



ESPECIES VEGETALES EN PELIGRO, SU DISTRIBUCIÓN Y ESTATUS DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DONDE SE PRESENTAN

ENDANGERED VEGETAL SPECIES, THEIR DISTRIBUTION AND CONSERVATION STATUS OF THE ECOSYSTEMS IN WHICH THEY OCCUR

Mario Humberto Royo-Márquez¹, Alicia Melgoza-Castillo² y Gustavo Quintana-Martínez²

RESUMEN

En México, la norma oficial mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) integra especies de flora y fauna silvestres en riesgo, pero no especifica su distribución geográfica. Como base para la realización de planes de conservación en el estado de Chihuahua es importante identificar las plantas incluidas en dicha norma, otras que deberían integrarse por su distribución restringida y rareza, así como el estado de conservación de los ecosistemas donde se presentan. En este contexto, se revisó una base de datos de alrededor de 4 000 especies de la flora de la entidad; se consultó la literatura disponible; y se realizaron visitas a diversos herbarios. En total se documentaron 195 taxa, 59 con estatus según la NOM-059, pertenecientes a 40 géneros y 21 familias, de los cuales, 19 especies son endémicas para México. Además, se proponen 31 taxa de 23 géneros y nueve familias, para ser estudiadas y evaluar su posible incorporación en la Norma, ya que son endemismos locales o registros únicos para México. Se sugieren 105 especies consideradas como raras, incluidas en 76 géneros y 37 familias. Los bosques y pastizales presentan el mayor número de especies con estatus y la más grande superficie con vegetación secundaria, lo que indica que esos ecosistemas presentan diversos grados de deterioro. Se requieren estudios poblacionales de las especies propuestas para plantear estrategias de conservación y manejo sustentable de los ecosistemas donde se desarrollan.

Palabras clave: Especies en riesgo, especies endémicas, especies raras, degradación, tipos vegetación, vegetación secundaria.

ABSTRACT

In Mexico, the official Mexican standard (NOM-059-SEMARNAT-2010) lists wild animal and vegetal endangered species but does not specify their geographical distribution. As a basis for the development of conservation plans in the state of Chihuahua, it is important to identify the plants included in this standard and other species that should be incorporated in it due to their restricted distribution and rarity, as well as the conservation status of the ecosystems in which they occur. Within this context, a database containing approximately 4 000 plant species in the state was revised, the available literature was consulted, and visits were made to several herbariums. A total of 195 taxa were documented -59 of them with a status according to the NOM-059 standard-, belonging to 40 genera and 21 families, of which 19 species are endemic for Mexico. Besides, 31 taxa of 23 genera and 9 families are proposed to be studied and for assessment of their potential incorporation to the standard, as they are local endemisms or unique registers for Mexico. The incorporation of 105 species which belong to 76 genera and 37 families and are considered as rare is suggested. Forests and grasslands have the highest number of species with a status and the largest surface with secondary vegetation, which indicates that these ecosystems show various degrees of deterioration. Population studies of the proposed species are required in order to formulate conservation and sustainable management strategies for the ecosystems in which they occur.

Key words: Endangered species, endemic species, rare species, degradation, vegetation types, secondary vegetation.

Fecha de recepción/date of receipt: 14 de junio de 2012; Fecha de aceptación/date of acceptance: 18 de junio de 2013

¹ Sitio Experimental Campana-Madera, CIR-Norte Centro-INIFAP.

² Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Correo-e: amelgoza@uach.mx

INTRODUCCIÓN

México es uno de los 12 países mega diversos del mundo, con 10 a 12 % de la diversidad global. En relación con las plantas, ocupa el quinto lugar (WCMC, 1994; Magaña y Villaseñor, 2002), con base en las más de 200 mil especies vegetales identificadas a nivel mundial (Toledo, 1994); Sarukhán *et al.* (2009) citan que lo anterior se debe a que en el país existen los cinco tipos de biomas que hay en el planeta, nueve de los 11 tipos de hábitat, 51 de las 91 ecorregiones y 25 de las 28 categorías de suelos reconocidos. De los aproximadamente 22 mil taxa de plantas vasculares registrados en el territorio nacional (Rzedowski, 1991a), 9 300 especies son endémicas, lo que equivale a 52 % (Rzedowski, 1991b). Por otro lado, en los estudios florísticos del norte de México sobresalen Durango con 3 630 taxa (González *et al.*, 1991); Coahuila con 3 207 (Villarreal, 2001); y Chihuahua con 4 008 (Melgoza *et al.*, 2005). En Coahuila, Villarreal y Encina (2005) consignan 350 taxa endémicos o de distribución restringida; es decir, 11.2 % de la flora estatal; la mayor parte de ellas forman parte de los matorrales micrófilo y rosetófilo.

A nivel mundial se documentan 12 055 plantas amenazadas, con categorías como baja preocupación (LC) y datos deficientes (DD) (IUCN, 2008). Se registran como principales causas de amenaza: la población en aumento, el cambio de uso de suelo, la deforestación, el sobre pastoreo, la extracción y comercio ilegal, la introducción de especies exóticas y el cambio climático (Robbins, 2003; Semarnat, 2005; Hernández *et al.*, 2007), sobre todo en la ecorregión del Desierto Chihuahuense (Towsend *et al.*, 2002; Callaway y Maron, 2006; Royo *et al.*, 2006).

En México se tiene la norma oficial mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010) cuyo objetivo es identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo. En ella, se integra un total de 983 plantas vasculares. Los grupos con el mayor número de taxa en riesgo son las cactáceas con 324; orquídeas, con 188; y palmas, con 64. Del total de cactáceas catalogadas en la Norma, 136 especies se encuentran en el Desierto Chihuahuense (Hernández *et al.*, 2004), y se agrupan en las categorías de extintas (E), peligro de extinción (P), amenazada (A) y sujeta a protección especial (Pr). Estudios estatales registran en San Luis Potosí 29 especies y cinco variedades en riesgo, de las cuales corresponden a cactáceas 23 especies y cuatro variedades (Salas *et al.*, 1999). En el estado de Nuevo León, Alanís *et al.* (2004) identifican 66 especies en riesgo, que corresponden a 38 de la familia Cactaceae; y para Querétaro, 17 especies de cactáceas (Hernández *et al.*, 2007).

A la par con la cuantificación de la flora en riesgo, es importante conocer el estado de conservación de los ecosistemas donde se desarrollan. La Semarnat (2005) cita que en 2002, 72.58 % del territorio nacional estaba compuesto por comunidades naturales y solo 50.8 % de ellas mantenían su

INTRODUCTION

Mexico is one of the 12 countries with a megadiversity in the world, as it harbors 10 to 12 % of the global diversity. In relation to plants, it occupies the fifth place (WCMC, 1994; Magaña and Villaseñor, 2002), based on the over 200 thousand vegetal species identified worldwide (Toledo, 1994); Sarukhán *et al.* (2009) quote that this is because the five types of biomes, 9 out of the 11 types of habitat, 51 out of the 91 eco-regions and 25 out of the 28 categories of soils known existing in the planet are present in the country. Of the approximately 22 thousand taxa of vascular plants registered in the national territory (Rzedowski, 1991a), 9 300 species -i.e. 52 %- are endemic (Rzedowski, 1991b). On the other hand, in the floral studies of northern Mexico, Durango stands out with 3 630 taxa (González *et al.*, 1991); Coahuila, with 3 207 (Villarreal, 2001), and Chihuahua, with 4 008 (Melgoza *et al.*, 2005). In Coahuila, Villarreal and Encina (2005) register 350 endemic taxa, or taxa with a limited distribution, which amount to 11.2 % if the state's flora; most of these are part of the microphyte and rosetofile shrubs.

12 055 endangered plant species are documented worldwide, with such categories as low concern (LC) and deficient data (DD) (IUCN, 2008). The main causes of endangerment registered are the increasing population, the change of use of the soil, deforestation, overgraze, illegal extraction and trade, the introduction of exotic species, and the climate change (Robbins, 2003; Semarnat, 2005; Hernández *et al.*, 2007), especially in the eco-region of the Chihuahua desert (Towsend *et al.*, 2002; Callaway and Maron, 2006; Royo *et al.*, 2006).

In Mexico there is the official Mexican standard NOM-059-SEMARNAT-2010 (Semarnat, 2010), whose purpose is to identify the endangered wild animal and plant species or populations. This Standard lists a total of 983 vascular plants. The groups with the highest number of endangered taxa are the cactaceae, with 324; orchids, with 188, and palm trees, with 64. Of the total of cactaceae species cataloged in the Standard, 136 are located in the Chihuahua desert (Hernández *et al.*, 2004), and are grouped in the following categories: extinct (E), endangered (Ed), threatened (T) and subject to special protection (Pr). State studies list 29 species and five endangered varieties in San Luis Potosí, of which 23 species and four varieties are cactaceae (Salas *et al.*, 1999). In the state of Nuevo León, Alanís *et al.* (2004) identify 66 species at risk, of which 38 belong to the Cactaceae family, and 17 species of cactaceae in Querétaro (Hernández *et al.*, 2007).

Along with the quantification of the endangered plant species, it is important to know the conservation status of the ecosystems where they occur. In 2002, according to Semarnat (2005), 72.85 % of the national territory consisted of natural communities, and only 50.8 % of them still kept their primary

vegetación primaria; esto pone en evidencia que el resto presenta disturbio total o parcial por actividades humanas o naturales. De igual manera, 44 % de los suelos estaban degradados en categorías de moderado a extremo y se consignan como principales causas: el sobrepastoreo, con 42 %; la deforestación, con 19 %; y el cambio de uso de suelo, con 12 %, en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas.

En el caso de los bosques templados, las causas de degradación son la deforestación, cambio de uso de suelo y sobrepastoreo con porcentajes de 38, 28 y 20 %, respectivamente. A nivel estatal, las tasas de deforestación anual en el período comprendido entre 1993 y 2000 fueron de -1.141, -0.427 y -0.799 ha año⁻¹, lo que equivale a una pérdida de 473, 236, y 41 mil hectáreas en siete años, para los bosques, matorrales y selvas (Semarnat, 2005). Por otra parte, Pinedo *et al.* (2007) determinaron una superficie sobreestimada de 35 % para el bosque; dichos autores indican que entre 1993 y 2007 se perdieron alrededor de 630 mil hectáreas. Los pastizales no tienen un mejor estado de conservación que los bosques en el estado, ya que de 1978 a 2004, 6.4 millones de hectáreas perdieron su condición o buen estado de salud (Royo *et al.*, 2008; Valerio *et al.*, 2005).

Otro factor de riesgo para las especies es la rareza, ya que un bajo número y una distribución restringida las hace vulnerables a cualquier tipo de cambio, antrópico o natural (IUCN, 2008; Hernández *et al.*, 2007). Para el estado de Chihuahua, el INEGI (2003) describe cuatro grandes tipos de vegetación: Matorral, Pastizal, Bosque y Selva, que cubren 32, 29, 24 y 3 % de la superficie, respectivamente. El porcentaje restante se compone de 5 % sin vegetación aparente y 7 % por áreas abiertas a la agricultura, cuerpos de agua, manchas urbanas, etcétera. En este trabajo se pretende: identificar las plantas incluidas en la NOM-059 para Chihuahua, determinar en qué tipo de vegetación se desarrollan y proponer nuevos taxa en posible riesgo; además de, analizar la información cruzada entre el número de especies en peligro por ecosistema y la superficie perdida de la vegetación original, con la finalidad de identificar los ecosistemas con mayor riesgo. Este análisis servirá para determinar regiones o áreas prioritarias de conservación en la entidad que concentren el mayor número de especies de plantas en riesgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estado comprende dos provincias fisiográficas que corren de norte a sur, al este se localiza la provincia de Sierras y Llanuras del Norte y al oeste, la Sierra Madre Occidental. Se tomaron como base los tipos de vegetación descritos por Cotecoca (1978) e INEGI (2003), se subdividieron en 10, según su forma de vida y por las condiciones edáficas que determinan su composición.

vegetation. It is evident from this that the rest of these communities have been totally or partially disturbed by human activities or by nature. Likewise, 44 % of the soils were moderately to extremely degraded; the main causes for this are overgraze, with 42 %; deforestation, with 19 %, and the change of soil use, with 12 %, in arid, semi-arid and subhumid areas.

In temperate forests, the causes for the degradation are deforestation, the change of use of the soil, and overgraze, with percentages of 38, 28 and 20 %, respectively. At state level, the annual deforestation rates in the period between 1993 and 2000 were -1.141, -0.427 and -0.799 has per year⁻¹; this is equivalent to a loss of 473, 236, and 41 thousand hectares, of forests, scrublands and rain forests, respectively, in the course of seven years (Semarnat, 2005). On the other hand, Pinedo *et al.* (2007) determined an overestimated surface of 35 % for forests; these authors point out that during the period between 1993 and 2007 approximately 630 thousand hectares were lost. The conservation status of the grasslands is not better than that of the forests at state level: from 1978 to 2004, 6.4 millions of hectares lost their condition or their good health status (Royo *et al.*, 2008; Valerio *et al.*, 2005).

Another risk factor for the species is rarity, as a low number and a restricted distribution renders them vulnerable to any type of change, anthropic or natural (IUCN, 2008; Hernández *et al.*, 2007). For the state of Chihuahua, INEGI (2003) describes four great types of vegetation: scrublands, grasslands, forests and rain forests, which cover 32, 29, 24 and 3 % of the surface, respectively. The remaining percentage is made up of 5 % without apparent vegetation and 7 % of areas open to agriculture, water bodies, urban sprawls, etc. The purpose of this work is to identify the plant species included in the NOM-059 standard for Chihuahua, to determine in which type of vegetation they occur and to propose new potentially endangered taxa, besides analyzing the cross information between the number of endangered species by ecosystem and the surface lost to the original vegetation, in order to identify the most endangered ecosystems. This analysis will be helpful in determining the priority conservation regions or areas in the state containing the highest number of endangered plant species.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The state includes two physiographic provinces from north to south; to the east lies the province of the Northern Sierras and Plains, and to the west, Sierra Madre Occidental. The vegetation types described by Cotecoca (1978) and INEGI (2003) were taken as basis and subdivided in 10, according to their life forms and to the edaphic conditions that determine their makeup.

Matorrales Desérticos Micrófilos. Es el tipo de mayor extensión y amplia distribución; se ubica de norte a sur y desde la parte central del estado hacia el este. Está constituido por diversas especies arbustivas de tamaño mediano (1 a 2 m). Los principales tipos son: 1) Inerme Parvifolio, 2) Subinerme, 3) Subespinoso, 4) Espinoso, y 5) Alto Espinoso. Las especies dominantes son *Larrea tridentata* (DC.) Coville (gobernadora), *Flourensia cernua* DC. (hojasén), *Prosopis glandulosa* Torr. (mezquite), *Acacia neovernicosa* Isley y *A. constricta* Benth. (largoncillo), con dominancia variable según el tipo de matorral en los primeros cuatro (González, 1972). El Matorral Alto Espinoso se presenta en pequeñas vegas de arroyos, con arbustivas de 3 a 4 m de alto, predominancia de: mezquite, largoncillo, *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm. (granjel) y *Koeberlinia spinosa* Zucc. (junco). En general, la topografía de los matorrales micrófilos es plana ondulada, lomeríos bajos y medianos. La pendiente varía de 0 a 20 % y la altitud desde 900 a 1 500 m. Los tipos climáticos corresponden al muy seco templado (BWk) y el muy seco semicálido (BWh); temperatura media anual de 15 a 22 °C; la precipitación pluvial de 200 a 300 mm anuales, régimen de lluvias en verano, época seca de 7 a 9 meses y período libre de heladas de 195 a 280 días.

Matorral de Médanos. Se localiza en la parte media del norte centro del estado. La comunidad está formada por un complejo de especies de arbustivas y gramíneas, principalmente, *Atriplex-Sporobolus*, hasta sitios desprovistos de vegetación. Los componentes principales son *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. (chamizo), mezquite, *Atriplex acanthocarpa* (Torr.) S. Watson (saladillo), *Sporobolus airoides* (Torr.) Torr. (zacatonas alcalino), *S. flexuosus* Rydb. (flexuoso) y *S. contractus* Hitchc. (compacto). Se caracteriza por llanuras con montículos de arena y dunas móviles por acción del viento; la altitud de 1 200 a 1 400 m. El clima es muy seco templado con verano cálido (BWk); la temperatura media anual de 16 a 18 °C; la precipitación pluvial de 200 a 250 mm anuales, régimen de lluvias en verano, época seca de 10 meses y período libre de heladas de 210 días.

Matorral Rosetófilo. Se localiza en la región oriental; está constituido por especies arbustivas de hojas carnosas y dispuestas en rosetas, con tallo corto o no visible. Las principales especies son *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla); *Yucca* spp. (palma) y *Dasyllirion leiophyllum* Engelm. ex Trel. (sotol) (González, 1972). La topografía del terreno es de cerros y escarpados con pendiente que varía de 25 a más de 60 %, la altitud de 900 a 1 600 m. El clima dominante es el muy seco semicálido (BWh); temperatura media anual de 18 a 22 °C; la precipitación pluvial de 250 a 300 mm anuales, régimen de lluvias en verano, época seca de 8 a 10 meses y período libre de heladas de 260 a 280 días.

Pastizales. Se les encuentra principalmente en los valles centrales de las estribaciones de la Sierra Madre Occidental. Están compuestos por gramíneas perennes de talla mediana (0.5

Microphyle desert shrubs. This is the most widespread and most broadly distributed type; it is located from north to south and from the central part of the state to the east. It consists of various middle-sized (1 to 2 m) shrub species. The main types are 1) Unarmed Parvifolium, 2) Sub-unarmed, 3) Sub-spiny, 4) Spiny, y 5) Highly Spiny. The dominant species are *Larrea tridentata* (DC.) Coville (creosote bush), *Flourensia cernua* DC. (tarbush), *Prosopis glandulosa* Torr. (honey mesquite), and *Acacia neovernicosa* Isley (viscid acacia) and *A. constricta* Benth. (whitethorn acacia), with a variable dominance according to the type of shrub among the first four (González, 1972). High Thorny Shrubs occur in small stream meadows, with 3 to 4 m high bushes, of which mesquite, whitethorn acacia, *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm. (desert hackberry) and *Koeberlinia spinosa* Zucc. (allthorn) are predominant. In general, the topography of the microphyle shrubs is flat or undulating, with low and medium hills. The slope ranges between 0 and 20 %, and the altitude, between 900 and 1 500 m. The climate types are very dry temperate (BWk), and very dry semi-warm (BWh); the mean annual temperature ranges between 15 and 22 °C; the annual rain precipitation is 200 to 300 mm, with summer rainfalls, a dry season of 7 to 9 months and frost-free period of 195 to 280 days.

Dune Shrubs. They are localized in middle part of the northern center of the state. This community is formed by a complex of bushes and gramineae, primarily *Atriplex-Sporobolus*, and even areas devoid of vegetation. Its main components are *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. (four-wing saltbush), mesquite, *Atriplex acanthocarpa* (Torr.) S. Watson (armed saltbush), *Sporobolus airoides* (Torr.) Torr. (alkali sacaton), *S. flexuosus* Rydb. (mesa dropseed) and *S. contractus* Hitchc. (spike dropseed). It is characterized by plains with sand mounds and dunes that are moved by the action of the wind, and its altitude is 1 200 to 1 400 m. The climate is very dry, temperate, with a warm summer (BWk); the annual mean temperature ranges between 16 and 18 °C, and the annual rain precipitation, between 200 and 250 mm, with summer rainfalls, a dry season of 10 months and a frost-free period of 210 days.

Rosetophylous scrubs. These are located in the Eastern region. They consist of shrubs with fleshy leaves arranged in rosettes, with a short or invisible stem. The main species are *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla); *Yucca* spp. (yucca) and *Dasyllirion leiophyllum* Engelm. ex Trel. (green sotol) (González, 1972). The topography of the terrain is made up of mountains and crags with a slope between 25 and over 60 %, and an altitude between 900 and 1 600 m. The dominant climate is very dry and semi-warm (BWh); the annual mean temperature is 18 to 22 °C, and the annual rain precipitation, 250 to 300 mm, with summer rainfalls, a dry season of 8 to 10 months and frost-free period of 260 to 280 days.



a 1 m), en un complejo de especies de navajitas y tres barbas (*Bouteloua-Aristida*). La topografía del terreno son planicies de gran extensión, en partes con ondulaciones de lomeríos bajos de aspecto suave, hasta quebrados; la pendiente varía de 0 a 50 %, la altitud de 1 300 a 2 000 m. El clima es seco templado con verano cálido: (BS₀k) y (BS₁k); temperatura media anual de 15 a 18 °C; precipitación pluvial de 300 a 500 mm anuales, régimen de lluvias en verano, época seca de siete a nueve meses y período libre de heladas de 200 a 250 días.

Pastizales Halófitos y Gipsófilos. Se desarrollan en las partes bajas de las planicies cerradas; los conforman gramíneas de 0.5 a 2 m de alto, resistentes a concentraciones altas de sales, suelos muy alcalinos y mal drenados. Domina *Pleuraphys mutica* Buckley (zacate toboso) y el zacatón alcalino; en las zonas de transición con los matorrales se asocian con mezquite y chamizo (González 1972). La topografía del terreno es plana con pendientes que varían de 0 a 4 %, la altitud de 1 180 a 2 100 m. El clima es variado y no es el principal factor que determina la presencia de pastizal.

Bosque de Encino. Se extiende al pie de la Sierra Madre Occidental, en las zonas de transición entre los pastizales del altiplano y las selvas bajas de las barrancas con el bosque de pino. Lo conforman especies arbóreas de 4 a 7 m de altura, domina el género *Quercus* y en algunos sitios el tásate (*Juniperus monosperma* (Engelm.) Sarg.) y pino piñonero (*Pinus cembroides* Zucc.). La topografía del terreno es de lomeríos bajos a altos, pendiente de 10 a 60 %; altitud varía de 800 a 1 000 m en la vertiente del Pacífico y de 1 650 a 2 100 m en la vertiente interior. El clima es seco templado (BS₀k); temperatura media anual de 13 a 18 °C; la precipitación pluvial de 350 a 500 mm anuales, régimen de lluvias en verano, época seca de siete a ocho meses y período libre de heladas de 180 a 215 días. Se observa en clima seco semicálido (BS₀k), temperatura media anual es de 18 a 22 °C; precipitación pluvial de 400 a 500 mm anuales. Y el BWk con temperatura media anual de 14 a 18 °C y precipitación de 200 a 300 mm anuales.

En los encinares de los barrancos el clima es semicálido, subhúmedo con lluvias de verano [(A) C (wc)]; temperatura media anual de 18 a 22 °C; precipitación pluvial de 700 a 1 000 mm anuales, distribuidas de junio a octubre, con una época seca de cinco a seis meses y período libre de heladas de 285 días.

Bosque de Pino. Se localiza, principalmente, en las partes más altas de la Sierra Madre Occidental, sobre las laderas intermedias de ambas vertientes (Pacífico e interior), y en los ramales y prolongaciones hacia el oriente de la sierra. Las especies arbóreas alcanzan de 6 a 20 m de altura, con dominancia del género *Pinus*. La topografía del terreno es abrupta con pendientes que varían de 2 a más de 70 %; la altitud de 1 600 m en los límites con Sinaloa y de 2 250 a 3 000 msnm en la vertiente interior. Los climas

Grasslands. These are located primarily in the central valleys of the foothills of Sierra Madre Occidental. They are made up of middle-sized perennial gramineae (0.5 to 1 m), in a complex of species having small blades and three bristles (*Bouteloua-Aristida*). The topography of the terrain is made up of vast plains, in certain parts with undulations of soft-looking low hills or even crags; the slope is 0 to 50 %, and the altitude, from 1 300 to 2 000 m. The climate is dry, temperate, with a warm summer (BS₀k) and (BS₁k); the mean annual temperature is 15 to 18 °C; the annual rain precipitation is 300 to 500 mm, with summer rainfalls, a dry season of seven to nine months, and frost-free period of 200 to 250 days.

Halophyte and Gypsophile Grasslands. They occur in the lower parts of enclosed plains; they are made up of graminaceae 0.5 to 2 m high, resistant to high salt concentrations, and extremely alkaline and poorly drained soils. Dominant species are *Pleuraphis mutica* Buckley (tobosagrass) and the alkali zacatón; in transitional areas with shrubs, these are associated with the mesquite and four-wing saltbush (González, 1972). The topography of the terrain is flat with slopes ranging between 0 and 4 % and an altitude of 1 180 to 2 100 m. The climate is varied and is not the main factor that determines the presence of the grasslands.

Oak forest. It stretches at the foot of Sierra Madre Occidental, in the transition areas between the grasslands of the high plateau and low rain forests of the ravines and the pine forest. It is made up of tree species 4 to 7 m high; the dominant genus is *Quercus*, and in some locations, the one-seed juniper (*Juniperus monosperma* (Engelm.) Sarg.) and the pinyon pine (*Pinus cembroides* Zucc.). The topography of the terrain consists of low to high hills, with 10 to 60 % slope; its altitude ranges between 800 and 1 000 m in the Pacific Watershed and between 1 650 and 2 100 m in the inner watershed. The climate is dry temperate (BS₀k); the mean annual temperature is 13 to 18 °C; the annual rain precipitation is 350 to 500 mm, with summer rainfalls, a dry season of seven to eight months, and frost-free period of 180 to 215 days. It occurs in dry, semi-warm climates (BS₀k) with a mean annual temperature of 18 to 22 °C and an annual rain precipitation between 400 and 500 mm, and in BW k, with a mean annual temperature of 14 to 18 °C and an annual precipitation of 200 to 300 mm.

In the oak forests of the ravines, the climate is semi-warm, subhumid, with summer rainfalls [(A) C (wc)]; a mean annual temperature of 18 to 22 °C; an annual rain precipitation between 700 and 1 000 mm, distributed between June and October; a dry season of five to six months, and a frost-free period of 285 days.

Pine Forest. Located mainly in the higher parts of Sierra Madre Occidental, on the intermediate mountainsides of both watersheds (Pacific and inner), as well as in their branches and

que dominan son el seco templado con verano cálido (BS₀k) y el templado subhúmedo [C (w₁)], con temperatura media anual de 10 a 17 °C; precipitación pluvial de 650 a 1 000 mm anuales, con precipitaciones en invierno en el clima C(w₁), época seca de cuatro a siete meses y período libre de heladas de 160 a 210 días.

Selva Baja Caducifolia. Se localiza en la región suroeste del estado, sobre las laderas interiores de las barrancas. Está constituida por especies arbóreas de 8 a 12 m de altura, domina el mauto (*Lysiloma divaricatum* Jacq. J.F. Macbr.), tepeguaje (*Lysoloma watsoni* Rose, *L. microphylla* Benth.), torote (*Bursera microphylla* A. Gray), torote prieto (*B. laxiflora* S. Watson) y mulato (*B. grandifolia* (Schlecht.) Engl.). La topografía del terreno es abrupta con pendientes que de 20 a más de 70 %; la altitud de 450 hasta 900 m. El clima es húmedo y semicálido [(A) C(w₁)]; temperatura media anual de 22 a 25 °C; la precipitación pluvial es de 600 a 800 mm anuales, con régimen de lluvias en verano, época seca de seis meses, sin heladas durante el año.

Riparia o Humedales. Se presenta a lo largo y ancho del estado, comunidades cuyo común denominador es ser más mésicas que las condiciones naturales de precipitación del lugar, o involucra ríos, arroyos, lagos, playas y ojos de agua. Dominan los árboles de *Populus* spp., *Prosopis* spp., *Salix* spp., *Celtis laevigata* var. *reticulata* (Torr.) LD. Benson, *Platanus* spp., *Juglans* spp., *Alnus* spp., *Anisacanthus* spp., *Ficus cotinifolia* Kunth, *F. petiolaris* Kunth, *F. pertusa* L.f., *Forestiera acuminata* (Michx.) Poir., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Ambrosia monogyra* (Torr. & A. Gray) Strother et B.G. Baldw., *Sideroxylon tepicense* (Standl.) T.D.Penn., entre otros (Rzedowski, 1978; Lebgue *et al.*, 2005).

Toma y Análisis de datos

Los registros de las especies incluidas en la NOM 059 (Semarnat, 2010) se obtuvieron de una base de datos de alrededor de 4 000 taxa y de la consulta de los listados florísticos publicados para Chihuahua (Lebgue y Valerio, 1985; Spellenberg *et al.*, 1996; Valdés *et al.*, 1975; Estrada *et al.*, 1997; Estrada y Martínez, 2000; García, 1986; Royo y Melgoza, 2001; Valencia, 2004; Lebgue *et al.*, 2005; Enriquez-Anchondo, 2003; Herrera y Peterson, 2007). Además, se realizaron visitas a diferentes herbarios de México y Estados Unidos de América: Rancho Experimental La Campana (INIFAP), Facultad de Zootecnia (UACH), Universidad Agraria Antonio Narro en Saltillo, CIIDIR en Durango, Universidad de Sul Rose en Alpine, Texas y el Jardín Botánico del Desierto Chihuahuense en Fort Davis, Texas.

Una vez identificadas las especies se desarrollaron fichas con la información consultada en la literatura disponible (Miller y Lamb, 1985; Silva, 1986; Martínez, 1992; NMRPTC, 1999; Irish y Irish 2000; Lebgue, 2002; eFloras, 2008; USDA-NRCS, 2012). Posteriormente, se elaboraron tres listados: el primero con las especies presentes en Chihuahua y mencionadas en la

extensions toward the east of the Sierra. The tree species reach a height of 6 to 20 m, with dominance of the *Pinus* genus. The topography of the terrain is abrupt, with slopes ranging from 2 to over 70 %; the altitude is 1 600 m on the border with Sinaloa, and 2 250 to 3 000 masl in the inner watershed. The predominant climates are dry temperate with warm summer (BS₀k) and temperate, subhumid [C (w₁)], with a mean annual temperature of 10 to 17 °C; the annual rain precipitations range between 650 and 1 000 mm, with winter rainfalls in a C (w₁) climate, a dry season of 4 to 7 months and frost-free period of 160 to 210 days.

Low Deciduous Rain Forest. It is located in the southwestern region of the state, on the inner slopes of the ravines. It consists of tree species 8 to 12 m high, with dominance of mauto (*Lysiloma divaricatum* J.F. Macbr.), littleleaf false tamarind (*Lysiloma watsonii* Rose, *L. microphylla* Benth.), elephant tree (*Bursera microphylla* A. Gray), succulent copal (*B. laxiflora* S. Watson) and palo mulato (*B. grandifolia* (Schlecht.) Engl.). The topography of the terrain is abrupt, with 20 to over 70 % slopes; the altitude is 450 to 900 m. The climate is humid and semi-warm [(A) C(w₁)], with a mean annual temperature of 22 to 25 °C, an annual rain precipitation is 600 to 800 mm, summer rainfalls and a dry season of six months, and is frost-free all year around.

Riparian or Wetlands. These occur across the entire length and width of the state, in communities whose common denominator is being more mesic than the natural precipitation conditions of the place, or involve rivers, streams, lakes, beaches and springs. Dominant tree species include *Populus* spp., *Prosopis* spp., *Salix* spp., *Celtis laevigata* var. *reticulata* Torr.) LD. Benson, *Platanus* spp., *Juglans* spp., *Alnus* spp., *Anisacanthus* spp., *Ficus cotinifolia* Kunth, *F. petiolaris* Kunth, *F. pertusa* L.f., *Forestiera acuminata* (Michx.) Poir., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Ambrosia monogyra* (Torr. & A. Gray) Strother et B.G. Baldw., *Sideroxylon tepicense* (Standl.) T.D.Penn. (Rzedowski, 1978; Lebgue *et al.*, 2005).

Data collection and analysis

The records of the species included in the NOM 059 standard (Semarnat, 2010) were drawn from a database of nearly 4 000 taxa and from the floral lists published for Chihuahua (Lebgue and Valerio, 1985; Spellenberg *et al.*, 1996; Valdés *et al.*, 1975; Estrada *et al.*, 1997; Estrada and Martínez, 2000; García, 1986; Royo and Melgoza, 2001; Valencia, 2004; Lebgue *et al.*, 2005; Enriquez-Anchondo, 2003; Herrera and Peterson, 2007). Besides, visits were made to various herbaria in Mexico and in the United States of America, including "La Campana" Experimental Ranch (INIFAP), the Faculty of Zootechnical Science (UACH), the Antonio Narro Agricultural University in Saltillo, CIIDIR in Durango, the Sul Ross University in Alpine, Texas, and the botanical garden of the Desert of Chihuahua in Fort Davis, Texas.

NOM 059; el segundo con los taxa que a consideración de los autores deberán ser estudiados para su posible inclusión en la Norma, ya que son endemismos locales o los únicos registros del taxón para México (Dávila *et al.*, 2006; Glass, 1998; Guzmán *et al.*, 2003; Hernández *et al.*, 2004; Herrera *et al.*, 2004; Herrera y Peterson, 2007; Sierra *et al.*, 2008; Valencia, 2004; Villarreal y Encina, 2005). Por último, se realizó una lista de especies de plantas que raras para el estado, con base en la literatura (Henrickson y Johnston, 1997) y la experiencia de los autores, según su avistamiento en múltiples recorridos de campo.

La información consignada en los listados contiene el nombre científico de la especie, su autor, familia botánica y el tipo de vegetación. Los nombres científicos, sinonimias y autores se consultaron en la página web The Plant List (2010). Se efectuó un análisis cruzado entre el número de especies en riesgo y la superficie degradada de los diferentes tipos de vegetación (condición primaria y secundaria) (INEGI, 2003; Semarnat, 2005) para determinar el estado de riesgo que presentan los ecosistemas en relación con la diversidad vegetal, específicamente, en términos de riqueza y de manera indirecta de su abundancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 195 especies y taxa infraespecíficos de plantas en riesgo, endémicas y raras, pertenecientes a 51 familias y 112 géneros. De estas, 59 son las que están ya incluidas en la NOM-059. Con base en este número y del análisis de 4 008 taxa citados para el estado (Melgoza *et al.*, 2005), se determinó que 1.5 % de su flora está en riesgo según la NOM-059 (Semarnat, 2010). Esto es un valor bajo, si lo comparamos con el porcentaje de flora mundial en riesgo (13.1 %) y nacional (6.1 %) propuestos por IUCN (2008) que considera, además, especies raras e indeterminadas. Con base en la NOM-059, las plantas vasculares en riesgo para México es del orden de 4.18 %, a partir de las 23 522 especies de plantas vasculares y 983 con estatus (Semarnat, 2005). Si se toma el criterio de la IUCN y se contabiliza el total propuesto en este trabajo, el porcentaje de especies en riesgo para Chihuahua aumentaría a 4.87 %. Para el estado de Nuevo León e incluso para todo el país también la lista de plantas en riesgo es incompleta (Alanís *et al.*, 2004). Otros autores más estrictos proponen que el valor mundial propuesto por la IUCN está seriamente subestimando, ya que calculan de 22 a 47 % de la flora en riesgo (Pitman y Jorgensen, 2002). Los autores sustentan sus argumentos en el desconocimiento de las floras de muchos de los países tropicales (donde se encuentra la mayoría de las plantas vasculares) y endemismos existentes en ellos. Por lo anterior, es posible que las plantas vasculares en riesgo para Chihuahua estén subestimadas de 3 a 5 %, por varias razones:

Once the species were identified, index cards were filled with the information drawn from the available literature (Miller and Lamb, 1985; Silva, 1986; Martínez, 1992; NMRPTC, 1999; Irish and Irish 2000; Lebgue, 2002; eFloras, 2008; USDA-NRCS, 2012). Three lists were then created: the first one included the species found in Chihuahua and mentioned in the NOM 059 Standard; the second, the taxa that the authors considered should be studied for potential inclusion in the Standard, as they are local endemisms or the only records of the taxon in Mexico (Dávila *et al.*, 2006; Glass, 1998; Guzmán *et al.*, 2003; Hernández *et al.*, 2004; Herrera *et al.*, 2004; Herrera and Peterson, 2007; Sierra *et al.*, 2008; Valencia, 2004; Villarreal and Encina, 2005). Finally, a list of plant species considered rare for the state, based on the literature (Henrickson and Johnston, 1997), and on the experiences of the authors and first-hand sightings by these in the course of multiple field trips.

The information recorded in the lists includes the scientific name of the species, its author, botanical family and vegetation type. The scientific names, synonyms and authors were consulted on the The Plant List website (2010). A cross-analysis was carried out between the number of endangered species and the degraded surface of the various vegetation types (primary and secondary status) (INEGI, 2003; Semarnat, 2005) in order to determine the risk status of the ecosystems in relation to plant diversity, specifically in terms of wealth and, indirectly, of its abundance.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 195 endangered, endemic and rare plant species and infra-specific taxa were registered, belonging to 51 families and 112 genera. Of these, 59 have already been included in the NOM-059 Standard. Based on this number and on the analysis of 4 008 taxa cited for the state (Melgoza *et al.*, 2005), 1.5 % of its flora was determined to be at risk according to the NOM-059 Standard (Semarnat, 2010). This is a low value, compared to the percentage of endangered flora at world and national levels (13.1 % and 6.1 %, respectively) proposed by IUCN (2008), which also takes into account rare and indeterminate species. Based on the NOM-059 Standard, 4.18 % of the 23 522 vascular plants of Mexico, plus 983 with a status, are endangered (Semarnat, 2005). If we consider the criterion of IUCN and take into account the total proposed in this work, the percentage of endangered species for Chihuahua will increase to 4.87 %. The list of endangered plants for the state of Nuevo León and even for the country overall is incomplete (Alanís *et al.*, 2004). According to other more rigorous authors, the worldwide value proposed by IUCN is seriously underestimated, and they consider that between 22 and 47 % of the flora is endangered (Pitman and Jorgensen, 2002). The endangered vascular plants in Chihuahua may therefore be underestimated by 3 to 5 % for several reasons: 1) the lack of knowledge of the state's flora; 2) the lack of specialists in the vulnerable groups of plants;



1) desconocimiento de la flora estatal; 2) falta de especialistas de los grupos vulnerables de plantas; 3) la pérdida masiva de hábitats; y 4) una norma oficial nacional que considere a las especies raras como un factor de riesgo.

En el Cuadro 1 se presentan 59 taxa con estatus en la NOM-059 registradas para Chihuahua, agrupadas en 40 géneros y 21 familias. De estas, 11 están en peligro, 21 amenazadas y 27 con protección especial. Se identificaron 19 especies endémicas de México, incluidos cuatro endemismos estatales. La familia Cactaceae fue la de mayor riesgo, con 43.3 % de las taxa. Resultados similares se han citado para el Desierto Chihuahuense y algunas otras entidades (Salas *et al.*, 1999; Alanís *et al.*, 2004; Hernández *et al.*, 2004). Pinaceae ocupó el segundo lugar en cuanto al número de taxa en riesgo con 10 %; cantidades parecidas se documentan para Nuevo León (Alanís *et al.*, 2004); son el grupo más amenazado a nivel mundial (31 % de sus especies), debido a sus características leñosas y la distribución relictual de algunas de ellas. En México sus comunidades se consideran islas climáticas en la diversidad y endemismos (Rzedowski, 1991a; 1991b; Reyes *et al.*, 2005).

Los géneros con más especies en riesgo fueron *Echinocereus*, *Mammillaria* con cinco y cuatro, respectivamente. Dentro de las cactáceas amenazadas para el Desierto Chihuahuense según la NOM-059, Hernández *et al.* (2004) citan al género *Mammillaria* con 79 especies y en cuarto lugar a *Echinocereus* con 30. De toda esta región, en Chihuahua se localiza 20 y 5 % de las especies de los géneros *Echinocereus* y *Mammillaria*, respectivamente.

En el Cuadro 2 se consignan los 31 taxa propuestos para realizar estudios poblacionales y de distribución para su posible inclusión en la NOM-059, con base en los criterios oficiales establecidos para tal efecto (Semarnat, 2010). La revisión de la información disponible sugiere que las especies son endemismos locales, o bien registros únicos para México, o sus poblaciones están en peligro, debido a su explotación no sustentable. Las familias más abundantes fueron Poaceae, Cactaceae y Nolinaceae con 17, cuatro y tres especies, respectivamente. Con base en su distribución, los tipos de vegetación con mayor número de especies fueron el bosque de pino (10), el bosque de encino (9) y el matorral micrófilo (7).

3) the massive loss of habitats, and 4) the lack of a national official standard that considers rare species as a risk factor.

Table 1 shows 59 taxa with status registered in the NOM-059 Standard for the state of Chihuahua and grouped in 40 genera and 21 families. Of these, 11 are endangered, 21 are threatened, and 27 are subject to special protection. 19 endemic species of Mexico were identified, including four state endemisms. The Cactaceae family was the most endangered, with 43.3 % of the taxa. Similar results have been cited for the the Desert of Chihuahua and for other states (Salas *et al.*, 1999; Alanís *et al.*, 2004; Hernández *et al.*, 2004). Pinaceae occupied the second place in number of endangered taxa, with 10 %; similar amounts are documented for Nuevo León (Alanís *et al.*, 2004); this the most endangered group worldwide (with 31 % of its species), due to its woody nature and to the relictual distribution of some of its species. In Mexico, its communities are considered to be climatic islands within the diversity and endemisms (Rzedowski, 1991a; 1991b; Reyes *et al.*, 2005).

The genera with the highest number of endangered species were *Echinocereus* and *Mammillaria*, with five and four, respectively. Among the threatened cactaceae in the Desert of Chihuahua according to the NOM-059 Standard, Hernández *et al.* (2004) cite the genus *Mammillaria*, with 79 species and, in the fourth place, *Echinocereus*, with 30 species. 20 % of all the *Echinocereus* species and 5 % of all the *Mammillaria* genera in this region are located in Chihuahua.

Table 2 lists the 31 taxa proposed for population and distribution studies for the purpose of their inclusion in the NOM-059 Standard, based on the official criteria established to this effect (Semarnat, 2010). The revision of the available information suggests that the species are local endemisms or unique records for Mexico, or else, their populations are endangered because of unsustainable exploitation. The most abundant families were Poaceae, Cactaceae and Nolinaceae, with 17, four and three species, respectively. Based on their distribution, the vegetation types with the highest number of species were pine forests (10), oak forests (9) and microphyle shrubs (7).

Table 3 presents the 105 species proposed as rare, distributed in 76 genera and 37 families. The most abundant families were Poaceae, Asteraceae and Scrophularaceae, with 24, eight and six species, respectively. The most abundant genus was *Muhlenbergia*, with seven taxa, followed by *Bouteloua*, *Penstemon* and *Euphorbia*, with three taxa each. The vegetation types with the highest number of records were pine and oak forests, followed by grasslands and -in the third place- desert shrubs, with 44, 43 and 33 species, respectively.

Pine and oak forests are the most threatened, as they include 36 taxa of the NOM-059 Standard. These and the plants proposed in the present work add up to a total of 97 endangered species. Furthermore, they occupy the largest



Cuadro 1. Plantas del estado de Chihuahua que presentan algún tipo de estatus según la Norma Oficial Mexicana NOM- 059 SEMARNAT-2010.

Table 1. Plants of the state of Chihuahua with some type of status according to the NOM- 059 SEMARNAT-2010 Mexican Official Standard.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS ¹	TV ²
Agavaceae	<i>Agave polianthiflora</i> Gentry	A	BE, P
	<i>Manfreda brunnea</i> (S.Watson) Rose	A	Mm
	<i>Polianthes densiflora</i> (B.L.Rob. & Fernald) Shinnars	Pr E-Ch	BP
Apiaceae	<i>Tauschia allioides</i> Bye & Constance	P	BP
	<i>T. bicolor</i> Constance & Bye	Pr	BP
	<i>T. tarahumara</i> Constance & Bye	Pr	Ri, BE
Asteraceae	<i>Zinnia citrea</i> A. M. Torres	Pr	Mm
Betulaceae	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K.Koch	Pr	BP, BE
Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G.Nicholson	A	SMSc
	<i>T. palmeri</i> Rose	A	SMSc
Cabombaceae	<i>Brasenia schreberi</i> J. F. Gmel.	A	Ri
Cactaceae	<i>Ariocarpus fissuratus</i> (Engelm.) K. Schum.	P	Mr
	<i>Coryphantha gracilis</i> Brener & A. B. Lau	P, E-Ch	P
	<i>C. poselgeriana</i> (D. Dietr.) Britton & Rose	A, E-Mx	PH, Mr
	<i>C. ramillosa</i> Cutak	A	Mr
	<i>C. werdermannii</i> Boed.	P, E-Ch-Co	Mr
	<i>Echinocactus parryi</i> Engelm.	A, E-Mx	P, PH, Md, Mr
	<i>Echinocereus adustus</i> Engelm.	A, E-Ch	BE, P
	<i>E. laui</i> G. Frank	A, E-Mx	BP, BE
	<i>E. palmeri</i> Britton & Rose	P, E-Ch	BE, P
	<i>E. stoloniferus</i> W.T. Marshall	Pr, E-Ch-So-Si	SBC, BP, BE, P
	<i>E. subinermis</i> Salm-Dyck ex Scheer	Pr, E-Ch-So-Si	SBC, BE
	<i>Echinomastus intertextus</i> (Engelm.) Britton & Rose	A	BE, P, Mm
	<i>E. unguispinus</i> (Engelm.) Britton & Rose subsp. <i>unguispinus</i>	Pr, E-Mx	P, Mm
	<i>E. warnockii</i> (L.D. Benson) Glass & R.A.Foster	Pr	Mm
	<i>Epithelantha micromeris</i> (Engelm.) F.A.C. Weber ex Britton & Rose	Pr	PH, Mm
	<i>Glandulicactus uncinatus</i> (Galeotti ex Pfeiff. & Otto) Backeb. subsp. <i>uncinatus</i>	A, E-Ch-Co-SLP-Tx	PH, Mm
	<i>Lophophora williamsii</i> (Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult.	Pr	Mr
	<i>Mammillaria lindsayi</i> R.T. Craig	Pr, E-Ch-Si	SBC, BP, BE, P
	<i>M. longiflora</i> (Britton & Rose) A. Berger	A, E-Ch-Dg	BP, BE
	<i>M. saboae</i> Glass	A, E-Ch-So	BP, BE
	<i>M. seniles</i> G.Lodd. ex Salm-Dyck	A, E-Mx	BP, BE, P, Mm
	<i>Opuntia arenaria</i> Engelm.	Pr	Md
	<i>Peniocereus greggii</i> (Engelm.) Britton & Rose	Pr	P, Mm
	<i>Thelocactus heterochromus</i> (F. A. C. Weber) Oosten	A E-Ch-Co-Dg	P, Mm, Mr
	<i>Turbincarpus beguinii</i> (N.P.Taylor) Mosco & Zanov.	Pr	Mm, Mr
Cochlospermaceae	<i>Amoreuxia palmatifida</i> Moc. & Sessé ex DC.	Pr	BE, P
	<i>A. wrightii</i> A. Gray	P	PH

Continúa cuadro 1...

Continuación cuadro 1...

Cuadro 1. Plantas del estado de Chihuahua que presentan algún tipo de estatus según la Norma Oficial Mexicana NOM- 059 SEMARNAT-2010.

Table 1. Plants of the state of Chihuahua with some type of status according to the NOM- 059 SEMARNAT-2010 Mexican Official Standard.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS ¹	TV ²
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Pr	BP, BE, Ri
	<i>Juniperus sabinoides</i> f. <i>monticola</i> (Martínez) M.C.Johnst.	Pr	BP
Fabaceae	<i>Trifolium wormskioldii</i> Lehm.	A	BP, BE, P
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria shrevei</i> I. M. Johnst.	Pr, E-Ch-Co-Dg	PH
Juglandaceae	<i>Juglans major</i> (Torr.) A. Heller	A	Ri, BP, BE, P
	<i>J. pyriformis</i> Liebm.	A	BP
Lauraceae	<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	P	BP, BE
Liliaceae	<i>Zigadenus virescens</i> (Kunth) J.F. Macbr.	Pr	BP, BE, P
Malvaceae	<i>Phymosia rosea</i> (DC.) Kearney	Pr	BP, BE
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Pr	SBC
Pinaceae	<i>Abies concolor</i> (Gordon) Lindl. ex Hildebr.	Pr	BP
	<i>Picea chihuahuana</i> Martínez	P, E-Ch-Dg	BP
	<i>P. engelmannii</i> var. <i>mexicana</i> (Martínez) Silba	P	BP
	<i>Pinus jeffreyi</i> A. Murr.	Pr	BP
	<i>P. strobiformis</i> Engelm.	Pr	BP
	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> (Beissn.) Franco	Pr	BP, BE
Poaceae	<i>Trinichloa laxa</i> Hitchc.	P, E-Ch	BP, BE
	<i>Tripsacum zopilotense</i> Hern.-Xol. & Randolph.	Pr	BP, BE
Psilotaceae	<i>Psilotum complanatum</i> Sw.	A	BE, P
Tiliaceae	<i>Tilia americana</i> var. <i>mexicana</i> (Schltdl.) Hardin	P	Ri
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum coulteri</i> A. Gray	A	SBC

¹ A = Amenazada; P = Peligro de Extinción; Pr= Protección Especial según NOM-059 SEMARNAT; E = Endémica; Ch =Chihuahua; Dg= Durango; Co= Coahuila; So= Sonora; Si= Sinaloa; SLP= San Luis Potosí; Mx= México; Tx= Texas.

² SMS= Selva Mediana Subcaducifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; BP= Bosque de Pino; BE= Bosque de Encino; P= Pastizal; PH= Pastizal Halófito; Mm= Matorral micrófilo; Md= Matorral de dunas; Mr= Matorral rosetófilo; Ri=riparia.

¹ T = Threatened; P = Endangered; Pr= Special Protection according to NOM-059 SEMARNAT; E = Endemic; Ch =Chihuahua; Dg= Durango; Co= Coahuila; So= Sonora; Si= Sinaloa; SLP= San Luis Potosí; Mx= Mexico; Tx= Texas.

² SMS= Median Subdeciduous Rain Forest; SBC= Low Deciduous Rain Forest; BP= Pine Forest; BE= Oak forest; P= Grassland; PH= Halophyte Grassland; Mm= Microphyle shrubs; Md= Dune shrubs; Mr= Rosetophylous scrub; Ri=Riparian.



Cuadro 2. Especies propuestas para hacer estudios poblacionales y de distribución, para su posible inclusión en la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010.

Table 2. Species proposed for population and distribution studies with the aim of their potential inclusion in the Mexican Official Standard NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA AGAVACEAE	FAMILIA POACEAE
<i>Yucca campestris</i> McKelvey, Md ¹	<i>Achnatherum curvifolium</i> (Swallen) Barkworth., P, Mr
FAMILIA APIACEAE	<i>A. multinode</i> (Scribn ex. Beal) Valdéz-Reyna & Barkworth., BP, E-Ch
<i>Tauschia spellenbergii</i> Constance & Affolter, BP, E-Ch	<i>Aristida gypsophila</i> f. <i>diffusa</i> Alred & Valéz-Reyna., PH.
FAMILIA CACTACEAE	<i>Bealia mexicana</i> Scribn., BP, BE
<i>Corynopuntia emoryi</i> (Engelm.) M.P.Griff., Md	<i>Blepharoneuron shepherdii</i> (Vasey) P.M. Peterson & Annable., BP
<i>Escobaria sneedii</i> Britton & Rose subsp. <i>Sneedii</i> , Mr	<i>Bromus arizonicus</i> (Shear) Stebbins., P, Mm
<i>E. chihuahuensis</i> Britton & Rose, P, Mm, Mr	<i>Bouteloua chihuahuana</i> (M.C. Johnston) Columbus, Mm, E-Ch
<i>Echinocereus russanthus</i> subsp. <i>fiehnii</i> (Trocha) W. Blum & Mich. Lange, BE, P	<i>B. eludens</i> Griffiths., BE, P
FAMILIA FAGACEAE	<i>Chaboissaea decumbens</i> (Swallen) Reeder & C. Reeder., BP, E-Ch
<i>Quercus deliquescens</i> C. H. Mull., Ri, Mm, E-Ch	<i>Festuca diclina</i> Darbysh., BP, E-Ch
<i>Quercus x undulata</i> Torr., BE, E-Ch	<i>Glyceria borealis</i> (Nash) Batch., Ri, BP
FAMILIA MAGNOLIACEAE	<i>Muhlenbergia argentea</i> Vasey, BE, E-Ch
<i>Magnolia pacifica</i> subsp. <i>tarahumara</i> A.Vázquez, SBC, BE, E-Ch	<i>M. majalcensis</i> P.M. Peterson., BP, E-Ch
FAMILIA NOLINACEAE	<i>M. straminea</i> Hitchc., BP, BE
<i>Dasyllirion leiophyllum</i> var. <i>glaucum</i> (I.M. Johnst.) Bogler, Mr	<i>Spartina cynosuroides</i> (L.) Roth., Ri (acuática)
<i>D. sereke</i> Bogler, P, E-Ch	<i>S. gracilis</i> Trin., Ri (acuática)
<i>Nolina erumpens</i> (Torr.) S.Watson, BE, P	<i>Sorghastrum nudipes</i> Nash., BP, E-Ch
FAMILIA PINACEAE	FAMILIA SCROPHULARIACEAE
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede, BE	<i>Cordylanthus wrightii</i> A. Gray, Md

¹ SMSc= Selva Mediana Subcaducifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; BP= Bosque de Pino; BE= Bosque de Encino; P= Pastizal; PH= Pastizal Halófito; Mm= Matorral micrófilo; Md= Matorral de dunas; Mr= Matorral rosetófilo; Ri=Riparia; E= Endémica; Ch= Chihuahua.

¹ SMSc= Median Subdeciduous Rain Forest; SBC= Low Deciduous Rain Forest; BP= Pine Forest; BE= Oak forest; P= Grassland; PH= Halophyte Grassland; Mm= Microphyle shrubs; Md= Dune shrubs; Mr= Rosetophylous scrub; RRiparian; E= Endemic; Ch= Chihuahua.

En el Cuadro 3 se presentan las 105 especies propuestas como raras, distribuidas en 76 géneros y 37 familias. Las familias más abundantes fueron Poaceae, Asteraceae y Scrophulareaceae con 24, ocho y seis especies, respectivamente. El género más abundante, *Muhlenbergia* con siete taxa, seguido por *Bouteloua*, *Penstemon* y *Euphorbia*, con tres taxa cada uno. Los tipos de vegetación con mayor número de registros correspondieron a los bosques de pino y encino, seguidos de los pastizales y en tercer lugar los matorrales desérticos con 44, 43 y 33 especies, respectivamente.

surface of secondary vegetation (Figure 1) and have the highest deforestation rate, $-1.14 \text{ ha year}^{-1}$, which is way above the national rate ($-0.79 \text{ ha year}^{-1}$) (Semarnat, 2005).

Grasslands are second, with 23 taxa with a status in the NOM-059 Standard; together with the proposed species, these add up to a total of 74 potentially endangered species. The secondary vegetation includes more than 50 % of the grasslands in the state, and therefore have a higher vulnerability than the shrubs (Figure 1). The medium-sized grasslands of Chihuahua



Cuadro 3. Listado de especies de plantas raras para el estado de Chihuahua y tipo de vegetación donde se presentan.
Table 3. List of rare plant species for the state of Chihuahua and the vegetation types in which they occur.

FAMILIA ACANTHACEAE	FAMILIA LAMIACEAE
<i>Anisacanthus puberulus</i> (Torr.) Henrickson & E.J.Lott, Ri ¹ , Mm, Mr	<i>Agastache mearnsii</i> Wooton & Standl., BP, BE
<i>A. linearis</i> (S.H.Hagen) Henrickson & E.J.Lott Ri, Mm, Mr	<i>A. micrantha</i> (A.Gray) Wooton & Standl., BP, BE
<i>Carlowrightia arizonica</i> A. Gray, P	<i>Salvia summa</i> A. Nelson, BP, BE
FAMILIA AGAVACEAE	FAMILIA LILIACEAE
<i>Manfreda singuliflora</i> (S.Watson) Rose, BE	<i>Veratrum californicum</i> Durand, BP
FAMILIA AMARANTHACEAE	FAMILIA MALVACEAE
<i>Iresine leptoclada</i> (Hook. f.) Henrickson & S.D. Sundb., Mm, Mr	<i>Hibiscus coulteri</i> Harv. ex A. Gray, Mm, Mr
APOCYNACEAE	<i>H. denudatus</i> Benth. Mm, Mr
<i>Amsonia tharpaii</i> Woodson, Mm, Mr	<i>Sphaeralcea wrightii</i> A.Gray., P, Mm, Mr
FAMILIA ARISTOLOCHIACEAE	FAMILIA MARTYNIACEAE
<i>Aristolochia coryi</i> I. M. Johnst., P	<i>Proboscidea sabulosa</i> Correll, P, Md
<i>A. wrightii</i> I. M. Johnst., P	FAMILIA NYTAGINACEAE
FAMILIA ASTERACEAE	<i>Anulocaulis reflexus</i> I.M.J. ohnst. PH
<i>Adenophyllum wrightii</i> A. Gray var. wrightii, BE	FAMILIA ORCHIDACEAE
<i>Arida blepharophylla</i> (A. Gray) D.R. Morgan & R.L. Hartm., Ri, PH, Mm	<i>Hexalectris nitida</i> L.O. Williams., BE
<i>Brickellia lemmonii</i> A. Gray, BE, P	<i>H. spicata</i> (Walter) Barnhart, BP, BE
<i>B. simplex</i> A. Gray, BE	<i>Spiranthes cinnabarina</i> (Lex.) Hemsl., BE, Ri
<i>Cirsium wrightii</i> A. Gray, Ri, PH	FAMILIA PINACEAE
<i>Machaeranthera gypsitherma</i> G. L. Nesom, Vorobik & R.L. Hartm., Ri, PH, Mm	<i>Abies duranguensis</i> Martínez, BP
<i>Perityle dissecta</i> (Torr.) A. Gray, BE, P	<i>Pinus herrerae</i> Martínez, BP
<i>P. huecoensis</i> A.M. Powell, Mm, Mr	FAMILIA POACEAE
FAMILIA BERBERIDACEAE	<i>Achnatherum hymenoides</i> (Roem. & Schult.) Barkworth, P, PH, Mm
<i>Berberis longipes</i> (Standl.) Marroq. & Laferr., SBC	<i>A. robustum</i> (Vasey) Barkworth, BP, BE
FAMILIA BORAGINACEAE	<i>Aristida gypsophila</i> f. gypsophyloides Alred & Valdéz-Reyna, PH
<i>Cordia parvifolia</i> A. DC., Mm, Mr	<i>A. spanospicula</i> Alred, Valdéz-Reyna & Sánchez-Ken., BP
<i>C. sonora</i> N.E. Rose, SBC	<i>Bothriochloa alta</i> (Hitchc.) Henrard, P
FAMILIA BRASSICACEAE	<i>B. longipaniculata</i> (Gould) Alred & Gould Ri, P, Mm
<i>Draba standleyi</i> J.F.Macbr. & Payson, BE, P	<i>Bouteloua barbata</i> var. rothrockii (Vasey) Gould, P
<i>Physaria gooddingii</i> (Rollins & E.A. Shaw) O'Kane & Al-Shehbaz, BP, BE	<i>B. breviseta</i> Vasey, Md
<i>Rorippa ramosa</i> Rollins, Ri, P, Mm	<i>B. parryi</i> (E. Fourn.) Griffiths var. parryi, P, Mm
FAMILIA CACTACEAE	<i>Cenchrus multiflorus</i> J. Presl, Reliq., SBC
<i>Coryphantha robustispina</i> subsp. scheeri (Lem.) N.P. Taylor, P, PH, Mm, Mr	<i>Eragrostis sessilispica</i> Buckley., P
<i>Escobaria albicolumnaria</i> Hester, Mm, Mr	<i>Luziola fluitans</i> (Michx.) Terrell & H. Rob., Ri, BP
<i>E. duncani</i> (Hester) Backeb., Mm, Mr	<i>Muhlenbergia arenacea</i> (Buckel) Hitchc., BE, P, PH, Mm
FAMILIA CAPPARIDACEAE	<i>M. arsenei</i> Hitchc., BE, P
<i>Cleome multicaulis</i> Moc. & Sessé ex DC., PH	<i>M. gigantea</i> (E. Fourn.) Hitchc., BP
FAMILIA CAPRIFOLIACEAE	<i>M. lindheimeri</i> Hitchc., BP, BE
<i>Sambucus nigra</i> L. ssp. <i>cerulea</i> (Raf.) R. Bolli, BP	<i>M. reederorum</i> Sederstr., BP
FAMILIA CARICACEAE	<i>M. schmitzii</i> Hack., BP
<i>Jarilla heterophylla</i> (Cerv. ex La Llave) Rusby, SBC	<i>M. setifolia</i> Vasey., P, Mm

Continúa cuadro 3..

Continuación cuadro 3...

Cuadro 3. Listado de especies de plantas raras para el estado de Chihuahua y tipo de vegetación donde se presentan.
Table 3. List of rare plant species for the state of Chihuahua and the vegetation types in which they occur.

FAMILIA ACANTHACEAE	FAMILIA LAMIACEAE
FAMILIA CARYOPHYLLACEAE	<i>M. speciosa</i> Vasey., BP, BE
<i>Paronychia wilkinsonii</i> S. Watson, Mm, Mr	<i>Munroa squarrosa</i> (Nutt.) Torr., P
<i>Silene thurberi</i> S. Watson, BP, BE, P	<i>Otatea acuminata</i> subsp. <i>aztecorum</i> (McClure & E.W. Sm.) R. Guzmán, M. C. Anaya C. & Santana. Mich., SBC
CELASTRACEAE	<i>Pennisetum durum</i> Beal, BP, BE
<i>Clethra mexicana</i> DC., BP, PE	<i>Zea mays</i> subsp. <i>mexicana</i> (Schrad.) Iltis, SBC
COCHLOSPERMACEAE	FAMILIA PORTULACACEAE
<i>Amoreuxia malvifolia</i> A. Gray, P	<i>Talinum confertiflorum</i> Greene, BE, P
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng., SBC	<i>T. longipes</i> Wooton & Standl., P, Mm, Mr
FAMILIA CONVULVACEAE	<i>Phemeranthus humilis</i> (Greene) Kiger, BP, BE, P
<i>Bonamia ovalifolia</i> (Torr.) Hallier f., Ri	FAMILIA PRIMULACEAE
<i>Ipomoea plummerae</i> A. Gray, BP, BE	<i>Dodecatheon pulchellum</i> (Raf.) Merr., BP, BE
FAMILIA CYPERACEAE	<i>D. dentatum</i> Hook. BP
<i>Bulbostylis schaffneri</i> (Boeckeler) C.B. Clarke, BP, BE, P	FAMILIA ROSACEAE
FAMILIA EUPHORBIACEAE	<i>Amelanchier uthahensis</i> Koehne, BP
<i>Euphorbia geyeri</i> Engelm. & A. Gray, P, Md	<i>Potentilla oblanceolata</i> Rydb., BP
<i>E. golondrina</i> L.C. Wheeler, Ri, Mm	<i>Prunus zinggii</i> Standl., SBC
<i>E. henricksonii</i> M.C. Johnst., Chih. Endémica, PH	FAMILIA RUBIACEAE
<i>Phyllanthopsis arida</i> (Warnock & M.C. Johnst.) Voronts. & Petra Hoffm., P, Mm	<i>Hintonia latiflora</i> (Sessé & Moc. ex DC.) Bullock, SBC
<i>Phyllanthus ericoides</i> Torr., Mr	FAMILIA RUTACEAE
FAMILIA FABACEAE	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave., SBC
<i>Acacia millefolia</i> S. Watson, BP, BE, P	FAMILIA SAPINDACEAE
<i>Brongniartia minutifolia</i> S. Watson, Mm, Mr	<i>Thouinia acuminata</i> S. Watson, SBC
<i>Mimosa rupertiana</i> B.L. Turner, Md	<i>T. villosa</i> DC., SBC
<i>Pediomelum pentaphyllum</i> (L.) J.W. Grimes, P, Md	FAMILIA SCROPHULARIACEAE
<i>Senna ripleyana</i> (H.S. Irwin & Barneby) H.S. Irwin, P, Mm	<i>Brachystigma wrightii</i> (A. Gray) Pennell, BE, P
FAMILIA FAGACEAE	<i>Castilleja ornata</i> Eastw., P
<i>Quercus depressipes</i> Trel. BE, P	<i>Mimulus dentilobus</i> B.L. Rob. & Fernald, BP, BE
<i>Q. hindleyi</i> C.H. Mull., Mm, Mr	<i>Penstemon neomexicanus</i> Wooton & Standl., BP, BE, P
FAMILIA HYDROPHYLLACEAE	<i>P. ramosus</i> Crosswh., P
<i>Phacelia pallida</i> I.M. Johnst. Mm, Mr	<i>P. superbus</i> A. Nelson., BP, BE

¹ SMSc= Selva Mediana Subcaducifolia; SBC= Selva Baja Caducifolia; BP= Bosque de Pino; BE= Bosque de Encino; P= Pastizal; PH= Pastizal Halófito; Mm= Matorral micrófilo; Md= Matorral de dunas; Mr= Matorral rosetófilo; Ri=Riparia.

1 SMSc= Median Subdeciduous Rain Forest; SBC= Low Deciduous Rain Forest; BP= Pine Forest; BE= Oak forest; P= Grassland; PH= Halophyte Grassland; Mm= Microphyle shrubs; Md= Dune shrubs; Mr= Rosetophylous scrub; Ri=Riparian.

Los bosques de encino y pino son los más amenazados, ya que incluyen 36 taxa de la NOM-059. Estas plantas más las propuestas en el presente trabajo dan un total de 97 especies en riesgo. Además, poseen la mayor superficie de vegetación secundaria (Figura 1) y la tasa de deforestación más alta, -1.14 ha año⁻¹, valores que se ubican muy por encima

show a 98 % degradation with a moderate to extreme status (Royo *et al.*, 2008). Using satellite images, Valerio *et al.* (2005) evidenced that more than 6 million hectares of grasslands no longer recognize that spectral signature; this may be due to the increase in shrub populations (Table 4).

del promedio nacional ($-0.79 \text{ ha año}^{-1}$) (Semarnat, 2005). En segundo término están los pastizales con 23 taxa con estatus en la NOM-059, más las propuestas dan un total de 74 posiblemente en riesgo. La vegetación secundaria abarca más de 50 % de los pastizales del estado, lo que probablemente los ubique con una vulnerabilidad superior a la del matorral (Figura 1). Los pastizales medianos de Chihuahua muestran una degradación de 89 % en una condición de moderada a extrema (Royo *et al.*, 2008). Valerio *et al.* (2005) evidenciaron, mediante imágenes de satélite, que más de 6 millones de hectáreas de pastizal ya no reconocen esa firma espectral, posiblemente, esto responda al incremento de las poblaciones de arbustos (Cuadro 4).

El tercer lugar lo ocupan los matorrales desérticos con 18 taxa con estatus, sumados a las 61 con posible riesgo. Salas *et al.* (1999) documentan para San Luis Potosí 80 % de las especies con estatus en los matorrales desérticos y 20 % para los pastizales. En Nuevo León, los matorrales desérticos presentan 57.6 % del total de especies con estatus (Alanís *et al.*, 2004). Por lo anterior, el matorral del Desierto Chihuahuense es importante para la diversidad mexicana. Afortunadamente, en Chihuahua los matorrales cuentan con 10.1 a 19 % de vegetación secundaria, mientras que en otros estados; por ejemplo, Nuevo León tienen 34 %, en promedio. Lo anterior refleja la baja tasa de deforestación de Chihuahua ($-0.427 \text{ ha año}^{-1}$), la cual está por debajo de la tasa nacional de $-0.48 \text{ ha año}^{-1}$; en términos generales los matorrales conservan 70 % de su extensión original (Semarnat, 2005).

En la selva baja caducifolia se ubicaron siete especies catalogadas en la NOM-059 y 20 en riesgo, cifra menor a la esperada, debido a los pocos estudios florísticos en la región (INEGI, 2003; Lebgue *et al.*, 2005). Su tasa de deforestación es de $-0.799 \text{ ha año}^{-1}$, 50 % menos de la media nacional de $-0.58 \text{ ha año}^{-1}$ (Semarnat, 2005). Sin embargo, la vegetación secundaria en el estado es de 65.7 % (Figura 1), ya que la tasa está en proporción a la superficie existente; por lo tanto, resulta ser el más amenazado. Asimismo, es probable que en las zonas de barrancas haya más especies con estatus, si se toma en cuenta que los bosques tropicales secos en México tienen alta diversidad genérica (Villaseñor, 2004) y específica (Rzedowski, 1991a). Aunque, las áreas de selva mediana en Chihuahua ocupan superficies muy pequeñas ubicadas en las partes planas y bajas de las barrancas; es urgente el estudio y protección de estas áreas, ya que seguramente aumentan de manera importante la diversidad estatal y están en peligro de desaparecer, debido a las actividades antrópicas como la agricultura de subsistencia, minería y el turismo (Lebgue *et al.*, 2005).

The third place corresponds to desert shrubs, with 18 taxa with a status, plus 61 potentially endangered taxa. Salas *et al.* (1999) document 80 % of the species with a status in the desert shrubs of San Luis Potosí and 20 % of the grassland species. In Nuevo Leon, desert shrubs include 57.6 % of the total number of species with a status (Alanís *et al.*, 2004). For this reason, the shrubs of the Desert of Chihuahua are important for Mexican diversity. Fortunately, shrubs in Chihuahua have between 10.1 and 19 % secondary vegetation, whereas in other states –e.g. in Nuevo Leon– they have an average of 34%. This reflects Chihuahua's low deforestation rate ($-0.427 \text{ ha year}^{-1}$), which is below the national rate of $-0.48 \text{ ha year}^{-1}$; generally speaking, shrubs preserve 70 % of their original extension (Semarnat, 2005).

Seven species cataloged in the NOM-059 Standard and 20 endangered species were found in the low deciduous rain forest; this number was lower than expected, due to the scarce floral studies carried out in the region (INEGI, 2003; Lebgue *et al.*, 2005). Its deforestation rate is $-0.799 \text{ ha year}^{-1}$, i.e. 50 % less than the national mean of $-0.58 \text{ ha year}^{-1}$ (Semarnat, 2005). However, the secondary vegetation in the state is 65.7 % (Figure 1), as the rate is proportional to the existing surface. It is, therefore, the most threatened. Besides, ravines may contain more species with a status, if we consider that dry tropical forests in Mexico have a high diversity of genera (Villaseñor, 2004) and of species (Rzedowski, 1991a). Although the areas of the medium-sized rain forest in Chihuahua occupy very small surfaces in the low, flat parts of the ravines, there is an urgent need to study and protect these areas, as they contribute significantly to increase diversity in the state and are severely endangered as a result of such anthropic activities as subsistence agriculture, mining and tourism (Lebgue *et al.*, 2005).

Only four species of riparian vegetation and 18 endangered species were included in the NOM-059 Standard. This type of vegetation has been little studied and covers less than 1 % of the territory of the state; however, these environments are usually unique and very diverse and are threatened by human settlements, opening of lands for cultivation and overgraze (Granados *et al.*, 2006). Of the 24.7 million hectares located in the state, 1.8 million are land open for cultivation and urban areas; 6.9 millions have secondary vegetation, and 16 millions have primary vegetation (Figure 1). Although their health status or condition is unknown, more than 85% of the primary vegetation may be in a fair to poor condition (Melgoza *et al.*, 1998), or may have a moderate to extreme health status (Royo *et al.*, 2008; Valerio *et al.*, 2005). This situation severely endangers the species proposed in the present research, and if the high deforestation rates or the changes in the use of the soil continue, their number may increase (Semarnat, 2005; Carreón *et al.*, 2008).



Cuadro 4. Especies en riesgo presentes en los diferentes tipos de vegetación (TV) del estado de Chihuahua.

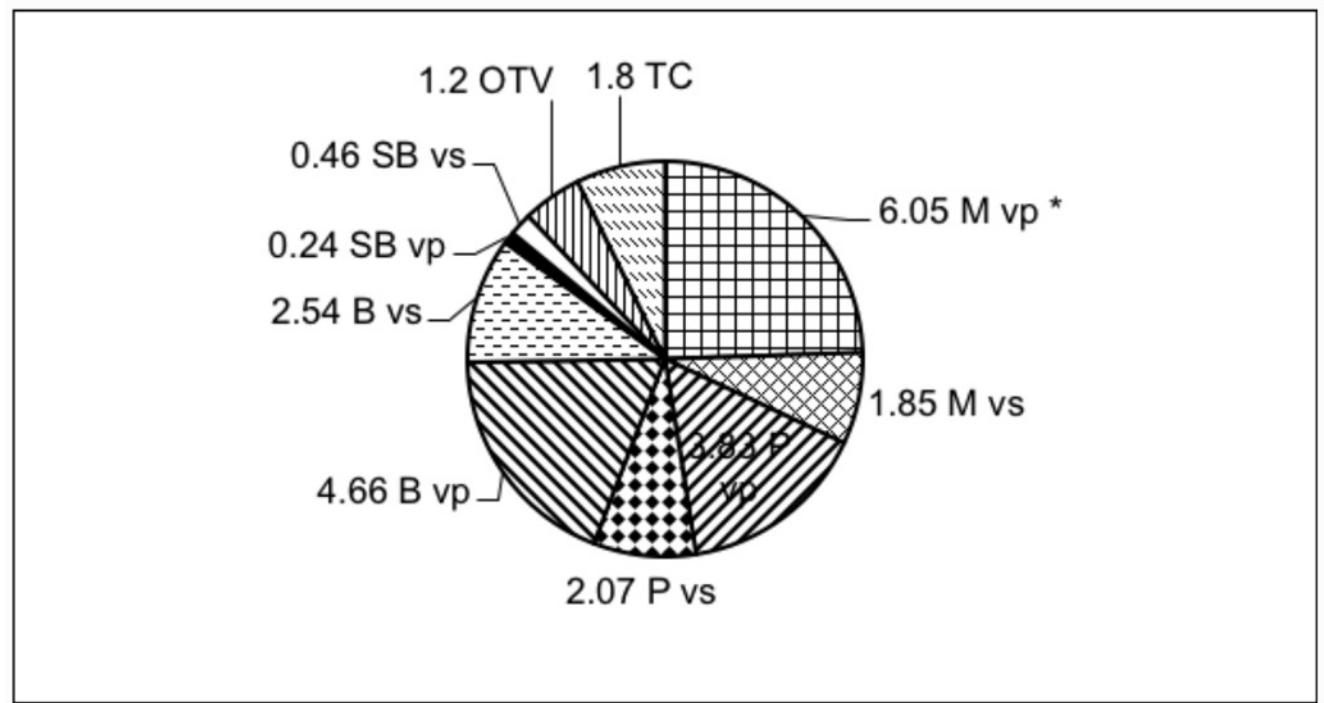
TV	NOM-059	Incluir NOM-059	Raras	Total
Matorral	18	10	33	61
Pastizal	23	8	43	74
Bosque	36	17	44	97
Selva baja caducifolia	7	1	12	20
Ripario	4	4	10	18

Fuente: (INEGI, 2003; Semarnat, 2005).
M= Matorral; P= Pastizal; B= Bosque; SB= Selva Baja; OTV= Otros tipos de vegetación; TC= Tierras de Cultivo; vp= Vegetación Primaria; vs= Vegetación Secundaria.

Table 4. Endangered species occurring within the various vegetation types (VT) of the state of Chihuahua.

VT	NOM-059	To be included in NOM-059	Rare	Total
Shrub	18	10	33	61
Grassland	23	8	43	74
Forest	36	17	44	97
Low deciduous rain forest	7	1	12	20
Riparian	4	4	10	18

Source: (INEGI, 2003; Semarnat, 2005).
M= Shrubs; P= Grassland; B= Forest; SB= Low Rain Forest; OTV= Other vegetation types; TC= Cultivation lands; vp= Primary vegetation; vs= Secondary vegetation



Fuente: (INEGI, 2003; Semarnat, 2005).
Source: (INEGI, 2003; Semarnat, 2005).
M= Matorral; P= Pastizal; B= Bosque; SB= Selva Baja; OTV= Otros tipos de vegetación; TC= Tierras de Cultivo; vp= Vegetación Primaria; vs= Vegetación Secundaria.
M= Shrubs; P= Grassland; B= Forest; SB= Low Rain Forest; OTV= Other vegetation types; TC= Cultivation lands; vp= Primary vegetation; vs= Secondary vegetation.

Figura 1. Tipos de vegetación y superficie degradada (millones de ha⁻¹) para el estado de Chihuahua.
Figure 1. Vegetation types and degraded surface (millions of ha⁻¹) for the state of Chihuahua.

En la vegetación riparia se registraron solo cuatro especies en la NOM-059 y 18 en riesgo. Este tipo de vegetación está poco estudiado, y cubre menos de 1 % del territorio de la entidad; sin embargo, esos ambientes suelen ser únicos, muy diversos y amenazados por asentamientos humanos, apertura de tierras para cultivo y sobrepastoreo (Granados *et al.*, 2006). De las 24.7 millones de hectáreas con que cuenta el estado, 1.8 millones corresponden a tierras abiertas al cultivo y zonas urbanos, 6.9 millones tienen vegetación secundaria y 16 millones primaria (Figura 1); aunque se desconoce su condición o estado de salud, probablemente más de 85 % de la vegetación primaria presente una condición de regular a pobre (Melgoza *et al.*, 1998), o bien un estado de salud de moderado a extremo (Royo *et al.*, 2008; Valerio *et al.*, 2005). Situación que pone en alto riesgo de extinción a las especies propuestas en la presente investigación, así como la posibilidad de que su número se incremente, de continuar las altas tasas de deforestación, o los cambios de uso de suelo (Semarnat, 2005; Carreón *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

Los resultados evidencian el incremento en más de 100 % el número de especies de plantas en peligro para Chihuahua.

Con base en los criterios de la NOM-059 e IUCN las plantas en riesgo para Chihuahua están por debajo del promedio nacional y mundial, aunque pueden aumentar de manera significativa cuando se tenga la flora estatal completa, así como los resultados de estudios exhaustivos de los grupos de plantas más vulnerables.

La familia Cactaceae es la más amenazada, con relevancia en la biodiversidad mundial por el alto grado de endemismo. En segundo lugar se ubica a Pinaceae, que sobresale en el ámbito nacional por el número de especies que se desarrollan en comunidades relictos.

Los bosques templados constituyen el tipo de vegetación con mayor número de especies en riesgo. Sin embargo, independientemente de su número, la pérdida o degradación de los hábitats iguala en importancia a todos los tipos de vegetación presentes en el estado.

Las selvas y áreas ribereñas están poco inventariadas, lo que implica un bajo conocimiento de su flora. Se requieren de estudios poblacionales de las especies propuestas para observar las tendencias y plantear estrategias que impliquen la conservación de los ecosistemas y sus especies.



CONCLUSIONS

The results evidence the increase by more than 100% of the number of endangered plant species in Chihuahua.

Based on the criteria of the NOM-059 Standard and IUCN, the endangered plants of Chihuahua are below the national and worldwide average, although they may increase significantly once the complete flora of the state has been registered and once the results of comprehensive studies of the most vulnerable plant groups are available.

The Cactaceae family is the most threatened, having relevance in the world biodiversity due to their high degree of endemism. In the second place are Pinaceae, which stand out nationally for the number of species growing in relict communities.

The temperate forests constitute the vegetation type with the highest number of endangered species. However, regardless of their number, the loss or degradation of the habitats equals in importance all the vegetation types present in the state.

The rain forests and riparian areas are poorly inventoried, which implies that knowledge of their flora is scarce. Population studies of the proposed species are required in order to observe the tendencies and formulate strategies involved in the preservation of the ecosystems and their species.

Primary vegetation covers less than 60 % of the state's surface, and most of it shows moderate to extreme deterioration. The implementation of practices of sustainable use is urgently needed, as are regional management plans and the rehabilitation of degraded areas or territorial legal regulations, in order to arrest the deterioration of all vegetation types and, consequently, preserve the plant diversity.

End of the English version



Menos de 60 % de la superficie estatal presenta vegetación primaria y la mayoría muestra un deterioro de moderado a extremo. Es imperante implementar prácticas de uso sustentable, planes regionales de manejo, rehabilitación de áreas degradadas u ordenamientos territoriales para frenar el deterioro de todos los tipos de vegetación y en consecuencia mantener la diversidad vegetal.



REFERENCIAS

- Alanís, G. J., C. G. Velasco, R. Foroughbadkch, V. Valdéz y M. A. Alvarado. 2004. Diversidad florística de Nuevo León: Especies en categoría de riesgo. *Ciencia UANL* 7(2):209-218.
- Callaway, R. M. and J. L. Maron. 2006. What have exotic plant invasions taught us over the past 20 years? *Trends in Ecology and Evolution* 21(7):369-374.
- Carreón H., E., C. Pinedo A., A. Lafón T. y J. C. Guzmán A. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la ecorregión Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970 - 2000. *In: Memoria. Trabajo Completo. V Simposium Internacional de Pastizales*. Saltillo Coah. México. pp. 27-47.
- Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero (Cotecoca). 1978. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero, Chihuahua. Subsecretaría de Ganadería. SARH. México, D.F. México. 151 p.
- Dávila, P., M. T. Mejía-Soulés, M. Gómez-Sánchez, J. Valdéz-Reyna, J. J. Ortiz, C. Morín, J. Castrejón y A. Ocampo. 2006. Catálogo de las gramíneas de México. UNAM. Conabio. México, D.F. México. 671 p.
- eFloras. 2008. Flora of North America. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA. <http://www.efloras.org>. (12 de mayo 2011).
- Enriquez-Anchondo, I. D. 2003. Flora y vegetación de la región de los Médanos de Samalayuca, Chihuahua. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia, Chihuahua, Chih. México. 91 p.
- Estrada A., E., R. Spellenberg y T. Lebgue. 1997. Flora vascular de la Laguna de Babicora, Chihuahua, México. *SIDA* 17:809-827.
- Estrada C., A. E. and A. Matinez M. 2000. Legumes from the central part of the state of Chihuahua, México. *SIDA* 19(2):351-360.
- García V., E. R. 1986. Flora del área Experimental Forestal "Madera". INIFAP-SARH. *Cienc. Forest. en Méx* 11(60):3-20.
- Glass, C. E. 1998. Guía para la identificación de cactáceas amenazadas de México. Vol. I. Conabio. Ediciones CANTE. México, D.F. México. 210 p.
- González, M. H. 1972. Manipulating shrub-grass plant communities in arid zones for increased animal production. *In: Wildland Shrubs - Their biology and utilization*. C.M. McKell, J.P. Blaisdell y J.R. Goodin (Eds.). Forest Service. USDA. Ogden, UT. USA. pp. 429-434.
- González E., M., S. González E. y Y. Herrera A. 1991. Listados Florísticos de México. IX Flora de Durango. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. México. 167 p.
- Granados S., D. M. A. Hernández G. y G. F. López R. 2006. Ecología de las zonas áridas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1):55-69.
- Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. UNAM. Conabio. México, D.F. México. 315 p.
- Hernández, H.M., C. Gómez H. and B. Goettsch. 2004. Checklist of Chihuahuan Desert Cactaceae. *Harvard Papers in Botany* 9(1):51-68.
- Hernández O., J. G., R. Chávez M. y E. Sánchez M. 2007. Factores de riesgo en las cactáceas amenazadas de una región semiárida del Desierto Chihuahuense México. *InterCien* 32(11):728-734.
- Herrera A., Y., P. M. Peterson y M. Cerda L. 2004. Revisión de *Bouteloua* Lag. (Poaceae). *PN-CIDR Durango. Conabio. Durango, Dgo. Mex*. 187 p.
- Herrera A., Y. y P. M. Peterson. 2007. *Muhlenbergia* (Poaceae) de Chihuahua, México. Sida, Botanical Miscellany. Botanical Research Institute of Texas. BRIT Press. Fort Worth, TX. USA. 109 p.
- Henrickson, J. and M. C. Johnston. 1997. A flora of the Chihuahuan Desert region. Los Angeles, California. USA. 1687 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. Aguascalientes, Ags. México. 145 p.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2008. Wild life in a changing world: An analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species. J. C. Vié, C. Hilton-Taylor y S. N. Stuart. (eds.). <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/RL-2009-001.pdf>. (17 de mayo 2012).
- Irish, M. and G. Irish. 2000. Agaves, Yuccas, and related plants. A gardener's guide. Timber Press. Portland, OR. USA. 312 p.
- Lebgue, T. y A. Valerio. 1985. Lista parcial de las plantas vasculares del Rancho Teseachic de la Universidad Autónoma de Chihuahua. *Producción Animal en Zonas Áridas y Semiáridas*. UACH, Chihuahua, Chih. 4(2):30-36.
- Lebgue K., T. 2002. Gramíneas de Chihuahua, Manual de Identificación. Textos Universitarios. UACH. Chihuahua, Chih. México. 340 p.
- Lebgue T., M. Sosa y R. Soto. 2005. La flora de las Barrancas del Cobre, Chihuahua, México. *Ecología Aplicada* 4(1):17-23.
- Magaña P., y J. L. Villaseñor. 2002. La flora de México: ¿Se podrá conocer completamente? *Ciencias* 66:24-26.
- Martínez, M. 1992. Los pinos mexicanos. Ediciones Botas. Tercera Edición. México, D.F. México. 361 p.
- Melgoza C. A., M. H. Royo M., A. D. Bóez G. y G. Reyes L. 1998. Situación de los predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. *Folleto Técnico No. 4. Campo Experimental La Campana, INIFAP. Chihuahua, Chih. México*. 23 p.
- Melgoza C., A., M. H. Royo M. y J. S. Sierra T. 2005. Listado preliminar de la flora del estado de Chihuahua. Resumen. *In: Memorias de Simposio Internacional "El conocimiento botánico en la gestión ambiental y el manejo de ecosistemas". 2do Simposio Botánico del Norte de México*. Durango, Dgo. México. 54 p.
- Miller, H. A. and S. H. Lamb. 1985. Oaks of North America. Naturegraph Publishers, Inc. Happy Camp, CA. USA. 327 p.
- New Mexico Rare Plant Technical Council (NMRPTC). 1999. New Mexico Rare Plants. Albuquerque, NM. <http://nmrareplants.unm.edu> (Latest update: 30 March 2012). (4 de junio 2012).
- Pinedo A., C., A. Pinedo A., R. M. Quintana M. y M. Martínez S. 2007. Análisis de áreas deforestadas en la región centro-norte de la Sierra Madre Occidental, Chihuahua, México. *Tecnociencia* 1(1):36-43.
- Pitman, N. C. A. and P. M. Jorgensen. 2002. Estimating the size of the world's threatened flora. *Science* 298(5595):989.
- Reyes H., V. J., J. J. Vargas H., J. López U. y H. Vaquera H. 2005. Variación morfológica y anatómica en poblaciones Mexicanas de *Pseudotsuga* (Pinaceae). *Acta Botánica Mexicana* 70:47-67.
- Robbins, C. S. 2003. Comercio Espinoso. *TRAFFIC Norteamérica*. Fondo Mundial para la Naturaleza. Washington, DC. USA. 66 p.
- Royo, M.H. y A. Melgoza. 2001. Listado florístico del Campo Experimental La Campana y usos de su flora. *Téc. Pec. Méx.* 39:105-125.

- Royo, M. H., A. Melgoza y S. González. 2006. Cambios de la vegetación y diversidad de pastizales, de 1959-2005 en la parte central de Chihuahua. *In: III Simposium Internacional de Pastizales. Resumen.* Chihuahua, Chih. México. 25 p.
- Royo, M., M. H., J. S. Sierra T., C. R. Morales N., R. Carrillo R., A. Melgoza C. y P. Jurado G. 2008. Estudios Ecológicos de Pastizales. Capítulo III. *In: A. H. Chávez S. (comp.). Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. Libro Técnico No. 2. INIFAP-CIRNOC.* Chihuahua, Chih. México. 213 p.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. México. 432 p.
- Rzedowski, J. 1991a. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14:3-21.
- Rzedowski, J. 1991b. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Bot. Mex.* 15:47-64.
- Salas L., S. N., A. García M., J. A. Reyes A. y C. Villar M. 1999. Distribución geográfica y ecológica de la flora amenazada de extinción en la zona árida del estado de San Luis Potosí, México. *Polibotánica* 10:1-21.
- Sarukhán, J., G. Halffter, P. Koleff, R. González, J. Carabias, I. Marsh, J. Soberón, A. Mohar, R. Dirzo, S. Anta, J. Llorente-Busquets y J. De La Maza. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 100 p. http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Mexico_Sintesis.pdf. (22 de abril 2012).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México, D.F. México. 380 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. 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 (30 de diciembre 2010). México, D.F. México. 77 p.
- Sierra T., J. S., C. R. Lara M., R. Carrillo R., C. Morales N., A. Melgoza C. y M. H. Royo M. 2008. Los sotoles (*Dasyllirion* spp.) de Chihuahua. Sitio Experimental La Campana-Madera. INIFAP-CIRNOC. Chihuahua, Chih. México. Folleto Técnico No. 20. 49 p.
- Silva, J. 1986. *Encyclopedia Coniferae. Phytologia Memoirs VIII.* New York, NY. USA. 217 p.
- Spellenberg, R., T. Lebgue and R. Corral D. 1996. XIII. A specimen-based annotated checklist of the vascular plants of Parque Nacional "Cascada de Basaseachi" and adjacent areas, Chihuahua, Mexico. *In: Listados Florísticos de México.* Instituto de Biología, UNAM. México, D.F. México. 72 p.
- The Plant List. 2010. Version 1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/>. (26 de marzo 2012).
- Toledo, V. M. 1994. La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación en los noventa. *Ciencias* 34:43-58.
- Townsend P., A., M. A. Huerta O., J. Bartley, V. Sánchez C., J. Soberón, R. H. Buddemeier and D. R. B. Stockwell. 2002. Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416:626-629.
- United States Department of Agriculture- Natural Resources Conservation Service (USDA-NRCS). 2012. The PLANTS Database. <http://plants.usda.gov>. (8 de febrero 2012).
- Valdés R., J., A. Beetle y M. H. González. 1975. Gramíneas de Chihuahua. *Boletín Pastizales. Rancho Exp. La Campana. INIP-SAG.* 6(3):1-60.
- Valencia, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 75:33-53.
- Valerio, V. A., E. Carreón H., A. Lafón T., J. M. Ochoa B., P. Calderón D., D. M. Soto V., C. Chacón Z. y E. Favela T. 2005. Distribución, extensión espacial y condición de los pastizales en el estado de Chihuahua. Protección de la Fauna Mexicana, A.C., en colaboración con The Nature Conservancy. Chihuahua, Chih. México. 78 p.
- Villarreal Q., J. A. 2001. Listados Florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F. México. 138 p.
- Villarreal Q., J. A. y J. A. Encina D. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Bot. Mex.* 70:1-46.
- Villaseñor, J. L. 2004. Los géneros de las plantas vasculares de la flora de México. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 75:105-135.
- World Conservation Monitoring Center (WCMC). 1994. Biodiversity Data Sourcebook. *In: B. Groombridge (ed.). World Conservation Press, Cambridge, UK.* 155 p. <http://archive.org/details/biodiversitydata94groo>. (4 de junio 2012).

