los promedios de la diversidad de Shannon entre afuera y dentro de la colonia no se encontró diferencia. La similitud entre los valores de afuera y dentro de la colonia fueron diferentes ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 8).

### DISCUSIÓN

La textura del suelo encontrado en los sitios colonizados por perrito llanero en las diferentes localidades correspondió a texturas de medias a gruesas. Otros estudios muestran que las colonias se encontraron en texturas de medias a finas<sup>(27)</sup>. ¿Esto hace al perrito llanero una especie de amplio espectro en colonizar diferentes tipos de suelo?, o ¿nuestros

resultados sólo se avocan a 4 sitios mientras que en Estados Unidos el estudio se realizó en más de 50 sitios?, o ¿los sitios en Estados Unidos son marginales, ya que las colonias de perritos no son tan grandes como las estudiadas en México?. Los sitios colonizados por el perrito llanero tienen un impacto en las características químicas del suelo, como pH, materia orgánica y sales disueltas<sup>(8,10)</sup>. En general los suelos son ácidos, ya que el contenido de materia orgánica encontrado en estos suelos fue pobre (menor del 1%); esta acidez puede deberse a disolución y lixiviación de las bases por las características físicas y de drenaje del suelo, y también por el origen parental de los coloides del suelo. La cobertura vegetal y contenido de materia orgánica en el suelo afuera de las colonias nos sugieren una mayor fertilidad, infiltración y capacidad de retención de humedad del suelo<sup>(28)</sup>.

La actividad excavadora del perrito llanero hace menos duras las capas de los 0 a los 15 cm en cada localidad. Esta remoción de suelo tiene un impacto *in situ* (mayor infiltración) y en el sistema hidrológico de la cuenca<sup>(8,13)</sup>; también sirve como una cama de siembra natural para las especies vegetales<sup>(8)</sup>. La dureza del suelo fue menor

**Cuadro 8. Riqueza, equitatividad, índice de Shannon e índice de Jaccard promedio adentro y afuera de la colonia de perrito llanero en Janos, Chih.**

	Riqueza	Equitatividad	Índice Shannon	Índice Jaccard
Afuera	22.0 <sup>a</sup>	0.77 <sup>b</sup>	-2.38 <sup>a</sup>	0.24 <sup>x</sup>
Dentro	16.7 <sup>b</sup>	0.82 <sup>a</sup>	-2.33 <sup>a</sup>	0.42 <sup>y</sup>

<sup>ab</sup> Literales diferentes en columnas indican diferencia entre sitios ( $P < 0.05$ ).

<sup>xy</sup> Literales diferentes en columnas indican diferencia entre sitios ( $P < 0.01$ ).

## HABITAT DE ÁREAS COLONIZADAS Y SIN COLONIZAR POR PERRITO LLANERO

después de los 5 cm de profundidad en los sitios colonizados por perrito llanero; a mayor dureza del suelo se pierde capacidad de retención de humedad hasta un 40%, disminuye la capacidad de aireación del suelo, y disminuye la velocidad de crecimiento de la raíz<sup>(29)</sup>. Acorde con esto, la humedad del suelo debería de haber sido mayor en el centro de la colonia; sin embargo existen otros factores que disminuyen la infiltración, como son cobertura vegetal y materia orgánica del suelo, y estos dos factores son menores significativamente dentro de la colonia. Por otra parte, el muestreo tendría que ser diferente para corroborar el efecto de la dureza del suelo en la retención de humedad en cada localidad.

Las áreas colonizadas presentaron una menor estabilidad del suelo, lo que implica una mayor facilidad a erosionarse<sup>(19)</sup>. Estos sitios presentaron un mayor porcentaje de pedregosidad debido a que el suelo ha sido arrastrado, quedando en la superficie piedras mayores de 2 cm que presentan una mayor dificultad de ser arrastradas. En todas las localidades afuera de la colonia se encontró la mayor cobertura de vegetación y del mantillo, lo que le da una mayor estabilidad al suelo<sup>(19,30,31)</sup>. En los sitios ubicados en las colonias de perrito llanero, a pesar de la baja cobertura vegetal y contenido de materia orgánica, los suelos tienen una buena estabilidad *per se* (esto no quiere decir que el suelo no se esté erosionando), con excepción de la localidad Salto de Ojo; sin embargo el área presenta una pendiente de 2 a 3% lo que evita que el suelo presente cárcavas, pero sí erosión laminar, evidenciado por la mayor pedregosidad comparada con el

sitio contiguo. Desde el punto de vista de estabilidad de los suelos y pendiente de los sitios, los suelos tienen una alta resistencia a erosionarse y una buena habilidad de los sistemas para retener nutrientes<sup>(31)</sup>. El único sitio que presenta erosión hídrica con una gran cárcava en la parte baja de la colonia es El Alto, ocasionado sin duda por la falta de cubierta vegetal, así como la pendiente y el gran tamaño de la cuenca. En general los suelos presentaron una alta estabilidad, que aunado a pendientes menores del 5%, presentan una alta resistencia a la erosión hídrica; sin embargo, el alto porcentaje de pedregosidad dentro de las colonias es un indicador de la pérdida de suelo de manera laminar<sup>(32)</sup>.

Los zacates perennes se encontraron casi exclusivamente en los sitios donde no había perrito llanero (afuera de la colonia). El navajita presentó la mayor cobertura en la localidad El Uno, con un valor aproximado de 19%, y una buena condición del pastizal<sup>(21)</sup>; esta localidad es propiedad privada y se maneja con una carga animal adecuada y rotación de potreros<sup>(33)</sup>. Las localidades restantes son tierras ejidales con cargas altas y nulo manejo del pastoreo. La localidad El Alto presentó la menor cobertura de zacates perennes debido al sobrepastoreo, este sitio es un potrero de alrededor de 2,700 hectáreas con pastoreo durante todo el año y un hato de 700 cabezas de ganado en el potrero, o sea 4 ha/UA; para este sitio en condición excelente se recomienda, 12 ha/UA<sup>(21)</sup>. Esta sobrecarga explica el alto grado de deterioro ecológico del sitio (poca cobertura vegetal, invasión de choya, baja producción de forraje, alta erosión indicada

por la alta pedregosidad y estabilidad del suelo no diferente dentro y afuera de la colonia<sup>(20,30,34,35)</sup>.

Los zacates anuales presentaron su mayor cobertura en los sitios colonizados por perrito llanero. Las hierbas no presentaron un patrón definido de cobertura, probablemente debido a la mala condición que presentaron los sitios tanto afuera como dentro de la colonia, con excepción de El Uno<sup>(21)</sup>. Las especies de hierbas más abundantes fueron: *Allionia incarnata*, *Guilleminea densa*, *Sida procumbens* y trompillo (*Solanum eleagnifolium*); a excepción del trompillo, las demás especies presentan un hábito de crecimiento postrado<sup>(36)</sup> que dan más protección al suelo en la época de lluvias, comparado con las hierbas de crecimiento erecto, además, evitan el corte excesivo por el perrito llanero.

Los arbustos se encontraron casi exclusivamente en áreas sin colonias de perritos, con invasión de choya en El Alto y popotillo en San Pedro, muy probablemente debido al sobrepastoreo<sup>(21)</sup>. Estos resultados corroboran la teoría de que los perritos llaneros mantienen los espacios abiertos y libres de invasión de arbustos; como el mezquite<sup>(37)</sup>, popotillo y choya. Observaciones de campo de los autores corroboran lo anterior, donde los perritos llaneros podan de manera intensiva hojas y tallos de los arbustos antes mencionados, muy probablemente provocando su desaparición en un tiempo dado. Las áreas colonizadas por perrito llanero presentaron menor cobertura vegetal ( $P > 0.05$ ) y especies menos deseables como son los zacates perennes. En estudios

en Dakota y Colorado (Estados Unidos), no encontraron reducción de la cobertura vegetal y de los zacates perennes, sólo un reemplazo de especies, como fue el incremento del zacate búfalo y reducción del navajita en las áreas colonizadas y viceversa afuera de las colonias<sup>(14,38)</sup>. Esta reducción de la cobertura vegetal probablemente se deba a varios factores (que han actuado solos o de manera conjunta); carga animal alta, falta de manejo del pastoreo y períodos de sequías presentadas en las décadas de los 70's y 90's en el área de estudio<sup>(39)</sup> o menor humedad invernal. Los sitios no colonizados presentaron en general una mayor cobertura del estrato vegetal que los sitios colonizados por perrito llanero. En los sitios no colonizados se encontró una mayor cobertura de gramíneas perennes y arbustos comparados con los sitios colonizados. Con excepción de El Uno, todas las localidades y sitios presentaron indicios de mala condición; sin embargo, basado en la cobertura relativa de las especies existe el potencial para rehabilitar el área de estudio<sup>(33)</sup>.

Las especies navajita y tres barbas son las únicas especies que tienen el valor de importancia cercano al que se debería esperar en los pastizales de la zona<sup>(21)</sup>. La hierba sida aunque es una especie deseable en estos pastizales, presenta un valor de importancia por arriba de lo esperado. Las especies restantes tienen comportamiento de maleza acorde con los altos valores de importancia.

El forraje disponible encontrado en los sitios afuera de la colonia fue bajo, y muy bajo para los sitios dentro de la colonia<sup>(21)</sup>.

## HABITAT DE ÁREAS COLONIZADAS Y SIN COLONIZAR POR PERRITO LLANERO

Si consideramos que la producción de biomasa es uno de los atributos más importantes en las comunidades vegetales, y esta variable puede ser considerada como una medida de crecimiento<sup>(40)</sup>, podríamos inferir que los sitios (desde el punto de vista de producción de forraje) presentan un déficit productivo. En general se encontraron bajas producciones de forraje para todas las localidades y sitios, sobre todo para los sitios colonizados, donde la producción de forraje se basó principalmente en hierbas y gramíneas anuales.

La diversidad de Shannon no mostró un patrón de mayor diversidad dentro de la colonia *versus* afuera. En general, los índices de diversidad de Shannon son altos y con buen porcentaje de equitatividad. La similitud entre afuera de la colonia y dentro de la colonia fue menor del 50% para las cuatro localidades; lo que indica que las especies cambian un poco más del 50% entre afuera y dentro de la colonia en todas las localidades. La similitud fue menor ( $P < 0.001$ ) para los sitios de afuera de la colonia comparada con los sitios de dentro de la colonia, con valores respectivos de 0.24 y 0.42. Esto indica que las áreas colonizadas por perrito llanero tienden a ser más homogéneas entre sí que los sitios no colonizados; sin embargo, esta similitud entre colonias es menor al 55%, lo que indica que las colonias en diferentes puntos guardan algunos componentes distintivos de la vegetación. Se ha tratado de demostrar que las áreas colonizadas por perrito llanero presentan una mayor alfa diversidad vegetal que las áreas sin colonizar. Los resultados encontrados por otros autores

apoyan esta hipótesis<sup>(38,41)</sup>; sin embargo, nuestros resultados y los de algunos otros no corroboran un patrón de mayor alfa diversidad vegetal en áreas colonizadas que en áreas sin colonizar. Se asume que el sitio y manejo del pastoreo es muy importante en la diversidad local<sup>(9)</sup>. En pastizales de navajita de Estados Unidos se ha mencionado mayor diversidad en áreas colonizadas que en áreas circundantes sin colonizar<sup>(38,41)</sup>; esto concuerda con el bajo valor de diversidad encontrado en la localidad de Salto de Ojo afuera de la colonia; entonces podemos esperar que afuera de la colonia con buena condición la diversidad de Shannon tendrá que ser menor. Esto tendrá que ser sujeto a nuevos estudios. Harper<sup>(42)</sup> en una revisión del rol que juegan los herbívoros en la diversidad vegetal, concluye que no se puede hacer una simple generalización concerniente a este tópico, ya que dependiendo de las condiciones y actividades de los herbívoros, la diversidad vegetal puede aumentar o disminuir. Este autor sugiere que la introducción de un herbívoro cuya población es regulada por la disponibilidad de forraje, más que por los predadores o parásitos, puede reducir las especies vegetales de dominantes a componentes menores de la flora, dando oportunidad para la invasión de otras especies. La alfa diversidad fue alta en la mayoría de los casos, quizás debido a la alta intensidad y frecuencia del disturbio (Teoría de Connell) provocado: dentro de las colonias por el perrito llanero, y afuera de las colonias por el sobrepastoreo<sup>(43)</sup>. La diversidad beta (similitud) entre localidades, se incrementa por arriba del 50% en todos los casos por la presencia de las colonias de perrito llanero; esto

significa que la riqueza de especies se incrementa arriba del 100% en las localidades. La redistribución de la abundancia de las especies que se encuentran en ambos sitios cambia drásticamente, las especies raras se vuelven abundantes y viceversa entre afuera y dentro de la colonia. La diversidad de la región es alta ya que las especies compartidas entre sitios y localidades es baja.

### **CONCLUSIONES**

Los resultados indican que el recurso suelo es resistente al disturbio y a la funcionalidad, a pesar del deterioro en ambos sitios. Mantiene características deseables para retener humedad y llevar a cabo un buen balance nutricional de las plantas. En el centro de las colonias el suelo se está perdiendo de manera laminar. Existe poca cobertura vegetal tanto afuera como dentro de las colonias; sin embargo, esta situación puede ser remediada con esquemas adecuados de carga y manejo del pastoreo. La menor producción de forraje encontrada en el centro de las colonias puede ser compensado por su alto valor nutricional sobre todo en la época seca. La alfa diversidad vegetal es alta en ambos sitios, y la similitud baja para todos los casos. Esto nos indica la importancia de la presencia del perrito llanero en la diversidad vegetal, y la importancia del sobrepastoreo de ganado en los sitios afuera de las colonias, donde se deberían encontrar índices más bajos y especies de zacates perennes dominantes como el navajita. Es evidente el deterioro del recurso suelo y vegetación en la región, por lo que es importante tomar medidas

de restauración, manejo y conservación para mantener el buen estado de salud en este tipo de ecosistema. Existe el potencial para rehabilitar la región en un ecosistema más saludable, y la relativa capacidad del sistema para mantener estas funciones durante el disturbio, a través de procesos de resistencia y resiliencia.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen la ayuda recibida en el trabajo de campo por el MC Jesús Pacheco Rodríguez del Instituto de Ecología, UNAM. A los Drs. Alicia Melgoza, J Santos Sierra (INIFAP) y Rurik List (Instituto de Ecología, UNAM) por sus comentarios y revisión del presente trabajo; así como al comité revisor de la revista Técnica Pecuaria en México. Al apoyo financiero recibido para gastos de viaje de campo por American Wild Life Foundation, al Instituto de Ecología y de DGAPA de la UNAM por el apoyo en el hospedaje y financiamiento de algunas salidas de campo para terminar el estudio.

### **HABITAT DESCRIPTION OF BLACK-TAILED PRAIRIE DOG (*CYNOMYS LUDOVICIANUS*) IN WESTERN CHIHUAHUA**

#### **ABSTRACT**

Royo MMH, Báez GAD. *Téc Pecu Méx* 2001; 39(2):89-104. This study describes the habitat of the black-tailed prairie dog, in western Chihuahua, Mexico. To describe soil and vegetation characteristics, five sites inside and outside of the colony were sampled. Soil characteristics measured were: texture, acidity, available water capacity,

## HABITAT DE ÁREAS COLONIZADAS Y SIN COLONIZAR POR PERRITO LLANERO

**organic matter, hydraulic conductivity, structural stability and soil compaction. Cover and botanical composition were described using a transect 50 m long on both sides of the colony. Also forage production; frequency and density of vegetation were described using a quadrant of 0.5 m<sup>2</sup> and 25 m<sup>2</sup> for herbage and shrub sampling. Alfa diversity (Shannon-Wiener) and beta diversity (Jaccard) were determined, and t-test and ANOVA statistical analysis were applied to the data. Results showed that the soil textures in the colony are medium and coarse sand. Soil organic matter, soil stability and soil compaction were lower inside than outside of the colony ( $P < 0.05$ ). The vegetation cover inside the colony was mainly annual plant while grasses were the main vegetation outside of the colony. Total forage production was also lower inside than outside of the colony ( $P < 0.05$ ). The alfa diversity was high in all sampling sites; the presence of the prairie dog increases regional rather than local diversity.**

**KEY WORDS: Black-tailed prairie dog, *Cynomys ludovicianus*, Habitat description, Alfa diversity, Beta diversity, Mexico.**

### LITERATURA CITADA

1. Sánchez F. Roedores y lagomorfos. 1ª ed México, D.F. Colegio de Ingenieros Agrónomos de México, A.C.; 1981.
2. Hall ER. The mammals of North America. 2nd ed. New York, USA: John Wiley and Sons; 1981.
3. Galo MJ, De la Cruz JC. Ecología y control del perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus* Merriam) en el norte de México. UAAN, Monografía Técnico Científica. 1976;2(5):363-418.
4. Knowles CJ. Population recovery of black-tailed prairie dogs following control with zinc phosphide. J Range Manage 1986;39(1):249-251.
5. SEDESOL. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación 1994;431:2-60
6. Archer S, Garret MG, Detling JK. Rates of vegetation change associated with prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) grazing in North American mixed-grass prairie. Vegetatio 1987;72:159-166.
7. O'Meilia ME, Knope FL, Lewis JC. Some consequences of competition between prairie dogs and beef cattle. J Range Manage 1982;35:580-585.
8. Whicker AD, Detling JK. Ecological consequences of prairie dog disturbances. Bio Sci 1988;38:778-785.
9. Royo MM, Jaramillo LV, Ceballos GG. Impacto en la biodiversidad vegetal del perrito llanero (*Cynomys ludovicianus*) en el noroeste de México [datos sin publicar]. México, DF: UNAM.
10. Jaramillo LV, Detling JK. Grazing history, defoliation, and competition: effects on shortgrass production and nitrogen accumulation. Ecology 1988;69:1599-1608.
11. Summers CA, Linder RL. Food habits of the black-tailed prairie dog in Western South Dakota. J Range Manage 1978;31:134-136.
12. Coppock DL, Detling JK, Ellis JE, Dyer MI. Plant-herbivore interactions in a North American mixed-prairie. I. Effects of black-tailed prairie dogs in intraseasonal aboveground plant biomass and nutrient dynamics on plant species diversity. Oecologia 1983;56(1):1-9.
13. Ingham RE, Detling JK. Plant-herbivore interactions in North American mixed-grass prairie. III. Soil nematode populations and root biomass on *Cynomys ludovicianus* colonies an adjacent uncolonized areas. Oecologia 1984;63:307-313.
14. Agnew W, Uresk DW, Hansen RM. Flora and fauna associated with prairie dog colonies and adjacent ungrazed mixed-grass prairie in Western South Dakota. J Range Manage 1986;39(1):135-139.
15. Pacheco J, Ceballos G. Ecology of black-tailed prairie dog: its role in maintaining regional mammalian biodiversity in Northern Mexico. Memories of Sixth International Theoretical Congress. School of Biological Science, University of South Gales. Kensington, Australia. 1993.
16. Pacheco J, Ceballos G, List R. Diversidad de mamíferos del Noroeste de Chihuahua, estudio base para la creación de la reserva de la biosfera Janos-Nuevo Casas Grandes [resumen]. AMMAC. Cuernavaca, Mor. 1996:86.
17. Royo MM, Jaramillo LV, Ceballos GG. Diversidad vegetal y composición en cinco hábitats del noroeste de Chihuahua [resumen]. XXXI Reunión nacional de investigación pecuaria. México, D.F. 1995:197.
18. Magurran AE. Ecological diversity and its measurement. Princeton New Jersey, USA: Princeton University Press; 1988.
19. Herrick JE, Whitford WW, De Soyza AG, Van-Zee J. Soil and vegetation indicators for assessment of rangeland ecological condition. In: North american workshop on monitoring for ecological assessment

- of terrestrial and aquatic ecosystems. CA Bravo. editor. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Sta, Ft. Collins, CO. Gen Tech Rpt RM-GTR-284; 1996;157-163.
20. Rapport TJ. Ecosystem health: an emerging integrative science. In: Rapport DJ, Gaudet CL, Calow P, editores. Evaluating and monitoring the health of large-scale ecosystems New York: Spring-Verlag; 1995.
  21. COTECOCA. Comisión técnico consultiva para la determinación regional de los coeficientes de agostadero. Chihuahua. SARH; 1978.
  22. Melgoza A, Fierro LC. Manual de métodos de muestreos de vegetación. Serie Técnico-Científica. RELC-INIP-SARH. 1980;1(1):1-107.
  23. Bonham CD. Measurement for terrestrial vegetation. New York, USA: John Wiley & Sons; 1989.
  24. Greig-Smith P. Quantitative plant ecology. 3rd ed. Los Angeles CA, USA: University of California Press; 1983.
  25. Infante-Gil S, Zárate de Lara GP. Métodos estadísticos: Un enfoque interdisciplinario. México, DF: Editorial Trillas; 1984.
  26. Little TM, Hills FJ. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, DF: Editorial Trillas; 1983.
  27. Reading RP, Matchett R. Attributes of black-tailed prairie dog colonies in northcentral Montana. J Wildl Manage 1997;61(3):664-673.
  28. Buckman HO, Brady NC. Naturaleza y propiedades de los suelos. Barcelona, España: Montaner y Simon, SA; 1977.
  29. Drosdoff M, Aubert G, Coulter K, et al. Suelos de las regiones tropicales húmedas. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo internacional (AID). México, DF: Ediciones Marymar; 1975.
  30. Gibbens RP, Beck RF. Changes in grass basal area and form densities over a 64-year period on grassland types of the Jornada Experimental Range. J Range Manage 1988;41:186-192.
  31. De Soyza AG, Whitford WG, Herrick JE. Sensitivity testing of indicators of ecosystem health. Ecosys Health 1997;3(1):44-53.
  32. Ortiz QM. Indicadores para la estabilidad de los agregados del suelo en pastizales áridos y semiáridos [tesis licenciatura]. Chihuahua, Chih. Universidad Autónoma de Chihuahua; 2001.
  33. Vallentine JF. Grazing management. San Diego, CA. USA: Academic Press, Inc.; 1990.
  34. Holmes R. Conserving natural value. Washington, DC. USA: Columbia University Press; 1994.
  35. Mageau MT, Costanza R, Ulanowioz RE. The development and initial testing of a quantitative assessment of ecosystem health. Ecosys Health 1995;1:201-213.
  36. Correll DS, Johnston MC. 1970. Manual of the vascular plants of Texas. Texas, USA: Texas Res Foundation. Renner; 1970.
  37. Weltzin JF, Archer S, Heitschmidt RK. Small-mammals regulation of vegetation structure in a temperate savanna. Ecology 1997;78(3):751-763.
  38. Bonham CD, Lerwick A. Vegetation changes induced by prairie dogs on shortgrass range. J Range Manage 1976;29(1):221-225.
  39. Melgoza A, Royo MM, Báez GA, Reyes LG. Situación de predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Folleto Técnico No. 4. Chihuahua, Chih. México: CELC-INIFAP-SAGAR; 1998.
  40. Cook D, Stubbendieck J. Range research: basic problems and techniques. Soc Range Manage. Denver, CO; 1986.
  41. Hansen RM, Gold IK. Blacktail prairie dogs, desert cottontails and cattle trophic relations on shortgrass range. J Range Manage 1977;30(2):210-213.
  42. Harper JL. The roll the predation in vegetational diversity. In: Diversity and stability in ecological systems. Brookhaven Symposium in Biology. 1969;22(1):48-62.
  43. Connell JH. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Sci 1978;199:1302-1310.