



ARTÍCULO / ARTICLE

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO EN COLONIAS DE *Cynomys mexicanus* Merriam, 1892 EN EL NOROESTE DE MÉXICO

CHARACTERIZATION OF SOIL IN COLONIES OF MEXICAN PRAIRIE DOGS (*Cynomys mexicanus* Merriam, 1892) IN NORTHEASTERN MEXICO

Marisela Pando Moreno¹, Laura Reyna¹, Laura Scott¹ y Enrique Jurado¹

RESUMEN

El perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus*) es endémico del noreste de México y uno de los mamíferos en riesgo de extinción. A pesar de numerosos estudios sobre la especie, se carece de datos ecológicos, en particular en lo referente a las relaciones que establecen con su hábitat. Recientemente se ha destacado que los pastizales halofíticos de esa región del país están pasando por un proceso de degradación y muestran una baja productividad, como se evidencia por los cambios en la estructura y fisonomía del paisaje. Sin embargo, aunque existe una relación entre la fisonomía de la vegetación y el sustrato subyacente, no hay estudios cabales de las propiedades edáficas de sus colonias. Se planteó la hipótesis de que el perrito de las praderas mexicano ocupa diversos hábitats que son identificados a partir de diferentes características del suelo. En este estudio se analizaron las propiedades físicas y químicas del suelo de 36 colonias de ellos localizadas en la región del Altiplano. Esta información pudiera hacer posible la primera definición de las áreas potencialmente apropiadas para la reintroducción de especies como una estrategia de conservación. Se llevó a cabo un análisis de componentes principales con los datos de suelo. Los resultados indican que los suelos estuvieron divididos en dos grandes grupos que proveyeron de hábitat a la especie: i) suelos con un alto contenido de yeso o nulos carbonatos de calcio, y ii) suelos con un alto contenido de carbonato de calcio y con carencia de yeso.

Palabras clave: *Cynomys mexicanus* Merriam, 1892, hábitat, pastizales halofíticos, perrito de las praderas, suelos, yeso.

ABSTRACT

The Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*) is endemic to northeastern Mexico and is one of the small mammals at risk of extinction. Despite numerous studies of the Mexican prairie dog, ecological data on the species are lacking, particularly regarding the relationship between the species and its habitat. Recent reports have pointed out that the halophytic grasslands of northeastern Mexico are suffering a process of degradation and show low productivity, as evidenced by changes in the structure and physiognomy of the landscape. However, although there is a recognized relationship between vegetation physiognomy and the subjacent substratum, there are no complete studies of the soil characteristics in colonies of prairie dogs. The hypothesize was stated that the Mexican prairie dog occupies different habitats that are indicated by different soil characteristics. This study analyzed the physical and chemical properties of soils from 36 colonies of Mexican prairie dogs located within the Mexican Plateau area. This information could permit the first definition of potentially appropriate areas for species reintroduction as a strategy for conservation. A principal component analysis was carried out on the soil data. Results showed that soils were divided into two broad groups that both provided habitat for the Mexican prairie dog: i) soils with high gypsum content and very low or null calcium carbonate, and ii) soils with a high content of calcium carbonate and lacking gypsum.

Key words: *Cynomys mexicanus* Merriam, 1892, habitat, halophytic grasslands, prairie dog, soils, gypsum.

Fecha de recepción: / date of receipt: 4 de marzo de 2013. Fecha de aceptación / date of acceptance: 30 de abril 2013.

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Tecnología de la Madera. Universidad Autónoma de Nuevo León. Correo-e: mpando55@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus* Merriam, 1892) es una especie endémica que habita los pastizales cortos de los valles, las praderas y las cuencas intermontanas al noreste de México (Rioja-Paradela *et al.*, 2008) en altitudes entre 1 600 and 2 200 m. Varios autores han descrito cómo la especialización de esta especie dentro de su hábitat ha resultado en una dependencia recíproca que se requiere para su supervivencia. Los pastizales les aportan alimento y condiciones adecuadas para el establecimiento de sus colonias y estas desempeñan una rol crucial en la dinámica y preservación del ecosistema (Mellink y Madrigal, 1993; Miller *et al.*, 1994).

Durante las últimas décadas, el área de distribución del perrito de las praderas mexicano ha sido drásticamente reducida por actividades humanas, principalmente, debido a la destrucción y la fragmentación de su hábitat por prácticas agrícolas (Scott-Morales *et al.*, 2004). Históricamente ha ocupado 1 300 km² en el noreste de México, aunque para 1996 su distribución se había reducido a 478 km² (Treviño-Villarreal y Grant, 1998) y en 1999 a 322 km² entre los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí (Scott-Morales *et al.*, 2004).

Cynomys mexicanus está considerado un relicto geográficamente aislado del perrito de la pradera de cola negra *C. ludovicianus* Ord. (Pizzimenti, 1975), que desarrolló una fuerte asociación con los suelos de pradera xerosoles y de yeso (Treviño-Villarreal, 1990) y que se restringen a los pastizales ricos en yeso de la comunidad denominado El Tokio, en el noreste de México (Treviño-Villarreal *et al.*, 1997). Además, Ceballos *et al.* (1993) consignaron que la especie está fuertemente asociada a los suelos de yeso en toda su extensión territorial, excepto por una localidad en el estado de Coahuila, donde se observaron colonias en suelos aluviales. A pesar de la relevancia ecológica que tiene este mamífero y de la continua declinación en la calidad del área que ocupa, la influencia de las características edáficas en su distribución geográfica es poco conocida. Por lo tanto, se postuló la hipótesis: que las colonias del perrito de las praderas mexicano (*Cynomys mexicanus*) ocupan hábitats que son evidenciados por las diferentes características del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio

El área de estudio se localiza en el noreste de la Altiplanicie Mexicana, dentro de los estados de Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. El área es una planicie aluvial ligeramente ondulada, en un gradiente altitudinal sur-norte entre 1 600 y 2 200 m, con características cársticas incisas. Este amplio valle con dirección norte-sur se caracteriza por climas secos, que varía desde templados semi-secos [BS₁kw(x')] en Coahuila, a templados secos (BS₀kx') en Nuevo

INTRODUCTION

The Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus* Merriam, 1892) is an endemic species that inhabits the short grasslands of valleys, prairies, and intermontane basins of northeastern Mexico (Rioja-Paradela *et al.*, 2008) at elevations between 1 600 and 2 200 m. Several authors have stated how the specialization of this species within its habitat has resulted in a reciprocal dependence that is required for their survival. The grasslands give food and adequate conditions for the establishment of their colonies, and the colonies play a key role in the dynamics and preservation of this ecosystem (Mellink and Madrigal, 1993; Miller *et al.*, 1994).

During the last few decades, the area of distribution of the Mexican prairie dog has been drastically reduced by human activities, primarily due to destruction and fragmentation of its natural habitat by agricultural practices (Scott-Morales *et al.*, 2004). This species historically occupied 1 300 km² in northeastern Mexico; by 1996, its distribution had been reduced to 478 km² (Treviño-Villarreal and Grant, 1998), and in 1999 the distribution area was estimated at 322 km² within the Mexican states of Nuevo León, Coahuila and San Luis Potosí (Scott-Morales *et al.*, 2004).

The Mexican prairie dog is considered to be a relict geographic isolate of the black-tailed prairie dog, *C. ludovicianus* Ord. (Pizzimenti, 1975), which evolved a strong association with gypsum and xerosol prairie soils (Treviño-Villarreal, 1990). It has also been suggested that colonies of Mexican prairie dogs are found primarily on loamy soils and that they are restricted to gypsum grasslands in the community of El Tokio, in Northeastern Mexico (Treviño-Villarreal *et al.*, 1997). In addition, Ceballos *et al.* (1993) reported that the species is strongly associated with gypsum soils throughout their geographic range, except in one locality in the state of Coahuila where colonies were found on alluvial soils. In spite of the ecological relevance of the Mexican prairie dog and the continuous decline in quality of the area that it occupies, the influence of edaphic characteristics on its geographic distribution is poorly known. An hypothesis is that the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*) occupies different habitats that are evidenced by the different soil characteristics of their colonies.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study area is located on the northeastern Mexican Plateau, within the states of Coahuila, Nuevo León and San Luis Potosí. The area is a slightly undulating alluvial plain, at an elevation between 1 600 and 2 200 m, on a south-north altitudinal gradient, with incised karst features. This broad, north-south valley is characterized by dry climates, varying from a semi-dry temperate [BS₁kw(x')] climate in Coahuila, to dry temperate (BS₀kx') in Nuevo León, and dry-warm [BS₀hw(x')] in San Luis Potosí (García, 1973). The hottest

León, y cálidos-secos [BS₀hw(x'')] en San Luis Potosí (García, 1973). La temperatura más cálida se verifica en áreas con una baja altitud y en depresiones intermontanas de la región, aun cuando ocurren heladas leves durante el otoño y el invierno (Davis *et al.*, 1997). La mayor parte del área recibe menos de 300 mm de precipitación anual. Algunas lluvias se presentan en el invierno, pero la mayoría ocurre como tormentas de verano de gran intensidad.

Gran parte de la región está compuesta por rocas sedimentarias de origen marino, con las montañas circundantes que corresponden al Cretácico Superior y los valles aluviales de la serie del Cretácico Inferior (INEGI, 1976).

La vegetación en el área está dominada por dos tipos principales de pastizales. El más común es el corto (de 10 a 20 cm de alto), pastizal abierto yesofítico, que crece en valles y en planicies con pendientes bajas (<=5%), donde las especies dominantes son *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) J. T. Columbus, *Scleropogon brevifolius* Phil. y *Muhlenbergia villiflora* A. S. Hitchcock var. *villosa* (Swallen) Morden. Alrededor de este hay un pastizal amacollado compuesto, principalmente, por *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag ex Griffiths, *B. hirsuta* Lag., *Nassella leucotricha* (Trin. & Rupr.) Pohl, *N. tenuissima* (Trin.) Barkworth, *Hopia obtuse* (Kunth) Zuloaga et Morrone, *Aristida purpurea* Nutt., *A. divaricata* Humb. et Bonpl. ex Wild. y *Lyarus phleoides* Kunth; y un matorral micrófilo en el que *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex D C.) Coville, *Flourensia cernua* D C., *Acacia constricta* Benth. y *Atriplex canescens* (Pursh.) Nutt. constituyen sus taxa relevantes.

Muestreo y análisis de datos

Las muestras de suelo fueron tomadas de 36 colonias del perrito de las praderas mexicano en los estados de Nuevo León, Coahuila y San Luis Potosí. Su localización se muestra en el Cuadro 1.

En cada sitio se recolectaron cinco muestras de suelo: una al centro de la colonia y las otras cuatro, a 100 m del centro y en dirección de los cuatro puntos cardinales, a dos profundidades: 0-30 cm y 30-60 cm a fin de determinar la textura, la materia orgánica, el pH, la salinidad, los contenidos de yeso y carbonato de calcio, y la densidad aparente. La altitud y la pendiente de cada sitio se obtuvieron con el programa Arc-View 3.2[®] GIS (ESRI, 1993), mediante un modelo de elevación digital que permitió generar un mapa de pendientes. El método para analizar las variables se presenta en el Cuadro 2.

temperatures occur in areas of low elevation and in the intermountain depressions in the region, although mild frosts occur during autumn and winter (Davis *et al.*, 1997). Most of the area receives less than 300 mm of rainfall annually. While some rain falls in winter, most precipitation occurs as summer storms of high intensity.

Cuadro 1. Localización de las colonias muestreadas.
Table 1. Location of sampled colonies.

San Luis Potosí		
Colonias	Coordenadas UTM	
El Gallo A	E 308023	N 2678513
El Gallo	E 306065	N 2678797
El Gallo 1	E 306485	N 2678294
El Manantial	E 304606	N 2669398
El Salado 1	E 318122	N 2685442
San Benito	E 324239	N 2691465
El Salado	E 319273	N 26962356
Palma de Lobos	E 321072	N 2701402
Tanque de López	E 314529	N 2684674
Coahuila		
Colonias	Coordenadas UTM	
El Urón	E 308036	N 2734033
La India	E 275231	N 2771544
Gómez Farias	E 291480	N 2762972
La Perforadora	E 300705	N 2772747
Los Ángeles	E 297675	N 2779235
Cercado	E 308200	N 2766921
El Cercado 1	E 308087	N 2765884
El Cercado 2	E 308001	N 2768341
Hormigas 1	E 310671	N 2763379
Hormigas	E 312711	N 2762957
Hormigas 2	E 312366	N 2761678
Encarnación Guzmán	E 292517	N 2746098
San Juan del Retiro	E 288303	N 2749840
Las Puyas	E 312782	N 2755507
El Venado	E 309980	N 2759372
Artesillas	E 326474	N 2789463
Chamalote	E 289645	N 2778357
Nuevo León		
Colonias	Coordenadas UTM	
Casita	E 325628	N 2768167
La Soledad	E 328419	N 2748344
La Trinidad	E 356687	N 2755691
Refugio de Ibarra	E 359664	N 2754370
El Salero	E 370923	N 2706121
Hediondilla	E 327382	N 2762336
Ciénega del Toro	E 368126	N 2775948
El Guerrero	E 331799	N 2785760
El Tokio	E 371791	N 2730891
El Erial	E 327619	N 2766023



Se aplicó un análisis de Componentes Principales (PCA) para identificar las variables principales de suelo que caracterizan a las áreas de estudio, y por consecuencia, las que contribuyen a diferenciar los hábitats del perrito de las praderas mexicano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de las variables de suelo analizados para cada colonia se ordenan en el Cuadro 3.

Los resultados indican que la mayoría de los suelos ocupados por *Cynomys mexicanus* tienen una textura franco limosa (50% de las colonias), seguidos por aquellos de textura franco arcillo limosa (25%) y, en menor proporción, los limo arcillosos (14%) y limo arenosos (11%). Texturas similares han sido referidas por González (2002) y Treviño-Villarreal *et al.* (1997) para otras áreas en las que habita la especie.

Los sitios de muestreo se ubicaron en altitudes entre 1 700 y 2 250 m, con pendientes inferiores a 4°. Los suelos tuvieron un pH de 7.6 a 8.5, excepto El Salero, que registró una media de pH de 8.81. Cabe señalar que un pH de 8.5 está considerado como el valor umbral para suelos no-sódicos. Los valores de la densidad aparente variaron entre 0.78 y 1.24 g cm³. En la mayoría se registró un bajo contenido de materia orgánica (0.4 a 2.5%), aunque en 30% se alcanzaron cifras superiores a 4%, lo que se considera un valor muy alto a partir de la textura del suelo.

En 60% de las colonias, los suelos tuvieron un alto contenido de yeso, y estas se ubican por debajo de los 2 000 m, excepto la denominada Las Puyas. Por lo tanto, seis colonias en Nuevo León, cinco en Coahuila y todas las de San Luis Potosí revelaron un alto contenido de yeso, lo que concuerda con los datos publicados por Mellink (1989), quien también observó una condición similar en los suelos donde se localizan colonias de perritos de las praderas al noreste de San Luis Potosí.

Cuadro 2. Método usado para analizar cada variable del suelo.
Table 2. Method used for analysis of each soil variable.

Variable edáfica	Método	Unidades
Textura	Sedimentación	Sin-unidades
Materia orgánica	Negro Walkley	Porcentaje
pH	pH metro (suelo: agua 1:2.5)	Sin-unidades
Salinidad	Conductividad eléctrica (suelo: agua 1:5)	μScm^{-1}
Contenido de yeso	Contenido de yeso, % = $(0.086 \cdot C \cdot V \cdot V') / (10 \cdot P \cdot V'')$	Porcentaje
Contenido de carbonato de calcio	Volumétricamente, posterior a la destrucción de carbonados con ácido (HCl 10%).	Porcentaje
Densidad aparente	Gravimétrico	g cm ³

C = concentración de CaSO₄ (meq/L) obtenido de la lectura de EC; V' = Volumen de agua adicionada para disolver el precipitado (mL); P = Peso de la muestra de suelo (g); V = Volumen de agua adicionada a la muestra de suelo (mL); V'' = Volumen del extracto usado para precipitar con acetona.

C = concentration of CaSO₄ (meq/L) obtained from the EC lecture; V' = Volume of water added to dissolve the precipitate (mL); P = Weight of soil sample (g); V = Volume of water added to the soil sample (mL); V'' = Volume of the extract used to precipitate with acetone.

Most of the region is composed of sedimentary rocks of marine origin, with the surrounding mountains corresponding to the Upper Cretaceous and the alluvial valleys to the Lower Cretaceous Series (INEGI, 1976).

The vegetation in the area occupied by prairie dog colonies is dominated by two main types of grassland. The most common is the short (10–20 cm tall), gypsophilic open grassland, which occurs in valleys and on plains with low slopes ($\leq 5\%$), where *Bouteloua dactyloides* (Nutt.) J. T. Columbus, *Scleropogon brevifolius* Phil. and *Muhlenbergia villiflora* A. S. Hitchcock var. *villosa* (Swallen) Morden are the dominant species. Surrounding the gypsophilic grasslands is a medium bunched grassland composed mainly of *Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths, *B. hirsuta* Lag., *Nassella leucotricha* (Trin. & Rupr.) Pohl, *N. tenuissima* (Trin.) Barkworth, *Hopia obtuse* (Kunth) Zuloaga & Morrone, *Aristida purpurea* Nutt., *A. divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd. and *Lycurus phleoides* Kunth, and a microphyllous scrubland where *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex D C.) Coville, *Flourensia cernua* D C., *Acacia constricta* Benth, and *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. constitute the main species.

Sampling and data analyses

Soil samples were collected from 36 colonies of Mexican prairie dogs in the states of Nuevo León, Coahuila and San Luis Potosí. Their location is shown in Table 1.

Five soil samples were collected from each site: one at the center of the colony and the other four, 100 m from the center in each cardinal direction. Samples were collected at two depths, 0–30 cm and 30–60 cm, to evaluate texture, organic matter, pH, salinity, the contents of gypsum and calcium carbonate, and bulk density. The elevation and slope for each site were obtained from the (Arc-View 3.2[®] GIS program (ESRI, 1993), using a digital elevation model that allowed the generation of a slope map. The method to evaluate each variable is shown in Table 2.

Los suelos analizados contenían carbonato de calcio, aunque el porcentaje varió considerablemente en las áreas; de tal manera que en colonias como La India se determinó un muy alto contenido de CaCO₃ (80%), mientras que en 30% de las áreas fue muy bajo (<10%), y en el resto los valores fluctuaron de 15% a 60%.

Análisis de componentes principales (PCA)

El análisis de componentes principales se hizo para los 36 sitios evaluados e incluyó todas las variables edáficas. A fin de mostrar un diagrama claro del análisis, se omitieron aquéllas que tuvieron una contribución menor a la discriminación de las áreas del diagrama (Figura 1): pH, pendiente, densidad aparente, contenido de arcilla y de limo. Las variables consideradas fueron carbonato de calcio, materia orgánica, altitud, conductividad eléctrica y contenido de yeso.

Cuadro 3. Valores medios (n=5) ± desviación estándar de las variables de suelo analizadas para cada colonia de *Cynomys mexicanus* Merriam, 1892.

Table 3. Mean values (n=5) ± standard deviation of the soil variables analyzed from each prairie dog colony.

Colonia	pH	C.E. (µS)	M.O. (%)	CaCO (%)	Yeso (%)	B.D. (g cm ⁻³)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)
El Gallo A	7.78±0.21	2425±670	2.02±1.16	5.86±2.27	45.55±2.23	0.874±0.04	15	15	70
El Gallo	7.95±0.19	2767±1429	1.47±0.87	8.64±9.50	47.50±5.04	0.971±0.05	32	35	33
El Gallo 1	8.08±0.07	2156±267	1.40±0.57	4.06±1.59	47.32±1.44	0.857±0.03	65	13	22
El Manantial	7.68±0.10	2168±235	1.38±0.42	4.50±1.22	42.51±1.50	0.911±0.06	15	15	70
El Uron	7.73±0.11	2324±371	1.45±0.67	2.68±0.37	47.21±2.26	0.780±0.05	15	15	70
La India	7.74±0.08	128±21	2.33±0.13	80.28±2.52	ND	0.982±0.06	65	13	22
G. Farías	7.81±0.04	2208±36	2.02±0.99	20.04±11.91	54.85±3.16	0.799±0.03	15	15	70
Casita	8.03±0.05	318±331	2.90±0.72	65.06±2.50	ND	0.902±0.05	11	34	55
Perforadora	7.69±0.23	103±17	4.45±1.13	5.16±6.80	ND	0.997±0.08	15	15	70
La Soledad	8.08±0.15	509±7	1.59±0.74	28.28±22.11	52.51±0.89	0.920±0.04	15	15	70
La Trinidad	8.46±0.35	1300±1032	1.24±0.61	16.98±17.30	52.70±2.06	1.130±0.17	15	15	70
Los Ángeles	8.25±0.24	168±50	4.66±0.72	30.90±4.88	ND	1.090±0.08	32	35	33
Ref. de Ibarra	8.34±0.19	3426±2370	2.82±0.40	27.58±1.61	32.37±24.98	0.924±0.00	11	34	55
El Erial	8.33±0.14	2322±1293	1.70±0.46	48.90±7.45	43.16±12.67	0.860±0.01	50	40	10
El Salero	8.41±0.46	2113±303	1.07±0.29	1.64±0.67	48.38±1.36	0.933±0.00	32	35	33
Cercado	8.09±0.05	72±3	5.06±1.13	27.86±6.10	ND	1.080±0.09	11	34	55
Cercado 1	7.59±0.06	124±41	4.57±0.34	34.90±3.46	ND	1.082±0.02	11	34	55
Cercado 2	7.53±0.14	105±6	4.72±0.71	32.06±1.80	ND	1.042±0.07	11	34	55
Las Hormigas	7.61±0.07	110±58	4.31±0.45	15.42±3.30	ND	1.109±0.09	11	34	55
Hormigas 1	7.60±0.15	108±24	4.71±1.06	7.16±1.91	ND	1.065±0.04	15	15	70
Hormigas 2	7.75±0.08	93±14	4.77±1.17	11.46±2.88	ND	0.988±0.07	32	35	33
El Tokio	7.88±0.07	3150±2648	1.80±0.48	5.32±2.44	43.16±3.02	0.832±0.04	15	15	70
Hediondilla	8.03±0.07	2094±451	5.05±1.13	28.72±4.92	37.91±4.72	0.214 ±0.01	15	15	70
C. del Toro	7.82±0.04	142±51	5.10±1.26	29.42±4.80	ND	1.101±0.10	15	15	70
Artesillas	7.86±0.03	134±49	4.35±1.26	41.62±3.82	ND	1.047±0.04	15	15	70
El Guerrero	7.82±0.07	281±236	4.96±1.06	34.36±4.56	ND	1.244±0.06	50	40	10

ND= no detectable; C.E.= conductividad eléctrica; M.O.= materia orgánica; B.D.= densidad aparente

ND = non detectable; C.E. = electrical conductivity; M.O. = organic matter; B.D. = bulk density.

A principal component analysis (PCA) was performed to identify the major soil variables that characterize the study areas and, consequently, the variables that contribute to differentiating among the habitats of the Mexican prairie dog.

RESULTS AND DISCUSSION

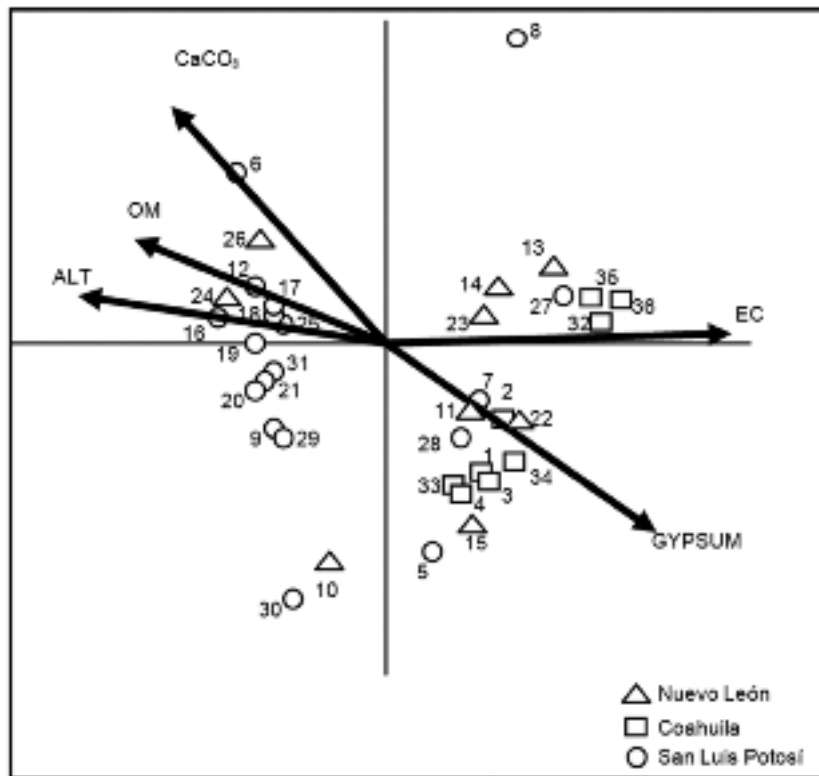
The mean values of the soil variables analyzed for each prairie dog colony are shown in Table 3. Results showed that most of the soils occupied by the Mexican prairie dog have a silt loam texture (50% of the colonies), followed by those with a silty clay loam texture (25%), and, to a lesser extent, clay loam (14%) and sandy loam (11%). Similar textures have been reported by González (2002) and Treviño-Villarreal *et al.* (1997) for other areas occupied by the species.

Los resultados del análisis de componentes principales indica que el eje 1 explica 98.2% de las diferencias entre los suelos de las colonias evaluadas. Por lo tanto, a la derecha de la línea vertical (Figura 1) están aquellos con el mayor contenido de yeso, que correlacionaron con los valores más altos de conductividad eléctrica (EC). En el lado izquierdo se agrupan las colonias cuyos suelos tienen carbonato de calcio, pero no yeso; estos se asocian con altitudes superiores, así como con gran contenido de materia orgánica que las ubicadas del lado derecho del diagrama.

Todos los suelos de las colonias localizadas en el estado de San Luis Potosí presentaron un alto contenido de yeso como sucedió con las seis de Coahuila, cinco de las cuales estuvieron asentadas por debajo de los 2 000 m y únicamente una por encima de dicha cota. La mayoría de las que pertenecen a Nuevo León están reunidas en el lado derecho del eje en la Figura 1, y corresponden a las que contienen yeso. Solo dos colonias de Nuevo León revelaron alto contenido de carbonato de calcio y nada

The assessed colonies were found at elevations between 1 700 and 2 250 m, on slopes of less than 4°. Soils from all the colonies had pH values between 7.6 and 8.5, except those from El Salero, which showed a mean pH of 8.81. A pH of 8.5 is considered to be the threshold value for non-sodic soils. Soil bulk density for the study areas ranged between 0.78 and 1.24 g cm⁻³. Most colonies had low organic matter content (0.4 to 2.5%), although about 30% of them had a content over 4%, which is considered a very high value given the texture of the soil.

Sixty percent of the colonies had soils with a high content of gypsum. All the colonies that had high gypsum content, except one (Las Puyas) are below 2 000 m. Thus, six colonies in Nuevo León, five in Coahuila and all the colonies in San Luis Potosí showed a high content of gypsum, which agrees with data reported by Mellink (1989), who also found high gypsum content in the prairie dog colonies of northern San Luis Potosí.



Los números corresponden a una colonia dada; la forma diferente indica su localización por estado; EC= conductividad eléctrica; OM= materia orgánica; ALT= altitud.
 Numbers correspond to the given colony; different shape indicate location by Mexican state; EC= electrical conductivity; OM= organic matter, ALT= altitude.

Figura 1. Diagrama del análisis de componentes principales en el que se muestra la asociación de cada colonia de perrito de las praderas y las características del suelo.

Figure 1. Diagram obtained using principal component analysis showing association of each prairie dog colony with soil characteristics.

de yeso: El Guerrero (26) y Ciénega del Toro (24). La Soledad (10) y Las Puyas (30) registraron altos contenidos tanto de yeso como de carbonato de calcio; por lo tanto, están segregadas del resto en la esquina izquierda del diagrama.

CONCLUSIÓN

Los resultados mostraron que los suelos se pueden dividir en dos grandes grupos, ambos proveedores de hábitat para el perrito de las praderas mexicano: i) los suelos con alto contenido de yeso y de bajo o nulo contenido de carbonato de calcio, y ii) los suelos con un alto contenido de carbonato de calcio y sin yeso. Los suelos del primer grupo se encuentran en altitudes inferiores a 2 000 m, mientras que los del segundo se ubican por encima de 2 000 m. Estos resultados apoyan la hipótesis de que el perrito de las praderas mexicano ocupa al menos dos hábitats diferentes: aquellos en los que el yeso está presente y los que tienen un alto contenido de carbonato de calcio sin yeso. 🌿



All the soils analyzed contained calcium carbonate, although the percentage varied considerably across the areas studied. One of the colonies, La India, showed a very high content of CaCO_3 (80%), while 30% of the areas had low content (<10%) and the rest showed values between 15% and 60%.

Principal component analysis (PCA)

A principal component analysis was run for the 36 evaluated sites, including all the soil variables recorded. In order to show a clear diagram from the analysis, variables that made only a minor contribution to the discrimination of the areas were omitted from the plot (Figure 1). The variables omitted included pH, slope, bulk density, clay and silt content. The variables plotted were: calcium carbonate, organic matter, elevation, electrical conductivity, and gypsum content.

The results of the PCA analysis showed that axis 1 explains 98.2% of the differences among the soils of the colonies evaluated. Thus, to the right of the vertical line (Figure 1) are the colonies with a higher content of gypsum, which is correlated with the highest values of electrical conductivity (EC). On the left side are the colonies whose soils contain calcium carbonate but not gypsum; these are associated with higher elevation and higher organic matter content than those on the right side of the diagram.

All of the colonies located in the state of San Luis Potosí had high gypsum content, as did six colonies from Coahuila, five of which were located below 2 000 m and only one above 2 000 m. Most of the colonies located in the state of Nuevo León are plotted on the right side of the axis in Figure 1, corresponding to those that contain gypsum. Only two colonies from Nuevo Leon showed high calcium carbonate and no gypsum; these were El Guerrero (26) and Ciénega del Toro (24). The colonies La Soledad (10) and Las Puyas (30) had high contents of both gypsum and calcium carbonate; hence, these colonies are segregated from the rest in the left corner of the diagram.

CONCLUSION

Results showed that the soils could be divided into two broad groups, both providing habitat for the Mexican prairie dog: i) soils with high gypsum content and low or null content of calcium carbonate, and ii) soils with a high content of calcium carbonate and no gypsum. Soils of the first group are found at altitudes below 2 000 m, while soils from the second group are located above 2 000 m. These results support the hypothesis stated above that the Mexican prairie dog occupies at least two different habitats: those where gypsum is present and those with high content of calcium carbonate without gypsum. 🌿

End of the English version

REFERENCIAS

- Ceballos, G., E. Mellink and L. Hanebury. 1993. Distribution and conservation status of prairie dog *Cynomys mexicanus* and *Cynomys ludovicianus* in Mexico. *Biological Conservation*. 63:105-112.
- Davis, S. D., V. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos and A. Hamilton. 1997. Centers of Plant Diversity. Vol. 3 The Americas. World Wildlife Fund, International Union for Conservation of Nature. Oxford, UK. 562 p.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 1993. Arc-View. Version 3.2. GIS. Redlands, CA. USA.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México. 70 p.
- González, F. 2002. Perro de la pradera mexicana *Cynomys mexicanus* en el noreste de México: desarrollo de un modelo para la evaluación de su hábitat. Área de Manejo de Fauna Silvestre. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F., México. 65 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1976. Carta Edafológica carta G14C66 escala 1:50 000.
- Mellink, E. and H. Madrigal. 1993. Ecology of the Mexican prairie dogs, *Cynomys mexicanus*, in El Manantial, northeastern Mexico. *Journal of Mammalogy*. 74:631-635.
- Mellink, E. 1989. La erosión del suelo como una amenaza para las colonias de perro llanero, en el norte de San Luis Potosí. In: *Memorias del VII Simposio sobre Fauna Silvestre*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de México. México D. F., México. pp. 68-76.
- Miller, B., G. Ceballos and R. Reading. 1994. The prairie dog and biotic diversity. *Conservation Biology*. 8:677-681.
- Pizzimenti, J. 1975. Evolution of the prairie dog genus *Cynomys*. Museum of Natural History, University of Kansas. Lawrence, KS USA. 73 p.
- Rioja-Paradela, T., L. Scott-Morales, M. Cotera-Correa and E. Estrada-Castillón. 2008. Reproduction and behavior of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). *The Southwestern Naturalist* 53(4):520-523.
- Scott-Morales, L. M., E. Estrada, F. Chávez-Ramírez and M. Cotera. 2004. Continued decline in geographic distribution of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammalogy*. 85(6):1095-2004.
- Treviño-Villarreal, J. 1990. The annual cycle of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas. 79:1273-1287.
- Treviño-Villarreal, J. and W. Grant. 1998. Geographic range of the endangered Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammalogy*. 79(4):1273-1287.
- Treviño-Villarreal, J., W. Grant and A. Cardona-Estrada. 1997. Characterization of soil texture in Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*) colonies. *Texas Journal of Science*. 49(3):207-214.

