

EL PAPEL DE LAS UNIDADES DE MANEJO AMBIENTAL EN LA CONSERVACIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DE COAHUILA

THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT UNITS IN THE CONSERVATION OF VEGETATION TYPES IN COAHUILA STATE

César Cantú Ayala¹, Fernando González Saldivar¹, Patricia Koleff Osorio², José Uvalle Saucedo¹, José G. Marmolejo Monsivais¹, Jorge García Hernández¹, Laura Rentería Arrieta¹, Jonás Delgadillo Villalobos¹, Cynthia Resendiz Infante¹ y Edgardo Ortíz Hernández³

RESUMEN

Se determinó con el método de análisis de vacíos y omisiones de conservación (GAP), cómo contribuyen las 289 unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) de Coahuila a la conservación de los tipos de vegetación natural. Mediante un análisis de componentes principales se definió la relación entre los tipos de vegetación de Coahuila, respecto a su representatividad en áreas protegidas (AP). Las UMA en el estado cubren 1,546,778 ha, de ellas 72.6% se localizan, principalmente, en sitios con cuatro tipos de vegetación primaria, que en orden de cobertura son: matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral desértico micrófilo y pastizal natural. Si se considera a las UMA como elementos equivalentes a las AP en la conservación de la biodiversidad, éstas cubrirían todos los tipos de vegetación que son omisiones de conservación en la red de AP, con excepción de la vegetación gipsófila y la halófila. Sin embargo, no incluirían los cuatro tipos de vegetación, que son a la vez vacíos de conservación en la actual red de AP, las cuales en suma sólo representan 12,514 ha. Las UMA comprenden más del 25% de la extensión del matorral espinoso tamaulipeco y 4 mezquital primarios de Coahuila, actualmente sub-representados en la red de AP de la entidad por lo que éstas, podrían contribuir a la conservación de la biodiversidad, si se manejaran sustentablemente, y de la cobertura natural del suelo.

Palabras Clave: Áreas protegidas, biodiversidad, Coahuila, conservación, tipos de vegetación, UMA.

ABSTRACT

In order to know the way in which the 289 units for management and conservation of wildlife (UMA, according to its initials in Spanish) contribute to the conservation of natural vegetation types of Coahuila, the gap method was used. By the Principal Component Analysis was determined the relationship of the vegetation types of the state in regard to the representativeness in protected areas (PA). The local UMAs cover 1,546,778 ha; 72% of them are found, mainly, in places where the four types of primary vegetation are present, which, according to their extent, would be as follows: desert microphilous scrub, desert rosetophilous scrub, tamaulipean thorn scrub and natural grassland. If UMA would be considered equivalent to PA for biodiversity conservation they would cover five vegetation types which are gaps in current protected areas; however, two plant communities: halophilous vegetation and gypsophilous vegetation would be represented in PA below the reach of the national protected average of Mexico (12%). Moreover, four vegetation types, which represent only 12,514 ha, are not represented neither in PA nor in UMA. Coahuila's UMAs cover 25% of its tamaulipean thorn scrub and mesquite land extension in primary condition, which are currently under-represented in state PA network. That means, UMA can contribute to biodiversity conservation if they are sustainably managed, protecting natural land cover.

Key words: Protected areas, biodiversity, Coahuila, conservation, vegetation types, UMA.

Fecha de recepción: 16 de mayo de 2011.

Fecha de aceptación: 5 de julio de 2011.

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Correo-e: ccantua@prodigy.net.mx

² Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO

³ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. CONANP.

INTRODUCCIÓN

A más de una década de la implementación de las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), existen opiniones encontradas acerca del papel que juegan en la protección de la biodiversidad. Las UMA fueron creadas en 1997 por parte del Gobierno Federal Mexicano como un instrumento para lograr sistemas productivos compatibles con la premisa del desarrollo sustentable. Actualmente, en México existen 8,255 UMA, que cubren 28.95 millones de hectáreas, equivalentes al 14.7% del territorio nacional (DGVS-SEMARNAT, 2008). Sin embargo, dadas las prácticas culturales que se realizan en ellas, tales como: el control de depredadores, cercos altos, alimentación suplementaria, etc., algunos expertos en conservación ecológica desestiman su papel para proteger la biodiversidad (Koleff *et al.*, 2009). Por otra parte, en el país, hoy en día 382, áreas protegidas (AP) de carácter federal, estatal y municipal, cuya extensión comprende 23,878,228 hectáreas, es decir 12% de la superficie del país (Koleff *et al.*, 2009). Destaca que las AP son reconocidas como uno de los instrumentos de conservación más importantes a nivel mundial (Cantú *et al.*, 2004).

El estado de Coahuila tiene una extensión de 151,572 km², lo que representa 7.7% de la superficie del territorio nacional; presenta un intervalo altitudinal de 129 a 3,701 m; cuenta con una población de 2,495,200 habitantes, de los cuales 68% se concentra en cinco de sus 38 municipios que en orden de importancia son: Saltillo (26%), Torreón (23.1%), Monclova (8%), Piedras Negras (5.8%), y Acuña con 5.1% (INEGI, 2005).

Para la entidad se reconocen tres grandes provincias fisiográficas: Grandes Llanuras de Norteamérica, la Sierra Madre Oriental y las Sierras y Llanuras del Norte; asociados a éstas se ubican diferentes tipos de vegetación, en respuesta a las condiciones edáficas y climáticas particulares, entre las que destacan las comunidades de matorral, bosques y de halófitas. Las variantes del matorral son las principales comunidades vegetales, y abarcan la mayor parte de las planicies bajas y altas, así como los lomeríos y partes bajas de las sierras. Lo constituyen diferentes formas biológicas, desde arbustos inermes hasta espinosos, con hojas pequeñas, áfilos, de tallos crasos, hojas espinosas y sus variantes intermedias. El matorral xerófilo se caracteriza por su extensa distribución y diversidad fisonómica, de cobertura, densidad y diversidad en las partes más áridas del estado, especialmente en su porción occidental, desde el norte hasta el sur; las principales variantes del matorral denominado xerófilo son cinco: matorral micrófilo, matorral rosetófilo, matorral de halófitas y gipsófitas, matorral submontano y matorral espinoso tamaulipeco (Villarreal y Valdés, 1993).

INTRODUCTION

After more than a decade of the implementation of the Environmental Management Units for the Conservation of Wildlife (UMA), there are contrasting opinions about the role that they have in the protection of biodiversity. They were created in 1997 by the Mexican Government as a tool to achieve productive systems compatible with the sustainable development premise. At present, there are 8,255 UMAs over 28.95 million hectares which correspond to 14.17% of the national territory (DGVS-SEMARNAT, 2008). However, from the cultural practices that are made on them such as predatory control, high fences, complementary food, etc., some experts in ecological conservation underestimate their role to protect biodiversity (Koleff *et al.*, 2009). On the other hand, there are 382 protected areas (PA) of federal, state and municipal scope, whose extent is 23,878,228 ha, that is 12% of the total area of the country (Koleff *et al.*, 2009); it is notorious that PA are acknowledged as one of the most important conservation instruments world wide (Cantú *et al.*, 2004).

Coahuila State has a territory of 151,572 km², that is, 7.7% of the country; its altitudinal range extends from 129 to 3,701 m; it has a population of 2,495,200 inhabitants, 68% of which is present at five of its 38 municipalities, that ordered by their importance, are the following: Saltillo (26%), Torreón (23.1%), Monclova (8%), Piedras Negras (5.8%) and Acuña (5.1%) (INEGI, 2005).

Three great physiographic provinces have been recognized for the State: Grandes Llanuras de Norteamérica, Sierra Madre Oriental and Sierras-and-Llanuras del Norte; associated with them are types of vegetation, in response to the edaphic and climatic particular conditions, among which outstand the communities of shrub, forests and halophytes. The variants of shrubs are the main vegetation communities and they cover the greatest part of the low and high plains, as well as slopes and the lower parts of the mountains. Different biological forms are present there, from unarmed to thorny shrubs, with small leaves, aphyllous, thick stems, thorny leaves and their in between variants. Xerophyllous brushland has a large distribution and great physiognomic diversity and biodiversity, as well as coverage and density in the driest part of the state, especially in the West section, from North to South; the main variants of the so called xerophyllous brushland are five: microphilous scrub, rosetophilous scrub, halophilous scrub and gypsophilous vegetation, sub-mountain shrub and tamaulipean thorn scrub (Villarreal and Valdés, 1993).

At present, the State of Coahuila has nine declared PA, seven of which are of federal jurisdiction, one of state and another of municipal jurisdiction, that together make up 2,328,673 ha, which covers 15.3% of its territory. Also, there are 833 UMA that include 4,300,063 ha, that is, 28.4% of the

En la actualidad, Coahuila cuenta con nueve AP decretadas, siete de las cuales son de jurisdicción federal, una estatal y otra municipal, que suman un total de 2,328,673 ha, lo que representa 15.3% de su territorio. Así mismo, existen 833 UMA que comprenden 4,300,063 ha, es decir, 28.4% de la superficie de la entidad; aunque, sólo 289 UMA (1,546,778 ha) están cartografiadas digitalmente en la base de datos de la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (DGVS-SEMARNAT, 2008) (Figura 1).

state, even though only 289 UMA (1,546,778 ha) are digitally mapped in the data base of the Wildlife General Direction of the Ministry of the Environment and Natural Resources (DGVS-SEMARNAT, 2008) (Figure 1).

The aim of the actual study was to assess if Coahuila's UMA make a contribution to the conservation of biodiversity by quantifying the cover of its natural vegetation (INEGI, 2005). Thus, as reference were taken the representativeness values in the PA network of Coahuila State and Mexico.

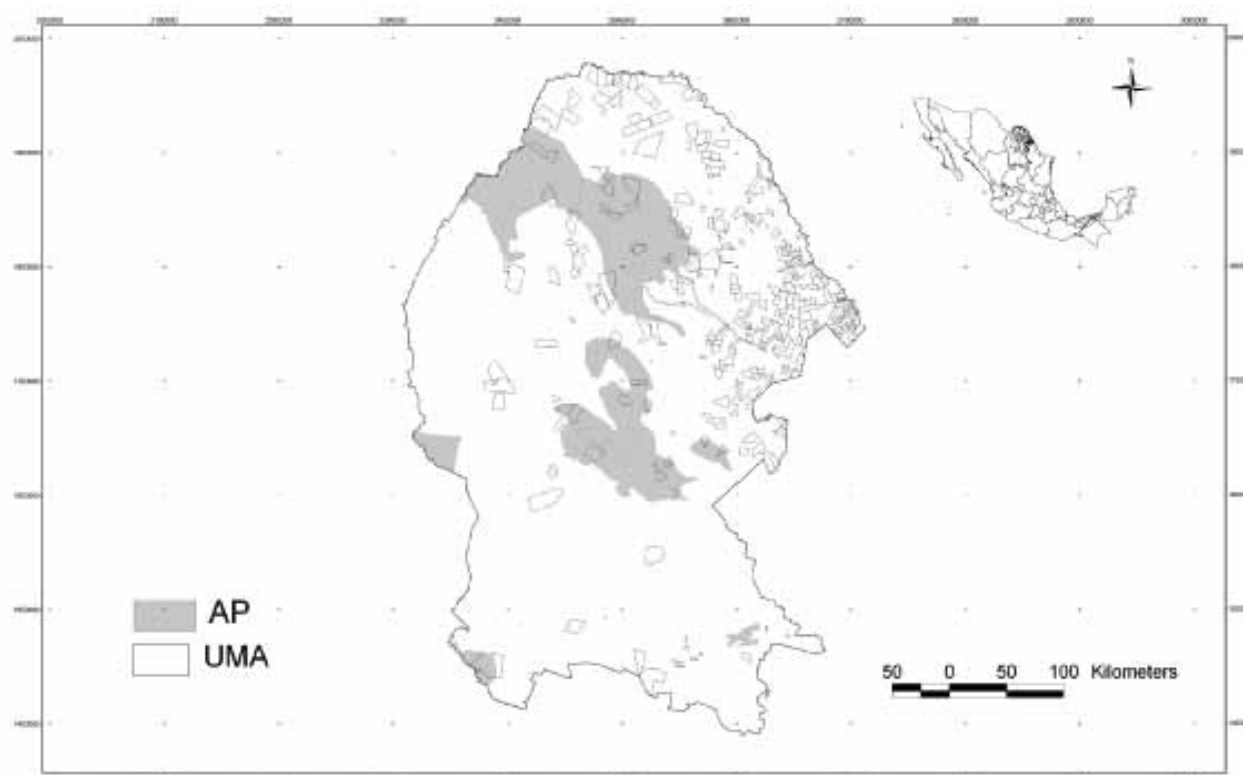


Figura 1. Áreas protegidas (AP) y unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) de Coahuila, México.
Figure 1. Protected Areas (PA) and Environmental Management Units for Wildlife Conservation (UMA) of Coahuila State, Mexico.

El objetivo del presente estudio fue evaluar si las UMA de Coahuila contribuyen a la conservación de la biodiversidad, mediante la cuantificación de la cobertura de su vegetación natural (INEGI, 2005); para ello se tomó como punto de referencia los valores de representatividad en la red de AP de Coahuila y de la República Mexicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó siguiendo la metodología desarrollada por el programa de análisis de vacíos y omisiones de

MATERIALS AND METHODS

The GAP method developed in the United States of America was used (Scott *et al.*, 1993; Cantú *et al.*, 2003; Cantú *et al.*, 2004) in order to carry out the experimental work as it is focused on the determination of the area ratio, in this case of the UMA, that represent biological diversity, and vegetation communities were considered as indicators. The available UMA in the cartographic data base of the Wild Life Direction of the Ministry of the Environment and Natural Resources (SEMARNAT) were used as well as the PA of federal, state and municipal jurisdiction from the data base of Coahuila State Government

conservación (GAP) de los Estados Unidos de América (Scott *et al.*, 1993, Cantú *et al.*, 2003, Cantú *et al.*, 2004) la cual consiste en determinar la proporción de superficie, en este caso de las UMA que representan la diversidad biológica y en la que se consideraron como indicadores las comunidades vegetales. Para ello, se utilizaron las UMA disponibles en la base de datos cartográficos de la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y las AP de jurisdicción federal, estatal y municipal de la base de datos del Gobierno del estado de Coahuila y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Se usó el mapa digital de uso del suelo y vegetación Serie III (INEGI, 2005). El análisis de elevación de las UMA, AP y tipos de vegetación se hizo a partir del modelo digital de elevación en formato reticulado de 1 km² de resolución (INEGI, 1998). Todas las cubiertas digitales fueron combinadas y analizadas con los programas ArcGis[®] versión 9.1 y ArcView[®] versión 3.2.

Así mismo, se utilizó el programa Multivariate Statistical Package MVSP 3.1 para el análisis de componentes principales con el cual se determinó la relación entre los tipos de vegetación, respecto a su representatividad en AP y las UMA no superpuestas a las AP. Dicho análisis muestra la distancia existente entre los dos grupos de variables. La longitud de las líneas de las variables indican la dirección de la máxima variación y su longitud es proporcional a la tasa de cambio; por consiguiente, los puntos (variables) en los bordes del diagrama (más alejados del origen) son de mayor relevancia e indican el grado de correlación entre las variables, mientras que los puntos más cercanos al centro son los de menor importancia.

RESULTADOS

En Coahuila se registran 289 UMA referenciadas geográficamente, que abarcan una extensión de 1,546,778 ha, equivalentes al 10.2% del territorio estatal, de éstas, 43 UMA se localizan dentro de alguna AP, por lo que 246 UMA, cuya extensión es de 1,327,133 ha, se ubican fuera de las AP estatales (Cuadro 1 y Figura 1).

Las nueve AP de Coahuila cubren un intervalo altitudinal que va de 255 msnm (Cuenca del Río Álamos y Río Sabinas) a 3,210 msnm (Sierra de Jimulco y Sierra de Zapalinamé); mientras que las UMA se extienden desde los 138 msnm que constituye el punto más bajo de la entidad, hasta los 3,307 msnm (Figura 2). Cabe destacar que el punto registrado con el modelo digital de elevación fue de 3,701 m.

La cubierta digital de uso del suelo y vegetación (INEGI, 2005), presenta 43 categorías de usos del suelo y tipos de vegetación, 25 de los cuales son de vegetación natural y el resto corresponde a usos antrópicos o de vegetación inducida. Siete tipos de las primarias no forman parte de las AP, es decir son

and the Natural Protected Areas National Commission (CONANP). The land-use and vegetation map III Series was used digital map (INEGI, 2005). The elevation analysis of the UMA, PA and types of vegetation was made from the digital elevation model in a grid format of 1 km² of resolution (INEGI, 1998). All the digital layers were combined and analyzed with the ArcGis[®] 9.1 and ArcView3.2[®] programs.

The Multivariate Statistical Package MVSP 3.1 was also used for the Principal Component Analysis by means of which was determined the relationship between the vegetation types in regard to the PA and UMA not overlapped to PA. Such analysis shows the distance the two groups of variables. The length of the variable lines points out the direction of maximum variation and its length is proportional to the change rate; thus, the points (variables) in the borders of the diagram (furthest from the origin) are of the utmost relevance and underline the degree of correlation among the variables, while the closer points to the center are of the least importance.

RESULTS

In Coahuila State there are 289 geo-referenced UMA in record, that cover 1,546,778 ha, which are equivalent to 10.2% of the state territory; of these, 43 UMA are located within some PA, which means that 246 UMA, 1,327,133 ha, are out of the PA boundaries (Table 1 and Figure 1).

The nine PA of Coahuila include an altitudinal range from 255 masl (Álamos River and Sabinas River Basins) to 3,210 masl (Jimulco Mountain Range and Zapalinamé Mountain Range); while UMA are present in places from 138 masl, that is the lowest site of the state, up to 3,307 masl (Figure 2). It is worth noticing that the registered point by the elevation digital model was 3,701 m.

The land use and vegetation digital layer (INEGI, 2005) shows 43 land use and types of vegetation categories, 25 of which are natural vegetation and the rest refer to anthropic uses or human-induced vegetation. Seven types of primary vegetation are not part of the PA, that is, they are conservation gaps. Another nine are declared as omissions of conservation, with covers in PA under the natural protected average (12%), among which the desert microphilous scrub is outstanding as the vegetation type with the second greatest cover in Coahuila (25%), after the desert rosetophilous scrub (32.7%)(Table 1).

By the for all the vegetation types it was possible to relate the cover of each of them to their area extended over the PA and the not overlapped UMA with PA. Three main groups stand out: (A) that includes the vegetation types not present at the PA network, that is, conservation gaps; (B) that includes the vegetation with greatest cover in PA, and (C) the vegetation communities with the greatest cover in UMA, from which the

vacíos de conservación. Otros nueve se citan como omisiones de conservación, con coberturas en AP por abajo de la media nacional protegida (12%), entre los que destacan el matorral desértico micrófilo, como el tipo de vegetación con la segunda mayor cobertura en Coahuila (25%), después del matorral desértico rosetófilo (32.7%) (Cuadro 1).

tamaulipean thorn scrub that adds 296,486 ha to the 75,432 ha already present in PA, which means an increment of 500% in its cover (Figure 3).

In regard to the primary natural vegetation, there are 24 types of this sort in the state that cover 12,496,348 ha

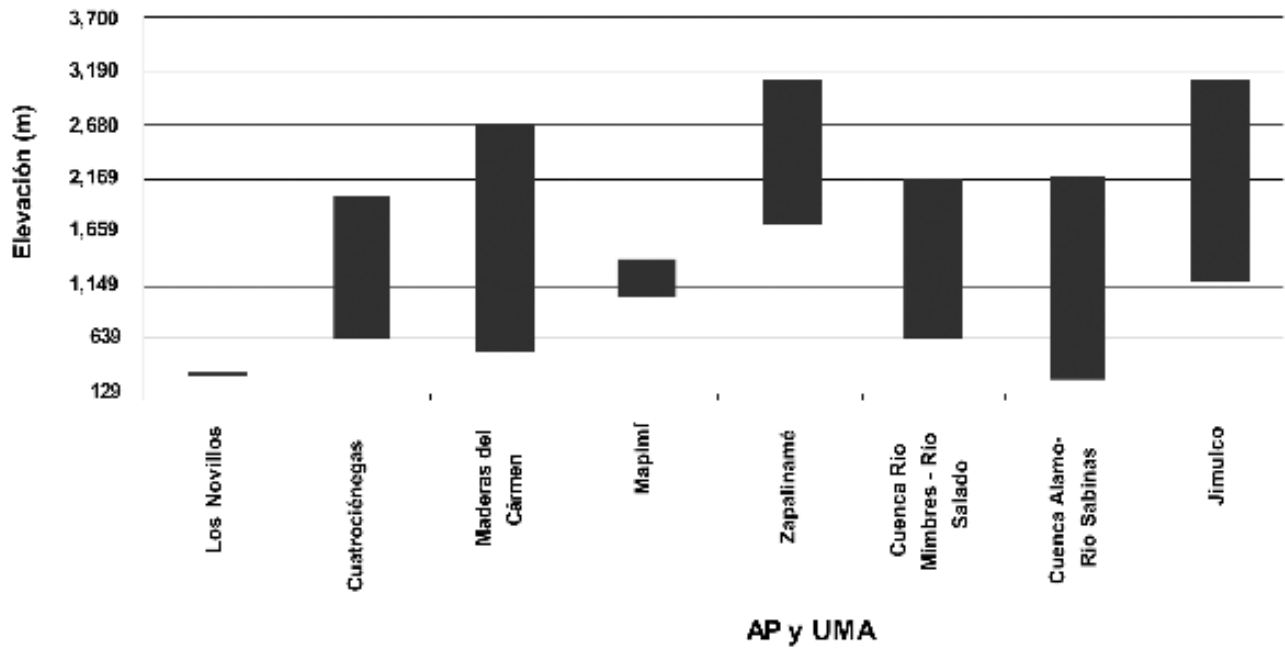


Figura 2. Intervalos altitudinales de las nueve áreas protegidas (AP) y unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) de Coahuila.

Figure 2. Altitude intervals of the nine protected areas (PA) and management units for the conservation of wildlife (UMA) of Coahuila State.

El análisis de componentes principales para los tipos de vegetación permitió relacionar la cobertura de cada uno de ellos respecto a su superficie en AP y las UMA no superpuestas con AP. Destacaron tres grupos principales de tipos de vegetación (Figura 3); el denominado (A) incluye los tipos de vegetación no representados en la red de AP, es decir vacíos de conservación. El grupo (B), comprende la vegetación con mayor cobertura en AP y, finalmente, el (C) incluye las comunidades vegetales con mayor cobertura en UMA, entre las que sobresale el matorral espinoso tamaulipeco que incorpora 296,486 ha a las 75,432 ha existentes en AP, lo que representa un incremento de 500% de su cobertura (Figura 3). Cuadro 1. Relación de la superficie de los tipos de vegetación natural y uso del suelo (INEGI, 2005) en las AP y UMA de Coahuila.

that are equivalent to 83% of the state surface. The desert crasicaule scrub, conifer scrub, gypsophilous grassland and the high mountain prairie are not considered in the state PA network; however, its total cover is only of 12,413 ha. On the other hand, omissions of conservation are: the, halophilous vegetation, gypsophilous vegetation, mesquite forest, ayarin forest (*Pseudotsuga* sp. with *Picea* sp.) and the halophilous grassland add up to 5,715,871 ha which make 45.5% of the territory of Coahuila (Figure 4).

UMA cover 956,602 ha, from which 79% are located in places with four types of vegetation, that, according to their importance, are ordered as follows: primary, desert rosetophilous scrub, primary desert microphilous scrub and primary natural grassland (Figure 4). These UMA help to overcome the omissions

Cuadro 1. Relación de la superficie de los tipos de vegetación natural y uso del suelo (INEGI, 2005) en las AP y UMA de Coahuila.
Table 1. Areas of natural vegetation types and land use in the PA and UMA of Coahuila State.

Id.	Vegetación y Uso del Suelo (INEGI, 2005)	Coahuila (ha)	Coahuila (%)	AP (ha)	AP (%)	UMA Total (ha)	UMA Total (%)	AP+UMA fuera de AP (ha)	AP+UMA fuera de AP (%)
20	Matorral SEC.	2,406	0.02	0	0	393	15.0	393	15.0
2	Bosque de ayarín SEC.	10,894	0.1	0	0	782	7.2	782	7.2
9	Bosque de oaximel SEC.	658	0.01	0	0	0	0	0	0
17	Matorral creosoteo PRIM.	2,287	0.02	0	0	0	0	0	0
18	Matorral de coníferas PRIM.	648	0.004	0	0	0	0	0	0
31	Pastizal gipsófilo PRIM.	9,288	0.1	0	0	0	0	0	0
37	Pradera de alta montaña PRIM.	133	0.001	0	0	0	0	0	0
24	Matorral espinoso tamulipeco SEC.	220,630	1.5	2,115	1.0	32,255	14.6	34,369	15.6
43	Vegetación halófila SEC.	72,467	0.5	704	1.0	0	0.0	704	1.0
38	Sin vegetación aparente ND.	68,676	0.5	2,057	3.0	2,755	3.3	4,785	5.2
22	Matorral desértico mesófilo SEC.	31,951	0.2	1,168	3.3	2,575	7.1	3,743	10.7
26	No aplicable (usos antropicos)	1,008,701	6.7	35,878	3.8	78,971	7.0	113,010	11.2
23	Matorral espinoso tamulipeco PRIM.	1,348,342	8.9	73,317	5.4	344,863	25.8	412,901	30.7
42	Vegetación halófila PRIM.	156,408	3.0	30,830	6.7	6,216	2.0	39,834	9.7
33	Pastizal halófilo SEC.	72,777	0.5	4,938	6.9	1,220	1.7	6,158	9.5
41	Vegetación gipsófila PRIM.	45,188	0.3	3,100	6.9	2,448	6.4	5,318	11.8
34	Pastizal inducido ND.	196,212	1.3	14,739	7.5	17,019	9.0	31,134	15.9
20	Matorral desértico microfilo SEC.	373,065	2.5	31,808	8.5	26,967	7.2	50,833	13.6
27	Matorral PRIM.	73,871	0.5	6,080	8.5	19,724	27.8	25,685	36.2
19	Matorral desértico microfilo PRIM.	3,395,653	22.6	258,422	8.8	270,315	8.0	558,728	16.4
1	Bosque de ayarín PRIM.	12,281	0.1	1,262	10.3	346	2.8	1,808	13.1
32	Pastizal halófilo PRIM.	318,964	2.1	34,874	10.9	22,177	7.0	56,514	17.7
12	Bosque de pino PRIM.	169,124	1.1	25,327	15.0	5,907	5.8	30,833	18.2
21	Matorral desértico mesófilo PRIM.	4,687,755	32.5	761,065	15.6	421,284	8.6	1,111,839	22.7
13	Bosque de pino SEC.	1,15,509	0.8	23,235	17.8	4,481	4.0	24,165	21.5
7	Bosque de galería PRIM.	138	0.001	28	20.1	0	0	28	20.1
8	Bosque de oaximel PRIM.	2,031	0.01	412	20.3	312	15.4	412	20.3
35	Pastizal natural PRIM.	510,909	3.4	130,619	25.6	66,099	16.9	158,016	38.8
14	Bosque de zacate PRIM.	15,808	0.1	1,545	28.7	1,971	12.5	5,978	37.6
4	Bosque de encino-pino SEC.	1,10,494	0.7	39,377	35.8	10,041	9.1	42,502	38.5
11	Bosque de pino-encino SEC.	6,236	0.04	2,292	36.2	1,901	28.4	2,302	36.3
30	Pastizal natural SEC.	99,969	0.6	35,657	40.1	12,661	14.1	45,769	51.4
40	vegetación de galería PRIM.	2,530	0.02	1,071	42.3	200	7.9	1,271	50.2
2b	Matorral submontano PRIM.	1,34,201	0.9	241,256	45.2	67,092	12.6	287,152	63.7
39	Vegetación de desiertos arenosos PRIM.	91,673	0.6	42,814	46.7	0	0	42,814	46.7
15	Chaparral ND.	367,567	2.4	183,718	50.0	38,783	10.6	205,085	56.1
3	Bosque de encino-pino PRIM.	68,023	0.5	38,078	55.2	8,580	12.4	30,018	57.0
10	Bosque de pino-encino PRIM.	37,471	0.2	22,025	58.8	7,080	18.9	29,231	59.5
5	Bosque de encino PRIM.	148,430	1.0	37,514	65.7	16,951	11.2	101,301	68.2
2f	Matorral submontano SEC.	33,841	0.3	27,154	68.2	4,805	12.1	28,427	71.4
6	Bosque de encino SEC.	125,018	0.8	85,588	68.5	22,758	18.2	69,887	71.9
16	Chaparral SEC.	10,898	0.1	6,852	90.4	348	3.2	6,852	90.4
30	Palmar inducido ND.	1,545	0.01	1,535	99.4	0	0	1,535	99.4
		15,052,636	100	2,311,291	15.4	1,546,778	10.3	3,638,425	24.2

Fuente: INEGI (2005). PRIM: primaria; SEC: secundaria; ND: no determinado; AP (%), UMA Total (%) y AP+UMA fuera AP (%), representan la proporción de la extensión de cada tipo de vegetación en Coahuila. Sólo para Coahuila (%) se refiere a la proporción de cada categoría respecto a la superficie total del estado.

Source: INEGI (2005). PRIM= primary; SEC= secondary; ND= non determined; AP (%), UMA Total (%) and AP+UMA beyond PA (%) are the proportion of the extent of each type of vegetation in Coahuila. Only for Coahuila (%) it refers to the proportion of each category in regard to the total area of the State.

El análisis de componentes principales para los tipos de vegetación permitió relacionar la cobertura de cada uno de ellos respecto a su superficie en AP y las UMA no superpuestas con AP. Destacaron tres grupos principales de tipos de vegetación (Figura 3); el denominado (A) incluye los tipos de vegetación no representados en la red de AP, es decir vacíos de conservación. El grupo (B), comprende la vegetación con mayor cobertura en AP y, finalmente, el (C) incluye las comunidades vegetales con mayor cobertura en UMA, entre las que sobresale el matorral espinoso tamulipeco

of conservation of five types of vegetation in primary state: tamulipean thorn scrub, mesquite forest, desert microphilous scrub, ayarín forest and the halophilous grassland, as well as to increase the cover are in PA of 18 natural vegetation types more (Figure 4).

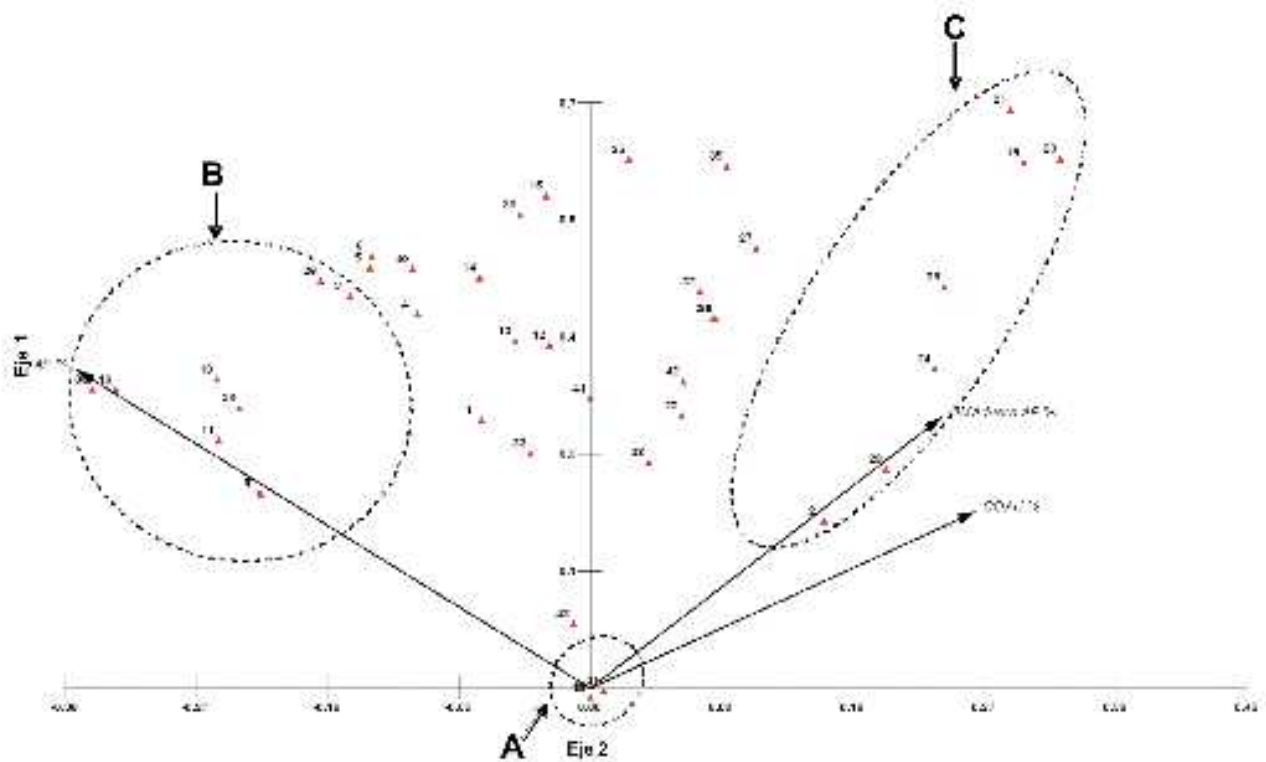


Figura 3. Diagrama Biplot basado en el análisis de componentes principales de la superficie de cada tipo de vegetación y uso del suelo de Coahuila (COAH %), respecto a su nivel de representación en las áreas protegidas (AP %) y las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre no superpuestas a las AP (UMA fuera AP %). Los números representan los tipos de vegetación descritos en el Cuadro 1.

Figure 3. Biplot diagram based on the Principal Component Analysis of the surface covered by each type of vegetation and land use of Coahuila (COAH %), in regard to their representation level in protected areas and management units for the conservation of wildlife (UMA) not overlapped to PA (UMA out of PA %). The numbers represent the types of vegetation described in Table 1.

que incorpora 296,486 ha a las 75,432 ha existentes en AP, lo que representa un incremento de 500% de su cobertura (Figura 3).

En cuanto a la vegetación natural primaria, en la entidad hay 24 tipos en esta condición y cubren 12,496,348 hectáreas que equivalen 83% de la superficie estatal. El matorral crasicaule, matorral de coníferas, pastizal gipsófilo y la pradera de alta montaña no están representadas en la red de AP estatal; sin embargo, su cobertura total es de sólo 12,514 ha. Por otra parte, son omisiones de conservación: matorral espinoso tamaulipeco, vegetación halófila, vegetación gipsófila, mezquital, bosque de ayarín, pastizal halófilo, que en suma hacen 5,715,871 ha y con 45.5% de la superficie de Coahuila (Figura 4).

Las UMA cubren 956,602 ha, de esa superficie 79% se localizan en sitios con cuatro tipos de vegetación en orden de importancia: matorral espinoso tamaulipeco primario,

DISCUSSION

Coahuila is the third Mexican state in regard to extent, after Chihuahua and Sonora States. The primary natural vegetation is distributed in 83% of its 151,572 km² (INEGI, 2005).

The Principal Component Analysis is an easy and practical method which were identified the vegetation communities based on their cover level, the PA and UMA beyond the AP, and in a graphic way, the degree of correlation of these three variables. In addition, it favours to structure one data group obtained from a population whose probability distribution needs not be known, since it is a mathematical technique that does not demand a statistical model to explain the probability structure of errors (Pla, 1986).

From the physiognomy, similarity of ecologic conditions and their floristic affinities, Villarreal and Valdés (1993)

matorral desértico rosetófilo primario, matorral desértico micrófilo primario y pastizal natural primario (Figura 4).

Las UMA contribuyen a superar las actuales omisiones de conservación de cinco tipos de vegetación en condición primaria: matorral espinoso tamaulipeco, mezquital, matorral desértico micrófilo, bosque de ayarín y pastizal halófilo, así como a incrementar la superficie de cobertura en AP de otros 18 tipos de vegetación natural (Figura 4).

acknowledge 13 vegetation communities in Coahuila State: 1) microphilous scrub, 2) rosetophilous scrub, 3) halophilous and gypsophilous scrubs, 4) tamaulipean thorn scrub, 5) sub-mountain scrub, 6) oak forest, 7) stone pine forest 8) pine forest 9) fir forest, 10) pine-oak forest, 11) alpine and subalpine vegetation, 12) grasslands and 13) riparian vegetation. In the actual study, according to the analysis of the Series III map of land use and vegetation (INEGI, 2005), outstand three types of primary vegetation in the state

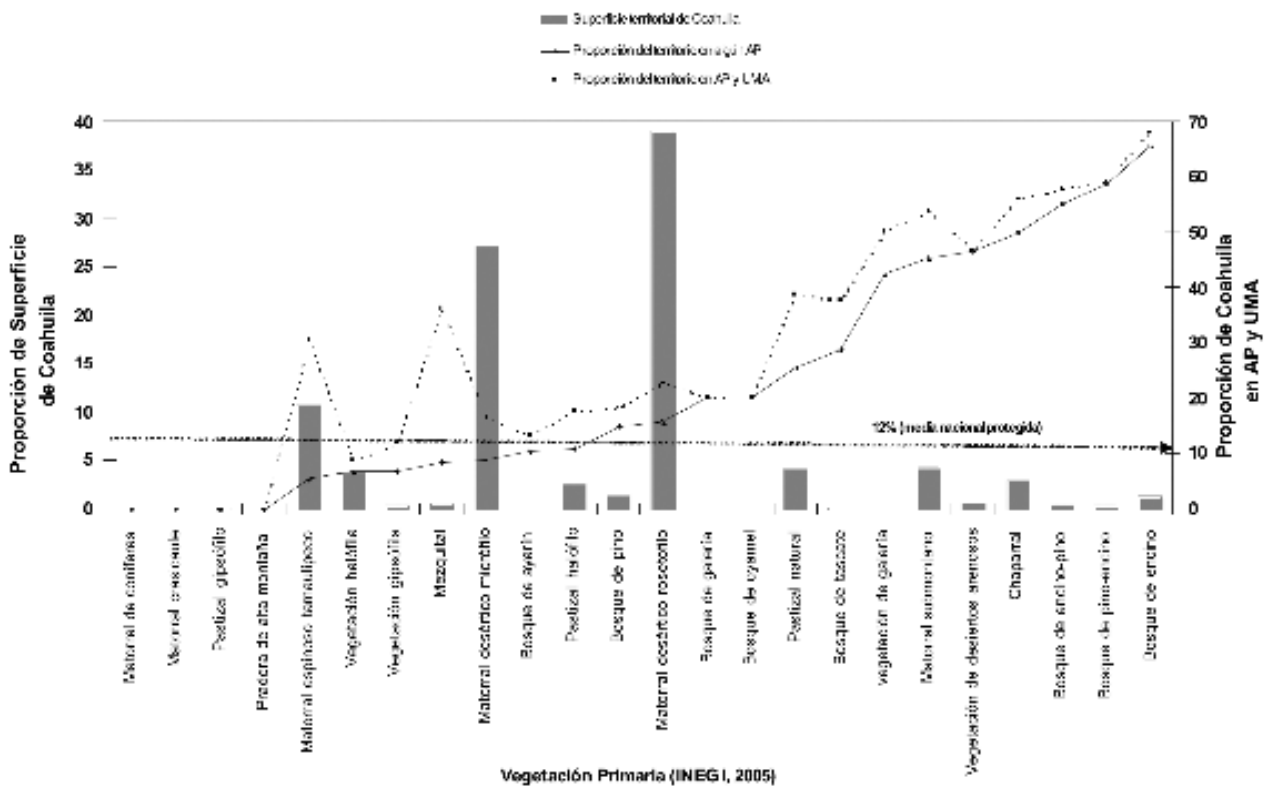


Figura 4. Relación proporcional de los tipos de vegetación natural primaria (INEGI, 2005) en Coahuila respecto a su cobertura en AP y UMA.

Figure 4. Proportional relation of the primary natural vegetation types (INEGI, 2005) in Coahuila state.

DISCUSIÓN

Coahuila es el tercer estado de la República Mexicana en extensión, después de Chihuahua y Sonora. La vegetación natural primaria cubre 83% de sus 151,572 km² (INEGI, 2005).

El análisis de componentes principales es un método práctico y sencillo con el cual se identificaron las comunidades vegetales con base en su nivel de cobertura, las AP y UMA fuera de AP y, de manera gráfica, el nivel de correlación de estas tres variables. Además permite la estructuración de un

context for their great cover: desert rosetophilous scrub, desert microphilous scrub and tamaulipean thorn scrub, which, as a group, represent 63.5% of the state territory and 77% of the total primary vegetation.

The present PA network of Coahuila does not integrate properly its vegetation types since only 14 out of its 24 types of primary natural vegetation are included over the national protected average (12%) within the limits of its PA. This means that 10 types of natural vegetation, that extend over 47% of its area, are no represented, or even, are underrepresented in the PA.

conjunto de datos, obtenidos de una población cuya distribución de probabilidades no necesita ser conocida, ya que se trata de una técnica matemática que no requiere un modelo estadístico para explicar la estructura probabilística de los errores (Pla, 1986).

A partir de las características fisonómicas, similitudes en condiciones ecológicas, y sus afinidades florísticas, Villarreal y Valdés (1993) reconocieron 13 comunidades vegetales para Coahuila: 1) matorral micrófilo, 2) matorral rosetófilo, 3) matorrales de halófitas y gipsófitas, 4) matorral tamaulipeco, 5) matorral submontano, 6) bosque de encino, 7) bosque de pino piñonero, 8) bosque de pino, 9) bosque de oyamel, 10) bosque de pino-encino, 11) vegetación alpina-subalpina, 12) zacatales y 13) vegetación riparia. En el presente estudio, de acuerdo al análisis del mapa de uso del suelo y vegetación Serie III (INEGI, 2005), destacaron en el contexto estatal por su gran cobertura tres tipos de vegetación primaria: matorral desértico rosetófilo, matorral desértico micrófilo y matorral espinoso tamaulipeco, los cuales representan en su conjunto 63.5% del territorio de la entidad y 77% del total de vegetación primaria.

La actual red de AP de Coahuila no integra a sus tipos de vegetación, ya que tan sólo 14 de sus 24 tipos están incluidos por encima de la media nacional protegida (12%) dentro de los límites de sus AP. Esto significa que 10 tipos de vegetación natural, que se extienden en 47% de su superficie, no están representados, o bien están sub-representados en las AP.

Las UMA de Coahuila tienen una cobertura territorial que casi duplica la superficie de AP. Sin embargo, nada más se cuenta con información cartográfica de 289, de las 833 UMA existentes (SEMARNAT, 2008). No obstante estas 289 UMA cubren 1,546,778 hectáreas, equivalentes a 10.3% de la superficie estatal. Aunque, se debe considerar que 219,645 ha de estas UMA se ubican dentro de AP, por lo el área de las UMA fuera de las AP suman en 1,327,133 ha, es decir 8.8% del estado de Coahuila. Si se añade a la superficie de las AP, la de las UMA se alcanzan las 3,638,425 de ha, casi una cuarta parte del territorio de la entidad.

Las UMA se extienden desde los 138 msnm, el punto más bajo de Coahuila, hasta los 3,307 msnm, intervalo altitudinal más amplio que el de las AP. Las UMA incluyen dentro de sus límites los mismos tipos de vegetación que las AP, con excepción del bosque de galería y la vegetación de desiertos arenosos. Los sitios con vegetación primaria, en los que se localiza 72.6% de 1,546,778 ha de AP, son en orden de cobertura: matorral desértico rosetófilo, matorral espinoso tamaulipeco, matorral desértico micrófilo y pastizal natural.

The UMA of Coahuila covers a territory that almost doubles the area of the PA. However, there is only cartographic information of 289 of the 833 UMA that exist (SEMARNAT, 2008). Nevertheless, these 289 UMA cover 1,546,778 ha, that are equivalent to 10.3% of the state area, even though it must be taken into account that 219,645 ha of these UMA are in a PA; thus, the UMA area beyond PA make up 1,327,133 ha, that is, 8.8% of Coahuila's territory. If the area of UMA is added to that of AP, 3,638,425 ha result, which almost stand for a quarter of the State.

UMA extend from 138 masl to 3,307 masl, an altitude interval broader than that of the PA. Within its boundaries, UMA include the same types of vegetation that the PA, except for gallery forests and sandy desert vegetation. The places with primary vegetation, in which is found 72.6% of the 1,546,778 ha of PA, are in terms of cover: tamaulipean thorn scrub, desert microphilous scrub and natural grassland.

In the desert rosetophilous scrub the dominant species are: *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla) y *Dasyllirion cedrosanum* Trel. (sotol); en el matorral espinoso tamaulipeco: *Acacia rigidula* Benth. (chaparro prieto), *Havardia pallens* (Benth.) Britton et Rose (tenaza), *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby et J. W. Grimes (ébano), *Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst. (mezquite), *Forestiera angustifolia* Torr. (panalero), *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. (colima), *Karwinskia humboldtiana* (Willd. ex Roem. et Schult.) Zucc. (tullidora), *Lantana macropoda* Torr. (lantana), *Cordia boissieri* A. DC. (anacahuíta) and *Leucophyllum texanum* Benth. (cenizo); in the desert microphilous scrub: *Larrea tridentata* (Sessé et Moc. ex DC.) Coville (gobernadora), *Flourensia cernua* DC. (hojasén), *Parthenium incanum* Kunth (mariola) and *Prosopis glandulosa* Torr. (mezquite).

In the natural grasslands, particularly the climatic types, the following species are outstanding: *Bouteloua gracilis* Lag., *B. curtipendula* (Michx.) Torr., *B. hirsuta* Lag., *Aristida adscensionis* L., *A. barbata* E. Fourn., *A. purpurea* Nutt., *Digitaria californica* (Benth.) Henrard, *Enneapogon desvauxii* P. Beauv., *Eragrostis cilianensis* (All.) Janch., *E. mexicana* (Hornem.) Link., *E. pilosa* (L.) P. Beauv., *Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult., *Lycurus phleoides* Kunth, *Muhlenbergia emersleyi* Vasey, *M. montana* (Nutt.) Hitchc., *M. porteri* Scribn. ex Beal, *M. rigida* (Kunth) Kunth, *Nassella leucotricha* (Trin. et Rupr.) Pohl, *Panicum hallii* Vasey, *P. obtusum* Kunth, *Paspalum pubiflorum* E. Fourn., *Polypogon viridis* (Gouan) Breistr., *Setaria leucopila* (Scribn. et Merr.) K. Schum., *Stipa eminens* Cav. En los pastizales edáficos: *Bouteloua chasei* Swallen, *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm., *Scleropogon brevifolius* Phil., *Hilaria swallenii* Cory, *Monanthochloe littoralis* Engelm., *Muhlenbergia gypsophila* C. Reeder et Reeder, *M. repens* (J. Presl) Hitchc., *Panicum bulbosum* Kunth and *Sporobolus airoides* (Torr.) Torr. (Villarreal, 2001; Villarreal and Valdés, 1993).

Destacan como especies dominantes de estas comunidades, para el matorral desértico rosetófilo: *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla) y *Dasyllirion cedrosanum* Trel. (sotol); en el matorral espinoso tamaulipeco: *Acacia rigidula* Benth. (chaparro prieto), *Havardia pallens* (Benth.) Britton et Rose (tenaza), *Ebenopsis ebano* (Berland.) Barneby et J. W. Grimes (ébano), *Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst. (mezquite), *Forestiera angustifolia* Torr. (panalero), *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. (colima), *Karwinskia humboldtiana* (Willd. ex Roem. et Schult.) Zucc. (tullidora), *Lantana macropoda* Torr. (lantana), *Cordia boissieri* A. DC. (anacahuíta) y *Leucophyllum texanum* Benth. (cenizo); para el matorral desértico micrófilo: *Larrea tridentata* (Sessé et Moc. ex DC.) Coville (gobernadora), *Flourensia cernua* DC. (hojasé), *Parthenium incanum* Kunth (mariola) y *Prosopis glandulosa* Torr. (mezquite).

Para el pastizal natural se distinguen, en los pastizales climáticos: *Bouteloua gracilis* Lag., *B. curtipendula* (Michx.) Torr., *B. hirsuta* Lag., *Aristida adscensionis* L., *A. barbata* E. Fourn., *A. purpurea* Nutt., *Digitaria californica* (Benth.) Henrard, *Erneapogon desvauxii* P. Beauv., *Eragrostis cilianensis* (All.) Janch., *E. mexicana* (Hornem.) Link., *E. pilosa* (L.) P. Beauv., *Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv. ex Roem. et Schult., *Lycurus phleoides* Kunth, *Muhlenbergia emersleyi* Vasey, *M. montana* (Nutt.) Hitchc., *M. porteri* Scribn. ex Beal, *M. rigida* (Kunth) Kunth, *Nassella leucotricha* (Trin. et Rupr.) Pohl, *Panicum hallii* Vasey, *P. obtusum* Kunth, *Paspalum pubiflorum* E. Fourn., *Polypogon viridis* (Gouan) Breistr., *Setaria leucopila* (Scribn. et Merr.) K. Schum., *Stipa eminens* Cav.; mientras que en los pastizales edáficos: *Bouteloua chasei* Swallen, *Buchloe dactyloides* (Nutt.) Engelm., *Scleropogon brevifolius* Phil., *Hilaria swallenii* Cory, *Monanthochloe littoralis* Engelm., *Muhlenbergia gypsophila* C. Reeder et Reeder, *M. repens* (J. Presl) Hitchc., *Panicum bulbosum* Kunth, *Sporobolus airoides* (Torr.) Torr. (Villarreal, 2001; Villarreal y Valdés, 1993).

Otro aspecto muy importante se refiere a que las UMA forman corredores entre las AP existentes, principalmente en la región norte, entre las Cuencas del Río Salado y Álamos.

Las UMA contribuyen a superar las actuales omisiones de conservación de cinco tipos de vegetación en condición primaria: mezquital, matorral desértico micrófilo, bosque de ayarín, pastizal halófilo, matorral espinoso tamaulipeco y vegetación halófila. De ellos sobresale el matorral espinoso tamaulipeco, comunidad vegetal endémica del noreste de México y sur de Texas, que en las AP de Coahuila apenas ocupa 5.4% de su extensión en la entidad, y en las UMA no superpuestas a las AP se ubica más del 25% de distribución estatal.

A pesar de que el papel de las UMA en la conservación de la biodiversidad es controversial, ya que no se ha evaluado sistemáticamente su contribución a la conservación *in situ* de

Another very important matter refers to the fact that UMA form pathways among the present PA, mainly in the Northern region, between the Salado and Álamos River Basins. Also, they help to overcome the present omissions of conservation of six types of primary vegetation: mesquite forest, desert microphilous scrub, ayarin forest, halophilous grassland, tamaulipean thorn scrub and halophilous vegetation. From them, the tamaulipean thorn scrub is notorious as a vegetation endemic community of Northeastern Mexico and South of Texas, that in the PA of Coahuila covers hardly 5.4% of its territory and in the not overlapped PA it is present in more than 25% of its State distribution.

In spite of the controversial role that UMA have in the conservation of biodiversity, since it has not been systematically assessed their contribution to *in situ* conservation of the native wildlife (Koleff *et al.*, 2009), it must be taken into account that in some PA are performed management activities that are opposite to the principles of conservation. Thus, it is necessary to analyze carefully the UMA of Coahuila to determine if the management practices that they carry out make a real contribution to the conservation of biodiversity.

About hunting tourism it was observed an annual increment of 8.8% of national and 10% of foreign hunters. Its economic effect, for the States of Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora and Tamaulipas, it is around US\$223 million, when the direct and indirect economic contribution produced by this activity (Guajardo-Quiroga and Martínez-Muñoz, 2004). However, the present insecurity that prevails in some parts of Mexico has favored a reduction of the demand by hunters, mainly at the Northeast of Mexico.

Gallina-Tessaro *et al.* (2009) discuss that the economic importance that comes from harvesting in UMA has not been properly studied, but in a first approach, it suggests an economic contribution of US\$233 million. This is a conservative estimate, since it considers just the major hunting harvested species.

Management plans of UMA as crucial elements to carry on actions to preserve biodiversity in Mexico have the same problems as Wildlife Refuges of the United States of America do, since to get, synthesize and understand all the scientific information that exists may be a hard task (Schroeder *et al.*, 2009), specially if it is taken into account that in Mexico there are 8,255 UMA, over 28.95 million ha, while in Coahuila State 833 over 4.3 million ha have been identified, which mean a great challenge for the managers of these significant conservation instruments.

Based upon the former results, it is clear that the great defiance for the authorities and responsible management technicians of UMA is to apply actions that, from sustainable development premises, favor economically attractive activities environmentally friendly that guarantee the good progress ecological processes in

la vida silvestre nativa (Koleff *et al.*, 2009), se debe considerar que de igual manera en algunas AP se realizan actividades de manejo contrarias a los principios de conservación. Es por ello que resulta necesario analizar con detalle las UMA de Coahuila, para determinar si las prácticas de manejo que se realizan efectivamente contribuyen a la conservación de la biodiversidad.

En cuanto al turismo cinegético, se observó un incremento anual del 8.8% de cazadores nacionales y 10% internacionales. Su efecto económico, tan sólo por la actividad cinegética, para los estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas es del orden de 2,900 millones de pesos, cuando se considera la derrama directa e indirecta generada por la actividad (Guajardo-Quiroga y Martínez-Muñoz, 2004). Sin embargo, el actual clima de inseguridad que priva en México ha generado una marcada disminución en la demanda de esta actividad por parte de los cazadores nacionales y extranjeros, principalmente en el noreste de México.

Gallina-Tessaro *et al.* (2009) consignan que la importancia económica derivada del aprovechamiento en las UMA no ha sido estimada a detalle, pero una primera aproximación indica una derrama económica superior a los 3,029 millones de pesos. La estimación anterior es conservadora, pues únicamente considera las principales especies cinegéticas aprovechadas.

La importancia de los planes de manejo de las UMA como elementos clave para instrumentar actividades para conservar la biodiversidad en México presentan los mismos problemas que los planes de manejo de los Refugios de Vida Silvestre en Estados Unidos de América, ya que la obtención, síntesis y comprensión de toda la información científica que existente, puede ser una tarea bastante difícil de realizar Schroeder *et al.* (2009). Sobre todo, si se considera que en México hay 8,255 UMA, cubriendo 28.95 millones de hectáreas; mientras que en Coahuila, se identifican 833 UMA que ocupan 4.3 millones de hectáreas, lo que representa un gran reto para los manejadores de estos importantes instrumentos de conservación.

Con base en lo anterior, se desprende que el gran reto para las autoridades y manejadores de las UMA es implementar medidas de manejo que, a partir de las premisas del desarrollo sustentable, propicien actividades económicamente atractivas, y ambientalmente compatibles para permitir que los procesos ecológicos se desarrollen de manera adecuada, para proteger la biodiversidad y que, en suma, contribuyan al aumento del bienestar social de todas las personas involucradas.

order to protect biodiversity and that, as a whole, help to increase the social welfare of all the human groups involved.

CONCLUSIONS

Las 833 UMA registradas para Coahuila cubren 28.4% de la superficie del estado; mientras que sus nueve AP representan 15.3% de su territorio.

The 833 registered UMA in Coahuila state extend over 28.4% of its territory, while the nine PA cover 15.3%.

The primary desert rosetophilus scrub, the primary desert microphilous scrub and the primary natural grassland are the vegetation types present in 79% of the area that belongs to the 289 UMA.

UMA extend over more than 25% of the tamaulipean thorn scrub and the primary mesquite forest, at present underrepresented in the PA network of the state; so, they could help, if sustainably managed, to the conservation of biodiversity and of the natural protection layers of soil.

The not overlapped UMA to PA include 296,486 ha of tamaulipean thorn scrub to the 75,432 ha that already exist in PA, which is an increment of 500% of the cover of this great type of vegetation endemic in the Northeast of Mexico and seriously threatened by anthropic activities.

ACKNOWLEDGEMENTS

It was possible to accomplish this research in regard to the financial support provided by CONAVYT to the Project "Las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA), en la Conservación de la Biodiversidad en el noreste de México" (SEP-CONACYT, Ciencias Básicas-2007. Clave: 82625). The authors would like to thank, as well, the unknown reviewers of this paper for their wise criticism and suggestions to improve its quality.

End of the English version