



ECOLOGÍA DE LA VEGETACIÓN DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

VEGETATION ECOLOGY OF THE CHIHUAHUAN DESERT

Diódoro Granados-Sánchez¹; Arturo Sánchez-González²; Ro Linnx Granados Victorino³; Amparo Borja de la Rosa¹

¹División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. Correo-e: didorog@latin mail.com. (Autor para correspondencia).

²Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), Ciudad Universitaria, Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5, Mineral de la Reforma, Hidalgo, C. P. 42184. Teléfono 01 (771) 71 72 000 (ext. 6655). Correo-e: arturosg@uah.edu.mx

³Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad Núm. 3000. Circuito Exterior s/n, C. P. 04510 Ciudad Universitaria. Correo-e: droginx@hotmail.com

RESUMEN

El desierto Chihuahuense (DC), el más grande del Continente Americano, está flanqueado por montañas que impiden el paso de los vientos húmedos: la Sierra Madre Oriental, la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre Occidental (en México) y Las Rocallosas (en Estados Unidos); cubre una superficie de 507,000 km², desde Nuevo México y Texas en Estados Unidos, hasta porciones de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, en México. El trabajo en campo consistió en la caracterización cualitativa de los principales tipos de vegetación del DC, con base en su fisonomía y en la recolección de ejemplares vegetales para su posterior identificación. Con los datos de composición y fisonomía se elaboraron perfiles semirrealistas de las principales asociaciones vegetales y de las condiciones fisiográficas y edáficas donde se desarrollaban. Las asociaciones detectadas fueron: matorral micrófilo de *Larrea tridentata*, matorral rosetófilo de *Agave lechuguilla*, matorral rosetófilo de *Dasyllirion* spp., pastizal, chaparral, nopalera, mezquital, izotal, vegetación de dunas y vegetación halófila.

ABSTRACT

The Chihuahuan Desert (CD), the largest in the Americas, is flanked by mountains that prevent wet winds from blowing across it; those mountain ranges are the Sierra Madre Oriental, the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Sierra Madre Occidental in Mexico, and the Rockies in the United States. The desert covers an area of 507,000 km², stretching from New Mexico and Texas in the United States to parts of the states of Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas and Zacatecas in Mexico. Field work consisted of the qualitative characterization of the main vegetation types in the CH, based on their physiognomy and the collection of plant specimens for later identification. With the composition and physiognomy data, semi-realistic profiles were made of the main plant associations and the physiographic and soil conditions where they thrive. The associations detected were: *Larrea tridentata* microphyll scrub, *Agave lechuguilla* rosette scrub, *Dasyllirion* spp. rosette scrub, grassland, chaparral, nopalera (a patch of prickly pears), mesquite, yucca, dune vegetation and halophytic vegetation.

Recibido: 25 de octubre, 2010
Aprobado: 17 de noviembre, 2011
doi: 10.5154/r.rchscfa. 2010.10.102

PALABRAS CLAVE: Desierto Chihuahuense, asociaciones vegetales, matorrales, zonas áridas

KEY WORDS: Chihuahuan Desert, plant associations, scrub, arid zones

INTRODUCCIÓN

El desierto Chihuahuense (DC) es el de mayor extensión en Norteamérica y se considera como una de las regiones secas con mayor riqueza de especies del mundo (Morafka, 1977; Sutton, 2000; Hoyt, 2002). Entre las vastas planicies del DC se presentan montañas aisladas de elevada altitud y sometidas a la fuerte influencia del desierto, lo que ha generado los gradientes de vegetación y clima típicos de esta gran unidad ecogeográfica.

INTRODUCTION

The Chihuahuan Desert (CD) is the largest in North America and is considered as one of the arid regions with the greatest species richness in the world (Morafka, 1977; Sutton, 2000; Hoyt, 2002). Between the Chihuahuan Desert's vast plains are isolated high-altitude mountains that are under the strong influence of the desert, which has generated the vegetation gradients and climate typical of this great eco-geographical unit.

La Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental se consideran los límites occidental y oriental, del DC, respectivamente, pero la delimitación precisa de la frontera en el sur y en el norte todavía está sujeta a debate. Existen propuestas de "límites" del DC basadas en la distribución de anfibios y reptiles (Morafka, 1977), en la vegetación (Henrickson y Straw, 1976) en el clima (Schmidt, 1986) y en la flora (Hernández *et al.*, 2004). Brown (1982) subdividió el desierto Chihuahuense en tres regiones: la más norteña es el Trans-Pecos, que cubre aproximadamente 40 % de la superficie e incluye todas las secciones de los Estados Unidos; la región media (dominada por piedra caliza y playas) incluye el Mapimí, parte del oriente de Chihuahua, Coahuila y parte de Durango. La tercera región, la más sureña, es el Saladan, que cubre Zacatecas, San Luis Potosí y porciones de otros estados.

Recientemente se propuso la existencia de tres sub regiones en el DC (Figura 1), con base en la amplitud de distribución de especies de cactáceas endémicas: la primera subregión o principal (equivalente al área definida por Henrickson y Straw, 1976) está constituida por extensas planicies áridas y semiáridas entremezcladas con áreas no desérticas (montañas asiladas), donde las asociaciones xerofíticas se entremezclan con tipos de vegetación más méxicos. Las áreas de transición dominadas por pastizales y bosques de pino-encino-enebro, localizadas en las partes bajas de la Sierra Madre Occidental, se consideran parte de esta subregión. La segunda subregión, la Meridional, constituida por varias depresiones y valles secos aislados, ha sido denominada como la zona árida Queretana-Hidalguense (Barranca de Metztitlán, Valle del Mezquital, Valle de Actopan, en Hidalgo, y Río Extóraz, en Querétaro), pero se extiende a las porciones secas del estado de Guanajuato (Xichú y Atarjea) y una pequeña porción en el extremo sur de San Luis Potosí. La tercera subregión, denominada Oriental, incluye los valles y cañones intermontanos localizados dentro de la Sierra Madre Oriental (valles de Rayones, Jaumave y Aramberri) que constituyen los límites de distribución de varias especies endémicas de la familia Cactaceae, y el extremo sureste de la subregión principal (Hernández *et al.*, 2008) (Figura 1).

Con respecto a la vegetación del DC, Rzedowski (1965, 1978) reconoce tres tipos básicos: matorral desértico micrófilo (MDM) de suelos de aluvión, matorral desértico rosetófilo (MDR) en rocas calizas y terrenos de buen drenaje y matorral desértico crassicaule (MDC) ligado a rocas y suelos de naturaleza ígnea. El mismo autor definió el MDM como matorral desértico aluvial. Shreve (1942) lo define como microphyllous desert y Leopold (1950) como creosote bush. Gentry (1957) lo calificó como matorral desértico de Chihuahua.

El MDM se puede reconocer por la predominancia de elementos arbustivos de hoja pequeña, y es propia

The Sierra Madre Occidental and the Sierra Madre Oriental are considered the western and eastern limits of the CD, respectively, but the precise delimitation of the border in the south and north is still subject to debate. There are proposals for the "limits" of the CH based on the distribution of amphibians and reptiles (Morafka, 1977), vegetation (Henrickson and Straw, 1976), climate (Schmidt, 1986) and flora (Hernández *et al.*, 2004). Brown (1982) subdivided the Chihuahuan Desert into three regions: the northernmost is the Trans-Pecos, which covers approximately 40 % of the total area and includes all sections in the United States; the middle region (dominated by limestone and beaches) includes Mapimi, part of eastern Chihuahua, Coahuila and part of Durango; the third region, the southernmost, is the Saladan, which encompasses Zacatecas, San Luis Potosi and parts of other states.

Three CD sub-regions have recently been proposed (Figure 1), based on the wide distribution of endemic cactus species. The first or main sub-region (equivalent to the area defined by Henrickson and Shaw, 1976) is made up of vast arid and semi-arid plains interspersed with non-desert areas (mountains), where xerophytic associations are interspersed with more



FIGURA 1. Región del desierto Chihuahuense y sus tres subregiones. Az= Arizona, NM= Nuevo México, TX= Texas, Chih= Chihuahua, Coah= Coahuila, NL= Nuevo León, Tamps= Tamaulipas, Dgo= Durango, Zac= Zacatecas, SLP= San Luis Potosí, Gto= Guanajuato, Qro= Querétaro, Hgo=Hidalgo.

FIGURE 1. Chihuahuan Desert region and its three sub-regions. Az= Arizona, NM= New Mexico, TX= Texas, Chih= Chihuahua, Coah= Coahuila, NL= Nuevo León, Tamps= Tamaulipas, Dgo= Durango, Zac= Zacatecas, SLP= San Luis Potosi, Gto= Guanajuato, Qro= Querétaro, Hgo= Hidalgo.

de terrenos planos y de las partes inferiores de las montañas (Rzedowski, 1965). El MDR se distingue por la predominancia de especies arbustivas o subarbustivas de hojas alargadas y estrechas, que toman el aspecto de roseta y corresponden a lo que Rzedowski (1965, 1978) denominó matorral desértico calcícola, y Miranda y Hernández (1963) denominaron izotales, magueyales y lechuguillales. Existen pocos términos para referirse al MDC. Leopold (1950) definió a las áreas de nopales del centro de México como vegetación de mezquite-pastizal. Rzedowski, (1978) lo había denominado inicialmente como matorral cactus-mezquite, y Miranda y Hernández (1963) lo designaron como nopalera.

La clasificación de Henrickson y Johnston (1986) incluye ocho subdivisiones primarias del matorral del DC: matorral Chihuahuense, matorral de lechuguilla, bosque de izotal, matorral de *Prosopis-Atriplex*, matorral alcalino, matorral gipsófilo, matorral de cactus y bosque ripario. Cada subdivisión es una unidad florística; a escala regional el matorral del desierto Chihuahuense se subdivide en cinco tipos: matorral de *Larrea tridentata*, matorral mixto del desierto, matorral arenoso, matorral del cañón y matorral de dunas de arena. Algunos de estos tipos de matorrales son parte de la vegetación azonal térmica (v. gr. la comunidad de bosque ripario y la fase de dunas de arena del matorral del DC). El objetivo del presente trabajo fue incrementar la información sobre la composición florística y la estructura vertical de los principales tipos de vegetación del desierto Chihuahuense y de los factores ambientales relacionados con su distribución.

MATERIAL Y MÉTODOS

Zona de estudio

El desierto Chihuahuense, enclavado en una planicie triangular, tiene una extensión aproximada de 507,000 km² y se extiende desde el centro de México (en los estados de Guanajuato, Hidalgo y Querétaro) hasta el norte, en el sur de Texas, Nuevo México y una pequeña porción de Arizona. Hacia el occidente y el oriente el DC está delimitado por la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental (Hernández *et al.*, 2008). Una pequeña porción, a lo largo del río Grande, se encuentra por debajo de los 900 m; la mayor parte de este desierto se ubica entre los 1,300 y 1,800 m. Las vastas planicies e inmensas cuencas no drenadas del DC se alternan con cadenas montañosas en donde el intervalo altitudinal varía desde 800 m, en los valles, hasta los 2,500 m en las cumbres de las montañas (Granados-Sánchez y Sánchez-González, 2003).

La precipitación media anual varía de 175 mm, en los valles de Coahuila, hasta 300-400 mm en las montañas localizadas en los límites occidental y sur. Entre el

mesic vegetation types. The transition areas dominated by grasslands and pine-oak-juniper woodlands, located in the lower parts of the Sierra Madre Occidental, are considered part of this sub-region. The second sub-region, the Meridional, consisting of several depressions and isolated dry valleys, has been labeled the Querétaro-Hidalgo arid zone (Metztitlán Barranca, Mezquital Valley and Actopan Valley in Hidalgo, and the Extóraz River in Querétaro), but it extends to the dry portions of the state of Guanajuato (Xichú and Atarjea) and a small area in the extreme south of San Luis Potosi. The third sub-region, called the East, includes the intermontane valleys and canyons located within the Sierra Madre Oriental (the Rayones, Jaumave and Aramberri valleys) that constitute the range limits of several endemic species of the family Cactaceae, and the extreme southeast of the main sub-region (Hernández *et al.*, 2008) (Figure 1).

With respect to the vegetation of the CD, Rzedowski (1965, 1978) recognizes three basic types: microphyll desert scrub (MDS) in alluvial soils, rosette desert scrub (RDS) in limestone and well-drained land, and crassicaule desert scrub (CDS) linked to igneous rocks and soils. The same author defined MDS as alluvial desert scrub. Shreve (1942) defines it as microphyllous desert and Leopold (1950) as creosotebush. Gentry (1957) called it Chihuahuan desert scrub.

The MDS can be recognized by the predominance of small-leaved shrub elements, and is characterized by flat terrain and lower mountain areas (Rzedowski, 1965). The RDS is distinguished by the predominance of long, narrow-leaved shrub or subshrub species, which take on the appearance of rosette and correspond to what Rzedowski (1965, 1978) called calcicolous desert scrub, and Miranda and Hernández (1963) called yucca (izotal), maguey and lechuguilla areas. There are few terms to refer to the CDS. Leopold (1950) defined the nopalera areas of central Mexico as mesquite-grassland vegetation. Rzedowski (1978) had initially called it cactus-mesquite scrub, and Miranda and Hernández (1963) designated it as nopalera.

The classification of Henrickson and Johnston (1986) includes eight primary subdivisions of the CD scrub: Chihuahuan desert scrub, lechuguilla scrub, yucca woodland, *Prosopis-Atriplex* scrub, alkali scrub, gypsophilous scrub, arborescent cactus scrub, and riparian woodland. Each subdivision is a floristic unit; at a regional scale, Chihuahuan desert scrub is subdivided into five facies: *Larrea tridentata* scrub, mixed desert scrub, sand scrub, canyon scrub and sanddune scrub. Some of these scrub types are part of the thermal azonal vegetation (for example, the riparian woodland community and the sanddune phase of the CH scrub). The aim of this study was to improve information on the floristic composition and vertical structure of the main

65 y 80 % de la lluvia cae durante los meses de verano, entre junio y septiembre, con una ligera precipitación de octubre a diciembre. Entre enero y mayo el área es muy seca; las temperaturas diurnas en verano son de 5.5 a 11 °C, inferiores a las del desierto de Sonora, excepto en las partes menos elevadas a lo largo del Río Grande. Las heladas moderadas son comunes en las planicies y las severas en altitudes mayores a 1,700 m (García *et al.*, 1985; Schmidt, 1986). Alrededor del 80 % de los suelos se deriva de materiales calcáreos (Sutton, 2000).

A pesar de las drásticas condiciones ambientales, en el DC existe una gran diversidad de especies dentro de un mosaico muy variado de asociaciones vegetales tales como: matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral desértico crassicaule, encinares, pastizales, vegetación riparia y bosques de pino piñonero, entre otras (Rzedowski, 1978). Se considera que el DC posee el más rico ensamblaje de especies de Cactaceae en el mundo, con un total aproximado de 324 especies, más cinco híbridos, distribuidos en 39 géneros. El número de endemismos es notable, con 17 géneros (43.6 % del total) y 229 especies de cactáceas (69.8 % del total), restringidos geográficamente a la región (Hernández *et al.*, 2004). Son numerosas las plantas que tienen importancia o potencial económico, como el guayule, la candelilla, los izotes y la lechuguilla, entre otros (Rzedowski, 1978; Marroquín *et al.*, 1981; García y Flores, 1996).

Para la caracterización de las asociaciones vegetales se recurrió a información bibliográfica, recorridos de campo para el reconocimiento de la vegetación y a la recolección de ejemplares botánicos en distintas asociaciones vegetales del desierto Chihuahuense. El criterio para la nomenclatura de los diferentes tipos de vegetación fue el fisonómico; en cada asociación se identificaron las especies dominantes y conspicuas. En cada sitio de muestreo se determinaron las variables ambientales: exposición, pendiente, altitud y características generales de cada tipo de suelo. Con los datos obtenidos se elaboraron diagramas de perfil semirrealista.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción general de la distribución de la flora y vegetación del desierto Chihuahuense.

Las formas de vida características del desierto Chihuahuense son las arbustivas y subarbustivas; las formas arbóreas generalmente son escasas y están confinadas a la cercanía de fuentes de agua o pendientes rocosas; las especies de tallos suculentos son abundantes pero no conspicuas. No hay especies herbáceas invernales, ni germinación, ni floración en el invierno, aunque muchas plantas conservan completa o parcialmente sus hojas durante los meses fríos de invierno. El

vegetation types in the Chihuahuan Desert and the environmental factors related to their distribution.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The Chihuahuan Desert, nestled on a triangular plateau, covers an area of approximately 507,000 km² and extends from central Mexico in the south (the states of Guanajuato, Hidalgo and Querétaro) to the southern U.S. in the north, including southern Texas, New Mexico and a small portion of Arizona. To the west and the east, the CD is bordered by the Sierra Madre Occidental and the Sierra Madre Oriental (Hernández *et al.*, 2008). A small section along the Rio Grande is located below 900 m, but most of the desert is located between 1,300 and 1,800 m. The vast plains and huge undrained watersheds of the CH alternate with mountain ranges where the altitude ranges from 800 m in the valleys to 2,500 m at the mountain summits (Grandos-Sánchez and Sánchez-González, 2003).

Mean annual precipitation varies from 175 mm in the valleys of Coahuila up to 300-400 mm in the mountains located along the western and southern desert boundaries. Between 65 and 80 % of the rain falls during the summer months, between June and September, with only slight precipitation from October to December. Between January and May the area is very dry; summer daytime temperatures are between 5.5 and 11 °C, lower than in the Sonora desert, except in the lower-altitude areas along the Rio Grande. Moderate frosts are common on the plains, while severe frosts occur at altitudes higher than 1,700 m (García *et al.*, 1985; Schmidt, 1986). About 80 % of the soils are derived from calcareous materials (Sutton, 2000).

Despite the harsh environmental conditions, in the CH there is a great diversity of species within an extremely varied mosaic of plant associations such as: microphyll desert scrub, rosette desert scrub, crassicaule desert scrub, oaks, grasslands, riparian vegetation and pinyon pine woodlands, among others (Rzedowski, 1978). The CH is considered to have the richest assemblage of Cactaceae species in the world, with a total of approximately 324 species, plus five hybrids, distributed in 39 genera. The number of endemic species is noteworthy, with 17 genera (43.6 % of the total) and 229 cactus species (69.8 % of the total), geographically restricted to the region (Hernández *et al.*, 2004). Many plants have economic importance or potential, such as guayule, candelilla, the yuccas and lechuguilla, among others (Rzedowski, 1978; Marroquín *et al.*, 1981; García and Flores, 1996).

pastoreo de ganado es común en el pastizal y en todo el matorral, que es considerado un agostadero. Las familias Fabaceae y Asteraceae son las más ricas en especies, de manera semejante al desierto Sonorense (Shreve, 1942).

Un esbozo general del paisaje árido del desierto Chihuahuense es el siguiente: desde la región de las dunas en el norte de Chihuahua hacia el oriente en el río Conchos, hay un paisaje uniforme y monótono de *Larrea tridentata*, a veces codominado por *Flourensia cernua* (arbusto de 1.20 m de altura) y *Acacia neovernicosa*, con presencia de árboles bajos de *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (mezquite) y de la especie sin hojas, de tallo verde, *Koeberlinia spinosa*. A lo largo de los pequeños arroyuelos, Shreve (1942) observó un ligero incremento en la densidad de especies de *Acacia berlandieri*, *Prosopis glandulosa* y *Condalia warnockii*, pero ningún incremento significativo en su altura. En los escurrimientos temporales que forman arroyos más grandes, se presentan también especies más grandes de *Prosopis glandulosa*, *Acacia constricta*, *Berberis trifoliata*, *Celtis pallida*, *Chilopsis linearis*, *Porlieria angustifolia* y *Rhus choriophylla*. Al oriente del río Conchos, los pastizales ocupan un área en gradiente hacia las serranías y pequeñas montañas; la altitud general de las planicies intermontanas alcanza los 1,500 m. En esta zona se dan de manera irregular los pastizales o matorrales de encino. En el norte de Chihuahua hay planicies extensas cubiertas por pastizales donde domina la especie perenne *Hilaria mutica* (zacate toboso), que se desarrolla en matas contiguas o cerradas y en el suelo profundo y fino de las cuencas cerradas (bolsones), en los cuales el drenaje es insuficiente para el desarrollo de un lago seco alcalino. Los llanos son registrados por Shreve (1942) como pastizales de desierto edáfico y no parte de la formación del pastizal climático de las grandes planicies. Alrededor de los llanos se encuentran invariablemente muchas pendientes de escurrimiento, cubiertas con especies típicas del desierto como *Acacia neovernicosa* y *Larrea tridentata*, además de numerosas cactáceas.

Las áreas de rocas calizas, escarpadas, redondeadas o irregulares, en el norte de Coahuila, soportan especies de *Fouquieria splendens*, *Agave lechuguilla*, *Yucca* spp. y *Hechtia* spp., junto con *Euphorbia anti-syphilitica* y *Jatropha dioica*. La altiplanicie del sur de Coahuila está dominada por vegetación halófila donde sobresalen *Allenrolfea* sp., *Atriplex* sp., *Suaeda* sp. y *Prosopis glandulosa*, entre otras especies halófitas. Cerca del límite sur de Coahuila hay una importante demarcación biológica formada por una serie de montañas orientadas de este a oeste, incluyendo la Sierra de Parras y la Sierra Jimulco. La mayor altitud (1,200-2,000 m) y precipitación (200-400 mm), generan mejores condiciones para el desarrollo de la vegetación.

For the characterization of plant associations, bibliographic information was used, field trips were made for vegetation recognition, and botanical specimens were collected of various Chihuahuan Desert plant associations. The criterion for the classification of the different vegetation types was their physiognomy; in each association, the dominant and conspicuous species were identified. At each sampling site, the environmental variables were measured: exposure, slope, altitude and general characteristics of each soil type. With the data obtained, semi-realistic profile diagrams were made.

RESULTS AND DISCUSSION

Overview of the distribution of flora and vegetation in the Chihuahuan Desert

The characteristic life forms of the Chihuahuan Desert are shrubs and subshrubs. Trees are generally scarce and confined to areas close to water sources or rocky slopes. Stem succulent species are abundant but not conspicuous. There are no winter herbaceous species, and neither is there germination or flowering in the winter, although many plants wholly or partially preserve their leaves during the cold winter months. Livestock grazing is common in the grassland and in all the scrub, which is considered a rangeland. The Fabaceae and Asteraceae families are the richest in species, as is also the case in the Sonoran Desert (Shreve, 1942).

A general outline of the arid landscape of the Chihuahuan Desert is as follows: from the dunes region in northern Chihuahua to the Rio Conchos in the east, there is a uniform and monotonous landscape of *Larrea tridentata*, sometimes codominated by *Flourensia cernua* (a bush 1.20 m in height) and *Acacia neovernicosa*, with the presence of low *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (mesquite) trees and *Koeberlinia spinosa*, a leafless species with a green stem. Along small streams, Shreve (1942) observed a slight increase in the density of species of *Acacia berlandieri*, *Prosopis glandulosa* and *Condalia warnockii*, but no significant increase in their height. In the temporary runoffs that form larger streams, there are also larger species of *Prosopis glandulosa*, *Acacia constricta*, *Berberis trifoliata*, *Celtis pallida*, *Chilopsis linearis*, *Porlieria angustifolia* and *Rhus choriophylla*. To the east of the Rio Conchos, grasslands occupy an area sloping toward the hills and small mountains; the altitude of the intermontane plains generally reaches 1,500 m. In this area, grasslands or shrubby oaks occur irregularly. In northern Chihuahua there are large plains covered by grasslands dominated by the perennial species *Hilaria mutica* (tobosa grass), which develops in contiguous or closed plants and in the

En la zona más árida, que se encuentra al sureste del DC, en el norte de San Luis Potosí, la precipitación anual es de sólo 200 mm. En la región conocida como Valle del Salado se presentan cuencas sin drenaje de salida, y como consecuencia los suelos son muy alcalinos o presentan alto contenido de yeso. La mayor parte de la superficie está cubierta con matorrales de *Larrea tridentata*, en ocasiones codominando con *Flourensia cernua* en los sitios más húmedos. Los sitios con alto contenido de yeso están ocupados por *Prosopis glandulosa* y *Atriplex canescens*. La orientación de las montañas (aisladas dentro de la gran matriz constituida por las planicies del desierto) es muy importante: en algunas el lado sur de la cumbre posee vegetación boscosa, mientras que en otras, situadas a sólo unos cientos de metros de distancia, es el lado norte el que posee los bosques.

Principales asociaciones vegetales del DC

Las principales asociaciones vegetales son: el matorral desértico micrófilo de *Larrea tridentata*, el matorral desértico rosetófilo de *Agave lechuguilla*, de *Dasyllirion* spp. y de *Yucca* sp. (izotal), el pastizal, el chaparral, la nopalera, el mezquital, la vegetación de dunas y la vegetación halófila; a continuación se describe cada tipo de vegetación con más detalle.

Matorral desértico micrófilo.

Este tipo de asociación está dominado por la gobernadora *Larrea tridentata* y el hojazén *Flourensia cernua*. Se caracteriza por la dominancia de especies arbustivas de hojas pequeñas, no siempre espinosas y por plantas crasas, efímeras, que crecen a lo largo de abanicos aluviales, planicies, bajadas, valles y lomeríos suaves. Se localiza principalmente en los valles, donde los suelos son de textura fina, de profundos a relativamente profundos, y presentan una capa de rocas (Rzedowski, 1978).

Los matorrales de *Larrea tridentata* son siempre verdes, aunque el color del follaje se vuelve amarillento durante la época de mayor sequía. Existen también otras especies asociadas a este matorral; destacan el ocotillo: *Fouquieria splendens*, *Flourensia cernua*, *Zinnia acerosa*, arbustos bajos: *Parthenium incanum*, *Jatropha dioica*, *Koeberlinia spinosa* y arbustos espinosos: *Prosopis glandulosa*, *Mimosa biuncifera*, *Mimosa zygophylla*, *Zexmenia gnaphalioides*, *Zinnia pumila*, *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula*, *Acacia farnesiana*, *Acacia tortuosa*, *Acacia wrightii*, *Forestiera angustifolia*, *Cordia boissieri*, *Eysenhardtia polystachia*, *Leucophyllum texanum*, *Cercidium macrum*, *Diospyros texana*, *Caesalpinia mexicana*, *Cassia spectabilis*, *Condalia lycioides*, *Condalia hookeri*, *Neopringlea angustifolia*, *Zanthoxylum fagara*, *Castela texana*, *Forestiera angustifoliai*, *Celtis pallida*, *Karwinskia humboldtiana*, *Scaefferia cuneifo-*

fine deep soil of closed watersheds, where drainage is insufficient for the development of a dry alkaline lake. The plains are recorded by Shreve (1942) as desert soil grasslands rather than a part of the formation of the climatic grassland of the large plains. Around the plains one invariably finds many runoff slopes, covered with species typical of the desert such as *Acacia neovernicosa* and *Larrea tridentata*, plus numerous cacti.

In northern Coahuila, steep, rounded or irregular limestone areas support species of *Fouquieria splendens*, *Agave lechuguilla*, *Yucca* spp. and *Hectia* spp., together with *Euphorbia antisiphilitica* and *Jatropha dioica*. The southern highlands of Coahuila are dominated by halophytic vegetation, highlighted by *Allenrolfea* sp., *Atriplex* sp., *Suaeda* sp. and *Prosopis glandulosa*, among other halophytic species. Near the southern border of Coahuila is an important biological demarcation formed by a series of mountains oriented east to west, including the Sierra de Parras and the Sierra Jimulco. The higher altitude (1,200-2,000 m) and precipitation (200-400 mm) create better conditions for vegetation development.

In the most arid zone, which is in the southeast of the CD, in northern San Luis Potosí, annual rainfall is only 200 mm. In the region known as Valle del Salado (Salt Valley), there are watersheds without a drainage exit and consequently the soils are very alkaline or have high gypsum content. Much of the area is covered with *Larrea tridentata* scrub, sometimes codominated with *Flourensia cernua* in the wetter sites. Sites with high gypsum content are occupied by *Prosopis glandulosa* and *Atriplex canescens*. The orientation of the mountains (isolated within the large matrix composed of desert plains) is very important: in some, the south side of the summit has woody vegetation, while in others, located only a few hundred meters away, the north side has woodlands.

Main plant associations of the DC

The main plant associations are: *Larrea tridentata* microphyll desert shrub of *Agave lechuguilla*, *Dasyllirion* spp. and *Yucca* sp. rosette desert scrub, grassland, chaparral, nopalera, mesquite, dune vegetation and halophytic vegetation; each type of vegetation is described in more detail below.

Microphyll desert scrub.

This type of association is dominated by *Larrea tridentata* (creosotebush) and *Flourensia cernua* (tarbush). It is characterized by the dominance of small-leaved shrub species, which are not always thorny, and by succulent, ephemeral plants that grow on alluvial fans, plains, slopes, valleys and gentle hills. It is located mainly in the valleys, where soils are fine-textured, deep to relatively deep, and have a layer of rocks (Rzedowski, 1978).

lia, *Eysenhardtia plystachya*, *Helietta parvifolia*, *Porlieria angustifolia* (Rzedowski, 1965, 1978; Marroquín et al., 1981). Así como *Agave scabra*, *Agave lechuguilla*, *Dalea bicolor*, *Dyssodia greggi*, *Dyssodia setifolia*, *Euphorbia thynifolia*, *Ambrosia camphorata*, *Verbesina encelioides*, *Viguiera linearis*, *Yuca carnerosana*, *Yuca filifera*, *Zuluzania robinsonii*, *Zinnia acerosa*, *Zinnia juniperifolia*.

La riqueza y abundancia de cactáceas es alta; destacan, entre otras: *Ariocarpus agavoides*, *A. retusus*, *A. fissuratus*, *A. furfuraceus*, *A. bravoanus*, *A. kotschoubeyanus*, *Astrophytum capricorne*, *A. myrostigma*, *A. ornatum*, *Coryphanta radians*, *C. glanduligera*, *C. speciosa*, *C. palmeri*, *C. poselgeriana*, *C. wohlschlageri*. *Cylindropuntia imbricata*, *C. leptocaulis*, *C. tunicata*, *Echinocactus horizontalonius*, *E. parryi*, *E. platyacanthus*, *Echinocereus conglomeratus*, *C. enneacanthus*, *E. dubius*, *E. nivosus*, *E. pectinatus*, *E. pulchellus*, *E. poselgeri*, *E. salm-dyckianus*, *E. stramineus*, *E. subinermis*, *E. viridiflorus*, *E. waldeisii*, *Echinomastus macdowellii*, *E. unguispinus*, *Epithelanta bokei*, *E. micromires*, *Escobaria dasyacantha*, *E. henricksonii*, *E. laredoi*, *Ferocactus hamatacanthus*, *F. histrix*, *F. pilosus*, *F. stainesi*, *F. uncinatus*, *F. wislizeni*, *Hamatocactus uncinatus*, *Leuchtenbergia principis*, *Lophophora diffusa*, *L. williamsii*, *Mammillaria aurihamata*, *M. bocasana*, *M. candida*, *M. gummifera*, *M. hahniana*, *M. lenta*, *M. longiflora*, *M. luethyi*, *M. microcarpa*, *M. pilispina*, *M. plumosa*, *M. pottsii*, *M. saboae*, *M. schiedeana*, *M. tezontle*, *Opuntia cantabrigiensis*, *O. rastrera*, *O. microdasys*, *Pelecyphora aselliformis*, *Peniocereus greggii*, *Stenocactus coptonogonus*, *Thelocactus leucacanthus*, *T. tulensis*, *Turbinicarpus beguinii*, *T. bonatzii*, *T. mandrágora* y *T. valdezianus*

Larrea tridentata shrubs are evergreens, although the color of the foliage turns yellow during the period of greatest drought. There are other species associated with this shrub, highlighted by the ocotillo: *Fouquieria splendens*, *Flourensia cernua*, and *Zinnia acerosa*; low shrubs: *Parthenium incanum*, *Jatropha dioica*, *Koeberlinia spinosa*; and spiny shrubs; *Prosopis glandulosa*, *Mimosa bluncifera*, *Mimosa zygophylla*, *Zexmenia gnaphalioides*, *Zinnia pumila*, *Acacia berlandieri*, *Acacia rigidula*, *Acacia farnesiana*, *Acacia tortuosa*, *Acacia wrightii*, *Forestiera angustifolia*, *Cordia boissieri*, *Eysenhardtia polystachia*, *Leucophyllum texanum*, *Cercidium macrum*, *Diospyros texana*, *Caesalpinia mexicana*, *Cassia spectabilis*, *Condalia lyciodes*, *Condalia hookeri*, *Neopringlea angustifolia*, *Zanthoxylum fagara*, *Castela texana*, *Forestiera angustifoliai*, *Celtis pallida*, *Karwinskia humboldtiana*, *Scahefferia cuneifolia*, *Eysenhardtia plystachya*, *Helietta parvifolia*, and *Porlieria angustifolia* (Rzedowski, 1965, 1978; Marroquín et al., 1981). Other species include: *Agave scabra*, *Agave lechuguilla*, *Dalea bicolor*, *Dyssodia greggi*, *Dyssodia setifolia*, *Euphorbia thynifolia*, *Ambrosia camphorate*, *Verbesina encelioides*, *Viguiera linearis*, *Yuca carnerosana*, *Yuca filifera*, *Zuluzania robinsonii*, *Zinnia acerosa*, and *Zinnia juniperifolia*.

The richness and abundance of cacti is high, including, among others: *Ariocarpus agavoides*, *A. retusus*, *A. fissuratus*, *A. furfuraceus*, *A. bravoanus*, *A. kotschoubeyanus*, *Astrophytum capricorne*, *A. myrostigma*, *A. ornatum*, *Coryphanta radians*, *C. glanduligera*, *C. speciosa*, *C. palmeri*, *C. poselgeriana*, *C. wohlschlageri*, *Cylindropuntia imbricata*, *C. leptocaulis*,

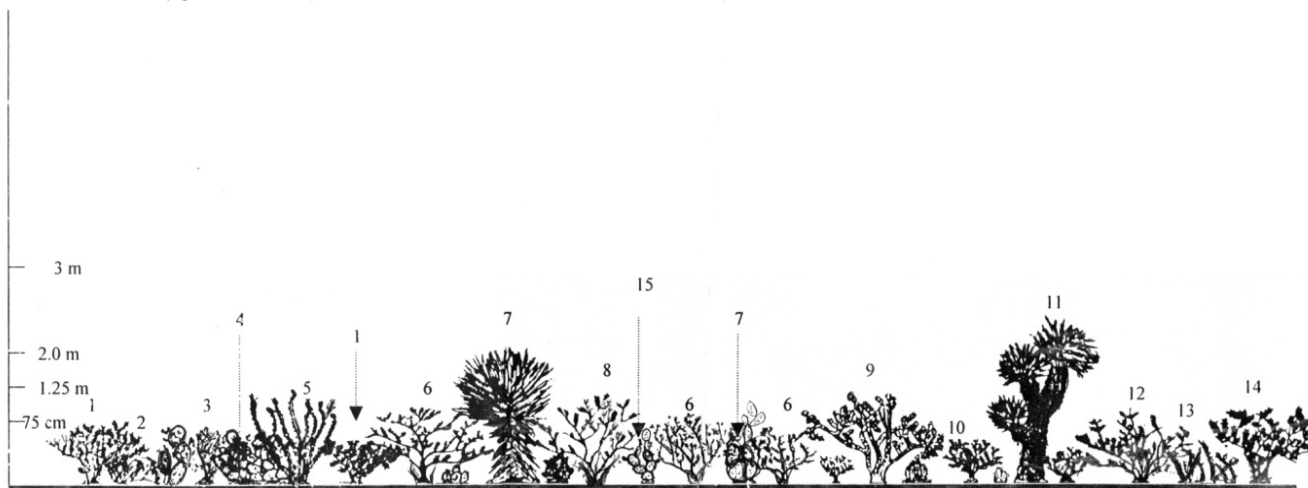


FIGURA 2. Perfil semirrealista del matorral microfilo en la zona de Mapimi, Dgo. 1. *Lippia berlandieri*, 2. *Opuntia violacea*, 3. *Cordia boissieri*, 4. *Opuntia rufida*, 5. *Fouquieria splendens*, 6. *Larrea tridentata*, 7. *Yuca carnerosana*, 8. *Acacia berlandieri*, 9. *Cylindropuntia imbricata*, 10. *Mimosa biuncifera*, 11. *Yuca filifera*, 12. *Viguiera stenoloba*, 13. *Jatropha dioica*, 14. *Acacia constricta*.

FIGURE 2. Semi-realistic profile of the microphyll scrub in the Mapimi, Durango area. 1. *Lippia berlandieri*, 2. *Opuntia violacea*, 3. *Cordia boissieri*, 4. *Opuntia rufida*, 5. *Fouquieria splendens*, 6. *Larrea tridentata*, 7. *Yuca carnerosana*, 8. *Acacia berlandieri*, 9. *Cylindropuntia imbricata*, 10. *Mimosa biuncifera*, 11. *Yuca filifera*, 12. *Viguiera stenoloba*, 13. *Jatropha dioica*, 14. *Acacia constricta*.

(Pizzetti, 1986; Ugalde et al., 2008; Arredondo y Sotomayor, 2009) (Figura 2).

Matorral desértico rosetófilo.

Se caracteriza por la abundancia de individuos de especies con hojas gruesas y alargadas, a veces espinosas: *Agave lechuguilla* (lechuguilla), *Dasyliirion palmeri* (sotol) o bien inermes pero fibrosas: *Yucca carnerosana* (palma) dispuestas en roseta (Figura 2). Estos géneros incluyen especies de porte arbustivo, con tallo bien desarrollado, o bien con hojas basales, es decir, casi a nivel de suelo. Masas densas de lechuguilla, sotol y palma cubren los lomeríos y serranías calizas, ya sea que se mezclen con otras especies o en manchones casi puros. En este caso la vegetación se define como lechuguillales o izotales y/o guapillales. Muchas especies de hábitat saxícolas y litófilas acompañan a las especies dominantes; la candelilla *Euphorbia antisyphilitica* es una de las especies de mayor importancia (Marroquín et al., 1981). El matorral rosetófilo de *Agave lechuguilla* se localiza en las partes bajas de las sierras y hasta una altitud aproximada de 1,400 m; las especies típicas son: *Agave lechuguilla*, *A. striata*, *A. asperima*, *Buddleja marrubifolia*, *Dasyliirion cedrosanum*, *D. palmeri*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Fouqueria splendens*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Nolina parviflora*, *Opuntia stenopetala*, *Parthenium argentatum*, *Yucca carnerosana* y *Y. rigida*. En Coahuila, sur de Zacatecas y norte de San Luis Potosí las especies con presencia más constante son: *Agave asperima*, *A. lechuguilla*, *A. striata*, *Aloysia lycioides*, *Aristida adscensionis*, *Buddleja marrubifolia*, *Bouteloua aristidoides*, *B. curtipendula*, *B. gracilis*, *B. hirsuta*, *B. radicata*, *B. trifida*, *Goldenia canescens*, *G. greggii*, *G. purpusii*, *Dalea nana*, *D. tuberculata*, *Dasyliirion cedrosanum*, *Echinocactus platyacanthus*, *E. horizontalonius*, *Echinocereus conglomeratus*, *E. pectinatus*, *Ephedra aspera*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Ferocactus pilosus*, *Fouqueria splendens*, *Gochnatia hypoleuca*, *Gymnosperma glutinosum*, *Haplopappus spinulosus*, *Hechtia glomerata*, *Heliotropium angustifolium*, *Jatropha dioica*, *Lycium berlandieri*, *Mentha piperita*, *Neolloydia conoidea*, *Nolina erumpens*, *Notholaena sinuata*, *Opuntia cantabrigiensis*, *O. microdasys*, *O. stenopetala*, *Cylindropuntia tunicata*, *Parthenium argentatum*, *P. incanum*, *Verbesina neomexicana*, *Viguiera stenoloba*, *Yucca carnerosana*, *Y. filifera*, *Y. rigida*, *Y. thompsoniana*, *Y. treculeana*, *Zaluzania triloba* y *Zinnia pumila*. La abundancia de arbustos es notoria en estas áreas como: *Acacia roemeriana*, *A. constricta*, *A. neovernicosa*, *A. texensis*, *Jatropha dioica*, *Rhus lanceolata*, *R. trilobata*, *Mimosa boreales*, *Robinia neomexicana*, *Erodium texanum*, *Ungnadia speciosa*, *Limonium limbatum*, *Berberos repens*, *Berberis trifoliolata*, *Erysimum capitatum*, *Prosopis pubescens*, *Zinnia acerosa*, *Ziziphus obtusifolia*, *Dalea wrightii*, *Hoffmanseggia glauca*, *Brickellia laciniata*, *Guaiacum angustifolium*. (Guzmán y Vela, 1959; Miranda y Hernández, 1963; Rze-

C. tunicata, *Echinocactus horizontalonius*, *E. parryi*, *E. platyacanthus*, *Echinocereus conglomeratus*, *C. enneacanthus*, *E. dubius*, *E. nivosus*, *E. pectinatus*, *E. pulchellus*, *E. poselgeri*, *E. salm-dyckianus*, *E. stramineus*, *E. subinermis*, *E. viridiflorus*, *E. waldeisii*, *Echinomastus macdowellii*, *E. unguispinus*, *Epithelanta bokei*, *E. micromires*, *Escobaria dasyacantha*, *E. henricksonii*, *E. laredoi*, *Ferocactus hamatacanthus*, *F. histrix*, *F. pilosus*, *F. stainesi*, *F. uncinatus*, *F. wislizeni*, *Hamatocactus uncinatus*, *Leuchtenbergia principis*, *Lophophora diffusa*, *L. williamsii*, *Mammillaria aurighamata*, *M. bocasana*, *M. candida*, *M. gummifera*, *M. hahniana*, *M. lenta*, *M. longiflora*, *M. luethyi*, *M. microcarpa*, *M. pilispina*, *M. plumosa*, *M. pottsii*, *M. saboae*, *M. schiedeana*, *M. tezontle*, *Opuntia cantabrigiensis*, *O. rastrea*, *O. microdasys*, *Pelecyphora aselliformis*, *Peniocereus greggii*, *Stenocactus coptonogonus*, *Thelocactus leucacanthus*, *T. tulensis*, *Turbinicarpus beguinii*, *T. bonatzii*, *T. mandragora* and *T. valdezianus* (Pizzetti, 1986; Ugalde et al., 2008; Arredondo and Sotomayor, 2009) (Figure 2).

Rosette desert scrub.

It is characterized by the abundance of individuals of species with thick, elongated and sometimes thorny leaves, *Agave lechuguilla* (lechuguilla) and *Dasyliirion palmeri* (desert spoon), or without thorns but fibrous: *Yucca carnerosana* (commonly known as Spanish dagger or palma) arranged in a rosette (Figure 2). These genera include shrub species with a well-developed stem or basilar leaves, i.e. almost at ground level. Dense masses of lechuguilla, desert spoon and Spanish dagger cover the limestone hills and mountains, since they mix with other species or grow in almost pure patches. In this case the vegetation is defined as lechuguillales or yuccas and/or guapillales. Many species that grow on or attached to rocks accompany the dominant species; the candelilla *Euphorbia antisyphilitica* is one of the most important species (Marroquín et al., 1981). *Agave lechuguilla* rosette scrub is located in the lower mountain regions up to an altitude of approximately 1,400 m. The typical species are: *Agave lechuguilla*, *A. striata*, *A. asperima*, *Buddleja marrubifolia*, *Dasyliirion cedrosanum*, *D. palmeri*, *Euphorbia antisyphilitica*, *Fouqueria splendens*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Nolina parviflora*, *Opuntia stenopetala*, *Parthenium argentatum*, *Yucca carnerosana* and *Y. rigida*. In Coahuila, southern Zacatecas and northern San Luis Potosí, the most common species are: *Agave asperima*, *A. lechuguilla*, *A. striata*, *Aloysia lycioides*, *Aristida adscensionis*, *Buddleja marrubifolia*, *Bouteloua aristidoides*, *B. curtipendula*, *B. gracilis*, *B. hirsuta*, *B. radicata*, *B. trifida*, *Goldenia canescens*, *G. greggii*, *G. purpusii*, *Dalea nana*, *D. tuberculata*, *Dasyliirion cedrosanum*, *Echinocactus platyacanthus*, *E. horizontalonius*,

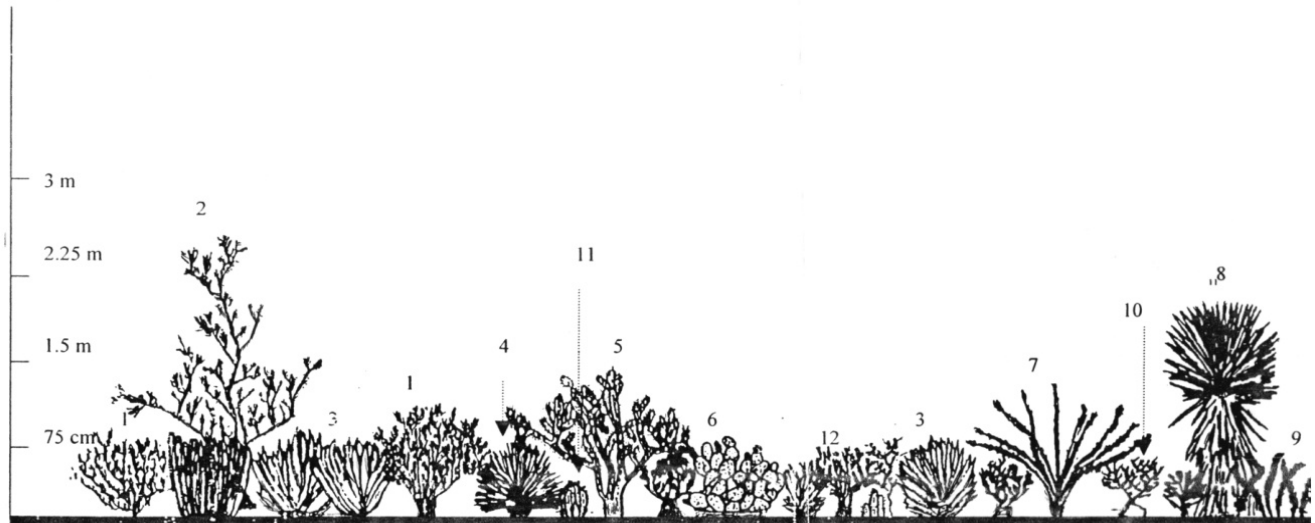


FIGURA 3. Perfil semirrealista del matorral rosetáfilo en Mapimi, Dgo. 1. *Lippia berlandieri*, 2. *Acacia constricta*, 3. *Agave lechuguilla*, 4. *Dasyllirion palmeri*, 5. *Opuntia imbricata*, 6. *Opuntia rastrera*, 7. *Fouquieria splendens*, 8. *Yucca rigida*, 9. *Jatropha dioica*, 10. *Mimosa biuncifera*, 11. *Ferocactus pilosus*, 12. *Flourenzia cernua*.

FIGURE 3. Semi-realistic profile of rosette scrub in Mapimi, Durango. 1. *Lippia berlandieri*, 2. *Acacia constricta*, 3. *Agave lechuguilla*, 4. *Dasyllirion palmeri*, 5. *Opuntia imbricata*, 6. *Opuntia rastrera*, 7. *Fouquieria splendens*, 8. *Yucca rigida*, 9. *Jatropha dioica*, 10. *Mimosa biuncifera*, 11. *Ferocactus pilosus*, 12. *Flourenzia cernua*.

dowski, 1965; Marroquín *et al.*, 1981; Granados-Sánchez y Sánchez-González, 2003). (Figura 3).

Izotal. Es una asociación dominada por el género *Yucca* (izote o palma), común en suelos profundos o calichosos, a lo largo de abanicos aluviales, donde forman masas densas. Sobresalen los izotales de *Yucca filifera*, *Yucca carnerosana* y *Yucca rigida*. El suelo es somero (+/- 30 cm), con alto porcentaje de pedregosidad. La altitud varía de 1,500 a 1,800 m y la precipitación de 200 a 400 mm anuales. Las especies arbustivas características son: *Agave lechuguilla*, *A. striata*, *A. parry*, *Ferocactus pilosus*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Larrea tridentata*, *Parthenium argentatum*, *Thelocactus comothelos* y *T. fossulatus* (Rzedowski, 1965, 1978).

En el matorral rosetófilo dominado de *Yucca carnerosana*, que se encuentra en manchones dispersos desde Chihuahua hasta San Luis Potosí, predominan especies con hojas arregladas en forma de roseta. Entre las especies dominantes de estos matorrales se encuentran: *Yucca carnerosana*, *Agave lechuguilla*, *A. striata* y *Hechtia glomerata*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Parthenium argentatum*, *Parthenium incanum*, *Coldeia conescens*, *Condalia mexicana*, *Convania plicata*, *Croton dioicus*, *Cryptiantha albida*, *Dalea tuberculata*, *Dyssodia setifolia*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus pectinatus*, *Ephedra aspera*, *Ferocactus pilosus*, *Gochnatia hypoleuca*, *Gymnosperma glutinosum*, *Hechtia glomerata*, *Hesperaloe funifera*, *Jatropha dioica*, *Karwinskia mollis*, *Krameria cytisoides*, *Larrea tridentata*, *Lindleyella mespiloides*, *Loeselia cacrulea*,

Echinocereus conglomeratus, *E. pectinatus*, *Ephedra aspera*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Ferocactus pilosus*, *Fouquieria splendens*, *Gochnatia hypoleuca*, *Gymnosperma glutinosum*, *Haplopappus spinulosus*, *Hechtia glomerata*, *Heliotropium angustifolium*, *Jatropha dioica*, *Lycium berlandieri*, *Mentha piperita*, *Neolloydia conoidea*, *Nolina erumpens*, *Notholaena sinuata*, *Opuntia cantabrigiensis*, *O. microdasys*, *O. stenopetala*, *Cylindropuntia tunicata*, *Parthenium argentatum*, *P. incanum*, *Verbesina neomexicana*, *Viguiera stenoloba*, *Yucca carnerosana*, *Y. filifera*, *Y. rigida*, *Y. thompsoniana*, *Y. treculeana*, *Zaluzania triloba* and *Zinnia pumila*. The abundance of shrubs in these areas is notable. These species include: *Acacia roemeriana*, *A. constricta*, *A. neovernicosa*, *A. texensis*, *Jatropha dioica*, *Rhus lanceolata*, *R. trilobata*, *Mimosa boreales*, *Robinia neomexicana*, *Erodium texanum*, *Ungnadia speciosa*, *Limonium limbatum*, *Berberos repens*, *Berberis trifoliolata*, *Erysimum capitatum*, *Prosopis pubescens*, *Zinnia acerosa*, *Ziziphus obtusifolia*, *Dalea wrightii*, *Hoffmanseggia glauca*, *Brickellia laciniata*, and *Guaiacum angustifolium*. (Guzmán and Vela, 1959; Miranda and Hernández, 1963; Rzedowski, 1965; Marroquín *et al.*, 1981; Granados-Sánchez and Sánchez-González, 2003) (Figure 3).

Izotal. It is an association dominated by the genus *Yucca*, common in deep or caliche soils along alluvial fans, where they form dense masses. *Yucca filifera*, *Yucca carnerosana* and *Yucca rigida* stand out. The soil is shallow (+/- 30 cm), with a high percentage of



FIGURA 4. Perfil semirrealista del izotal en el Altiplano Potosino-Zacatecano. 1. *Yucca filifera*, 2. *Larrea tridentata*, 3. *Opuntia imbricata*, 4. *Cylindropuntia leptocaulis*, 5. *Opuntia rastrera*, 6. *Koeberlinia spinosa*, 7. *Prosopis glandulosa*.

FIGURE 4. Semi-realistic profile of yucca in the San Luis Potosi-Zacatecas highlands. 1. *Yucca filifera*, 2. *Larrea tridentata*, 3. *Opuntia imbricata*, 4. *Cylindropuntia leptocaulis*, 5. *Opuntia rastrera*, 6. *Koeberlinia spinosa*, 7. *Prosopis glandulosa*.

Leptochloa dubia, *Lophophora williamsii*, *Mandevilla karwinskii*, *Maytenus phyllanthoides*, *Mimosa zygophylla*, *Muhlenbergia monticola*, *Muhlenbergia rigida*, *Neopringlea integrifolia*, *Opuntia microdasys*, *Opuntia stenopetala*, *Cylindropuntia tunicata*, *Portlandia mexicana*. *Salvia ballotacflora*, *Setaria geniculata*, *Sophora secundiflora*, *Stipa emuneus*, *Suaeda fruticosa*, *Trudens pulchellus*, *Tridens grandiflorus*, *Turnera difusa*, *Viguiera stenoloba*, *Zaluzania triloba* (Figura 4).

Matorral crassicaule. En esta asociación abundan las cactáceas del género *Opuntia*, prevalece sobre sustrato riolítico, y ocupa laderas de cerros y abanicos aluviales. En ocasiones forma zonas de transición con el MDM y el pastizal. En Zacatecas la asociación *Opuntia-Prosopis* cubre amplias superficies, en cambio, en San Luis Potosí se restringe a las partes sur y sureste. Las especies dominantes son los arbustos: *Acacia constricta*, *A. schaffueri*, *A. tortuosa*, *Celtis pallida*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *C. imbricata*, *Dalea tuberculata*, *Echinocactus grandis*, *Ferocactus melocactiformis*, *Gymnosperma glutinosum*, *Ipomoea longifolia*, *Jatropha dioica*, *Mimosa biuncifera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia bulbispina*, *O. cantabrigiensis*, *O. engelmannii*, *O. kleiniae*, *O. leucotricha*, *O. microdasys*, *O. robusta*, *O. stenopetala*, *O. streptacantha*, *Prosopis laevigata* y *Yucca carnerosana* (Rzedowski, 1978; Marroquín et al., 1981; Granados-Sánchez y Sánchez-González, 2003) (Figura 5).

Pastizal. Es una comunidad natural formada por un estrato herbáceo de gramíneas perennes con una cobertura mayor de 70 %; se establece en terrenos planos, en donde las condiciones climáticas se tornan más

stoniness. Altitude varies from 1,500 to 1,800 m and precipitation from 200 to 400 mm annually. Characteristic shrub species are: *Agave lechuguilla*, *A. striata*, *A. parry*, *Ferocactus pilosus*, *Hechtia glomerata*, *Jatropha dioica*, *Larrea tridentata*, *Parthenium argentatum*, *Thelocactus comothelos* and *T. fossulatus* (Rzedowski, 1965, 1978).

In the rosette scrub dominated by *Yucca carnerosana*, which is found in scattered patches from Chihuahua to San Luis Potosi, species with leaves arranged in a rosette dominate. Among the dominant species of these shrubs are: *Yucca carnerosana*, *Agave lechuguilla*, *A. striata*, *Hechtia glomerata*, *Euphorbia antisiphilitica*, *Parthenium argentatum*, *Parthenium incanum*, *Coldenia conescens*, *Condalia mexicana*, *Convania plicata*, *Croton dioicus*, *Cryptiantha albida*, *Dalea tuberculata*, *Dyssodia setifolia*, *Echinocactus platyacanthus*, *Echinocereus pectinatus*, *Ephedra aspera*, *Ferocactus pilosus*, *Gochnatia hypoleuca*, *Gymnosperma glutinosum*, *Hechtia glomerata*, *Hesperaloe funifera*, *Jatropha dioica*, *Karwinskia mollis*, *Krameria cytisoides*, *Larrea tridentata*, *Lindleyella mespiloides*, *Loeselia cacrulea*, *Leptochloa dubia*, *Lophophora williamsii*, *Mandevilla karwinskii*, *Maytenus phyllanthoides*, *Mimosa zygophylla*, *Muhlenbergia monticola*, *Muhlenbergia rigida*, *Neopringlea integrifolia*, *Opuntia microdasys*, *Opuntia stenopetala*, *Cylindropuntia tunicata*, *Portlandia mexicana*, *Salvia ballotacflora*, *Setaria geniculata*, *Sophora secundiflora*, *Stipa emuneus*, *Suaeda fruticosa*, *Trudens pulchellus*, *Tridens grandiflorus*, *Turnera difusa*, *Viguiera stenoloba*, and *Zaluzania triloba* (Figure 4).

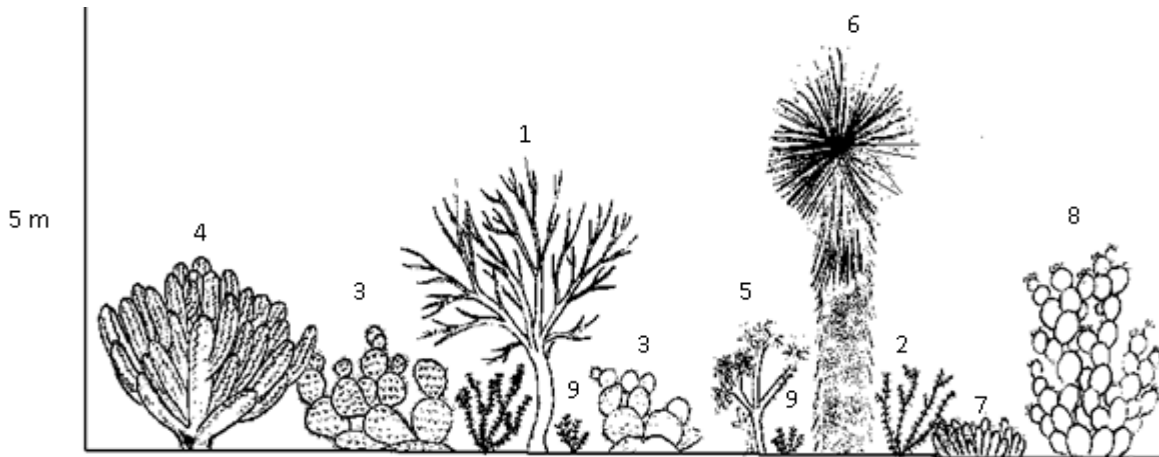


FIGURA 5. Perfil semirrealista del Matorral crasicaule. 1. *Prosopis glandulosa*, 2. *Larrea tridentata*, 3. *Opuntia rastrera*, 4. *Myrtillocactus geometrizans*, 5. *Cyllindropuntia imbricata*, 6. *Yucca carnerosana*, 7. *Cyllindropuntia tunicata*, 8. *Opuntia leucotricha*, 9. *Jatropha dioica*.

FIGURE 5. Semi-realistic profile of crassicaule scrub. 1. *Prosopis glandulosa*, 2. *Larrea tridentata*, 3. *Opuntia rastrera*, 4. *Myrtillocactus geometrizans*, 5. *Cyllindropuntia imbricata*, 6. *Yucca carnerosana*, 7. *Cyllindropuntia tunicata*, 8. *Opuntia leucotricha*, 9. *Jatropha dioica*.

húmedas, disminuye la temperatura y los suelos son más desarrollados. El pastizal o zacatal corresponde a una comunidad donde las gramíneas “zacates” son las plantas dominantes. Este tipo de vegetación, determinada ya sea por el clima, las condiciones especiales de suelo o por actividades humanas, se distribuye por todo el desierto y ocupa un área aproximada de 9 % de la superficie total. En los pastizales es posible encontrar otros grupos de plantas como son herbáceas, arbustos y ocasionalmente árboles de *Prosopis glandulosa* que dominan el paisaje y se combinan con el pastizal (Figura 6).

Pastizal de navajita. Se desarrolla preferentemente en los suelos de profundidad media de los valles, laderas y mesetas del oeste del desierto Chihuahuense, a lo largo del margen de la Sierra Madre Occidental, entre los 1,300 y 1,900 m de altitud, y cubre una superficie aproximada de 5 %. Se presenta también en mancho-

Crassicaule scrub. In this association, cacti of the genus *Opuntia* abound, taking root on rhyolite substrate and occupying hillsides and alluvial fans. Sometimes it forms a transition zone with MDS and grassland. In Zacatecas the *Opuntia-Prosopis* association covers large areas, while in San Luis Potosi it is restricted to the south and southeastern regions. The dominant shrub species are: *Acacia constricta*, *A. schaffneri*, *A. tortuosa*, *Celtis pallida*, *Cyllindropuntia leptocaulis*, *C. imbricata*, *Dalea tuberculata*, *Echinocactus grandis*, *Ferocactus melocactiformis*, *Gymnosperma glutinosum*, *Ipomoea longifolia*, *Jatropha dioica*, *Mimosa biuncifera*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia bulbispina*, *O. cantabrigiensis*, *O. engelmannii*, *O. kleiniae*, *O. leucotricha*, *O. microdasys*, *O. robusta*, *O. stenopetala*, *O. streptacantha*, *Prosopis laevigata* and *Yucca carnerosana* (Rzedowski, 1978; Marroquín et al., 1981;



FIGURA 6. Perfil semirrealista del ecotono mezquite-pastizal. 1. *Opuntia streptacantha*, 2. *Yucca carnerosana*, 3. *Cyllindropuntia imbricata*, 4. *Opuntia duranguensis*, 5. *Acacia constricta*, 6. *Mimosa biuncifera*.

FIGURE 6. Semi-realistic profile of the mesquite-grassland ecotone. 1. *Opuntia streptacantha*, 2. *Yucca carnerosana*, 3. *Cyllindropuntia imbricata*, 4. *Opuntia duranguensis*, 5. *Acacia constricta*, 6. *Mimosa biuncifera*.

nes en las montañas Davis de Trans-Pecos en Texas y en la sierra Maderas del Carmen en el norte de Coahuila. Las principales gramíneas son el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), el zacate banderilla (*Bouteloua curtipendula*), la navajita morada (*Bouteloua eriopoda*) y el zacate tres barbas (*Aristida* spp.). Esta comunidad se mezcla frecuentemente con el matorral desértico micrófilo de gobernadora (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1965, 1978). Otras especies pertenecientes a la familia Poaceae que se pueden encontrar en este tipo de vegetación son: *Aristida adscensionis*, *A. curvifolia*, *A. purpurea*, *Bothriochloa barbinodis*, *B. laguroides*, *Bouteloua barbata*, *B. curtipendula*, *B. eriopoda*, *B. gracilis*, *B. karwiskii*, *B. ramosa*, *B. trifida*, *Cenchrus ciliaris*, *Chloris virgata*, *Dasyochloa pulchella*, *Digitaria californica*, *D. cognata*, *Eragostis lehmanniana*, *Hilaria belangeri*, *H. mutica*, *Leptochloa dubia*, *Lycurus phieoides*, *Muhlenbergia arenacea*, *M. villiflora*, *Panicum hallii*, *P. obtusum*, *P. bicolor*, *Scleropogon brevifolius*, *Setaria leucopila*, *Sporobolus airoides*, *S. palmeri*, *Stipa editorum*, *S. leucotricha*. De especies pertenecientes a otras familias podemos enlistar las siguientes: *Argeratum corymbosum*, *Ambrosia confertiflora*, *Artemisia klotzschiana*, *Baccharis glutinosa*, *Gymnosperma glutinosum*, *Zaluzania trijoba*, *Zexmenia acerosa*, *Lapidium virginicum*, *Cylindropuntia imbricata*, *C. leptocaulis*, *C. kleiniae*, *Echinocactus horizontaliaus*, *E. platyacanthus*, *Echinocereus dubis*, *E. pectinatus*, *Ephitelanta micromeris*, *Ferocactus stainesi*, *F. uncinatus*, *Mammillaria gummifera*, *M. pottsii*, *Opuntia bulbispina*, *O. cantabrigiensis*, *O. microdasys*, *O. rastrera*, *O. stenopetala*, *O. streptacantha*, *Atriplex canescens*, *A. muricata*, *Cheopodium album*, *C. graveolens*, *C. murale*, *Salsola iberica*, *Suaeda palmeri*, *Apodanthera undulat*, *Cucurbita foetidissi*, *Ephedra aspera*, *Jatroba dioica*, *Acacia constricta*, *A. farnesiana*, *Dalea hospes*, *D. pogonathera*, *Mimosa buicifera*, *M. zygophylla*, *Prosopis glandulosa*, *Senna mesicicola*, *Lindleya mespilloides*, *Leucophyllum laevigatum*, entre otras.

Pastizal y vegetación halófila. Se localiza en cuencas aisladas con drenaje interno, donde se propicia la acumulación de sedimentos salinos formando una serie de valles o lagunas temporales y sobre suelos con altos contenidos de sales solubles. En condiciones alcalinas se presenta sobre todo en playas o en lagos secos. Entre las halófilas se encuentran fundamentalmente especies herbáceas y en mucho menor grado arbustivas, en el paisaje dominan *Acacia greggi*, *Allenrolfea occidentalis*, *Atriplex acanthocarpa*, *A. canescens*, *Clappia suaedaefolia*, *Cynodon dactylon*, el zacate salado *Distichlis spicata*, *Lycium berlandieri*, el mezquite *Prosopis glandulosa*, la rodadora *Salsola iberica*, el saladillo *Sesuvium verrucosum*, los macollos del zacatón alcalino *Sporobolus airoides* y el saladillo *Suaeda mexicana*.

Granados-Sánchez and Sánchez-González, 2003) (Figure 5).

Grassland. It is a natural community formed by an herbaceous stratum of perennial grasses with coverage over 70 %; it establishes in flatlands where climatic conditions become more humid, the temperature decreases and the soils are more developed. The grassland corresponds to a community where the pasture grasses are the dominant plants. This type of vegetation, determined by the weather, special soil conditions or by human activities, is distributed throughout the desert and occupies approximately 9 % of the total area. In the grasslands one can find other plant groups such as herbaceous plants, shrubs and occasional *Prosopis glandulosa* trees that dominate the landscape and combine with the grassland (Figure 6).

Grama grassland. It mainly develops in the medium-depth soils of the valleys, slopes and plateaus of the western Chihuahuan Desert, along the margin of the Sierra Madre Occidental, between 1,300 and 1,900 m high, and covers approximately 5 % of the total desert area. It also occurs in patches in the Trans-Pecos Davis Mountains in Texas and in the Sierra Maderas del Carmen in northern Coahuila. The main grasses are blue grama (*Bouteloua gracilis*), sideoats grama (*Bouteloua curtipendula*), black grama (*Bouteloua eriopoda*) and threeawns (*Aristida* spp.). This community is often mixed with the *Larrea tridentata* microphyll desert scrub (Miranda and Hernández, 1963; Rzedowski, 1965, 1978). Other species belonging to the family Poaceae that can be found in this vegetation type are: *Aristida adscensionis*, *A. curvifolia*, *A. purpurea*, *Bothriochloa barbinodis*, *B. laguroides*, *Bouteloua barbata*, *B. curtipendula*, *B. eriopoda*, *B. gracilis*, *B. karwiskii*, *B. ramosa*, *B. trifida*, *Cenchrus ciliaris*, *Chloris virgata*, *Dasyochloa pulchella*, *Digitaria californica*, *D. cognata*, *Eragostis lehmanniana*, *Hilaria belangeri*, *H. mutica*, *Leptochloa dubia*, *Lycurus phieoides*, *Muhlenbergia arenacea*, *M. villiflora*, *Panicum hallii*, *P. obtusum*, *P. bicolor*, *Scleropogon brevifolius*, *Setaria leucopila*, *Sporobolus airoides*, *S. palmeri*, *Stipa editorum*, and *S. leucotricha*. Of species belonging to other families we can list the following: *Argeratum corymbosum*, *Ambrosia confertiflora*, *Artemisia klotzschiana*, *Baccharis glutinosa*, *Gymnosperma glutinosum*, *Zaluzania trijoba*, *Zexmenia acerosa*, *Lapidium virginicum*, *Cylindropuntia imbricata*, *C. leptocaulis*, *C. kleiniae*, *Echinocactus horizontaliaus*, *E. platyacanthus*, *Echinocereus dubis*, *E. pectinatus*, *Ephitelanta micromeris*, *Ferocactus stainesi*, *F. uncinatus*, *Mammillaria gummifera*, *M. pottsii*, *Opuntia bulbispina*, *O. cantabrigiensis*, *O. microdasys*, *O. rastrera*, *O. stenopetala*, *O. streptacantha*, *Atriplex canescens*, *A. muricata*, *Cheopodium album*, *C. graveolens*, *C. murale*, *Salsola iberica*, *Suaeda palmeri*,

Vegetación de suelos yesosos. Se desarrolla sobre suelos con alta concentración de CaSO_4 , (yeso). Las especies más comunes son: *Dasyliirion palmeri*, *Dicranocarpus parviflorus*, *Drymaria* sp., *Ephedra dactylon*, *Fouquieria splendens*, *Muhlenbergia villiflora*, *Nama* sp., *Nerisyrenia linearifolia*, *Phacelia gypsogenia*, *Prosopis glandulosa*, *Sartwellia humilis* y *Yucca treculeana* (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 1978; Marroquín et al., 1981) (Figura 7).

Chaparral. Este tipo de vegetación arbustiva, también denominada matorral esclerófilo perennifolio, se mantiene siempre verde y su límite de altura es de 2 m. Se suelen presentar con *Yucca* sp. y arbustos de *Juniperus* sp. de aproximadamente 3 m de altura. Crece en las partes montañosas a alrededor de 2,000 m de altitud. El rasgo característico de las plantas de chaparral son las hojas esclerófilas. Este tipo de vegetación puede sustituir al zacatal o extenderse a mayores altitudes, entre el zacatal bien desarrollado y el bosque de pino, o bien alternar entre ellos (Rzedowski, 1978; Granados-Sánchez y Sánchez-González, 2003). En la sierra del Carmen el chaparral está dominado por diferentes especies de encinos: *Quercus intricata*, *Q. laceyi*, *Q. hypoxantha*, *Q. pringlei*, y las especies: *Arctostaphylos pungens*, *Berberis trifoliata*, *Ceanothus lanuginosus*, *Cercocarpus mojadensis*, *Condalia ericoides*, *Cowania plicata*, *Dasyliirion* sp., *Garrya ovata*, *Microrhamnus ericoides*, *Nolina erumpens*, *Rhus microphylla*, *R. trilobata*, *R. virens* y *Yucca carneosana*. Este tipo de vegetación está relacionado con el matorral submontano que se presenta más al oeste, en condiciones pobres y con mayor influencia desértica (Marroquín et al., 1981).

Apondanthera undulat, *Cucurbita foetidissi*, *Ephedra aspera*, *Jatroba dioica*, *Acacia constricta*, *A. farnesiana*, *Dalea hospes*, *D. pogonathera*, *Mimosa buicifera*, *M. zygophylla*, *Prosopis glandulosa*, *Senna mensicola*, *Lindleya mespilloides*, and *Leucophyllum laevigatum*, among others.

Grassland and halophytic vegetation. It is located in isolated watersheds with internal drainage, which promotes the accumulation of saline sediments, forming a series of valleys or temporary lagoons, and on soils with high soluble salt content. Under alkaline conditions, it occurs mainly in beaches or dry lakes. Among the halophytes are mostly herbaceous species and to a much lesser extent shrubs, with the landscape dominated by *Acacia greggi*, *Allenrolfia occidentalis*, *Atriplex acanthocarpa*, *A. canescens*, *Clappia suaedaefolia*, *Cynodon dactylon*, the saltgrass *Distichlis spicata*, *Lycium berlandieri*, the mesquite *Prosopis glandulosa*, the tumbleweed *Salsola iberica*, the saladillo *Sesuvium verrucosum*, the tillers of the alkali sacaton *Sporobolus airoides* and the saladillo *Suaeda mexicana*.

Chalky soil vegetation. It develops on soils with high CaSO_4 (chalk) concentration. The most common species are: *Dasyliirion palmeri*, *Dicranocarpus parviflorus*, *Drymaria* sp., *Ephedra dactylon*, *Fouquieria splendens*, *Muhlenbergia villiflora*, *Nama* sp., *Nerisyrenia linearifolia*, *Phacelia gypsogenia*, *Prosopis glandulosa*, *Sartwellia humilis* and *Yucca treculeana* (Miranda and Hernández, 1963; Rzedowski, 1978; Marroquín et al., 1981) (Figure 7).

Chaparral. This type of shrub vegetation, also

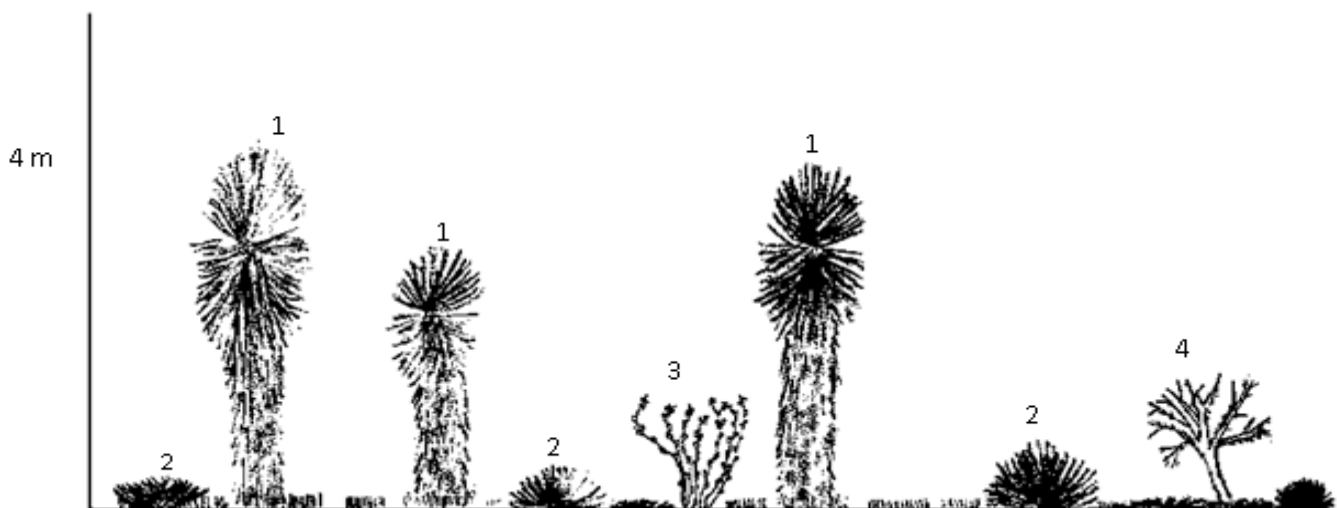


FIGURA 7. Perfil semirrealista de la vegetación de dunas en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila. 1. *Yucca treculeana*, 2. *Dasyliirion palmeri*, 3. *Fouquieria splendens*, 4. *Prosopis glandulosa*.

FIGURE 7. Semi-realistic profile of the dune vegetation in the Cuatrociénegas Valley, Coahuila. 1. *Yucca treculeana*, 2. *Dasyliirion palmeri*, 3. *Fouquieria splendens*, 4. *Prosopis glandulosa*.

Bosque de piñonero-enebro. El pino piñonero (*Pinus cembroides* Zucc.) se distribuye en las partes bajas de las montañas, en el límite con la altiplanicie árida en el norte de México y se presenta desde el sureste de Arizona y suroeste de Nuevo México, en altitudes de 1,500 a 2,650 m. Para el estado de Coahuila se mencionan *Pinus culminicola*, *P. cembroides* y *P. pinceana* en los municipios de Saltillo, General Cepeda, Parras y Arteaga en el sur del estado. El bosque de pino piñonero forma comunidades más o menos bien definidas y caracterizadas por el tamaño reducido de las hojas; las principales especies son: *Arbutus xalapensis*, *Juniperus monticola*, *J. deppeana*, *Pinus cembroides*, *P. greggi* y *Yucca carnerosana* que prosperan en lugares con poca pendiente y sobre suelos someros.

El bosque aciculiescuamifolio de *Juniperus deppeana*, *J. flaccida* y *Pinus cembroides* se localiza en la Sierra Madre Oriental y en Nuevo León. En el estado de Chihuahua *Pinus cembroides* y *P. edulis* se distribuyen en los municipios de Janos, Casas Grandes, Galeana, Ignacio Zaragoza, Cuauhtémoc y Bachiniva. La topografía es de lomeríos bajos, de aspecto suave y redondeado, con pendientes uniformes que varían de 5 a 30 %. Se desarrolla en altitudes entre 1,600-2,200 m. Las especies características son *Juniperus monosperma* y *Quercus* spp. y en las partes altas *Pinus cembroides*. Las gramíneas más importantes son *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *B. curtispindula*, *B. chondrosioides*, *Elyonorus barbiculmis*, *Enneapogon desvauxii*, *Eragrostis intermedia*, *Leptochloa dubia*, *Lycurus phleoides*, *Panicum bulbosum*, *Setaria macrostrachya* y *Trichachne californica*, entre otras.

En la Sierra Madre Occidental del estado de Durango se registra *Pinus cembroides* y *P. discolor*, en altitudes de entre 1,800-3,200 m. Se reconoce la asociación *Pinus cembroides-Juniperus-Quercus*, compuesta por árboles de menos de 10 m de altura, entre los 2,000 y 2,200 m de altitud. La especie dominante es *Pinus cembroides*, otros árboles son *Juniperus deppeana* var. *deppeana*, *J. erythrocarpa*, *Quercus chihuahuensis*, *Q. deserticola*, *Q. emory*, *Q. laeta* y *Yucca carnerosana*.

En la sierra de Catorce, en el estado de San Luis Potosí, se reconocen otras asociaciones, como el bosque de pino piñonero-encinar arbustivo-chaparral, en altitudes de entre 2,550-2,850 m. Las especies características de esta asociación fueron: *Pinus cembroides*, *Quercus pringlei*, *Q. eduardii*, *Rhus andreuxi*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Ceanothus coeruleus*, *Gutierrezia microcephala*, *Zinnia juniperifolia* y *Chrysactinia mexicana*, entre otras (Granados-Sánchez y Sánchez-González, 2003).

Bosque de coníferas. Están asociados a relieves muy variables, con pendientes muy escabrosas,

called evergreen sclerophyllous scrub, always stays green and its height limit is 2 m. They usually occur with *Yucca* sp. and *Juniperus* sp. shrubs of approximately 3 m in height. It grows in mountainous areas up to about 2,000 m above sea level. The characteristic feature of chaparral plants is their sclerophyllous leaves. This vegetation type can replace grassland or spread to higher altitudes, between the well-developed grassland and the pine woodland, or alternate between them (Rzedowski, 1978; Granados-Sánchez and Sánchez-González, 2003). In the Sierra del Carmen, chaparral is dominated by different species of oak, specifically *Quercus intricata*, *Q. laceyi*, *Q. hypoxantha*, and *Q. pringlei*, and the following species: *Arctostaphylos pungens*, *Berberis trifoliata*, *Ceanothus lanuginosus*, *Cercocarpus mojadensis*, *Condalia ericoides*, *Cowania plicata*, *Dasyllirion* sp., *Garrya ovata*, *Microrhamnus ericoides*, *Nolina erupens*, *Rhus microphylla*, *R. trilobata*, *R. virens* and *Yucca carnerosana*. This vegetation type is related to the submontane scrub that occurs further west, in poor conditions and with greater desert influence (Marroquin et al., 1981).

Juniper-Pinyon woodland. The pinyon pine (*Pinus cembroides* Zucc.) is distributed in the lower mountain areas on the border with the arid high plateau in northern Mexico and occurs from southeastern Arizona and southwestern New Mexico, at altitudes of 1,500 to 2,650 m. For the state of Coahuila, the most noteworthy species are *Pinus culminicola*, *P. cembroides*, and *P. pinceana* in the municipalities of Saltillo, General Cepeda, Parras and Arteaga in the south of the state. The pinyon pine woodland forms relatively well-defined communities characterized by their small leaf size; the main species are *Arbutus xalapensis*, *Juniperus monticola*, *J. deppeana*, *Pinus cembroides*, *P. greggi* and *Yucca carnerosana*, which thrive in places with little slope and shallow soils.

The aciculiescuamifolio forest of *Juniperus deppeana*, *J. flaccida* and *Pinus cembroides* is located in the Sierra Madre Oriental and in Nuevo León. In the state of Chihuahua, *Pinus cembroides* and *P. edulis* are distributed in the municipalities of Janos, Casas Grandes, Galeana, Ignacio Zaragoza, Cuauhtémoc and Bachiniva. The topography is low hills, which look smooth and rounded, with uniform slopes ranging from 5 to 30 %. It develops at altitudes between 1,600-2,200 m. The characteristic species are *Juniperus monosperma* and *Quercus* spp. and, in the higher areas, *Pinus cembroides*. The most important grasses are *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *B. curtispindula*, *B. chondrosioides*, *Elyonorus barbiculmis*, *Enneapogon desvauxii*, *Eragrostis intermedia*, *Leptochloa dubia*, *Lycurus phleoides*, *Panicum bulbosum*, *Setaria macrostrachya* and *Trichachne californica*, among others.

en cañones, roquedales, pequeños valles en la cima de montañas y en laderas del piamonte. Los climas característicos fluctúan de templados, fríos (ambos semi-húmedos), hasta cálidos y secos. La temperatura disminuye con la altitud, que varía de 1,500 hasta poco más de 3,000 m. Se desarrollan sobre sustrato ígneo y kárstico. La altitud en la región de Mapimí es cercana a 2,000 m, y al este, en la región del Salado, menor de 1,800 m. La precipitación anual es de 650 mm; 65 % de ésta cae entre julio y septiembre. La temperatura promedio anual varía de 9.5 a 18 °C.

Las especies características del estrato arbóreo son: *Cupressus arizonica*, *Juniperus pachyphlaca*, *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite* y *Populus tremuloides*. Los arbustos más comunes son *Ceanothus* sp., *Lonicera* sp., *Mahonia* sp., *Rhamnus* sp. y *Viburnum* sp. En el cañón de Santa Elena, en Chihuahua, en un clima templado y altitudes entre 2,250 y 3,000 m se desarrolla el bosque de pino-encino, con los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo bien definidos. Muller (1939, 1947) describió la vegetación de la Sierra Madre Oriental como un tipo de forestación húmeda a lo largo del este del desierto; incluyó la sierra del Carmen, la sierra de Parras, Coahuila, y la sierra Madre. Las especies arbóreas más comunes son *Pinus arizonica* y *P. teocote*; predominan también *Acer brachypterum*, *Cupressus* sp., *Juniperus* sp., *Quercus gravesii*, *Q. hypoleucoides*, *Q. muehlenbergii*. En las partes bajas los arbustos más importantes son *Ceanothus coeruleus* y *Lonicera pilosa*. En las herbáceas predominan gramíneas como *Andropogon scoparius*, *Bouteloua curtipendula*, *Elymus canadensis* y *Muhlenbergia emersleyi*.

Bosque de oyamel. Se presenta en un clima templado y húmedo, la precipitación fluctúa de 750 a 1,000 mm anuales. La temperatura media anual es de 4.5-13 °C. Las especies arbóreas características son *Abies* sp., *Pinus ayacahuite*, *Populus tremuloides* y *Pseudotsuga menziesii*. En el estrato herbáceo son *Achillea* sp., *Blepharouuron* sp., *Bromus* sp., *Castilleja* sp., *Festuca* sp., *Geranium* sp., *Lupinus* sp., *Poa* sp., *Trisetum* sp. y *Viola* sp.

En la sierra de Maderas del Carmen este tipo de vegetación se desarrolla en los macizos montañosos más altos, por arriba de 2,500 m. La característica distintiva es la dominancia de *Abies coahuilensis*, *Pinus arizonica* y otras especies asociadas. Los árboles son altos y rectos, con dosel cerrado y pobre desarrollo de arbustos y zacatales, excepto en los claros. En los rodales mejor desarrollados, en la cima de la sierra del Carmen, las especies arbóreas comunes son *Acer brachypterum*, *Cupressus arizonica*, *Pinus arizonica*, *Populus tremuloides*, *Pseudotsuga taxifolia*, *Quercus gravesii*, *Q. hypoleucoides* y *Q. muehlenbergii* (Rzedowski, 1978; Marroquín et al., 1981; Jiménez-Guzmán y Zúñiga-Ramos, 1991) (Figura 8).

In the Sierra Madre Occidental in the state of Durango, *Pinus cembroides* and *P. discolor* are found at altitudes of between 1,800-3,200 m. The recognized *Pinus cembroides-Juniperus-Quercus* association consists of trees less than 10 m in height, located between 2,000 and 2,200 m in altitude. The dominant species is *Pinus cembroides*, while the other trees are *Juniperus deppeana* var. *deppeana*, *J. erythrocarpa*, *Quercus chihuahuensis*, *Q. deserticola*, *Q. emory*, *Q. laeta* and *Yucca carnerosana*.

In the Sierra de Catorce, in the state of San Luis Potosi, other associations are recognized, such as the pinyon pine-oak shrub-chaparral forest, at altitudes of between 2,550-2,850 m. The characteristic species of this association are: *Pinus cembroides*, *Quercus pringlei*, *Q. eduardii*, *Rhus andreuxi*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Ceanothus coerleus*, *Gutierrezia microcephala*, *Zinnia juniperifolia* and *Chrysactinia mexicana*, among others (Granados-Sánchez and Sánchez-González, 2003).

Coniferous forest. They are associated with highly variable relief, with very rugged slopes, in canyons, rocky areas, small mountaintop valleys and piedmont slopes. Characteristic climates include temperate, cold (both semi-humid) and warm and dry. Temperature decreases with altitude, which ranges from 1,500 to just over 3,000 m. They develop on igneous and karst substrate. The altitude in the Mapimi region is close to 2,000 m, and to the east, in the Salado region, less than 1,800 m. Annual rainfall is 650 mm, of which 65 % falls between July and September. Mean annual temperature varies from 9.5 to 18 °C.

Characteristic species of the tree layer are: *Cupressus arizonica*, *Juniperus pachyphlaca*, *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite* and *Populus tremuloides*. The most common shrubs are *Ceanothus* sp., *Lonicera* sp., *Mahonia* sp., *Rhamnus* sp. and *Viburnum* sp. In the Santa Elena Canyon in Chihuahua, in a temperate climate at altitudes between 2,250 and 3,000 m, the pine-oak woodland develops with well-defined tree, shrub and herbaceous layers. Muller (1939, 1947) described the vegetation of the Sierra Madre Oriental as a kind of wet afforestation along the eastern desert, including the Sierra del Carmen, the Sierra de Parras, Coahuila, and the Sierra Madre. The most common tree species are *Pinus arizonica* and *P. teocote*, while others that predominate are *Acer brachypterum*, *Cupressus* sp., *Juniperus* sp., *Quercus gravesii*, *Q. hypoleucoides*, and *Q. muehlenbergii*. In the lower levels the most important shrubs are *Ceanothus coeruleus* and *Lonicera pilosa*. As for the herbaceous species, grasses such as *Andropogon scoparius*, *Bouteloua curtipendula*, *Elymus canadensis* and *Muhlenbergia emersleyi* predominate.

Fir forest. It occurs in a temperate and humid

Vegetación ribereña. La vegetación ribereña se caracteriza por la presencia de un estrato arbóreo constituido por álamos y sauces, distribuidos a lo largo de las riberas de arroyos húmedos y del río Bravo. En esta asociación son comunes los elementos de otros tipos de vegetación circundante como *Acacia farnesiana*, *Arundo donax*, *Cephalanthus occidentalis*, *Phragmites australis*, *Populus acuminata*, *Prosopis glandulosa*, *Chilopsis linearis*, *Celtis pallida*, *Salix nigra*, *S. interior*, *S. taxifolia*, *Tamarix gallica* (pinabete) y *T. chinensis*.

CONCLUSIONES

Las comunidades de las zonas áridas presentan patrones espaciales y temporales característicos. El clima y la topografía son los principales factores que crean estos patrones al limitar la productividad vegetal; la densidad y la composición de especies influyen indirectamente en los procesos de formación del suelo (Godínez, 1998; Huerta-Martínez y García-Moya, 2004).

Los procesos geomorfológicos son el común denominador de la evolución de los paisajes desérticos; la meteorización mecánica a través del crecimiento de cristales de sal es un proceso dominante y de gran importancia; la fragmentación de las rocas a través de la expansión y contracción térmica durante el ciclo diario de calentamiento y enfriamiento es también un proceso universal. Aunque la meteorización química es considerada relativamente menos importante, la hidrólisis y la oxidación afectan a los silicatos cuando están expuestos al medio. La superficie de los cantos, guijarros y afloramientos rocosos se oscurece por las finas películas de arcilla, óxidos de hierro y manganeso que los cubre (barniz del desierto). (Reynolds, 1986; McAuliffe, 1994).

La evaporación del agua del suelo y subterránea que es transportada hacia la superficie por capilaridad, produce una gran variedad de costras en las rocas. La capa superficial de arenisca está conformada por la corteza dura originada por la deposición de los carbonatos. En los suelos desérticos (aridisoles) la precipitación del carbonato cálcico forma a menudo una capa dura, el horizonte petrocálcico (caliche). Cuando esta capa de caliche se erosiona, origina relieves semejantes a los acantilados, mesas y cerros, testigos de los estratos sedimentarios erosionados, también son comunes las costras formadas por yeso (Godínez, 1998; Sanchez y Granados, 2003).

La topografía es modelada principalmente por el agua en movimiento, aunque hay sitios en donde una lluvia ocurre una vez cada varios años; cuando ésta se produce, los cauces de agua realizan una importante labor como agentes de erosión, transporte y sedimentación. Sin una cobertura vegetal amplia que proteja el terreno y frene el descenso del agua vertiente abajo,

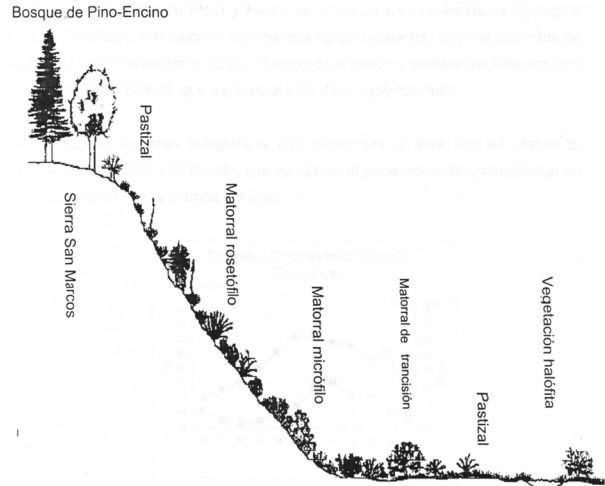


FIGURA 8. Perfil fisiognómico general de la vegetación de Cuatrociénegas, Coahuila.

FIGURE 8. General physiognomic profile of the vegetation of Cuatrociénegas, Coahuila.

climate, with precipitation ranging from 750 to 1,000 mm annually. Mean annual temperature is 4.5-13 °C. Characteristic tree species are *Abies* sp., *Pinus ayacahuite*, *Populus tremuloides* and *Pseudotsuga menziesi*. In the herbaceous layer are *Achillea* sp., *Blepharouuron* sp., *Bromus* sp., *Castilleja* sp., *Festuca* sp., *Geranium* sp., *Lupinus* sp., *Poa* sp., *Triestum* sp. and *Viola* sp.

In the Sierra de Maderas del Carmen, this vegetation type develops in the higher mountainous ranges, above 2,500 m. The distinctive characteristic is the dominance of *Abies coahuilensis*, *Pinus arizonica* and other associated species. The trees are tall and straight, with closed canopy and poor development of shrubs and grasslands, except in the clearings. In the better-developed stands, at the top of the Sierra del Carmen, the common tree species are *Acer brachypterum*, *Cupressus arizonica*, *Pinus arizonica*, *Populus tremuloides*, *Pseudotsuga taxifolia*, *Quercus gravesii*, *Q. hypoleucooides* and *Q. muhlenbergii* (Rzedowski, 1978; Marroquín et al., 1981; Jiménez-Guzmán and Zúñiga-Ramos, 1991) (Figure 8).

Riparian vegetation. Riparian vegetation is characterized by the presence of a tree layer consisting of poplars and willows, distributed along the banks of wet creeks and the Rio Grande. In this association, the elements of other types of surrounding vegetation are common, such as *Acacia farnesiana*, *Arundo donax*, *Cephalanthus occidentalis*, *Phragmites australis*, *Populus acuminata*, *Prosopis glandulosa*, *Chilopsis linearis*, *Celtis pallida*, *Salix nigra*, *S. interior*, *S. taxifolia*, *Tamarix gallica* (fir) and *T. chinensis*.

las cantidades de derrubio transportadas hasta los ríos son muy grandes. En un clima seco los ríos discurren a lo largo de grandes acumulaciones de aluviones permeables, y el agua de la corriente se infiltra en el lecho y contribuye a la acumulación de agua subterránea (Brison y Reynolds, 1994).

Los abanicos aluviales son conos bajos de arenas y gravas cuyo perfil se parece al de un abanico japonés abierto. El vértice, o punto central del abanico, está situado en la boca de un cañón o barranco y se va abriendo sobre la llanura adyacente. Los abanicos aluviales son de tamaño muy variable; algunos pueden alcanzar varios kilómetros. Los ríos que originan estos abanicos transportan grandes cargas de materiales procedentes de las partes elevadas.

El suelo y la vegetación están estrechamente integrados; afectan el ciclo de nutrimentos y la adecuación de los organismos. Los suelos pobres de las partes altas quedan al descubierto por la escasa cobertura vegetal, mientras que en las pendientes suaves y prolongadas, denominadas bajadas, se acumula suelo como producto del intemperismo y del acarreo de materiales a las partes bajas, generándose cadenas de vegetación a través de este gradiente (Schlesinger *et al.*, 1996; Ugalde *et al.*, 2008).

La concentración de nutrimentos del suelo cambia a lo largo de gradientes, en zonas inclinadas el fósforo es escaso, y en las partes bajas, relativamente abundante. Esto se correlaciona con los patrones de distribución y productividad de las especies vegetales. En la base de la bajada suele presentarse la denominada playa de sustrato arenoso y una prolongada área de aluvión, en ocasiones interrumpida, además de arroyos en posición vertical u horizontal, con la subsiguiente presencia de árboles y arbustos freatofíticos como las mezquiteras (*Prosopis* sp. y *Acacia* sp.).

La distribución de la vegetación suele ser muy espaciada, con excepción de los sitios húmedos, como los arroyos. Las plantas arbustivas generan microhábitat (oasis) para otras plantas mediante la caída foliar y el aporte de las raíces. Debajo de los arbustos la concentración del nitrógeno es más elevada que en los claros; el mantillo y la humedad se acumulan más en estas "islas de fertilidad". Aunado a esto, se han encontrado altas concentraciones de fósforo debido a la presencia de micorrizas (Miranda *et al.*, 2004; Valiente-Banuet y Ezcurra, 1991).

Las islas de fertilidad tienen un impacto importante en la biodiversidad del desierto, ya que los arbustos funcionan como nodrizas al crear un hábitat protector contra la radiación directa y la herbivoría. Este efecto constituye la base de la restauración ecológica en las regiones áridas (García-Moya y McKell, 1970).

La mayoría de los desiertos se caracterizan por su

CONCLUSIONS

Communities in arid zones have characteristic spatial and temporal patterns. Weather and topography are the main factors that create these patterns by limiting plant productivity; the density and composition of species indirectly influences soil formation processes (Godínez, 1998; Huerta-Martínez and García-Moya, 2004).

Geomorphological processes are the common denominator behind the evolution of desert landscapes. Mechanical weathering through the growth of salt crystals is a dominant process of great importance. Rock fragmentation through thermal expansion and contraction during the daily cycle of warming and cooling is also a universal process. Although chemical weathering is considered relatively less important, hydrolysis and oxidation affect silicates when exposed to the environment. The surface of small stones, pebbles and rock outcrops are obscured by thin films of clay and iron and manganese oxides that cover them (desert varnish) (Reynolds, 1986; McAuliffe, 1994).

Evaporation of soil water and the transport of groundwater to the surface by capillary action produce a great variety of crusts on the rocks. The surface sandstone layer is formed by the hard crust caused by the deposition of carbonates. In desert soils (aridisols), calcium carbonate precipitation often forms a hard layer, the petrocalcic horizon (caliche). When this caliche layer is eroded, it results in reliefs similar to cliffs, tablelands and hills, evidence of the eroded sedimentary layers; crusts formed by gypsum are also common (Godínez, 1998; Sánchez and Granados, 2003).

The topography is mainly shaped by moving water, although there are places where rain occurs once every few years. When this happens, the water channels perform an important role as agents of erosion, transport and sedimentation. Without an extensive vegetation cover that protects the land and halts the descent of water down the slope, the amount of washout transported to the rivers is very large. In a dry climate, rivers flow along large accumulations of permeable alluvium, and stream water infiltrates into the bed and contributes to the accumulation of groundwater (Brison and Reynolds, 1994).

Alluvial fans are low sand and gravel cones whose profile resembles that of an opened Japanese fan. The apex, or central point of the fan, is located at the mouth of the canyon or gorge and opens onto the adjacent plain. Alluvial fans are very variable in size, with some reaching several kilometers in length. The rivers that cause these fans carry large loads of materials from the upper elevations.

cobertura vegetal abierta y espaciada. En Norteamérica oscila entre 8 y 15 % en las áreas donde dominan *Larrea tridentata* y *Artemisia tridentata*. En áreas con vegetación mixta, dominadas por 4-12 especies perennes, la cobertura aumenta hasta 15-30 %. En sitios muy diversos la cobertura puede alcanzar valores de 30 a 60 %. Es posible que la distribución equidistante entre las especies dominantes sea el resultado de la competencia a nivel de raíz. Cuando varias especies coexisten, los hábitos de sus raíces son diferentes. Por ejemplo, las raíces de *Opuntia fulgida* y de *Franseria deltoidea* están verticalmente separadas en el suelo, pero se traslapan parcialmente con las de *Larrea tridentata*. En consecuencia, la estructura de la comunidad está determinada por la densidad y distribución de *L. tridentata*, la cual regularmente tiene cobertura de alrededor 69 % (Yeaton et al., 1977; Brison y Reynolds, 1994).

La composición florística de la mayoría de las comunidades desérticas es notablemente estable y sólo cambia la abundancia relativa de cada especie a través del tiempo. Los cambios secuenciales ocurren en sitios muy perturbados; en este caso se considera que la naturaleza de las comunidades es simplemente un artefacto de las estrategias de sobrevivencia de las especies componentes. Se ha sugerido que los cambios subsecuentes de la cubierta vegetal son controlados por la frecuencia e intensidad de disturbio ambiental, más que por la interacción de las especies. La distribución de *Opuntia leptocaulis* está relacionada con la presencia de *L. tridentata*; el establecimiento inicial de esta cactácea es favorecido por la acción del viento al transportar el suelo debajo de los arbustos, la eficiente interceptación de humedad por las raíces someras del cactus provoca la muerte de la gobernadora. Al quedar expuestas las raíces a la acción constante de los agentes erosivos, el cactus muere. El sitio vacante es posteriormente recolonizado por plántulas de *Larrea tridentata* (Yeaton, 1978).

Mientras que algunas de las regiones montañosas inaccesibles del DC poseen comunidades vegetales relativamente intactas, una gran parte de las planicies está muy perturbada por el cambio de uso del suelo. El pastoreo, el bombeo excesivo de los mantos acuíferos y la sustracción ilegal de plantas y animales nativos son los principales peligros para la biodiversidad del DC (Hoyt, 2002). La familia Cactaceae comprende cerca de 100 géneros y aproximadamente 1,500 especies; de éstas, 258 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL- 2001). La máxima ocurrencia de especies de cactáceas en riesgo se da en la porción sureste del DC, particularmente en los estados de Coahuila (29 spp.), San Luis Potosí (26 spp.), Tamaulipas (25 spp) y Nuevo León (24 spp). Esta vasta área constituye el núcleo de concentración de especies de cactáceas más importante del Continente Americano (Weninger, 1991; Huerta y

The soil and vegetation are closely integrated, affecting nutrient cycling and the adaptation of organisms. The poor soils of the upper regions are exposed by the low vegetation cover, while the long, gentle slopes, called bajadas, accumulate soil as a result of the weathering and carrying of materials to the lower areas, generating vegetation catenas along this gradient (Schlesinger et al., 1996; Ugalde et al., 2008).

The concentration of soil nutrients changes along gradients; in sloping areas, phosphorous levels are low, but in lower areas they are relatively high. This correlates with the distribution and productivity patterns of plant species. At the base of the bajada, the so-called beach of sandy substrate and a prolonged alluvial area are usually present, sometimes interrupted, plus vertical or horizontal streams, with the subsequent presence of phreatophytic trees and shrubs such as the mesquites (*Prosopis* sp. and *Acacia* sp.).

The distribution of vegetation is usually well-spaced, except for wet sites, such as streams. Bushy plants produce microhabitat (oasis) for other plants through leaf fall and the contribution of the roots. Beneath the shrubs the nitrogen concentration is higher than in the clearings, as humus and moisture build up more in these "islands of fertility". Added to this, high phosphorous concentrations have been found due to the presence of mycorrhizae (Miranda et al., 2004; Valiente-Banuet and Ezcurra, 1991).

These islands of fertility have a major impact on desert biodiversity, as the shrubs act as nurse plants by creating a protective habitat against direct radiation and herbivory. This effect forms the basis of ecological restoration in arid regions (García-Moya and McKell, 1970).

Most deserts are characterized by open and well-spaced vegetation cover. In North America, it varies between 8 and 15 % in areas dominated by *Larrea tridentata* and *Artemisia tridentata*. In areas with mixed vegetation, dominated by 4-12 perennial species, coverage increases to 15-30 %. In very different sites, coverage can reach values of 30 to 60 %. It is possible that the equidistant distribution between dominant species is the result of competition at the root level. When several species coexist, the habits of their roots are different. For example, *Opuntia fulgida* and *Franseria deltoidea* roots are vertically separated in the ground, but partially overlapping with those of *Larrea tridentata*. Consequently, the community structure is determined by the density and distribution of *L. tridentata*, which normally has coverage of around 69 % (Yeaton et al., 1977; Brison and Reynolds, 1994).

The floristic composition of most desert communities is remarkably stable and only the relative abundance

García-Moya, 2004).

A pesar de la problemática ambiental en el desierto de Chihuahua, cuando uno lo visita siempre hay algo de interés que ver y admirar. Sus paisajes son de rara y diversa belleza. Los hombres y las bestias en ocasiones han sucumbido a las duras condiciones de la vida en este desierto, condiciones muy semejantes a las que podemos encontrar en todas las zonas desérticas del mundo, pero también han aprendido a entenderlo y a adaptarse a este escenario que se ha constituido en su hábitat.

LITERATURA CITADA

- ARREDONDO G. A.; SOTOMAYOR J. M. 2009. Cactáceas en categoría de riesgo del estado de San Luis Potosí. INIFAP. México. 98 p.
- BRISON, J.; REYNOLDS, J. F. 1994. The effect of neighbors on root distribution in a creosotebush (*Larrea tridentata*) population. *Ecology* 75: 1693-1702.
- BROWN, E. 1982. Chihuahuan desert scrub. *Desert Plants* 4: 2110.
- GARCÍA-MOYA E.; FLORES, F. J. 1996. Aprovechamiento de Plantas Silvestres de Zonas Áridas de México Desierto y Pastizal. *Revista de Geografía Agrícola*. 22-23. p.
- GARCÍA-MOYA E.; McKELL C. M. 1970. Contribution of shrubs to the nitrogen ecology of a desert-wash plant community. *Ecology*. 51: 81-88.
- GARCÍA E.; VIDAL, R.; HERNÁNDEZ, C. M. R. 1985. Aspectos climáticos de las zonas áridas del norte de la altiplanicie mexicana. *Boletín del Instituto de Geografía* 15: 41-74.
- GENTRY, H. S. 1957. Los pastizales de Durango. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F. 361 p.
- GODÍNEZ, H. 1998. Los desiertos mexicanos, sus características e importancia. *Ciencia y Desarrollo* 143: 17-22.
- GRANADOS-SÁNCHEZ, D.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, A. 2003. Clasificación fisonómica de la vegetación de la Sierra de Catorce San Luis Potosí a lo largo de un gradiente altitudinal. *Terra* 21: 321-332.
- GUZMÁN, G.; VELA, Y. 1959. Contribución al conocimiento de la vegetación del suroeste de Zacatecas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 25: 46-61.
- HENRICKSON, J. Y.; JOHNSTON, M. C. 1986. Vegetation and community types of the Chihuahuan Desert. En: BARLOW, J. C., POWELL, A. M.; TIMMERMAN, B. N. Volumen II: 20-39.
- HENRICKSON, J.; STRAW, R. M. 1976. A gazetteer of the Chihuahuan Desert region. A supplement to the Chihuahuan Desert flora. California State University, Los Angeles.
- HUERTA-MARTÍNEZ, F. M.; GARCÍA-MOYA, E. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el

of each species changes over time. The sequential changes occur in heavily disturbed sites; in this case, the nature of the communities is considered as simply an artifact of the survival strategies of the component species. It has been suggested that the subsequent changes in vegetation cover are controlled by the frequency and intensity of environmental disturbance, rather than species interaction. The distribution of *Opuntia leptocaulis* is related to the presence of *L. tridentata*; the initial establishment of this cactus is favored by the wind blowing soil under the shrubs; the efficient interception of moisture by the cactus' shallow roots kills the creosotebush shrub. By having its roots exposed to the constant action of erosive agents, the cactus dies. The vacant site is then recolonized by *Larrea tridentata* seedlings (Yeaton, 1978).

While some of the inaccessible mountainous regions in the Chihuahuan Desert have relatively intact plant communities, a large part of the plains is very disturbed by land-use change. Grazing, overpumping of aquifers and the illegal appropriation of native plants and animals are the major threats to the CD's biodiversity (Hoyt, 2002). The family Cactaceae comprises about 100 genera and about 1,500 species; of these, 258 species are in some category of risk within the Mexican Official Norm (NOM-059-ECOL-2001). The highest occurrence of cactus species at risk is the southeastern portion of the CH, particularly in the states of Coahuila (29 spp.), San Luis Potosí (26 spp.), Tamaulipas (25 spp.) and Nuevo León (24 spp.). This vast area contains the core concentration of the most important cactus species in the Americas (Weninger, 1991; Huerta and García-Moya, 2004).

Despite the environmental problems in the Chihuahuan Desert, when one visits it there is always something of interest to see and admire. Its landscapes offer a rare and diverse beauty. Men and beasts have sometimes succumbed to the harsh conditions of life in this desert, conditions very similar to those found in other desert areas of the world, but they have also learned to understand and adapt to this setting that has become their habitat.

End of English Version

ambiente en un área semiárida del centro de México. *Interciencia* 29 (8): 435-441.

HERNÁNDEZ, M. H.; GOETTSCH, B.; GÓMEZ-HINOSTROSA, C.; ARITA T. H. 2008. Cactus species turnover and diversity along a latitudinal transect in the Chihuahuan Desert Region. *Biodivers Conserv* 17:703-720.

HERNÁNDEZ, M. H.; GÓMEZ-HINOSTROSA, C.;

- GOETTSCHE, B. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. *Harvard Papers in Botany* 9 (1): 51-68.
- HOYT, A. C. 2002. The Chihuahuan Desert: Diversity at Risk. *Endangered Species Bulletin* 27(2): 16-17.
- HUERTA-MARTÍNEZ, F. M.; GARCÍA-MOYA, E. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del centro de México. *Interciencia* 29 (8): 435-441.
- JÍMENEZ-GUZMAN, A.; ZÚÑIGA-RAMOS, M. A. 1991. Caracterización biológica de Sierra Maderas del Carmen, Coahuila, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 62 (2): 373-382.
- LEOPOLD, A. S. 1950. Vegetation zones of México. *Ecology* 31: 507-518.
- MARROQUÍN, S. J.; BORJA L. G.; VELÁZQUEZ C. R.; DE LA CRUZ C. J. A. 1981. Estudio ecológico dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación especial Núm. 2. México, D. F.
- McAULIFFE, J. R. 1994. Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert bajadas. *Ecological Monographs* 64: 11-48
- MIRANDA, F.; HERNÁNDEZ X. E. 1963. Fisiografía y vegetación. En: *Las zonas áridas del centro y noreste de México*. Ed. IMRNR. México, D.F. 1-27 p.
- MIRANDA, J. D.; PADILLA F.M.; PUGNAIRE, F.I. 2004. Sucesión y restauración en ambientes semiáridos. *Ecosistemas*. (URL:<http://www.aeet.org/ecosistemas/041/investigacion4.htm>).
- MORAFKA, D. J. 1977 "A biogeographical analysis of the Chihuahua desert through its herpetofauna". Dr. W. JUNK B. V., Publishers, The Hague.
- PIZZETTI, M. 1986. Guide to cacti and succulents. Simon y Schuster Inc. 384 p.
- REYNOLDS, J. 1986. Adaptative strategies of desert shrubs with special reference to the creosotebush. En: *Pattern and process in desert ecosystems*. University of New Mexico Press. 139 p.
- RZEDOWSKI, J. 1965. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Científica Potosina* 1,2: 5-291.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México, D. F. 432 p.
- SÁNCHEZ G. A.; GRANADOS S. D. 2003. Ordenación de la Vegetación de la Sierra Catorce, San Luis Potosí, a lo largo de gradientes ambientales. *Rev. Terra* 21-3: 311-319.
- SCHMIDT, R. H. 1986. Chihuahuan climate. En: J. C. BARLOW; A. M. POWELL; B. N. TIMMERMANN (eds.). *Chihuahuan Desert U.S. and Mexico, Vol II. Chihuahuan Desert Research Institute, Sul Ross State University, Alpine, Texas*. pp. 40-63.
- SEMARNAT [Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales]. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL- 2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 2a Sección, 6 de marzo de 2002.
- SCHLESINGER, W. H.; RAIKES, J. A.; HARTLEY A. E.; CROSS, A. F. 1996. On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. *Ecology* 77: 364-374.
- SHREVE, F. 1942. The desert vegetation of North America. *Botanical Review* 8: 195-246.
- SUTTON, A. 2000. El Desierto Chihuahuense, nuestro desierto. Fondo Mundial para la Naturaleza. URL:<http://www.pronatura.org>.
- UGALDE, A. J.; GRANADOS-SÁNCHEZ D.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, A. 2008. Sucesión en el matorral desértico de *Larrea tridentata* (DC.) Cov. en la Sierra de Catorce, San Luis Potosí, México. *Terra Latinoamericana* 26: 153-160.
- VALIENTE-BANUETA,.; EZCURRA E. 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxxaunia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana*. *Journal of Ecology* 79: 961-971.
- YEATON, R. I. 1978. A cyclical relationship between *Larrea tridentata* and *Opuntia leptocaulis* in the northern Chihuahuan Desert. *Journal of Ecology* 66: 651-656.
- YEATON, R. I.; TRAVIS, J.; GILINSKY, E. 1977. Competition and spacing in plant communities: the Arizona upland association. *Journal of Ecology* 65: 587-595.
- WENINGER, D. 1991. Cacti of Texas and neighboring states: A Field Guide. Austin: University of Texas Press 310 p.