



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE UN PASTIZAL
EN EL ESTADO DE QUERÉTARO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

ANA LAURA SUÁREZ MARTÍNEZ

Director de Tesis: M. en C. Maricela Gómez Sánchez.

Santiago de Querétaro, Qro. Julio de 1999.

No Adq. H 60035
No. Título _____
Clas. 581.072
5939a

BIBLIOTECA CENTRAL UAQ
"ROBERTO RUIZ OBREGON"

AGRADECIMIENTOS

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro por educarme en la verdad y en el honor a lo largo de mis estudios medio superior y superior.

Al Comité de Becas para la Formación Temprana de Investigadores (FOMES 9623-04) para el fortalecimiento de la Facultad de Ciencias Naturales.

Al Programa de Estímulos a la Investigación de la Universidad Autónoma de Querétaro (PEI-UAQ) ciclo 1998-1999.

A todos los maestros que con su ejemplo y dedicación han dejado una huella imborrable.

A la M. en C. Maricela Gómez Sánchez, con todo respeto, admiración y agradecimiento, no solo por dirigir esta investigación, sino también por sus enseñanzas, valiosas sugerencias y comentarios.

Al M. en C. Manuel González Ledesma, por sus asesorías y comentarios para el mejoramiento de este trabajo.

Mi más profundo agradecimiento a la M. en C. Valentina Serrano Cárdenas, por facilitarme el uso de las instalaciones del Herbario "Dr. Jerzy Rzedowski" además de sus consejos a lo largo de la investigación.

A la Dra. Mahinda Martínez y Díaz de Salas y al Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval, por su valioso tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, así como sus acertadas sugerencias.

A la Bióloga Patricia Gloria Silva Alcántara, por compartir su tiempo y espacio de trabajo.

Al Ing. Omar Bautista Guerrero, por su ayuda en la digitalización del área de estudio.

A Liliana Elizabeth Ramírez García, por su ayuda y colaboración durante los meses de colecta.

DEDICATORIA

A Dios por ser la razón de mi existencia.

A mis padres por su gran ejemplo, amor, apoyo y ayuda incalculable.

A Humberto, por su amor y valiosa ayuda.

A Tino, por darme momentos llenos de alegría.

A toda mi familia por su cariño.

A mi abuelita “Cheva” ^(†), por mis primeras clases de botánica.

A Liliana, Anita, Norma y Erika por su amistad.

A los interesados en el tema que para ellos se elaboró esta investigación.

ÍNDICE

	página
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVOS	7
3.1 Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos particulares.....	7
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1 Revisión bibliográfica.....	8
4.2 Trabajo de campo.....	9
4.3 Digitalización del área de estudio.....	10
4.4 Trabajo de herbario.....	11
4.5 Síntesis de resultados	11

ÍNDICE

	página
V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	14
5.1 Generalidades.	14
5.2 Ubicación del área de estudio.	15
5.3 Geología y estratigrafía.	17
5.4 Suelo.	17
5.5 Clima.	18
5.6 Hidrología.	18
5.7 Vegetación.	19
VI. RESULTADOS	20
6.1 Riqueza florística y rasgos únicos de la flora.	20
6.2 Aspectos fisonómico-florísticos del pastizal.	24
6.3 Origen del pastizal.	26
6.4 Estratos de vegetación.	27
6.5 Especies mejor representadas en el pastizal.	28
6.6 Microhábitats.	29
6.7 Composición florística en cada uno de los sitios del pastizal.	30
6.8 Cambios florísticos del pastizal durante las estaciones.	33
6.9 Análisis de la diversidad florística mediante cuadrados.	34
6.10 Análisis y comparación florística del pastizal.	36
VII. DISCUSIÓN	43
VIII. CONCLUSIONES	47
IX. LITERATURA CITADA	49

ÍNDICE

	página
X. APÉNDICE I	55
Catálogo de las especies encontradas en el pastizal de Huimilpan, Querétaro.....	55
XI. APÉNDICE II	64
Catálogo de especies colectadas durante el análisis de diversidad mediante cuadrados en el mes más lluvioso.....	64
XII. APÉNDICE III	67
Catálogo de especies colectadas durante el análisis de diversidad mediante cuadrados en el mes más seco.....	67
XIII. APÉNDICE IV	71
Fotografías.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	página
Fig. 1 Ubicación del estado de Querétaro y municipio de Huimilpan. _____	14
Fig. 2 Ubicación del área de estudio. _____	16
Fig. 3 Número de especies por grupo. _____	20
Fig. 4 Rasgos únicos de las especies. _____	21
Fig. 5 Porcentaje de géneros y especies por familias. _____	22
Fig. 6 Riqueza florística de cada sitio del pastizal. _____	32
Fig. 7 Taxa comunes del pastizal de Huimilpan con respecto al pastizal de <i>Bouteloua</i> de Durango. _____	39
Fig. 8 Taxa comunes del pastizal de Huimilpan con respecto al Cacto- <i>Acacia</i> -Pastizal de Durango. _____	40
Fig. 9 Taxa comunes del pastizal de Huimilpan con respecto al pastizal de <i>Hilaria cenchroides</i> del Valle de México. _____	41
Fig. 10 Taxa comunes del pastizal de Huimilpan con respecto al pastizal de <i>Buchlœ dactyloides</i> del Valle de México. _____	42

ÍNDICE DE CUADROS

página

Cuadro 1. Familias mejor representadas en el pastizal. _____	23
Cuadro 2. Número de taxa comunes y únicos entre los sitios del pastizal. _____	31
Cuadro 3. Número total de taxa por sitio. _____	32
Cuadro 4. Número de taxa únicos en cada uno de los sitios del pastizal durante el mes más lluvioso y seco _____	35
Cuadro 5. Número de taxa compartidos en los sitios del pastizal durante el mes más lluvioso y seco _____	35
Cuadro 6. Número total de taxa compartidos en cada uno de los sitios del pastizal durante el mes más lluvioso y seco _____	35
Cuadro 7. Comparación de la diversidad taxonómica del pastizal de Huimilpan con otros pastizales de México. _____	38

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio florístico en un pastizal del Municipio de Huimilpan, Qro. Se incluye un catálogo de las especies y se anexan datos sobre su distribución, origen y algunos rasgos únicos. La diversidad se estimó mediante muestreos sistemáticos a manera de barrido y con cuadrados de 20 x 20 m. Se identificaron tres sitios del pastizal: Pastizal Encinal, Cacto-*Acacia*-Pastizal y Pastizal Abierto. Se determinaron 46 familias, 109 géneros, 141 especies, siete variedades y tres subespecies. De éstas, 129 (91.48%) son nativas; 12 (8.51%) introducidas; 13 (9.21%) naturalizadas en México y otras regiones del mundo; 38 (26.95%) son endémicas a México y 54 (38.29%) se comportan como indicadoras de disturbio, sobrepastoreo, maleza ruderal o arvense y/o vegetación secundaria. Las familias mejor representadas son Poaceae, Asteraceae y Fabaceae. Este pastizal posee una riqueza taxonómica significativa en comparación con los pastizales del Estado de Durango y del Valle de México. Esta riqueza está determinada por la presencia de microhábitats.

I. INTRODUCCIÓN

Los pastizales son comunidades vegetales donde las especies dominantes son gramíneas perennes con exclusión total o parcial de árboles y arbustos (Zamudio *et al.*, 1992). Son ricos en microclimas (que aumentan en relación a la topografía), flora (el número de especies se favorece según las condiciones del ambiente), fauna y microorganismos (Coupland, 1979). Su presencia se ve determinada por condiciones climáticas, edáficas, topográficas, actividad antropogénica y herbivoría (Moore, 1982).

Estos pastizales son de gran importancia, no solo por ser un tipo más de vegetación que cubre cerca de la 1/5 parte de la superficie emergida, sino también por ser una carpeta vegetal que previene la erosión, disminuye la infertilidad del suelo y mantiene el equilibrio en la capacidad de los mantos acuíferos (Cruz, 1969). Grandes beneficios se derivan del uso de los pastizales, ya sea para cultivo de gramíneas para consumo humano o aquellas palatables para el ganado productor de leche y/o carne.

Este tipo de vegetación recibe diferentes denominaciones según el tipo de clima y densidad de árboles y/o arbustos. Así, en África se denominan sabanas, en Eurasia estepas, en América del Norte praderas, en Sudamérica, principalmente en regiones de montaña alta, páramos. En México, se les conoce como pastizales a las planicies generalmente semiáridas y húmedas, en cambio en las zonas de alta montaña se les denominan zacatonales o pastizales alpino-subalpinos.

Según Rzedowski (1975) algunos pastizales mexicanos son el resultado de largos e intensos periodos de actividad antropogénica, que originalmente pudieron haber sido áreas cubiertas por bosque de *Pinus* L. y *Quercus* L. Otros, se han establecido en áreas de matorral xerófilo destruido. Los pastizales alpinos y subalpinos son de distribución restringida en montañas del Centro y Sur de México. Los pastizales de zonas áridas o semiáridas son importantes porque albergan un alto porcentaje de especies endémicas y representan la mayor proporción de pastizal natural en México. Asimismo, existen aquellos determinados por condiciones de suelo y deficiencias en el drenaje. Así entonces, los pastizales se pueden agrupar, según su origen, en tres categorías: climáticos, edáficos y antropogénicos. Los pastizales mexicanos son muy diversos en su composición florística, fisonomía, fenología y sus requerimientos ecológicos determinan su existencia y su papel en la sucesión de comunidades.

La distribución de los pastizales se da, en todos los continentes, entre latitudes de 60° N y 50° S, área que equivale a un 20% del total de tierra emergida (Moore, 1982). En México ocupan del 10-12% del territorio y están mejor representados en el Noroeste y la zona semiárida del centro de México (Rzedowski, 1975). En el estado de Querétaro el pastizal corresponde al 4.5% de la superficie total y se ubica en el llamado rincón meridional de Querétaro en los municipios de Amealco, San Juan del Río y Huimilpan. Se localizan pequeños manchones aislados en El Marqués, Colón, Cadereyta y Ezequiel Montes (Zamudio *et al.*, 1992). Esto, representa una gama de pastizales bajo diferentes condiciones, y por lo tanto una gran diferencia en la composición florística y diversidad de los mismos.

A pesar de su riqueza florística, el estado de Querétaro se ha destacado durante mucho tiempo por ser uno de los menos conocidos de la República desde el punto de vista botánico, a pesar de su ubicación en el centro del país y de su fácil accesibilidad. Los trabajos más completos que se conocen son los de Argüelles *et al.* (1991) y Zamudio *et al.* (1992). En el primero, proporcionan un listado florístico preliminar del estado. En el segundo, muestran una aproximación al conocimiento de la vegetación queretana, ubicando los sitios con pastizal, las especies que los conforman y su estado actual.

Actualmente, se hacen algunos estudios de otros grupos taxonómicos en varias regiones del estado. Sin embargo, ninguno trata a las gramíneas y/o pastizales de manera particular.

Esta investigación, además de generar un catálogo de las gramíneas presentes en el pastizal, señala también los demás componentes de la flora vascular que lo constituyen, sus asociaciones y algunos rasgos únicos de las especies. Estos últimos, son aspectos que nunca antes habían sido contempladas en un estudio de esta naturaleza. Este trabajo marca el inicio de una serie de estudios encaminados a una caracterización de los pastizales del estado. Esta caracterización incluye, además de la diversidad florística, la diversidad de la reproducción y de las formas de vida, su estado de conservación, factores de perturbación y la detección de especies nativas potencialmente útiles en la recuperación de áreas degradadas. Todo ello encaminado hacia el planteamiento de posibles técnicas de manejo y conservación.

II. ANTECEDENTES

Varios estudios sobre pastizales se han desarrollado en México, sin embargo, la mayoría se hicieron en la zona noroeste del país. Esto, debido tal vez a que esa región comprende la zona con pastizal más extensa en la República. No obstante, estos trabajos solo han arrojado listas de gramíneas que datan de las décadas de los 40's a los 60's.

Shreve (1942) ofrece una amplia descripción del pastizal y la vegetación relacionada en el noroeste de México y define las asociaciones de Cacto-*Acacia*-Pastizal, Mezquite-Pastizal, Pastizal-Encinal y Llano de *Hilaria* Humb., Bonpl. & Kunth.

Leopold (1950) presenta una aproximación de los tipos de vegetación en México. Reconoce la asociación Cacto-*Acacia*-Pastizal, Mezquite-Pastizal (con base en los estudios de Shreve 1942), Pradera de Tallo Azul de la Costa del Golfo, Planicie de Pastos Cortos, Matorral-Mezquite y Sabana.

Gentry (1957) hace un estudio ecológico, fisiográfico y florístico de los pastizales de Durango. Incluye su descripción y un catálogo de las especies con su nombre científico, distribución y hábitat.

Hernández *et al.* (1957) describen los pastizales del noroeste de México. Señalan que es la mayor extensión de pastizal del país y proporcionan sus características ecológicas, además de una lista de especies de gramíneas de estos pastizales y aquellas

indicadoras de clímax y sobrepastoreo. Hernández (1959-1960) describe las zonas agrostológicas de Chihuahua y hace énfasis en su distribución, precipitación, tipo de suelo y altitud. Localiza el pastizal semiárido de “navajita”, pastizales de zacates amacollados, pastizales de zacates halófilos, matorral de climas áridos y zonas de medanos. El mismo autor, en 1964, proporciona varias listas de especies de gramíneas más comunes en los pastizales del noreste de México, en los pastizales halófilos y las especies asociadas a arbustos y matorrales de zonas áridas del centro. A partir de todos estos especímenes (depositados en el United States National Herbarium, Washington D.C., E. U. A. [US] y Herbarium University of Harvard, Massachusetts, E. U. A. [GH]) hace una relación de los zacates conocidos en Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí y presenta los géneros en orden filogenético en un catálogo de 400 especies.

Cruz (1969) presenta un estudio ecológico de los pastizales del Valle de México. Describe un pastizal halófilo de *Buchlœ dactyloides* (Nutt.) Engelm., *Hilaria cenchroides* Humb., Bonpl. & Kunth., *Potentilla candicans* Humb. & Bonpl., así como un pastizal alpino-subalpino.

Rzedowski (1975) hace un análisis fitogeográfico de los pastizales de México con base en las listas generadas por Gentry (1957) y agrupa a esta comunidad vegetal en tres categorías: pastizales climáticos, pastizales edáficos y pastizales antropogénicos. Para cada una de ellas expresa sus relaciones ecológicas y geográficas, así como algunas especulaciones y estimaciones concernientes al origen y evolución del pastizal mexicano. Rzedowski (1978), en su obra “La Vegetación de México”, hace una descripción de las

características del pastizal de acuerdo al clima, especies que lo constituyen y sus posibles asociaciones. Rzedowski y Rzedowski (1995) presentan una lista de 282 especies de plantas vasculares de los pastizales calcífilos del estado de Guanajuato y analizan su determinismo ecológico.

Aguado *et al.* (1996) presentan la variación temporal de los patrones de composición florística en relación a los elementos climáticos de los pastizales del noreste de Jalisco. Muestran que la composición florística tiene influencia directa con la precipitación y la temperatura máxima estival, las especies anuales son más abundantes en años lluviosos y las gramíneas perennes están mejor representadas bajo condiciones intermedias de acuerdo a las variables climáticas evaluadas.

Para el estado de Querétaro, destacan los trabajos de Argüelles *et al.* (1991) y Zamudio *et al.* (1992). En el primero, muestran un listado florístico preliminar del estado de Querétaro y registran la existencia de 170 familias, 918 géneros y 2334 especies, donde las familias mejor representadas son Asteraceae (Compositae), Fabaceae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae (Leguminosae) y Poaceae (Gramineae). En el segundo, proporcionan un panorama general de los tipos de vegetación queretana y la ubicación de los pastizales, algunas especies que los conforman y su estado actual.

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar un pastizal en el estado de Querétaro mediante su diversidad florística.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Analizar la flora en cuanto a especies nativas, introducidas, relictuales, disyuntas, dominancia de familias, géneros y especies.
- 2.- Detectar y analizar algunos rasgos únicos de la flora.
- 3.- Analizar y comparar la composición florística del pastizal con la de otra área similar de la que ya se tenga conocimiento.
- 4.- Elaborar un catálogo de las especies del pastizal.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo metodológico fue dividido en cinco fases:

4.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A partir de los datos originados por Zamudio *et al.* (1992) y mediante cartografía editada por INEGI (1986) se definieron los sitios con pastizal en la entidad para elegir el área de estudio. Se utilizaron tratados generales y especializados de pastizales y/o gramíneas, floras, claves y monografías para la identificación de ejemplares y la detección de rasgos únicos de las especies para la elaboración del catálogo.

Los sitios fisonómico-florísticos del pastizal se identificaron con base a los criterios de Shreve (1942) y Leopold (1950), quienes establecen asociaciones vegetales en los pastizales mexicanos. Además, se consideraron las observaciones de campo.

Mediante información proporcionada por los lugareños y los criterios de evolución acerca de pastizales (Johnston, 1963; Rzedowski, 1975; Burkart, 1975; Moore, 1982) se especula el posible origen del pastizal.

4.2 TRABAJO DE CAMPO

Con base en recorridos previos y colectas por los sitios de pastizal en el estado, se seleccionó un pastizal seminatural en el municipio de Huimilpan. Durante un año y medio se hicieron dos colectas mensuales que se intensificaron durante la estación lluviosa. Éstas, se hicieron sistemáticas y selectivas, a manera de barrido para evitar la exclusión de alguna(s) especie(s) y así elegir aquellas que tuvieran sus partes completas o las necesarias para su determinación, con base a lo propuesto por Radford *et al.* (1974). Los ejemplares se trataron bajo las técnicas convencionales en estudios botánicos. De cada especie se obtuvieron cinco duplicados. El primero se incorporó a la colección del Herbario Queretano “Dr. Jerzy Rzedowski” [QMEX] y los restantes se distribuyeron al Herbario-Hortorio, del Colegio de Postgraduados, Chapingo; México, México [CHAPA]; Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, D. F. México [ENCB]; Herbario del Centro Regional del Bajío del Instituto de Ecología A. C., Pátzcuaro, Michoacán, México [IEB] y Herbario Nacional de México, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. México [MEXU]. Los acrónimos fueron tomados del Index Herbariorum (Holmgren *et al.*, 1990). Se tomaron datos de las condiciones de campo, así como de cada una de las especies y se consideraron todas sus características (para evitar la pérdida de ellas durante el proceso de secado y preservado, útiles para su identificación), hábitat, sitio de la colecta, fecha, número y colector.

BIBLIOTECA CENTRAL UAQ
"ROBERTO RUIZ OBREGON"

A partir de las colectas y la determinación del material, fue posible estimar la diversidad taxonómica (entendida como el número de familias, géneros y especies). Misma que se evaluó también bajo un sistema formal, para obtener a su vez la riqueza de especies, indicador de diversidad florística (entendida como el número total de especies; forma más simple de caracterizar cuantitativamente a una comunidad), en cada uno de los sitios. El uso de cualquier índice de diversidad se vio dificultado dada la presencia de especies de gramíneas amacolladas y/o estoloníferas. Así entonces, se hicieron cuadrados de 20 x 20 m. durante el mes más lluvioso (agosto) y el mes más seco (diciembre), uno para cada sitio del pastizal y exactamente en el mismo lugar. Se registraron todas las especies, estuvieran o no en floración. El número de los cuadrados así como su dimensión se determinó con base en estudios de diversidad (Durán, 1995) modificados a partir de las observaciones de campo, resultados preliminares de diversidad taxonómica y superficie total del área estudiada.

4.3 DIGITALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con el uso de la Carta Topográfica "La Estancia" F14C76, Querétaro-Guanajuato, con escala 1:50 000 (Anónimo, 1997) se digitalizó el área de interés en una Tableta Digitalizadora con el uso de coordenadas UTM en km. El pastizal se delimitó mediante cuatro "anclas" o "mojoneras" con un Geoposicionador (GPS 12XL) localizadas a los 100°15'17" longitud oeste y 20°24'68" latitud norte; 100°15'31" longitud oeste y 20°25'02" latitud norte; 100°16'11" longitud oeste y 20°23'61" latitud norte y

100°16'08" longitud oeste y 20°24'77" latitud norte. Estos datos fueron insertados al *Software* AutoCad-12 para la determinación del área total estudiada.

4.4 TRABAJO DE HERBARIO

Todo el material recolectado se procesó bajo las técnicas convencionales en estudios botánicos y florísticos. La determinación se hizo con el uso de monografías y floras. Para verificar una correcta determinación se cotejó el material con otros ejemplares depositados en los herbarios QMEX y CHAPA. Cuando existió duda sobre una correcta determinación fue necesario recurrir a la ayuda de especialistas.

En el catálogo de especies, se cuidó la estandarización de los géneros de gramíneas según Clayton y Renvoize (1986), las familias de dicotiledóneas con el sistema de Cronquist (1988), las monocotiledóneas según lo propuesto por Dalhgren *et al.* (1985) y Pteridofitas por Mickel y Beitel (1988). Para la abreviación de los autores se siguió a Brummitt y Powell (1992).

4.5 SÍNTESIS DE RESULTADOS

Se hizo la comparación de este pastizal con los de *Bouteloua* Lag. y Cacto-*Acacia*-Pastizal descritos por Gentry (1957) para Durango y los pastizales de *Hilaria cenchroides*

y *Buchlœ dactyloides* de Cruz (1969) para el Valle de México. La elección de éstos se estableció dado su aspecto fisonómico-florístico y las condiciones de aridez. Dicha comparación se hizo con respecto a la diversidad taxonómica en común entre los pastizales y la diversidad taxonómica total.

Se elaboró un catálogo de las especies del pastizal. En él se muestran los taxa ordenados alfabéticamente. Se conserva la estandarización de familias, géneros y la abreviación del nombre de los autores. El catálogo considera algunos rasgos únicos de cada especie (Apéndice I).

NATIVA [N].- si es género americano o especie mexicana; a esta categoría se indica con una “x”.

INTRODUCIDA [Intr].- si la especie proviene de región Europea (E), Africana (Af), Euro-Asiática-Africana (EAA), Africa-Asia (AA) y Eurasia (EAs).

Si la especie es NATURALIZADA [Nat].- en México, se señala mediante (Méx).

No obstante, se hace mención a otras regiones del mundo: América (Am) y Europa (E).

ENDÉMICAS [E].- a México; se indica con una “x”.

En OTROS.- se hace referencia a las especies que se pueden comportar como indicadoras de sobrepastoreo (s), disturbio (d), erosión (e), maleza (m), maleza ruderal (mr) o arvense (ma), vegetación secundaria (2) y/o invasoras (inv).

El NÚMERO DE COLECTA [# col].- indica el ó los número(s) que corresponden a cada especie de esta colección. Los que presentan un asterisco (*) indican que los ejemplares pertenecen a la colección de Erika Ivonne Martínez Montes colectados exactamente en el mismo pastizal.

En SITIO(S).- se señala en cuál(es) de los tres sitios del pastizal fue colectado el ejemplar. En Pastizal Encinal (PE), Cacto-*Acacia*-Pastizal (CAP) y/o Pastizal Abierto (PA).

Asimismo, con base en los muestreos mediante cuadrados, se obtuvieron dos catálogos de las especies determinadas durante el mes más seco y el más lluvioso (Apéndice II y III).

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1 GENERALIDADES

El estado de Querétaro se encuentra ubicado en el centro del país, entre los $99^{\circ}00'46''$ y $100^{\circ}35'46''$ de longitud oeste y los $20^{\circ}01'16''$ y $21^{\circ}35'38''$ de latitud norte. Limita al noreste con el estado de San Luis Potosí, al oriente con Hidalgo, al sur con Michoacán y Estado de México y al poniente con Guanajuato (Fig. 1).

Fig. 1. Ubicación del estado de Querétaro y municipio de Huimilpan

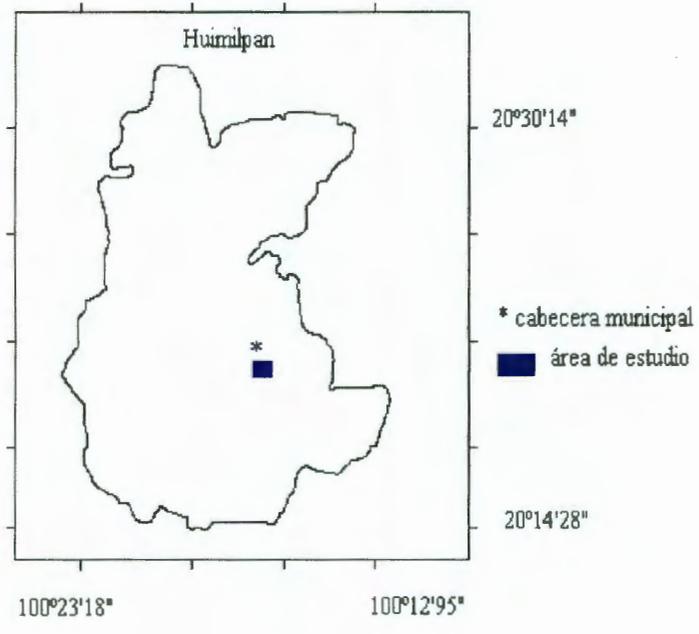


Se distinguen tres grandes regiones fisiográficas: al norte la Sierra Madre Oriental, al centro-oeste la Mesa del Centro y hacia el centro y sur el Eje Neovolcánico (INEGI, 1986). El área de estudio pertenece a la región fisiográfica del Eje Neovolcánico, que se subdivide en tres subprovincias: Lagos y Volcanes de Anáhuac, Mil Cumbres y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (INEGI, 1986). Esta última comprende el pastizal estudiado.

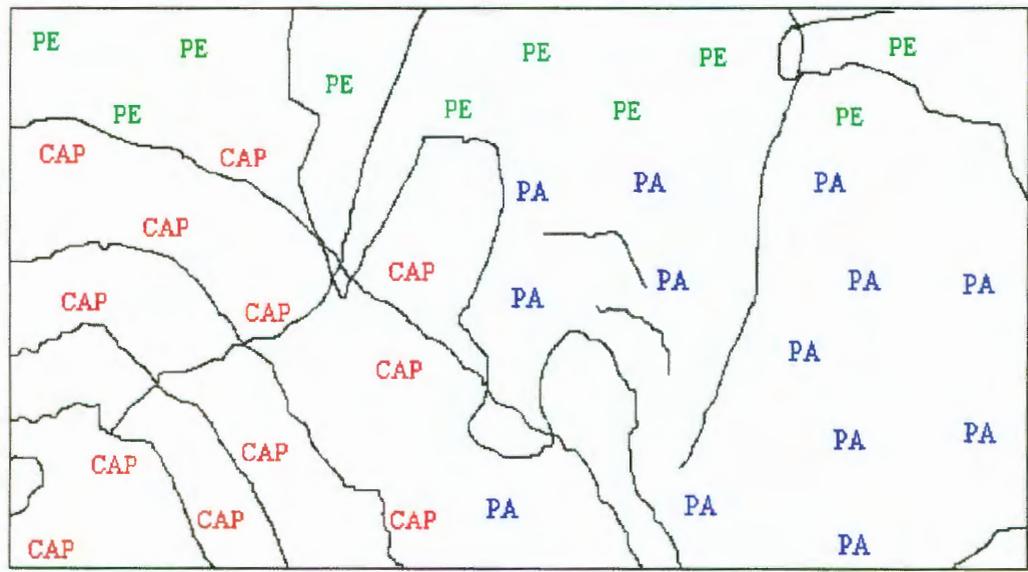
5.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El pastizal se localiza a 2.7 km al noreste de la cabecera municipal de Huimilpan, sobre la carretera estatal Querétaro-Huimilpan. Se ubica a los $100^{\circ}15'47.7''$ longitud oeste y $20^{\circ}24'49.2''$ latitud norte, con una altitud promedio de 1980 msnm. El área que ocupa este pastizal es de 3.3338 km^2 y su superficie asemeja un rectángulo (Fig. 2).

Fig. 2. Ubicación del área de estudio



Mapa digitalizado de relieve y topografía del área de estudio.
PE=Pastizal Encinal, CAP=Cacto-Acacia-Pastizal, PA=Pastizal Abierto.



5.3 GEOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

La geología del pastizal está representada por rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario de diferentes tipos y texturas, rocas ígneas extrusivas de composición ácida, intermedia y básica. Asimismo, presenta depósitos lacustres integrados por lutitas, conglomerados, derrames lávicos, tobas y brechas volcánicas (INEGI, 1986).

El paisaje está formado por conos cineríticos, volcanes compuestos, flujos piroclásticos y derrames lávicos en forma de mesetas y planicies. Su relieve está relacionado con la actividad volcánica, lo que propició el cierre de algunas cuencas que han contribuido a la formación de fallas y fracturas, además de un corredor de lomeríos bajos y llanuras en un sistema de sierras, mesetas y lomeríos (INEGI, 1986). La morfología del paisaje es joven, data del Terciario Superior (25 millones de años), a principios del Mioceno, periodo en el que se forma el Eje Neovolcánico. A su vez, grandes extensiones de pastizal, en el centro de México, se evidencian hace 10 millones de años aproximadamente, es decir, en el Plioceno (Rodríguez *et al.*, 1992).

5.4 SUELO

El suelo es de tipo vertisol pélico con litosol y de clase textural fina en fase física lítica con lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad (INEGI, 1986).

5.5 CLIMA

El área se distingue por poseer un clima templado subhúmedo con lluvias en verano $C(w_1)(w)$ según la clasificación de Köppen modificada por García (1988). La precipitación media anual va de los 728 a 860 mm. El mes más seco es febrero con 10 mm y el más lluvioso es julio con 167 mm (INEGI, 1986).

La temperatura media anual es de 15°C, la media mensual más baja es de 2.7°C en enero y la más alta en mayo con 17.7°C (INEGI, 1986). Por otra parte, los intemperismos no guardan un patrón definido, sin embargo, se puede decir que las heladas se registran de 20 a 40 días/año y las granizadas de 4 a 8 días/año. (INEGI, 1986).

5.6 HIDROLOGÍA

El pastizal pertenece a la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago. En sus alrededores existen cuatro pequeñas represas de agua intermitente: “La Ceja” ubicada al sur del pastizal a los 100°15’69” longitud oeste y 20°22’54” latitud norte; “Ceja de Bravo” hacia el sureste entre los 100°15’68” longitud oeste y 20°24’55” latitud norte; “La Coja” hacia el este a los 100°15’68” longitud oeste y 20°24’56” latitud norte; y “La Yerbabuena” del lado norte que se ubica a 100°15’69” longitud oeste y 20°24’58” latitud norte.

5.7 VEGETACIÓN

El pastizal se extiende a manera de franja continua, con algunos manchones aislados hasta el municipio de Amealco. Comprende el 6% del total de la superficie de la subprovincia de Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo. Se caracteriza por estar rodeado de matorral crasicaule (con *Myrtillocactus* Console., *Opuntia* (Tourn.) Mill., *Acacia* Willd., *Karwinskia* Zucc.), matorral subtropical (con *Myrtillocactus*, *Opuntia*, *Acacia*, *Ipomoea* L.), bosque de encino (con *Quercus*, *Arbutus* L., *Baccharis* L.), chaparral (con *Quercus*, *Arctostaphylos* Adans.) debido a la presencia de diversos tipos de fisonomía y la complejidad de los suelos y clima (INEGI, 1986).

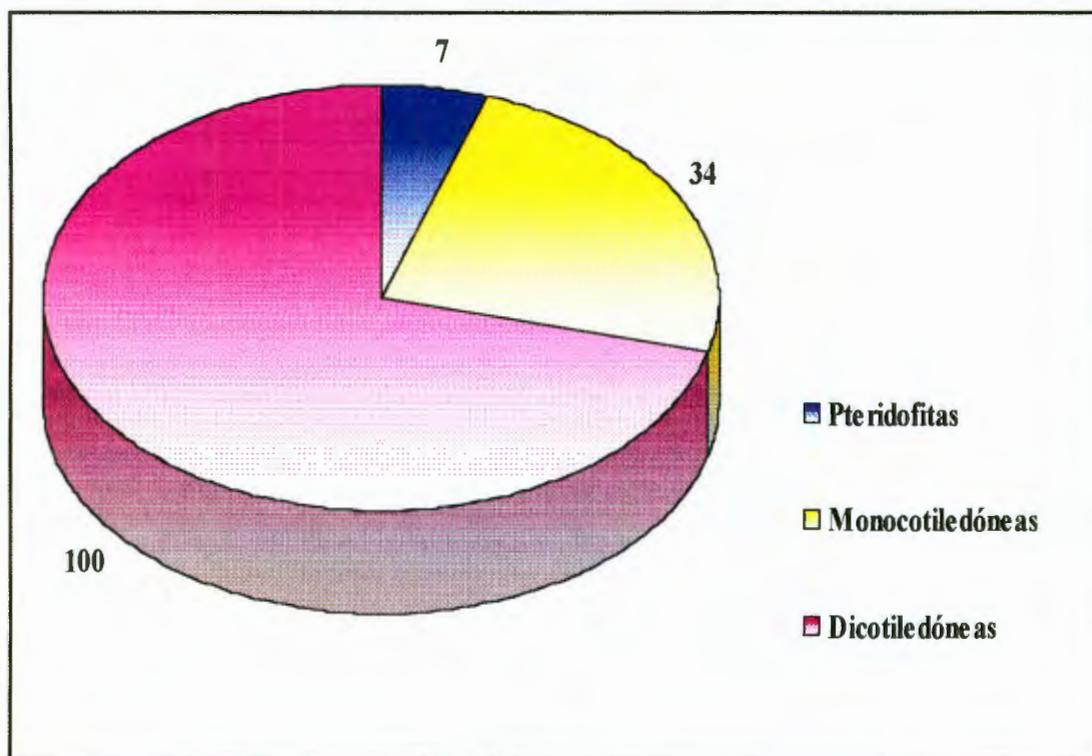
En esta porción del pastizal puede reconocerse que las especies dominantes corresponden a los géneros *Bouteloua* y *Muhlenbergia* Schreb. Bajo condiciones de perturbación es posible localizar especies de *Aristida* L., *Eragrostis* P. Beauv., *Lycurus* Humb., Bonpl. & Kunth., *Setaria* P. Beauv., *Buchlœ* Engelm., *Hilaria* y *Pentarrhaphis* Humb., Bonpl. & Kunth., entre las gramíneas. No obstante, existe la presencia de otras especies pertenecientes a las familias Alliaceae (*Milla* Cav.), Apiaceae (*Eryngium* L.), Asclepiadaceae (*Asclepias* L.), Asteraceae (*Erigeron* L.), Convolvulaceae (*Ipomoea*, *Evolvulus* L.), Cyperaceae (*Bulbostylis* Kunth), Lythraceae (*Cuphea* Adans.), Oxalidaceae (*Oxalis* L.), Plantaginaceae (*Plantago* L.), Polygalaceae (*Polygala* L.), Scrophulariaceae (*Castilleja* L. f.), Solanaceae (*Bouchetia* DC.), entre otras (Zamudio *et al.*, 1992).

VI. RESULTADOS

6.1 RIQUEZA FLORÍSTICA Y RASGOS ÚNICOS DE LA FLORA

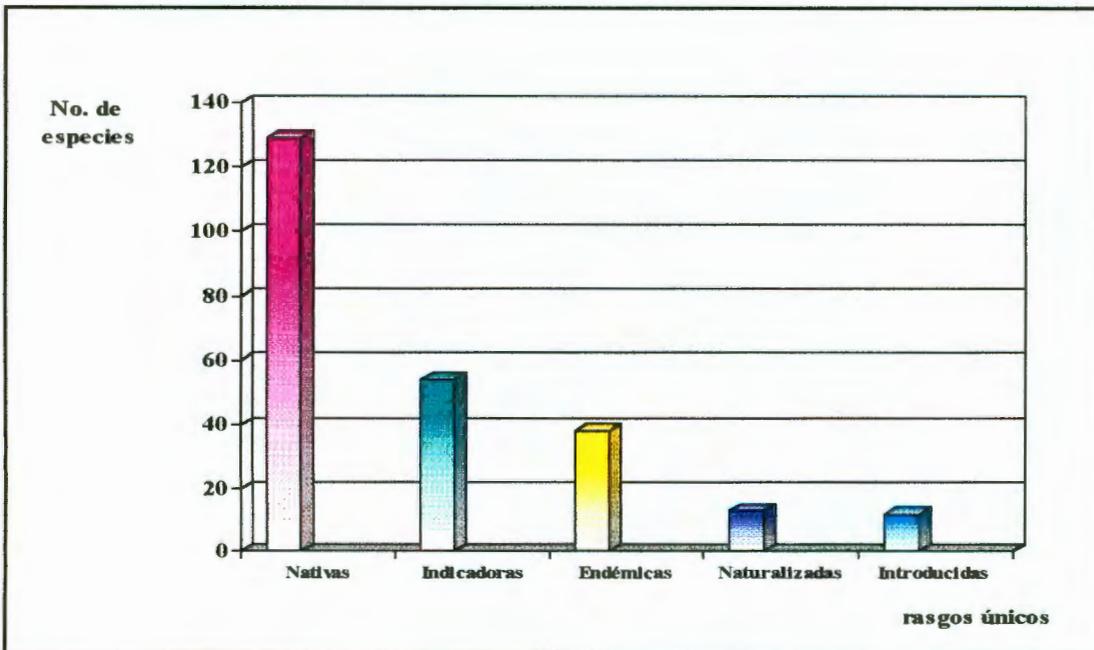
La riqueza florística del pastizal está dada por 46 familias, 109 géneros, 141 especies, siete variedades y tres subespecies que incluyen Pteridofitas, Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. Este último grupo es el que cuenta con mayor número de especies (Fig. 3).

Fig. 3. Número de especies por grupo



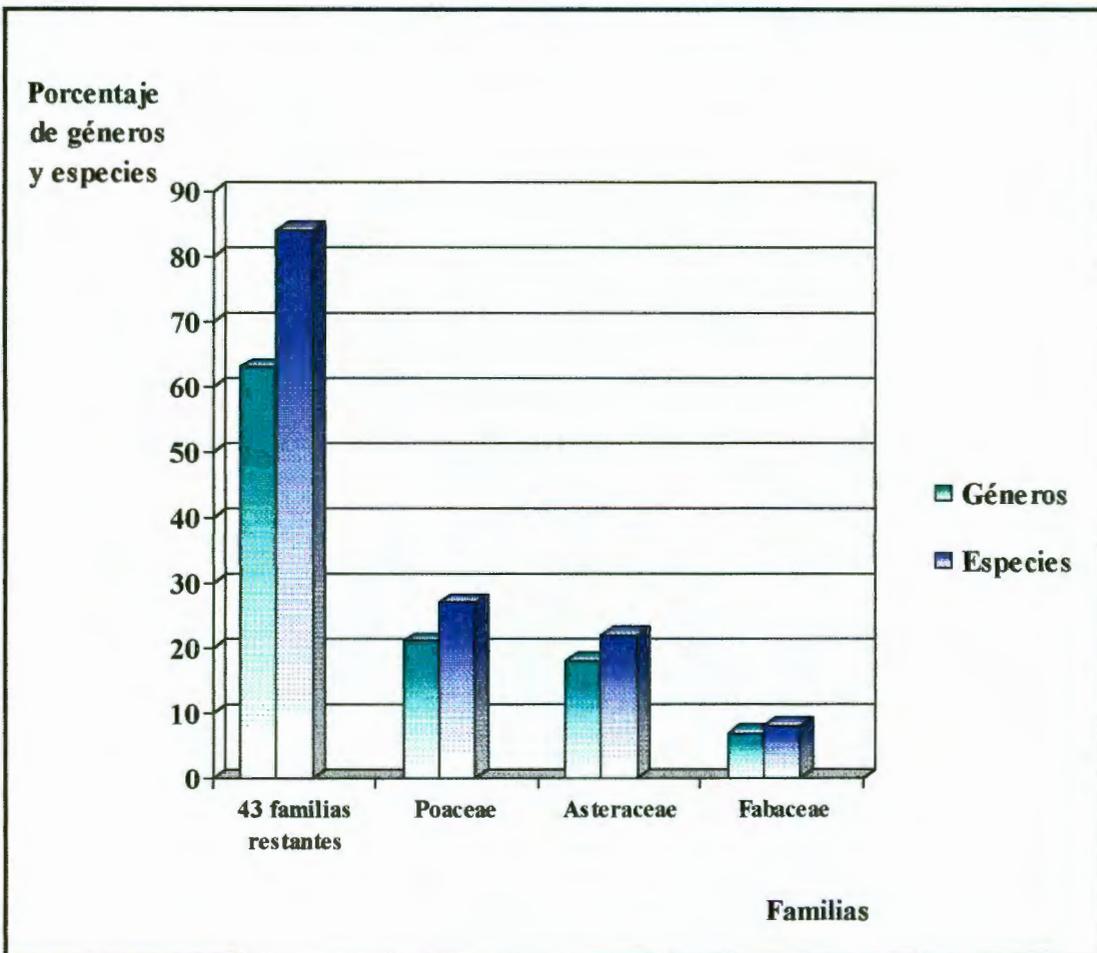
Del total de las especies, 129 (91.48%) son nativas y 12 (8.51%) introducidas. De estas últimas, cinco son de Europa, tres de África probablemente provenientes del Sur del Sahara (Rzedowski y Rzedowski, 1990a), una del continente Euro-Asiático-Africano; una de origen Asiático-Africano; una Euro-Asiática y una de origen desconocido. Existen 13 (9.21%) especies naturalizadas de las cuales tres son para territorio mexicano, seis para Europa, una África-Asia-Australia y tres para toda América. Del total de las especies, 38 (26.95%) son endémicas a México y 54 (38.29%) se comportan como indicadoras de disturbio, maleza ruderal o arvense, sobrepastoreo, vegetación secundaria, invasoras y/o erosión (Fig. 4).

Fig. 4. Rasgos únicos de las especies
indicadoras de=sobrepastoreo, disturbio, maleza ruderal
o arvense y/o vegetación secundaria



Las familias mejor representadas en cuanto al número de géneros son: Poaceae con 21 (19.44%), Asteraceae con 18 (16.66%) y Fabaceae con 7 (6.42%). Estas mismas familias figuran con el mayor número de especies: Poaceae con 27 (19.28%), Asteraceae con 22 (15.71%) y Fabaceae con 8 (5.67%) (Fig. 5).

Fig. 5. Porcentaje de géneros y especies por familias



No deja de ser importante la presencia de otras nueve familias más en el pastizal como lo son: Cactaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Lamiaceae, Mimosaceae, Oxalidaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae y Solanaceae. Estas contribuyen junto con Poaceae, Asteraceae y Fabaceae con el 69.50% del total de las especies. Mientras que el 30.49% restante corresponde a otras 34 familias (Cuadro 1).

Cuadro 1. Familias mejor representadas en el pastizal

FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES
Poaceae	21	27
Asteraceae	18	23
Fabaceae	7	8
Solanaceae	4	9
Mimosaceae	4	5
Cyperaceae	3	4
Cactaceae	3	4
Polypodiaceae	3	3
Convolvulaceae	2	5
Lamiaceae	1	4
Oxalidaceae	1	3
Pteridaceae	1	3
TOTALES	68 (62.38%)	98 (69.50%)

6.2 ASPECTOS FISONÓMICO-FLORÍSTICOS DEL PASTIZAL

El pastizal estudiado muestra tres sitios fisonómicos y florísticos bien definidos.

1.- Pastizal-Encinal. Presenta vegetación característica de clima templado como *Adiantum poiretii* Wikstr., *Cheilanthes kaulfussi* Kunze, *C. lindheimeri* Hook., *C. sinuata* (Lag. ex Sw.) Domin, *Pellaea cordifolia* (Sessé & Moric.) A. R. Smith., *Phlebodium areolatum* (Humb. & Bonpl. ex. Willd) J. Sm., *Polypodium thyssanolepis* A. Braun. ex. Klotzch., *Quercus candicans* Née, *Salvia mexicana* L. var. *mexicana* y *S. reptans* Jacq. Asimismo, crecen especies de gramíneas tales como: *Aristida adscensionis* L. var. *adscensionis*, *Bouteloua barbata* Lag. var. *barbata*, *B. hirsuta* Lag. var. *hirsuta*, *B. repens* (Humb., Bonpl. & Kunth) Scribn. & Merr., *Lycurus phleoides* Humb., Bonpl. & Kunth, *Muhlenbergia capillaris* (Lam.) Trin., *M. implicata* (Humb., Bonpl. & Kunth) Kunth., *Piptochaetium fimbriatum* (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc. y *Setaria geniculata* (Lam.) P. Beauv. Su topografía es abrupta, presenta una planicie y una barranca casi inmediata con gran cantidad de rocas que generan escurrimientos y pequeños cuerpos de agua durante la estación lluviosa. Esto facilita la formación de microhábitats y por lo tanto, favorece una diversidad taxonómica notable. Esta porción del pastizal está representada solo por una cuarta parte del área total. Posiblemente en años anteriores su extensión fue mayor, sin embargo, la tala inmoderada redujo el número de individuos de *Quercus* lo que originó una menor cantidad de microhábitats indispensables para el establecimiento de nuevas especies [foto 1].

2.- Cacto-Acacia-Pastizal. Sus componentes vegetales son gramíneas de talla corta que se extienden como césped entre las herbáceas. Están asociadas a especies de *Opuntia* y *Mimosa* (espaciadas a gran distancia) con algunas hierbas que crecen junto a ellas. De manera particular, entre las gramíneas destacan: *Aristida adscensionis*, *Bouteloua hirsuta* var. *hirsuta*, *Buchlœ dactyloides*, *Hilaria cenchroides* y *Setaria geniculata*. Su topografía es ligera, solo una planicie con apenas 10% de rocas, mismas que por intemperismo físico han formado pequeñas hondonadas y fisuras de tamaño suficiente para almacenar agua o en su defecto albergar algunas especies vegetales. No obstante, la cantidad de microhábitats es menor. Este sitio tiene una mayor extensión que el Pastizal Encinal y equivale a 3/8 del total del área del pastizal. Sin embargo, tiene menor diversidad taxonómica, pues los microhábitats son escasos [foto 2].

3.- Pastizal Abierto. Su vegetación es pobre, principalmente con representantes de la familia Poaceae, con pastos de talla corta que se extienden como césped además de escasos representantes de la familia Asteraceae. Las gramíneas más abundantes son: *Aristida adscensionis* var. *adscensionis*, *Bouteloua barbata* var. *barbata*, *B. hirsuta* var. *hirsuta*, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Lycurus phleoides* y *Microchloa kunthii* Desv., mientras que las compuestas más abundantes son: *Erigeron janivultus* G. L. Nesom., *Perymenium buphthalmoides* DC., *Piqueria trinervia* Cav., *Stevia serrata* Cav. y *Tagetes lucida* Cav. El número de individuos de estas especies aumenta durante la estación lluviosa y emergen algunas especies de *Bulbostylis funckii* (Steud.) C.B. Clarke., *Castilleja lithospermoides* Humb., Bonpl. & Kunth., *Cyperus sesleroides* Humb., Bonpl. & Kunth., *Desmodium grahamii* A. Gray., *Eryngium carlinae* Delar. f., *Evolvulus prostratus* Rob.,

Ipomoea capillacea (Humb., Bonpl. & Kunth) Don., *Oxalis corniculata* L., *O. decaphylla* Humb., Bonpl. & Kunth., *O. lumulata* Zucc., *Phaseolus heterophyllus* Willd., *Phytolacca icosandra* L. y *Zornia thymifolia* Humb., Bonpl. & Kunth. La topografía y superficie de este sitio es similar al del Cacto-*Acacia*-Pastizal. Los microhábitats solo están representados por las fisuras y hondonadas de rocas, aunque son pocos [foto 3].

6.3 ORIGEN DEL PASTIZAL

Este pastizal es de tipo secundario, producto de la intensa actividad antropogénica. Es posible que haya estado un Bosque Templado de *Quercus*, pero la tala inmoderada originó el establecimiento de herbáceas. Bajo estas condiciones las especies de gramíneas y compuestas son pioneras pues tienen mayor capacidad de adaptación a estos ambientes cambiantes. Así, se originaron áreas donde las herbáceas mezcladas con *Quercus* dan paso al Pastizal Encinal y algunas áreas totalmente abiertas forman al Pastizal Abierto que poco a poco se va repoblando de elementos característicos de matorral xerófilo y originan así el Cacto-*Acacia*-Pastizal. A este tipo de repoblación, en pastizales se le conoce como Dinámica de Fase de Anidamiento (Yeaton, 1995).

Este pastizal está sometido al sobrepastoreo de ganado ovino y equino, pues la presencia de: *Aristida adscensionis* var. *adscensionis*, *Bouteloua barbata* var. *barbata*, *Buchlœe dactyloides*, *Eragrostis mexicana* (Hornem.) Link. subsp. *virescens* y *Lycurus phleoides* así lo demuestran. Esto propicia la invasión de plantas leñosas y herbáceas no

palatables para el ganado y cambia la composición de la carpeta de gramíneas. Las especies más apetecidas y nutritivas como *Andropogon sanguineus* (Retz.) Merr., *Bouteloua repens*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria ciliaris* (Retz.) Koell., *Paspalum lividum* Trin., *Pentarraphis polymorpha* (Fourn.) Griff. y *Setaria geniculata* son sustituidas por otras de menor valor forrajero como *Aristida adscensionis*, *Eragrostis mexicana*, *Microchloa kunthii*, *Muhlenbergia capillaris*, *Piptochaetium fimbriatum* y *Stipa mucronata* Humb., Bonpl. & Kunth. Esta característica no es ajena al pastizal estudiado.

6.4 ESTRATOS DE VEGETACIÓN

En el pastizal existe un estrato rasante de plantas rastreras y gramíneas cespitosas (*Aristida adscensionis* var. *adscensionis*, *Erigeron janivultus*, *Evolvulus prostratus*, *Ipomoea capillacea*, *Zornia thymifolia*, entre otras). Incluye también un estrato herbáceo con gramíneas y compuestas (*Bouteloua barbata* var. *barbata*, *B. hirsuta* var. *hirsuta*, *B. scorpioides* Lag., *Senecio heracleifolius* Hemsl., *S. salignus* DC.). Las especies leñosas (*Acacia farnesiana* (L.) Willd., *A. schaffneri* (S. Watson) F.J. Herman var. *schaffneri*, *Ipomoea murucoides* Roem. & Schult., *Mimosa biuncifera* Benth. y *Quercus candicans*), epífitas (*Tillandsia recurvata* L.) y trepadoras (*Cissus sicyoides* L.) son escasas o poco abundantes.

6.5 ESPECIES MEJOR REPRESENTADAS EN EL PASTIZAL

Debido al origen secundario de este pastizal, es común la presencia de representantes de la familia Asteraceae, Mimosaceae, Fabaceae, Caesalpiniaceae y Solanaceae.

Las especies más abundantes en el pastizal son:

De la familia Poaceae *Aristida adscensionis*, *Bouteloua barbata* var. *barbata*, *B. hirsuta* var. *hirsuta*, *B. scorpioides*, *Digitaria ciliaris*, *Lycurus phleoides*, *Hilaria cenchroides*, *Microchloa kunthii*, *Muhlenbergia capillaris* [foto 4], *M. implicata*, *Paspalum lividum* y *P. notatum* Flüggé.

Entre las Asteraceae destacan *Erigeron janivultus*, *Perymenium bupthalmoides*, *Piqueria trinervia*, *Senecio heracleifolius*, *S. salignus* [foto 5], *Stevia serrata*, y *Zaluzania augusta* (Lag.) Sch. Bip.

Acacia farnesiana [foto 8], *A. schaffneri* y *Mimosa biuncifera* se distinguen entre las Mimosaceae. *Brongniartia intermedia* Moric. [foto 6], *Desmodium grahamii*, *Nissolia pringlei* Rose, *Phaseolus heterophyllus* y *Zornia thymifolia* sobresalen entre las Fabaceae.

Otros componentes abundantes en la flora son aquellos de las familias Solanaceae (*Bouchetia erecta* DC., *Solanum marginatum* L. f., *S. rostratum* Dunal. [foto 7]),

Lamiaceae (*Salvia amarissima* Ortega, *S. mexicana* [foto 10], *S. reptans*), Cactaceae (*Coryphantha ottonis* (C. M. Pfeiff) Lem., *Echinofossulocactus dichroacanthus* (Mart.) Br. & Rose., *Opuntia sarca* Griff., *O. streptacantha* Lem. [foto 9].) Convolvulaceae (*Evolvulus alsinoides* L., *E. prostratus*, *Ipomoea capillacea*), Oxalidaceae (*Oxalis corniculata*, *O. decaphylla*) y pteridofitas xerófilas (*Adiantum poiretii*, *Cheilanthes lindheimeri* [foto 11], *C. sinuata*, *Pellaea cordifolia* y *Phlebodium areolatum*).

6.6 MICROHÁBITATS

En cualquier pastizal es importante la presencia de microhábitats para el establecimiento de las especies, especialmente de pteridofitas [foto 16], característica que no es ajena al área de estudio. Los microhábitats están representados por hondonadas, ranuras entre rocas y/o asociaciones vegetales [fotos 17, 18] (entre opuntias, mimosas, gramíneas, comelinas y asteráceas). Estos sitios favorecen la diversidad florística del pastizal y el establecimiento de plantas endémicas, además de que favorecen el desarrollo de gramíneas con mayor porte, pues son sitios inaccesibles al ganado. Entre estas últimas destacan *Piptochaetium fimbriatum*, *Setaria geniculata*, *Eragrostis mexicana*, *Paspalum lividum* y *P. notatum*.

6.7 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN CADA UNO DE LOS SITIOS DEL PASTIZAL

En los tres sitios del pastizal, existen taxa comunes entre sí y únicos a cada uno. En el Pastizal Encinal existen diez familias únicas: Adiantaceae, Apocynaceae, Brassicaceae, Caesalpiniaceae, Chenopodiaceae, Cistaceae, Crassulaceae, Fagaceae, Papaveraceae y Polypodiaceae. En el Cacto-*Acacia*-Pastizal hay cinco: Alliaceae, Amaryllidaceae, Onagraceae, Plantaginaceae y Viscaceae. En el Pastizal Abierto solo dos familias son únicas: Malvaceae y Verbenaceae (Cuadro 2).

No obstante, en cada uno de estos sitios hay taxa en común. Así, en los tres sitios existen 15 familias, 25 géneros y 25 especies. Entre el Cacto-*Acacia*-Pastizal y el Pastizal Encinal los taxa en común son 13 familias, 23 géneros y 32 especies. En el Cacto-*Acacia*-Pastizal y Pastizal Abierto, solo una familia, tres géneros y cuatro especies son comunes en ambos sitios. En el Pastizal Encinal y Pastizal Abierto, cinco géneros y siete especies son comunes entre ellos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número de taxa comunes y únicos entre los sitios del pastizal

SITIOS	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
CAP-PE-PA	15	25	25
CAP-PE	13	23	32
CAP-PA	1	3	4
PE-PA	0	5	7
PE	10	33	43
CAP	5	13	21
PA	2	7	9

PE=Pastizal Encinal, CAP=Cacto-*Acacia*-Pastizal, PA=Pastizal Abierto.

En el Pastizal Encinal existen un total de 38 familias, 86 géneros y 107 especies. En el Cacto-*Acacia*-Pastizal ocurren 34 familias, 63 géneros y 81 especies. Mientras que en el Pastizal Abierto 18 familias, 39 géneros y 44 especies están presentes. Esto evidencia al Pastizal Encinal como el sitio con mayor diversidad taxonómica (Fig. 6).

6.8 CAMBIOS FLORÍSTICOS DEL PASTIZAL DURANTE LAS ESTACIONES

Aristida adscensionis junto con *Lycurus phleoides* y *Microchloa kunthii* forman principalmente una carpeta vegetal continua a manera de césped durante la estación seca (otoño-invierno) [foto 12]. No obstante, existe la presencia de otras gramíneas como *Bouteloua barbata*, *B. hirsuta*, *B. scorpiodes*, *Pentarraphis polymorpha* [foto 15], entre otras. Esto es frecuente en los tres sitios del pastizal, aunque más evidente en el Pastizal Abierto dada la escasez de herbáceas y leñosas.

Durante la estación lluviosa (primavera-verano), es notable la diferencia en la composición de la carpeta vegetal rasante [foto 13]. La presencia de gramíneas se ve disminuida por el desarrollo de efímeras bulbosas y rizomatosas que provocan marcados cambios en la vegetación por un corto periodo de tiempo, después de la aparición de lluvias. Destacan: *Erigeron janivultus*, *Evolvulus prostratus*, *Ipomoea capillacea* [foto 14], *Oxalis decaphylla*, *O. corniculata*, *O. lunulata*, *Phaseolus heterophyllus*, *Zephyranthes sessilis* y *Zornia thymifolia*.

Los otros componentes de la flora no desaparecen, más bien se entremezclan homogéneamente en el Pastizal Encinal donde la diversidad florística siempre es mayor. Los elementos que lo constituyen son más abundantes aún en espacios muy reducidos (ranuras de rocas y pequeñas hondonadas), a la sombra de los encinos y de herbáceas. Esto hace imposible distinguir alguna asociación vegetal característica en este sitio. En el Cacto-*Acacia*-Pastizal y Pastizal Abierto se detectan asociaciones vegetales muy

características entre mimosas-compuestas-comelinas-gramíneas-opuntias, mimosas-gramíneas, mimosas-comelinas, mimosas-compuestas, opuntias-compuestas-gramíneas, opuntias-compuestas, opuntias-gramíneas. Solo en estas asociaciones la diversidad florística es mayor para estos dos sitios del pastizal.

Existen especies perennes, entre las que destacan: *Acacia farnesiana*, *A. schaffneri* var. *schaffneri*, *Asclepias linaria* Cav., *Forestiera phyllireoides* (Benth.) Torr., *Ipomoea murucoides*, *Karwinskia humboldtiana* (Roem. & Schult.) Zucc., *Mimosa biuncifera*, *Opuntia sarca*, *O. streptacantha*, *Phoradendron brachystachyum* (DC.) Nutt., *Piqueria trinervia*, *Psitacanthus calyculatus* (DC.) Don., *Quercus candicans* y *Tillandsia recurvata*, entre otras.

6.9 ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA MEDIANTE CUADRADOS

El análisis de diversidad mediante cuadrados, confirma que el sitio con mayor riqueza es el Pastizal Encinal. Se registraron 21 y 22 familias, 27 y 25 géneros, 32 y 26 especies, tanto en el mes más lluvioso como en el más seco respectivamente. Le sigue el Cacto-*Acacia*-Pastizal con 15 y 16 familias, 20 y 26 géneros, 24 y 30 especies. El Pastizal Abierto registró 10 y 8 familias, 14 géneros en los dos registros, 14 y 15 especies. Esto coincide con los censos formales y sistemáticos realizados previamente. Aquí también se observan taxa únicos y compartidos en cada sitio de pastizal (Cuadros 4, 5 y 6).

Cuadro 4. Número de taxa únicos en cada uno de los sitios del pastizal durante los meses más lluvioso y seco

SITIO	FAMILIAS		GÉNEROS		ESPECIES	
	lluvioso	seco	lluvioso	seco	lluvioso	seco
PE	7	12	13	14	14	15
CAP	1	4	5	11	5	14
PA	0	1	2	4	2	3

Cuadro 5. Número de taxa compartidos en los sitios del pastizal durante los meses más lluvioso y seco

SITIOS	FAMILIAS		GÉNEROS		ESPECIES	
	lluvioso	seco	lluvioso	seco	lluvioso	seco
PE-PA-CAP	8	4	9	4	9	4
PE-CAP	5	6	4	6	8	6
PA-CAP	1	2	2	5	2	6
PE-PA	1	1	1	1	1	1

Cuadro 6. Número total de taxa en cada uno de los sitios del pastizal durante los meses más lluvioso y seco

SITIO	FAMILIAS		GÉNEROS		ESPECIES	
	lluvioso	seco	lluvioso	seco	lluvioso	seco
PE	21	23	27	25	32	26
CAP	14	16	20	26	24	30
PA	10	8	14	14	14	14

6.10 ANÁLISIS Y COMPARACIÓN FLORÍSTICA DEL PASTIZAL

La similitud en el aspecto fisonómico-florístico y las condiciones de aridez entre el pastizal de Huimilpan con los pastizales de *Bouteloua* y Cacto-*Acacia*-Pastizal de Gentry (1957) y los pastizales de *Hilaria cenchroides* y *Buchlœ dactyloides* descritos por Cruz (1969) permitió la comparación con respecto a la diversidad taxonómica en común y total entre ellos.

En su estudio Gentry (1957) no refiere ningún dato acerca de la extensión del pastizal, régimen climático, altitud o precipitación, pues solo presenta el listado florístico de cada pastizal (Cuadro 7). Para el pastizal de *Bouteloua* de Durango cita un total de 37 familias, 94 géneros y 134 especies, lo que hace al pastizal de Huimilpan más rico en cuanto al número de familias (46), géneros (109) y especies (141) (Cuadro 7). El Cacto-*Acacia*-Pastizal de Durango, muestra también menor riqueza a nivel familiar (24 y 46), genérico (51 y 109) y específico (63 y 141) (Cuadro 7).

Por el contrario, Cruz (1969) si proporciona datos acerca de cada pastizal. Para el de *Hilaria cenchroides* del Valle de México registra una altitud de 2300-2700 msnm, en una extensión de 380 km² con Bosque de *Quercus centralis* Trel., *Q. rugosa* Née., *Q. texcocana* Trel. y Matorral de *Opuntia streptacantha*, *Zaluzania-Mimosa biuncifera*. En éste, se observa mayor riqueza en el número de familias con respecto al pastizal de Huimilpan (53 y 46). Este mismo comportamiento se observa en los géneros (130 y 109) y especies (233 y 141) (Cuadro 7). Para el pastizal de *Buchlœ dactyloides* del Valle de

México registra una altitud de 2250-2400 msnm, en una extensión de 140 km² con Matorral de *Opuntia-Zaluzania-Mimosa* y *Bosque de Quercus microphylla* Née. En este pastizal la riqueza taxonómica es menor respecto al de Huimilpan, solo 14 familias, 31 géneros y 35 especies (Cuadro 7).

Cuadro 7. Comparación de la diversidad taxonómica del pastizal de Huimilpan con otros pastizales de México.

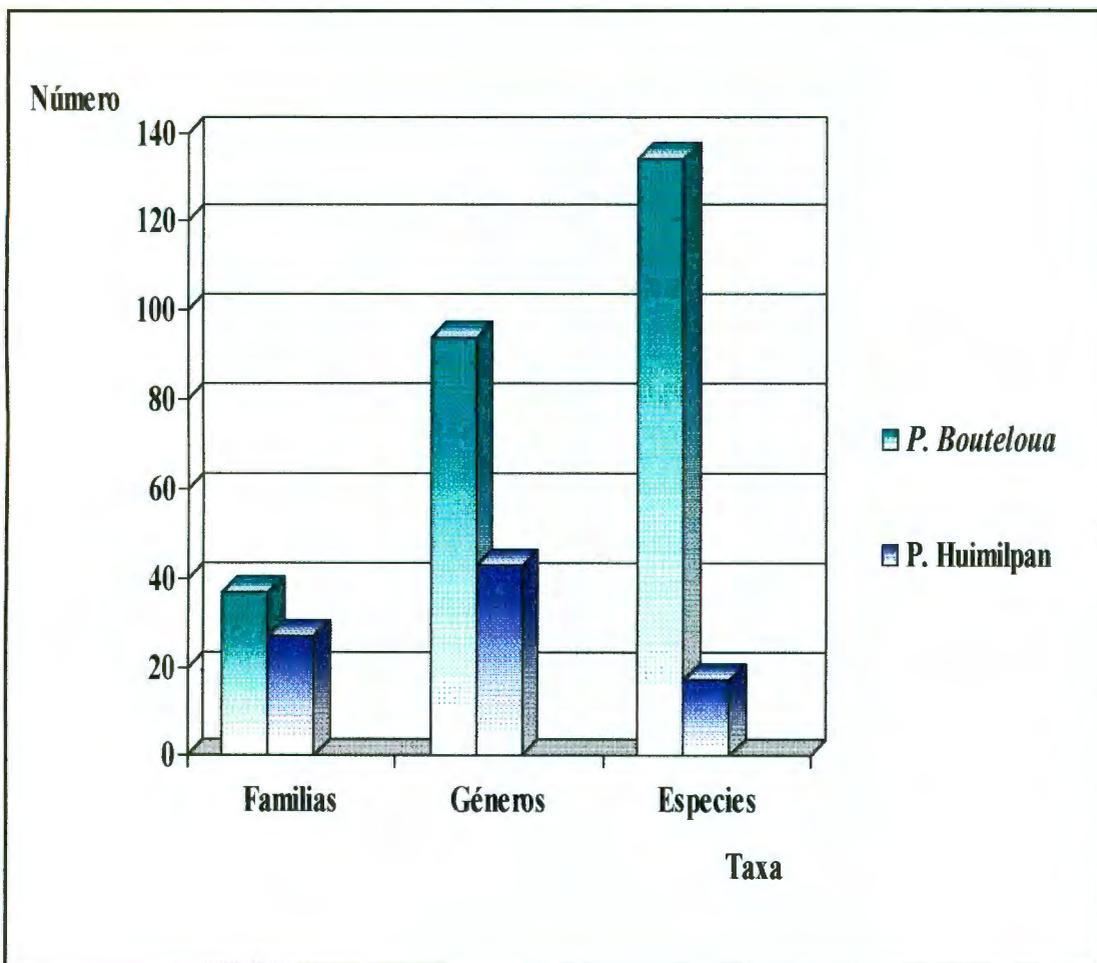
P=Pastizal, CAP=Cacto-*Acacia* -Pastizal, PE=Pastizal Encinal, PA=Pastizal Abierto

Región	Familias	Géneros	Especies	Superficie (km ²)	Clima	Altitud (msnm)	Tipo de asociación	Referencia
Durango	37	94	134	-----	-----	-----	<i>P. Bouteloua</i>	Gentry (1957)
Durango	24	51	63	-----	-----	-----	CAP	Gentry (1957)
Valle de Méx.	53	130	233	380	-----	2300-2700	<i>P. Hilaria cenchroides</i>	Cruz (1969)
Valle de Méx.	14	31	35	140	-----	2250-2400	<i>P. Buchlœ dactyloides</i>	Cruz (1969)
Querétaro	41	109	141	3.33	C(w ₁)w	1980-2460	PE-CAP-PA	Esta investigación

Al comparar los taxa comunes del pastizal de Huimilpan con el pastizal de *Bouteloua* de Durango se tiene la coincidencia de 27 (72.97%) familias, 43 (45.74%) géneros y 17 (12.68%) especies (Fig. 7).

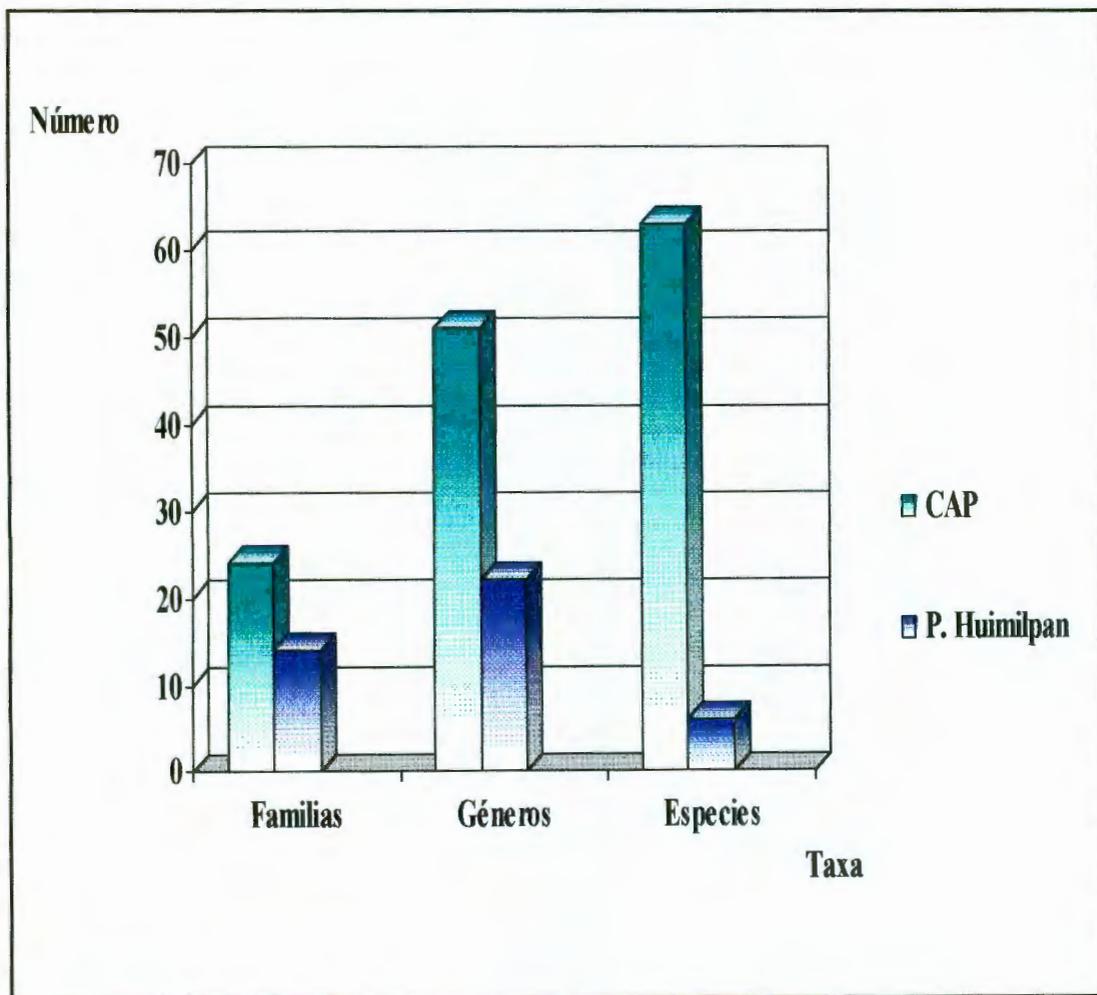
Fig. 7. Taxa comunes del pastizal de Huimilpan con respecto al pastizal de *Bouteloua* de Durango

P=Pastizal



El pastizal de Huimilpan comparte 14 (58.33%) familias, 22 (43.13%) géneros y 6 (9.52%) especies del Cacto-*Acacia*-Pastizal de Durango (Fig. 8).

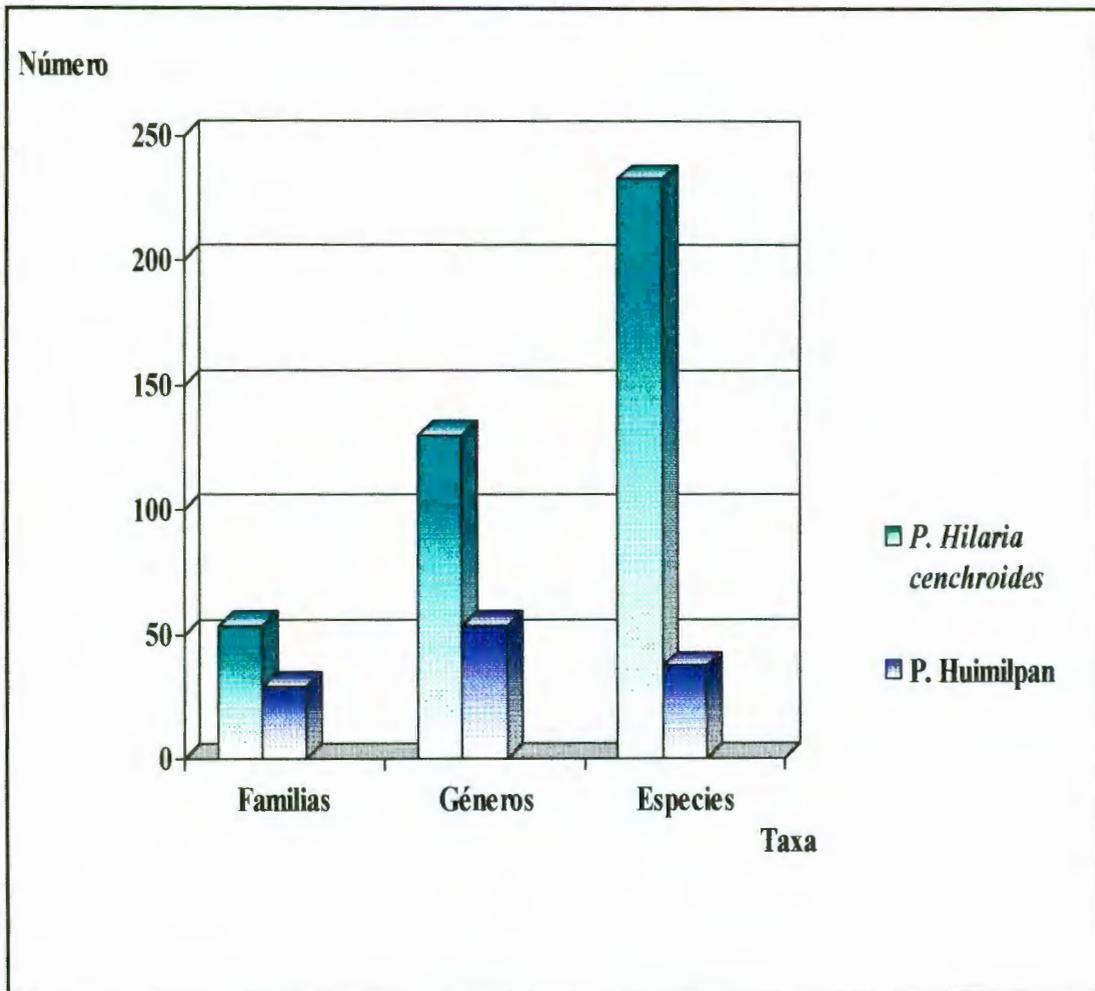
Fig. 8. Taxa comunes del pastizal de Huimilpan con respecto al Cacto-*Acacia*-Pastizal de Durango
CAP=Cacto-*Acacia*-Pastizal, P=Pastizal



El pastizal de *Hilaria cenchroides* del Valle de México y el de Huimilpan presentan en común 29 (54.71%) familias, 53 (40.76%) géneros y 37 (15.87%) especies (Fig. 9).

Fig. 9. Taxa comunes del pastizal de Huimilpan con respecto al pastizal de *Hilaria cenchroides* del Valle de México

P=Pastizal



La actividad humana desarrollada en este pastizal lo ubica en la categoría de Antropogénico según lo propuesto por Rzedowski (1975) donde las especies de gramíneas predominantes (*Aristida*, *Microchloa*, *Hilaria*, *Lycurus* y *Bouteloua*) así lo demuestran. El establecimiento y permanencia de otras especies como *Acacia*, *Opuntia* y *Quercus*, se deben ya, a las condiciones climáticas que ahí prosperan. En lo sucesivo será un Pastizal de tipo Climático, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1975). Es común entonces, la presencia de algunos representantes de las familias Asteraceae, Fabaceae, Mimosaceae y Solanaceae entre otras. Éstas evidencian el carácter dinámico de los pastizales, ya que junto con las efímeras bulbosas y rizomatosas dan un aspecto fisonómico diferente a lo largo de las estaciones.

Este pastizal queretano a pesar de su reducida extensión, presenta una riqueza taxonómica significativa. La diversidad taxonómica para Huimilpan es mayor a las registradas por Gentry (1957) en sus dos pastizales. Este mismo comportamiento lo sigue el Pastizal de *Buchlœ dactyloides* de Cruz (1969). El Pastizal de *Hilaria cenchroides* del Valle de México es el único que presenta mayor número de taxa con respecto al pastizal queretano. No obstante, la riqueza encontrada es sustantiva si consideramos que la extensión de los otros pastizales sobrepasan más de 100 veces a la del pastizal estudiado y que las condiciones climáticas son determinantes. Esta riqueza se explica por la cantidad de microhábitats que ocurren en el pastizal estudiado.

Especies como *Acacia schaffneri* var. *schaffneri*, *Andropogon sanguineus*, *Aristida adscensionis* var. *adscensionis*, *Bouteloua barbata* var. *barbata*, *B. hirsuta* var. *hirsuta*,

Bulbostylis funckii, *Calliandra reticulata*, *Carex humboldtiana*, *Coryphanta ottonis*, *Dalea foliolosa* var. *foliolosa*, *Digitaria ciliaris*, *Eragrostis mexicana* subsp. *virescens*, *Gnaphalium stramineum*, *Lepidium latifolium*, *Opuntia sarca*, *Salvia mexicana* var. *mexicana*, *Solanum polyadenium*, *Sporobolus indicus*, *Stipa mucronata* y *Xantocephalum centauroides* no se habían registrado para el estado hasta ahora. Sin embargo, su presencia en nuestra área de estudio era de esperarse, dada su amplia distribución.

Por el contrario, la presencia de especies como *Carex humboldtiana* Steud., *Panicum hallii* Vasey y *Stipa mucronata* llaman nuestra atención. La primera se distribuye más bien en algunos estados del Pacífico Sur y Golfo de México (Herman, 1974). La segunda ocurre desde el suroeste de E. U. A. hasta casi el Distrito Federal. La tercera se desarrolla principalmente en altitudes por encima de los 2000 msnm (Rzedowski, 1990b).

Un buen catálogo florístico, como el que aquí se presenta, es el marco de referencia para la estimación de la riqueza florística de cualquier zona. El conocimiento de dicha riqueza y la detección de taxa endémicos son trascendentales dada la importancia que hoy en día tiene la biodiversidad en el contexto de la conservación de los recursos naturales.

VIII. CONCLUSIONES

Se colectaron y determinaron 46 familias, 109 géneros, 141 especies, siete variedades y tres subespecies.

El pastizal conserva un alto porcentaje de especies nativas (91.48%). *Rhynchelytrum repens* y *Eleusine multiflora* son especies introducidas (y a veces agresivas) pero no representan aún un peligro para la flora nativa del pastizal.

Las especies endémicas a México, son 38 (26.95%) lo que confirma una vez más que los pastizales concentran gran cantidad de endemismos, sobre todo en la región central del país.

Las familias con mayor número de elementos a nivel genérico y específico son: Poaceae, Asteraceae y Fabaceae, componentes característicos de los pastizales de la zona semiárida y/o subhúmeda.

La diversidad y riqueza florística está determinada por la presencia de microhábitats.

El pastizal presenta tres aspectos fisonómicos: el Pastizal Encinal, Cacto-*Acacia*-Pastizal y Pastizal Abierto.

El pastizal se ubica en la categoría de Antropogénico. No obstante, su permanencia se debe a las condiciones climáticas.

El pastizal se caracteriza por la presencia de tres estratos: rasante, herbáceo y arbóreo. Las especies trepadoras y epífitas son escasas.

La presencia de gramíneas se ve favorecida durante la estación seca y su porte depende de la protección e inaccesibilidad en algunos sitios del pastizal. En contraste, la presencia de efímeras bulbosas y rizomatosas es notable en la estación lluviosa.

Existen especies que perduran en todas las estaciones y su fenología es muy característica.

El pastizal de Huimilpan muestra una riqueza taxonómica significativa en relación a las cifras presentadas por Gentry (1957) en el estado de Durango y Cruz (1969) en el Valle de México a pesar del desmedido pastoreo.

IX. LITERATURA CITADA

Anónimo. 1997. Carta Topográfica. La Estancia F-14-C-76 (1: 50,000). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

Aguado, G. A., E. García, C. Velasco y J. L. Flores. 1996. Importancia de los Elementos Climáticos en la Variación Florística Temporal de los Pastizales Semidesérticos. *Acta Botánica Mexicana*. 35: 1-8.

Argüelles, E., R. Fernández y S. Zamudio. 1991. Listado Florístico Preliminar del Estado de Querétaro. Flora del Bajío y Regiones Adyacentes. Fascículo Complementario II. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán. México. CONCYTEQ. 155 pp.

Brummitt, R. K. y C. E. Powell. 1992. *Authors of Plant Names*. Royal Botanical Garden, Kew. Great Britain. 732 pp.

Burkart, A. 1975. Evolution of Grasses and Grasslands in South América. *Taxon* 24 (1): 53-66.

Clayton, W. A. y S. A. Renvoize. 1986. *Genera Graminum. Grasses of the World*. Kew Bulletin Additional Series XIII. London. 389 pp.

Coupland, R. T. 1979. *Grassland Ecosystems of the World: Analysis of Grassland and their Uses*. Cambridge University Press. Great Britain. 401 pp.

Cronquist, A. 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. The New York Botanical Garden. New York. 555 pp.

Cruz C., R. 1969. *Contribución al Conocimiento de la Ecología de los Pastizales del Valle de México*. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México. 235 pp.

Dahlgren R., M. T., H. T. Clifford y P. I. Yeo. 1985. *The Families of Monocotyledons*. Springer-Verlang. New York. 520 pp.

Durán, R. 1995. *Diversidad Florística de los Petenes de Campeche*. *Acta Botánica Mexicana*. 31: 73-89.

García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köeppen*. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 pp.

Gentry, H. S. 1957. *Los Pastizales de Durango, Estudio Ecológico, Fisiográfico y Florístico*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 361 pp.

- Herman, J. F. 1974. Manual of the genus *Carex* in Mexico and Central América. Forest Service U.S. Department of Agriculture. Handbook # 467. 219 pp.
- Hernández X., E., C. Tapia y R. Buller. 1957. Los Pastizales del Noroeste. Agricultura Técnica en México 1(3): 6-7, 42-43.
- Hernández X., E. 1959-60. Zonas Agrostológicas de Chihuahua. Agricultura Técnica en México 1(9): 40-44.
- Hernández X., E. 1964. Los Pastos y Pastizales de las Zonas Áridas del Centro y Noreste de México. En: Beltrán E. (ed.) Las Zonas Áridas del Centro y Noreste de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. pp 97-127.
- Holmgren K. P., N. H. Holmgren y L. C. Barnett. 1990. Index Herbariorum, Part I The Herbario of the World. New York Botanical Garden. New York, U.S.A. 8ª edition. 693 pp.
- INEGI. 1986. Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del Estado de Querétaro. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 143 pp.
- Johnston, M. C. 1963. Past and Present Grassland of Southern Texas and Northeastern Mexico. Ecology 44: 456-466.

Leopold, A. S. 1950. Vegetation Zones of Mexico. *Ecology* 31: 507-518.

Mickel T., J. y J. M. Beitel. 1988. Pteridophyte Flora of Oaxaca, Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. Volume 46. 568 pp.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28: 29-179.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1964. Fisiografía y Vegetación en las Zonas Áridas del Centro y Noreste de México. *Las Zonas Áridas del Centro y Noreste de México*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 1-27 pp.

Moore, D. E. (ed.). 1982. *Green Planet. The Story of the Plant Life on Earth*. Cambridge University Press. pp 50-253.

Radford, A. E., W. C. Dickinson., J. R. Massey y C. R. Bell. 1974. *Vascular Plant Systematics*. Harper & Row Publishers. New York. 891 pp.

Rodríguez, M. E., A. M. Cruz y J. A. C. Martínez. 1992. *Geological-Mining Monograph of the State of Querétaro*. Consejo de Recursos Minerales; Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal; Subsecretaría de Minas e Industria Básica. Querétaro, México. 108 pp.

Rzedowski, J. 1975. An Ecological and Phytogeographical Analysis of Grassland of Mexico. *Taxon* 24(1): 67-80.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 pp.

Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1990a. Nota Sobre el Elemento Africano en la Flora Adventicia de México. *Acta Botánica Mexicana* 12: 21-24.

Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1990b. *Flora Fanerogámica del Valle de México. Monocotyledoneae*. Volumen III. Instituto de Ecología, Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán. México. 494 pp.

Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1995. *Los Pastizales Calcífilos del Estado de Guanajuato. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo Complementario IX*. Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán. México. 19 pp.

Shreve, F. 1942. Grassland and Related Vegetation in Northern Mexico. *Madroño* 6: 190-198.

Yeaton, R. 1995. *Rehabilitación de Pastizales en el Karoo, Sudáfrica*. Seminario de Otoño 1995. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

Zamudio, S., J. Rzedowski., E. Carranza y G. C. de Rzedowski. 1992. La Vegetación en el Estado de Querétaro. CONCYTEQ. Querétaro. 92 pp.

X. APÉNDICE I

CATÁLOGO DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN EL PASTIZAL DE HUIMILPAN, QUERÉTARO.

GPO / FAM / SP	N	Intr	Nat	E	Otros	# Col	Sitio(s)
PTERIDOPHYTA							
<i>Adiantaceae</i>							
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	x					198*	PE
<i>Pteridaceae</i>							
<i>Cheilanthes kaulfussi</i> Kunze	x					76,105	PE
<i>Cheilanthes lindheimeri</i> Hook.	x					181,182, 220	PE
<i>Cheilanthes sinuata</i> (Lag. ex Sw.) Domin	x					104,180,306	PE-CAP
<i>Polypodiaceae</i>							
<i>Pellaea cordifolia</i> (Sessé & Moc.) A.R.Smith	x					178	PE
<i>Phlebodium areolatum</i> (Humb. & Bonpl ex Willd) J.Sm.	x					77,83,179	PE
<i>Polypodium thyssanolepis</i> A.Braun. ex Klotzch	x					177	PE
MAGNOLIOPHYTA							
LILIOPSIDA							
<i>Alliaceae</i>							
<i>Milla biflora</i> Cav.	x				2,mr	73	CAP
<i>Amaryllidaceae</i>							
<i>Zephyranthes sessilis</i> Herb.	x				d	66,92	CAP
<i>Anthericaceae</i>							
<i>Echeandia flavescens</i> (Schult. & Schult.f.) Cruden	x				d	204	PE-CAP
<i>Echeandia nana</i> (Baker) Cruden	x					121*	PE-CAP
<i>Bromeliaceae</i>							
<i>Tillandsia recurvata</i> L.	x			x		65	PE-CAP
<i>Commelinaceae</i>							
<i>Commelina tuberosa</i> L.	x					101,183	CAP-PE

GPO / FAM / SP	N	Intr	Nat	E	Otros	# Col	Sitio(s)
<i>Cyperaceae</i>							
<i>Bulbostylis funckii</i> (Steud.) C.B. Clarke	x				s	100,16	PE-PA
<i>Carex humboldtiana</i> Steud.	x				d	349	PE
<i>Cyperus orbicephalus</i> (Beetle) Koyama & McVaugh	x			x		228,262	PE-PA-CAP
<i>Cyperus sesleroides</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x					150	PA
<i>Poaceae</i>							
<i>Agrostis hyemalis</i> (Van der Walt.) Britton, Sterns & Poggenb.		E	Méx			98,151,169	PE-PA
<i>Andropogon sanguineus</i> (Retz.) Merr.	x					365	CAP
<i>Andropogon cirratus</i> Hack.	x					230,281	CAP-PE
<i>Aristida adscensionis</i> L. var. <i>adscensionis</i>	x				s,e	97,264,326	CAP-PE-PA
<i>Bouteloua barbata</i> Lag. var. <i>barbata</i>	x			x		3,254,263	CAP-PE-PA
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag. var. <i>hirsuta</i>	x			x		166,225	CAP-PE-PA
<i>Bouteloua repens</i> (Humb., Bonpl. & Kunth.) Scribn. & Merr.	x			x		154,256,305	CAP-PE-PA
<i>Bouteloua scorpioides</i> Lag.	x			x		211,261,325	CAP-PA
<i>Chloris virgata</i> Sw.	x				d,s,e	232	PE
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		E			ma,mr,d	193,241	CAP-PE-PA
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koell.	x				d	2,199,240	CAP-PE-PA
<i>Eleusine multiflora</i> Hochst. ex A. Rich.		E				11	PE
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link <i>subsp. virescens</i>	x				d,mr,s	10,229,324	CAP-PE-PA
<i>Hilaria cenchroides</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x				s	148,162,205	CAP-PE-PA
<i>Lycurus phleoides</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x				s,d	1,195,323	CAP-PE-PA
<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	x					165,201,265	CAP-PE-PA
<i>Muhlenbergia capillaris</i> (Lam.) Trin.	x			x		227,278,312	CAP-PE
<i>Muhlenbergia implicata</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Kunth	x			x		255,300,322	CAP-PE
<i>Panicum hallii</i> Vasey	x					350	CAP
<i>Paspalum lividum</i> Trin.	x					9,186	CAP-PE

GPO / FAM / SP	N	Intr	Nat	E	Otros	# Col	Sitio(s)
Poaceae							
<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	x				d	4,222,266	CAP-PE-PA
<i>Pentarraphis polymorpha</i> (Fourn.) Griff.	x			x		146	PA
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc.	x					6,249,314	PE-PA
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb		Af			2	364	CAP
<i>Stipa mucronata</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x					231	PE
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) P.Beaurv	x					145,163,226	PE-PA
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) Rob.-Bricch	x		E			8,197	CAP-PE
MAGNOLIOPSIDA							
Acanthaceae							
<i>Ruellia nudiflora</i> (A.Gray) Urban	x			x		80	PE
<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	x					21*	PE-CAP
Amaranthaceae							
<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.	x				2,m	301	CAP-PE
Apiaceae							
<i>Eryngium carlinae</i> Delar.f.	x			x		142,209,316	CAP-PE-PA
Apocynaceae							
<i>Mandevilla foliosa</i> (Müll.Arg) Hemsl.	x			x		107	PE
Asclepiadaceae							
<i>Asclepias linaria</i> Cav.	x				d	185,296	CAP-PE
Asteraceae							
<i>Brickellia tomentella</i> A.Gray	x					271	CAP
<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	x				mr,ma	361	PE
<i>Conyza sophiifolia</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x				2,mr,ma	94*,240*	CAP

GPO / FAM / SP	N	Intr	Nat	E	Otros	# Col	Sitio(s)
Asteraceae							
<i>Dyssodia papossa</i> (Vent.) Hitchc.	x				d,mr,ma	288*	PE
<i>Erigeron janivultus</i> G.L. Nesom	x					68,86	CAP-PA
<i>Eupatorium petiolare</i> Moc. ex DC.	x			x	d	335	CAP
<i>Eupatorium pycnocephalum</i> Less.	x			x	2	176,279	CAP-PE
<i>Gnaphalium stramineum</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x				d,mr,ma	174*	PE
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	x				d	119*	PE-CAP
<i>Perymenium buphthalmoides</i> DC.	x			x		79,158	PE-PA
<i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less.	x				2,mr	78	PE
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	x					87,212,299	CAP-PE-PA
<i>Psilactis brevilingulata</i> Sch.Bip.	x				mr,ma	242	PE
<i>Schkuhria pinnata</i> (Lam.) Kuntze	x				mr,ma,d	113*	CAP
<i>Senecio heracleifolius</i> Hemsl.	x			x		260,285	CAP-PE
<i>Senecio salignus</i> DC.	x			x	d	336,34	CAP-PE
<i>Stevia pilosa</i> Lag.	x			x		188	CAP
<i>Stevia serrata</i> Cav.	x			x	2	159,238	PE-PA
<i>Stevia tephra</i> Rob.	x			x		311	PE
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	x			x	2,d	213	PA
<i>Tagetes lunulata</i> Ortega	x			x	d,mr	280	CAP
<i>Xantocephalum centauroides</i> Willd.	x					243,318	PE
<i>Zaluzania augusta</i> (Lag.) Sch.Bip.	x					244,245	PE-CAP
Brassicaceae							
<i>Eruca sativa</i> Mill.		E	Méx		mr,ma	358	PE
<i>Lepidium latifolium</i> L.		E					PE

GPO / FAM / SP	N	Intr	Nat	E	Otros	# Col	Sítio(s)
Buddlejaceae							
<i>Buddleja perfoliata</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x					283	CAP
<i>Buddleja sessiliflora</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x				d,mr	337,342	CAP-PE-PA
Cactaceae							
<i>Coryphantha ottonis</i> (C.M.Pfeiff) Lem.	x					350	CAP-PA
<i>Echinofossulocactus dichroacanthus</i> (Mart.) Br. & Rose	x					349	CAP
<i>Opuntia sarca</i> Griff.	x		E			57,75,343	CAP-PE
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	x		E	x		64,96,344	CAP-PE-PA
Caesalpiniaceae							
<i>Senna septentrionalis</i> (Viv.) Irwin & Barneby	x		E		2	304	PE
Chenopodiaceae							
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	x		E		mr,ma	356	PE
Cistaceae							
<i>Helianthemum glomeratum</i> Lag.	x				2,d	159*	PE
Convolvulaceae							
<i>Evolvulus alsinoides</i> L.	x				m	108	CAP-PE
<i>Evolvulus prostratus</i> Rob.	x					69,89	CAP-PE-PA
<i>Ipomoea capillacea</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Don.	x			x	2	109,168,194	CAP-PE-PA
<i>Ipomoea murucoides</i> Roem. & Schult.	x			x		250	CAP
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	x				mr,ma	360	PE
Crassulaceae							
<i>Echeveria secunda</i> Booth	x					355	PE
Euphorbiaceae							
<i>Croton ciliato-glandulifer</i> Ortega	x			x		106,284,308	CAP-PE
<i>Ricinus communis</i> L.		Af				259	CAP-PE

GPO / FAM / SP	N	Intr	Nat	E	Otros	# Col	Sitio(s)
Fabaceae							
<i>Brongniartia intermedia</i> Moric.	x					347	PE
<i>Brongniartia magnibracteata</i> Schldl.	x					219	PE
<i>Cologania angustifolia</i> Kunth	x					346	PE
<i>Dalea foliolosa</i> (Aiton) Barneby var. <i>foliolosa</i>	x					238*	PA
<i>Desmodium grahamii</i> A.Gray	x			x		208	PA
<i>Nissolia pringlei</i> Rose	x					293	PE
<i>Phaseolus heterophyllus</i> Willd.	x					71,93,161	CAP-PE-PA
<i>Zornia thymifolia</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x					91,189,297	CAP-PE-PA
Fagaceae							
<i>Quercus candicans</i> Née	x			x		5,11	PE
Lamiaceae							
<i>Salvia amarissima</i> Ortega	x			x	d	153	PA
<i>Salvia mexicana</i> L. var. <i>mexicana</i>	x			x	d	175,234	PE-CAP
<i>Salvia reptans</i> Jacq.	x			x		81	PE
<i>Salvia</i> sp	x			x		174	PE
Loranthaceae							
<i>Psitacanthus calyculatus</i> (DC.) Don	x					187	CAP-PE
Lythraceae							
<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	x					351	CAP-PE
<i>Heimia salicifolia</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Link.	x					216	CAP-PE
Malvaceae							
<i>Sida rzedowski</i> Fryxell	x					140*	PA

GPO / FAM / SP	N	Intr	Nat	E	Otros	# Col	Sitio(s)
Rhamnaceae							
<i>Condalia velutina</i> I.M.Johnst.	x					58,62,282	PE-CAP
<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Roem. & Schult.) Zucc.	x			x	2	309	CAP-PE
Rubiaceae							
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.	x			x	d	102,103,252	CAP-PE
<i>Richardia tricocca</i> subsp. <i>tetracocca</i> (Mart. & Gal.) Lewis & Oliver	x					39*,40*	PA
Scrophulariaceae							
<i>Castilleja lithospermoides</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x			x		72,155,292	CAP-PA
Solanaceae							
<i>Bouquetia erecta</i> DC.	x			x	d	70	CAP-PE-PA
<i>Datura stramonium</i> L.	x				mr,ma	353	PE
<i>Nicotiana glauca</i> Graham	x		AA		mr	252	CAP
<i>Solanum americanum</i> Mill.	x					362	PE
<i>Solanum dulcamaroides</i> Dunal		EAs	Am			144	PA
<i>Solanum marginatum</i> L.f.		Af	Méx		2,mr	235	PE
<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal.	x				2,mr,ma	59	CAP
<i>Solanum polyadenium</i> Greenm.	x					345	PE
<i>Solanum rostratum</i> Dunal		x?	Am		2,d,mr,ma	152,236	CAP-PE-PA
Verbenaceae							
<i>Verbena canescens</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x					8*	PA
Viscaceae							
<i>Phoradendron brachystachyum</i> (DC.) Nutt.	x					63	CAP
Vitaceae							
<i>Cissus sicyoides</i> L.	x					251	CAP-PE

XII. APÉNDICE II

CATÁLOGO DE ESPECIES COLECTADAS DURANTE EL ANÁLISIS DE DIVERSIDAD MEDIANTE CUADRADOS EN EL MES MÁS LLUVIOSO

GPO/FAM/SP	PE	CAP	PA
PTERIDOPHYTA			
<i>Pteridaceae</i>			
<i>Cheilanthes lindheimeri</i> Hook.	x		
<i>Cheilanthes sinuata</i> (Lag. ex Sw.) Domin	x		
MAGNOLIOPHYTA			
LILIOPSIDA			
<i>Amaryllidaceae</i>			
<i>Zephyranthes sessilis</i> Herb.		x	
<i>Anthericaceae</i>			
<i>Echeandia flavescens</i> (Schult. & Schult.f.) Cruden	x	x	
<i>Echeandia nana</i> (Baker) Cruden	x	x	
<i>Bromeliaceae</i>			
<i>Tillandsia recurvata</i> L.	x		
<i>Commelinaceae</i>			
<i>Commelina tuberosa</i> L.	x	x	
<i>Cyperaceae</i>			
<i>Carex humboldtiana</i> Steud.	x		
<i>Cyperus sesleroides</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x	x	x
<i>Poaceae</i>			
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link subsp. <i>virescens</i>	x	x	x
<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	x	x	x
<i>Panicum hallii</i> Vasey		x	
<i>Pentarraphis polymorpha</i> (Fourn.) Griff.			x
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc.	x		x
MAGNOLIOPSIDA			
<i>Acanthaceae</i>			
<i>Ruellia nudiflora</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Kunth	x		
<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees		x	
<i>Apiaceae</i>			
<i>Eryngium carlinae</i> Delar.f.	x		
<i>Asteraceae</i>			
<i>Erigeron janivultus</i> G.L.Nesom		x	x
<i>Perymenium buphthalmoides</i> DC.	x		
<i>Piqueria trinervia</i> Cav.		x	x
<i>Senecio heracleifolius</i> Hemsl.		x	
<i>Cactaceae</i>			
<i>Opuntia sarca</i> Griff.	x	x	
<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	x	x	x

GPO/FAM/SP	PE	CAP	PA
Convolvulaceae			
<i>Evolvulus alsinoides</i> L.		x	
<i>Evolvulus prostratus</i> Rob.	x	x	x
<i>Ipomoea capillacea</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Don.	x	x	x
Euphorbiaceae			
<i>Croton ciliato-glandulifer</i> Ortega	x		
Fabaceae			
<i>Brongniartia intermedia</i> Moric.*	x		
<i>Phaseolus heterophyllus</i> Willd.	x	x	x
<i>Zornia thymifolia</i> (Humb., Bonpl. & Kunth)			x
Fagaceae			
<i>Quercus candicans</i> Née	x		
Lythraceae			
<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.*	x	x	
Mimosaceae			
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) F.J. Herman var. <i>schaffneri</i>	x		
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	x		
Oleaceae			
<i>Forestiera phyllireoides</i> (Benth.) Torr.	x	x	
Oxalidaceae			
<i>Oxalis corniculata</i> L.	x		
<i>Oxalis decaphylla</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x	x	x
<i>Oxalis lumulata</i> Zucc.*	x		
Rhamnaceae			
<i>Condalia velutina</i> I.M. Johnst.	x	x	
Rubiaceae			
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schtdl.	x		
Solanaceae			
<i>Bouchetia erecta</i> DC.	x	x	x

PE=Pastizal Encinal, CAP=Cacto-Acacia -Pastizal, PA= Pastizal Abierto,

*= especies colectadas por primera vez en el pastizal.

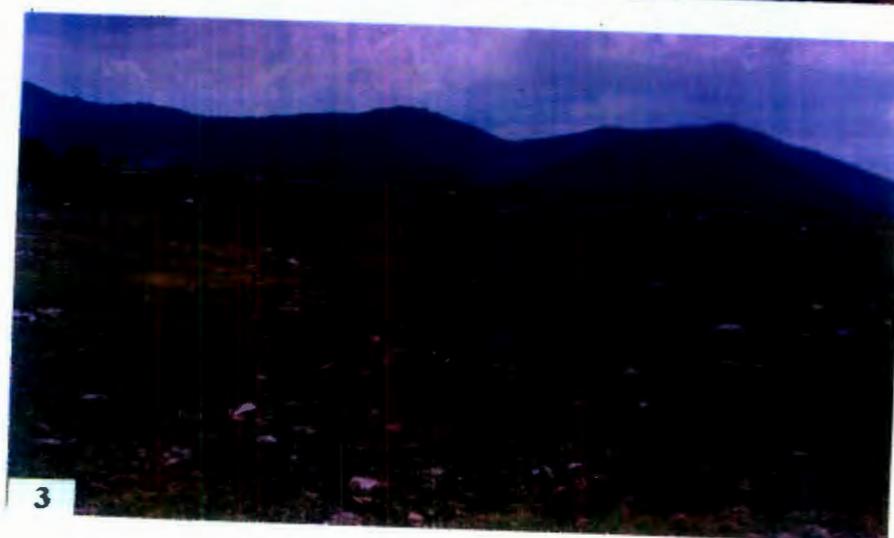
XII. APÉNDICE III

CATÁLOGO DE ESPECIES COLECTADAS DURANTE EL ANÁLISIS DE DIVERSIDAD MEDIANTE CUADRADOS EN EL MES MÁS SECO

GPO/FAM/SP	PE	CAP	PA
PTERIDOPHYTA			
<i>Pteridaceae</i>			
<i>Cheilanthes lindheimeri</i> Hook.	x		
<i>Cheilanthes sinuata</i> (Lag. ex Sw.) Domin.		x	
MAGNOLIOPHYTA			
LILIOPSIDA			
<i>Anthericaceae</i>			
<i>Echeandia flavescens</i> (Schult. & Schult.f.) Cruden	x		
<i>Bromelliaceae</i>			
<i>Tillandsia recurvata</i> L.	x		
<i>Commelinaceae</i>			
<i>Commelina tuberosa</i> L.	x		
<i>Cyperaceae</i>			
<i>Cyperus orbicephalus</i> (Beetle) Koyama & McVaugh	x		
<i>Poaceae</i>			
<i>Aristida adscensionis</i> L. var. <i>adscensionis</i>		x	x
<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag. var. <i>hirsuta</i>		x	x
<i>Bouteloua repens</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Scribn. & Merr.		x	x
<i>Bouteloua scorpioides</i> Lag.		x	x
<i>Cynodon plectostachyus</i> (K.Schum.) Pilg.			x
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koell.		x	
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link subsp. <i>virescens</i>	x	x	x
<i>Hilaria cenchroides</i> Humb., Bonpl. & Kunth	x	x	x
<i>Lycurus phleoides</i> Humb., Bonpl. & Kunth		x	x
<i>Microchloa kunthii</i> Desv.		x	x
<i>Muhlenbergia capillaris</i> (Lam.) Trin.		x	
<i>Muhlenbergia implicata</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Kunth		x	
<i>Piptochaetium fimbriatum</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) Hitchc.	x		
<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) P.Beauv		x	
MAGNOLIOPSIDA			
<i>Amaranthaceae</i>			
<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.		x	
<i>Apiaceae</i>			
<i>Eryngium carlinae</i> Delar.f.		x	x
<i>Asclepiadaceae</i>			
<i>Asclepias linaria</i> Cav.		x	
<i>Asteraceae</i>			
<i>Heterosperma pinnatum</i> Cav.	x		

XIV. APÉNDICE IV

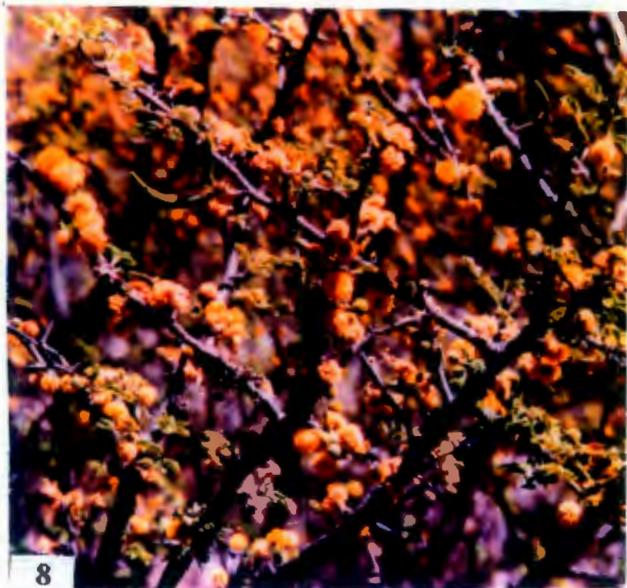
FOTOGRAFÍAS



Aspectos fisonómico-florísticos de los tres sitios del Pastizal. [1] Pastizal Encinal. [2] Cacto-Acacia-Pastizal. [3] Pastizal Abierto.



Ejemplares de las familias mejor representadas en el pastizal. [4] Poaceae (*Muhlenbergia capillaris* (Lam.) Trin.) [5] Asteraceae (*Senecio salignus* DC.) [6] Fabaceae (*Brongniartia intermedia* Moric.) [7] Solanaceae (*Solanum rostratum* Dunal).



Ejemplares de las familias mejor representadas en el pastizal. [8] Mimosaceae (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.). [9] Cactaceae (*Opuntia streptacantha* Lem.). [10] Lamiaceae (*Salvia mexicana* L. var. *mexicana*). [11] Pteridaceae (*Cheilanthes lindheimeri* Hook.).



Rasgos florísticos del pastizal en las diferentes estaciones del año. [12] Carpeta vegetal rasante durante la estación seca. [13] Carpeta vegetal herbácea durante la estación lluviosa. [14] Efímera bulbosa durante la estación lluviosa (*Ipomoea capillacea* Humb., Bonpl. & Kunth). [15] Gramínea de la estación seca (*Pentarraphis polymorpha* (Fourn.) Griff.)



Microhábitats. [16] Ranuras de rocas (*Phlebodium aerolatum* (Humb. & Bonpl. ex Willd) J. Sm). [17, 18] Asociaciones vegetales entre mimosas y opuntias.