

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL ZACATAL
GIPSOFILO Y DEL MATORRAL DESERTICO CHIHUAHUENSE EN EL LLANO LA
INDIA, MPIO. DE SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

POR:

Sergio German Gómez Pérez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero en Agrobiología

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2006

**COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y ASPECTOS ESTRUCTURALES DEL ZACATAL
GIPSOFILO Y DEL MATORRAL DESERTICO CHIHUAHUENSE EN EL LLANO LA
INDIA, MPIO. DE SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

POR

Sergio German Gómez Pérez

TESIS

**Que se somete a consideración de H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

**Dr. Jesús Valdés Reyna
PRESIDENTE DEL JURADO**

**Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla
SINODAL**

**DR. Alejandro Zarate Lupercio
SINODAL**

**M.C. Juan Encina Domínguez
SINODAL**

**M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO DEL 2006

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús Valdés Reyna por el apoyo continuo en la realización de esta Tesis, su confianza brindada para la realización de la misma.

Al Dr. José Ángel Villarreal Quintanilla por su ayuda invaluable en la identificación de muestras botánicas, así como sus valiosas observaciones durante el desarrollo de la tesis.

Al M.C. Juan Encina por la dirección de esta Tesis, su gran ayuda brindada, sus valiosos consejos, su gran ayuda en la búsqueda y obtención de literatura pertinente.

Al Dr. Alejandro Zarate Lupercio por el interés mostrado y su ayuda para realizar la presente investigación.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por todas las facilidades otorgadas durante la realización de éste trabajo.

Al Ing. Benito, Ing. Alcaya y al Ing. Kalifo por la disposición y ayuda para realizar el mapa de ubicación.

A la Biol. Sofía Comparan Sánchez por su ayuda en la identificación de Cactáceas.

Al Ing. Edhy Francisco García por su valiosa ayuda en la colecta de datos de campo.

Al Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez por el interés mostrado y su ayuda para realizar la presente investigación.

Al M.C. Leopoldo Arce González por su significativa ayuda en la búsqueda y obtención de literatura pertinente.

A Judith Robledo Domínguez por su invaluable apoyo moral e incondicional.

A todas las personas que de alguna forma participaron en la elaboración de esta investigación. **GRACIAS**

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

A mis padres. María Guadalupe Pérez Méndez y Sebastián Gómez Vázquez a quienes estimo y quiero con todo el corazón, por haberme dado lo más preciado, la vida y que sin escatimar esfuerzos y sacrificios me han dado el regalo más anhelado el de ser un profesionista.

A mi familia. A mis hermanos Victoria, Mayra, Araceli, Daniela, Adalberto y Daniel, a quienes deseo que logren todos sus metas que se propongan en la vida; a mi abuelito Sebastián Gómez Velásquez por haberme aconsejado y enseñarme a ser siempre honesto y respetable ante los demás.

A mis familiares. Abuelitos, tíos, primos por estar siempre con migo.

A mis amigos. Rony y Mach así como también a mis amigos y compañeros de la especialidad de Agrobiología por su apoyo y amistad que me brindaron.

GRACIAS

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Llano la India, que se localiza en el sureste del estado de Coahuila a 50 Km. de la Saltillo (Anónimo, 2000). Con el objetivo de describir la composición florística de las comunidades vegetales presentes, sus aspectos estructurales. Se realizaron muestreos durante el mes de septiembre del 2005, utilizando la técnica de muestreo denominada: "Método de cuadrante". Para caracterizar los sitios de muestreo se incluyeron los siguientes aspectos: Tipo de vegetación, altitud, coordenadas geográficas (latitud y longitud). El cuadrante se delimitó con cuatro estacas y cuerda, o bien con parcelas de plástico, teniendo como centro cada estación. Las herbáceas se midieron considerando la cobertura de cada individuo de cada una de las especies presentes dentro de la parcela y se contabilizó el número de individuos por especie para ser anotadas en un formato. La cobertura aérea (para arbustos) o área basal (en el caso de los árboles) se determinó a partir de la cobertura de la copa de los arbustos y el diámetro normal de los árboles. La copa de las plantas se considero como circular; sin embargo, cuando se presentaron copas irregulares, se midieron los dos diámetros extremos y se anotó el diámetro promedio de los dos diámetros observados. Las mediciones de distancia y diámetros se realizaron directamente con cinta métrica flexible y se anotaron en metros. Al finalizar las mediciones de las herbáceas se procedió a cuantificar el estrato arbustivo. Los ejemplares colectados fueron herborizados con la técnica de prensado y secado, incluyéndose posteriormente en el herbario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Saltillo, Coahuila (ANSM). Para la determinación de los ejemplares en laboratorio se utilizaron claves artificiales o bien por cotejo con ejemplares herborizados. Posteriormente se realizaron los listados florísticos de las especies encontradas en el sitio de estudio. Con la información recabada durante el muestreo del estrato herbáceo y del leñoso se calcularon los atributos de la vegetación del zacatal y de los matorrales micrófilos de gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*), tales como la densidad, dominancia y frecuencia de las especies dentro de la vegetación del área de estudio, y de esta manera obtener el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica

(Cox (1972) y Muller - Dombois y Ellenberg (1974)). La diversidad vegetal y equitatividad fueron estimados con el índice de Shannon - Weiner, para lo cual se utilizaron los listados florísticos, así como los valores de densidad y frecuencia de las especies que integran las comunidades vegetales del área. En el área de estudio (Llano la India) esta integrado por tres comunidades vegetales: Zacatal Gipsófilo, Matorral micrófilo de *Flourensia cernua*, Matorral micrófilo de *Larrea tridentata*, en este último se presento el mayor índice de diversidad del estrato herbáceo (2.83), arbustivo (1.54) y con el mayor porcentaje de equitatividad, cabe señalar que en el caso del zacatal Gipsófilo se presento el mayor número de especies. Se encontraron 71 especies de plantas, dicha florula representa el 2.21% del total de la flora de Coahuila, las cuales están integradas en 26 familias y 60 géneros; las familias con mayor riqueza de especies son Poaceae y Asteraceae con 15 especies cada una, seguidas por Cactaceae y Fabaceae con 5 especies cada una. Se registraron un total de 57 especies perennes y 14 anuales. Su conservación, rehabilitación y restauración ecológica son medidas necesarias como parte de la aplicación de manejo, ya que son un hábitat de especies en peligro de extinción y especies endémicas.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO GENERAL	3
3. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
4. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Localización y descripción del área de estudio.	4
4.2. Fisonomía de las exposiciones de yeso.	7
4.3. Principales lugares de yeso en México.	8
4.4. Plantas Gipsófilas.....	8
4.5. Distribución y Aspectos Ecológicos de los Zacatales.	9
4.6. Zacatal Gipsófilo.....	13
4.7. Acciones de Conservación de los Zacatales.	14
4.8. Métodos utilizados para muestrear comunidades arbustivas y herbáceas.....	17
4.8.1. Área mínima y método del cuadrado para comunidades vegetales	18
5. METODOLOGÍA.	19
5.1. Selección y Caracterización de las localidades de muestreo.	19
5.2. Establecimiento de los sitios de muestreo.....	20
5.2.1. Método de Cuadrante.....	20
5.3. Colecta de material botánico y herborización.....	22
5.4. Cálculos derivados de la medición de vegetación.....	23
5.4.1. Número de individuos de cada especie.....	23
5.5. Estimación de la diversidad vegetal de la comunidad estudiada.....	24

6. RESULTADOS Y DISCUSION.	27
6.1. Composición y riqueza florística del Llano la India.....	27
6.2. Comunidades vegetales presentes en el Llano la India.	28
6.2.1. Zacatal.....	28
6.2.2. Matorral Desértico Chihuahuense	31
6.2.2.1. Matorral Desértico Micrófilo de Hojasén (<i>Flourensia cernua</i>).....	32
6.2.2.2. Matorral Desértico Micrófilo de Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	34
6.3. Diversidad y Riqueza de especies en el Llano la India.....	36
6.4. Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extinción para el Llano la India.....	37
7. CONCLUSIÓN	39
8. LITERATURA CITADA	40
9. APÉNDICE	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Área de estudio: Llano la India.	6
Figura 2. Distribución sistemática de las estaciones que integran un sitio de muestreo.	21
Figura 3. Riqueza florística del Zacatal Gipsófilo por familia.	27
Figura 4. Zacatal Gipsófilo dominado por zacate pelillo (<i>Muhlenbergia villiflora</i>).	29
Figura 5. Matorral Desértico Micrófilo de Hojasén (<i>Flourensia cernua</i>)	32
Figura 6. Matorral Desértico Micrófilo de Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>)	34
Figura 7. Árnica (<i>Machaeranthera crutchfieldii</i>)	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis fitogeográfico de los componentes de la flora de los pastizales de durango. Los valores indican porcentajes con respecto al total de la flora (Rzedowski, 1975).	11
Tabla 2. Distribución geográfica de 40 especies del género <i>Bouteloua</i>	12
Tabla 3. Atributos de la vegetación de las herbáceas dominantes en el Zacatal Gipsófilo.	29
Tabla 4. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas del Zacatal Gipsófilo.	31
Tabla 5. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas del Matorral Desértico Micrófilo de Hojasén (<i>Flourensia cernua</i>).	33
Tabla 6. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas del Matorral Desértico Micrófilo de Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>).	35
Tabla 7. Índices de diversidad del estrato arbustivo y herbáceo para las comunidades vegetales del Llano la India.	37

1. INTRODUCCIÓN

Los pastizales naturales se consideran como uno de los ecosistemas más amenazados en América del Norte y en el mundo (Cházaro et al, 2004). El Zacatal Gipsófilo es un tipo de vegetación rico en endemismos por presentar suelos yesosos, compactos superficialmente. Este tipo de suelos localizados en valles y colinas, fueron formados desde el tiempo del terciario, gracias a los depósitos de yeso que se formaron por precipitación y una evaporación subsecuente de mares antiguos (Villarreal y Valdés, 1992-1993), con tiempo geológico estos depósitos fueron cubiertos por los estratos de varios orígenes y expuestos posteriormente a que habitaran plantas en épocas recientes. Estas exposiciones de yeso se encuentran a través de la región del desierto Chihuahuense en el norte de México y la otra parte al oeste de los Estados Unidos (Powell y Turner, 1974).

En México el Zacatal Gipsófilo se localiza principalmente en los Estados de San Luis Potosí, Chihuahua, Nuevo León y en Coahuila (Rzedowski, 1978). En el estado de Coahuila, presentan comunidades de *Muhlenbergia villiflora*, *M. gypsophila*, *Bouteloua chasei*, *Sporobolus nealleyi*, con la presencia de *Dicranocarpus parviflorus* y otras gipsófilas (Villarreal y Valdés, 1992-1993). Sin embargo, en los pastizales es posible encontrar otros grupos de plantas como son herbáceas, suculentas, arbustos y ocasionalmente árboles que dominan el paisaje y que se presentan combinados con el pastizal. Frecuentemente, en diversos lugares, el aprovechamiento del pastizal no es óptimo debido principalmente al sobrepastoreo el cual conlleva a la destrucción de la cubierta vegetal, siendo invadido por especie no deseables y ocurriendo la pérdida de suelo por erosión (Valdés, 1999).

El Zacatal Gipsófilo y comunidades vegetales asociadas del Llano la India, son áreas importante para la conservación por la existencia de una importante distribución de especies como el perrito de la pradera (*Cynomys mexicanus*) que se encuentra en la categoría de peligro de extinción; Gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*), Águila Real (*Aquila chrysaetos*), zorra del desierto (*Vulpes velox*), Tlalcoyote (*Taxidea taxus*)

encontradas como amenazadas y la Víbora de cascabel (*Crotalus atrox*) que se encuentra bajo protección especial, todas estas listadas en la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAP-2001. Se reporta también la presencia de especies como el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), cernícalo (*Falco sparverius*), lechuza pocera (*Athene cunicularia*).

La flora del Llano la India es de gran importancia biológica, por ser comunidades muy escasas en el Estado de Coahuila, representando el 5% de las comunidades totales de este estado (Anónimo, 2002). Por lo anterior, es importante el conocimiento de aspectos estructurales y la composición de especies, con la finalidad de desarrollar estrategias eficientes para el manejo adecuado de estos zacatales y, de esta manera, proteger, restaurar y conservar estos recursos naturales. Con base en la información a generarse en este trabajo se conocerá la composición de especies y los aspectos estructurales del zacatal, lo cual será útil para estudiar su dinámica sucesional y, así reforzar los programas de conservación y manejo de dicha área.

2. OBJETIVO GENERAL

- Conocer la composición florística de las comunidades vegetales presentes y sus aspectos estructurales en el Llano la India al Sureste de Coahuila.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Inventariar las plantas vasculares de las comunidades vegetales presentes en el área de estudio.
- Evaluar la densidad, frecuencia, dominancia, cobertura; y de esta manera poder calcular su valor de importancia, índice de diversidad y equitatividad.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Localización y descripción del área de estudio.

En el territorio comprendido por la República Mexicana, confluyen floras de dos reinos, los cuales se relacionan no del todo discretamente con cuatro regiones, las que agrupan 17 provincias florísticas. La vegetación en el estado de Coahuila está integrada por floras de dos reinos, siendo el holártico y el neotropical (Rzedowski, 1978).

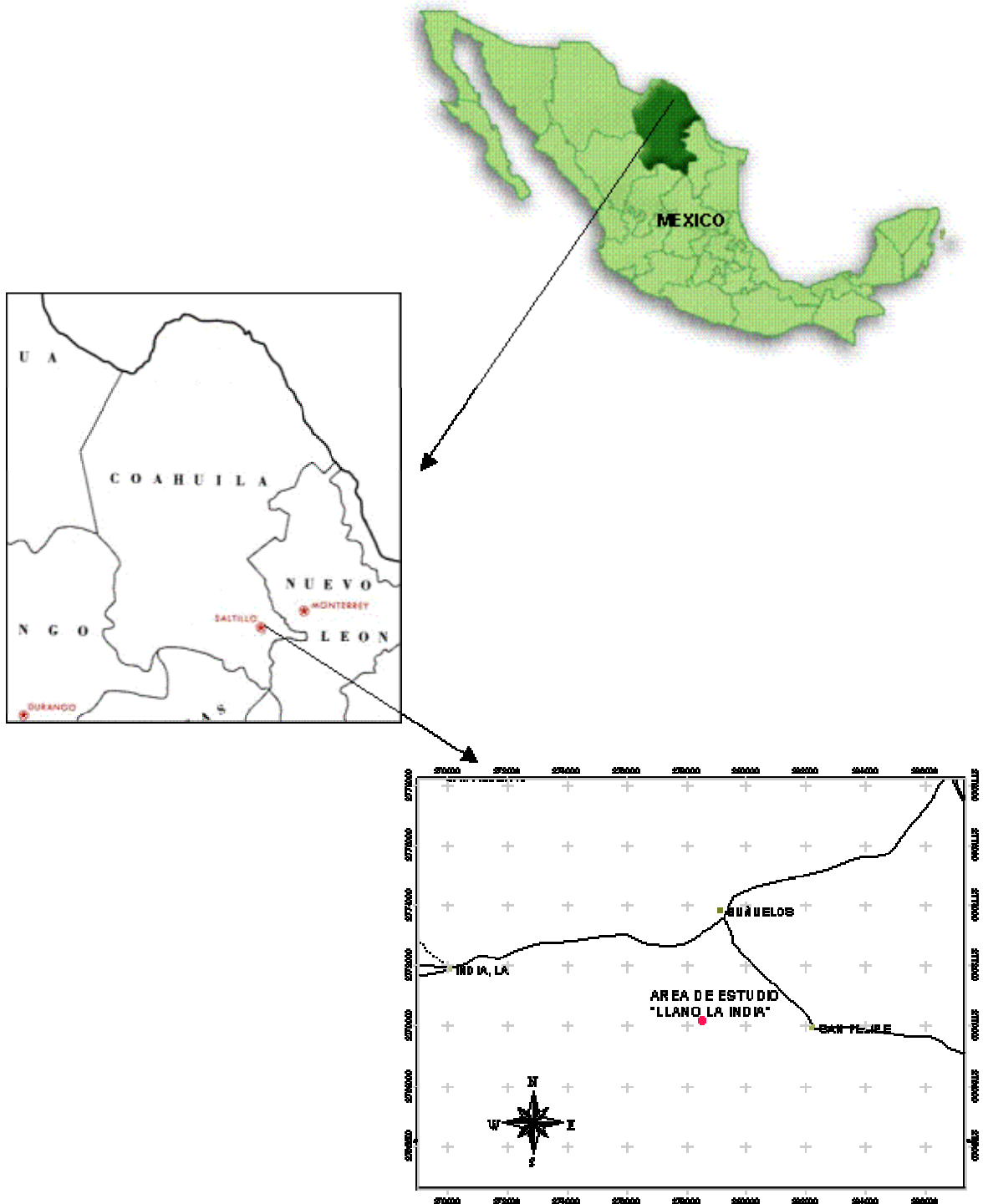
En el reino Neotropical incluye la mayor parte del territorio mexicano del país al sumarse en él las porciones de clima caliente, seco y semiseco. La región xerofítica Mexicana incluye grandes extensiones del norte y centro del territorio mexicano por su clima árido y semiárido abarca aproximadamente la mitad de la superficie del país. La provincia de la altiplanicie corresponde esencialmente a la región fisiográfica del mismo nombre, que en México se extiende en la porción ubicada dentro de las sierras Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, la altitud en esta provincia varía en general de los 1,000 a los 2,000 m, por lo que es más notoria la influencia de bajas temperaturas, el número de plantas endémicas es considerable, la vegetación es esencialmente matorral xerófilo (Villarreal y Valdés, 1992-93).

Para el estado de Coahuila se reportan seis tipos de vegetación, de estos el Matorral Desértico Chihuahuense es el más abundante, ocupando el 60% de la superficie estatal; ocupando grandes extensiones del oeste, centro y sur de Coahuila. La vegetación comprende comunidades vegetales que se presentan en los hábitats más xéricos, siendo estos, el Matorral Desértico Micrófilo, Matorral desértico rosetófilo y en menor superficie el Matorral Halófilo y Gipsófilo, por su parte los Zacatales ocupan el 5.68% (Anónimo, 2002). La flora para el estado de Coahuila según Villarreal (2001), está integrada por 3,207 taxa. Conformado por 147 familias, siendo las más numerosas: Asteraceae (523 taxa), Poaceae (331 taxa), Fabaceae (223 taxa), Cactaceae (169 taxa) y

Euphorbiaceae (109 taxa). Se tienen además 923 géneros de los cuales los que tienen el mayor número de taxa son *Euphorbia* (67 taxa), *Opuntia* (38 taxa), *Quercus* (31 taxa) y *Senecio* (30 taxa).

El sitio de estudio (Llano la India) se localiza en el sureste del estado de Coahuila a 50 Km. de la Saltillo (Anónimo, 2000), limitando al norte con el Ejido Buñuelos, al este con el Ejido San Felipe, al Oeste con el Ejido la India y al Sur con el potrero de Santo Niño (Anónimo, 1976) como se muestra en la figura 1. Ubicándose en la provincia de la Sierra Madre Oriental, en la subprovincia de las sierras transversales que corren paralelas a los cuerpos centrales de la Sierra Madre Oriental, presentando suelos Xerosoles Háplico y Lúvico y Cálcico y Solonchak Órtico, Litosol, Regosol Calcárico, Yermosol Háplico, Fluvisol Calcárico, Vertisol Crómico y Yermosol entre otras. La vegetación dominante son los matorrales desérticos tanto Rosetófilos como Micrófilos, áreas pequeñas de vegetación Halófila y Gipsófila (Anónimo. 1983). Es un valle con un suelo Xerosol Aplico, rodeado de lomeríos estos compuestos de rocas de caliza y caliza-lutita y suelos Petrocálcicos, con suelo tipo aluvial, vegetación natural de Zacatal Gipsófilo dominado por especies tolerantes al yeso como *Muhlenbergia villiflora*, *M. repens*, manchones de *M. arenicola*, *Stipa editorum*, *S. clandestina*, *Buchloe dactyloides* y especies asociadas como *Tiquilia canescens*, *Machaeranthera pinnatifida*, entre otros; también cuenta con pequeñas colonias de matorral micrófilo de hojasén (*Flourensia cernua*) asociados con *Croton dioicus*, *Opuntia imbricata*; matorral micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*) asociados con coyonoxtle (*Opuntia imbricata*), Nopal cuijo (*Opuntia cantabrigiensis*), etc. y en los alrededores se encontró vegetación de matorral rosetófilo dominado por *Agave lechuguilla* principalmente; izotales de *Yucca filifera*, *Y. carnerosana*, asociados con especies de gobernadora (*Larrea tridentata*), coyonoxtle (*Opuntia imbricata*), el uso de este suelo es principalmente pecuario (Anónimo, 1976).

Figura 1. Ubicación del Área de estudio: Llano la India.



La fórmula climática correspondiente a la zona donde se localiza el sitio de estudio es la siguiente: BSoKW", en donde BS_o es un subtipo de los BS_o que se caracteriza por ser de los más secos de este tipo, con un cociente precipitación-temperatura (precipitación anual en mm., temperatura anual en °C) mayor de 22.9. Los BS son denominados climas secos a áridos. K significa que el clima es templado con verano con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18°C, la del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente menor a 18°C (García, 2004).

4.2. Fisonomía de las exposiciones de yeso.

La selenita, que es yeso puro, es un depósito virtualmente descolorido y translúcido, que se encuentra raramente con altos grados de pureza (Stone, 1920). Casi todos los depósitos de yeso contienen óxidos de carbonatos y otras impurezas que las hacen variar en color blanco con gris casi al negro. La selenita generalmente es suave y puede ser desmoronada con el dedo (Powell y Turner 1974). González (2004), menciona que el yeso es principalmente sulfato de calcio hidratado.

La mayoría de las exposiciones de yeso en el desierto de Chihuahua son blanquecinas o grisáceas en aspecto. El suelo de tales depósitos es generalmente algo compacto superficialmente, pero es friable, estos suelos exhiben un sonido hueco distintivo (Johnston, 1941).

Los depósitos grandes de yeso pueden ocurrir como montañas pequeñas, cantos, acantilados y pequeñas depresiones (Powell y Turner, 1974).

En estos suelos el clima seco o árido bajo el cual se desarrolla no permite que la lluvia pueda arrastrar los carbonatos de calcio hasta debajo del subsuelo, son suelos de clima con humedad deficiente, donde el suelo no se acidifica y los coloides no se dispersan (González, 2004). Además, en las praderas las aguas

percoladas se encuentran estrechamente relacionadas con el humus, el cual disminuye gradualmente hasta donde penetran los sistemas de raíces del pasto; por lo tanto, existe la gran ventaja de poder absorber los cationes a medida que se van liberando. Los aniones de Ca y Mg que no son absorbidos se filtran solo una corta distancia antes de que se precipiten, según la profundidad promedio de la penetración de las lluvias (Daubenmire, 1979).

4.3. Principales lugares de yeso en México.

La mayoría de los depósitos principales de yeso del desierto de Chihuahua se encuentran en Nuevo México y Texas, especificados por Waterfall (1946). Johnston (1941) menciona que los sitios de yeso del desierto de Chihuahua en México se localizan en Nuevo León entre Monclova y Monterrey y la vecindad de San Roberto; en San Luis Potosí, vecindad de Matehuala y de Huizache; en el norte de Zacatecas, en la vecindad de Sierra Hermosa y Concepción del Oro; en Coahuila entre San Pedro y Cuatro Ciénegas; y en Coahuila y Chihuahua, muchos sitios generalmente se encuentran al norte de Torreón y al este de la ciudad de Chihuahua.

En Norteamérica el área mas grande de suelos calcificados de zonas con vegetación y clima de la pradera se halla al Este de las Rocosas desde Canadá hasta Texas. (Daubenmire, 1979).

4.4. Plantas Gipsófilas.

El yeso (sulfato de calcio hidratado) favorece el desarrollo de una flora y una vegetación muy peculiar (Powell y Turner, 1974).

Johnston (1941), concluyó que las plantas encontradas en suelos yesosos están son dos clases: especies gipsófilas obligadas, las que exigen y las especies gipsófilas facultativas, las que toleran, esto gracias a la especiación exitosa.

Entre las especies gipsófilas obligadas encontramos una gran número de taxa, las cuales podemos mencionar algunas como: *Coldenia gossypina*, *Dicranocarpus parviflorus*, *Dyssodia gypsophila*, *Ericameria triantha*, *Flaveria anomala*, *Gaillardia gypsophila*, *Isocoma gypsophila*, *Machaeranthera gypsophila*, *Strotheria gypsophila*, *Nerisyrenia gypsophila*, *Frankenia gypsophila*, *Sporobolus nealleyi*, *Bouteloua breviseta*, *Nama carnosum*, *Abronia gypsogenus*, *Selinocarpus gypsophila*. Entre las facultativas están: *Sesuvium verrucosum*, *Heliotropium curassavicum*, *Allenrolfea occidentalis*, *Atriplex canescens*, *Baccharis texana*, *Parthenium incanum*, *Croton dioicus*, *Muhlenbergia villiflora*, *M. porteri*, y *Vauquelinia angustifolia* entre otras (Powell and Turner, 1974). Otras especies facultativas como el caso del mezquite (*Prosopis glandulosa*), huisache (*Acacia greggii*), palma (*Yuca treculeana*) y la varilla (*Varilla mexicana*), sirven para mantener en este caso las dunas de yeso, que estas entierran a menudo casi totalmente a estas especies (Pinkava, 1979).

Henrickson y Johnston (1986), menciona que la mayoría de la flora corresponde a hierbas y arbustos anuales, menciona también que las especies gipsófilas se diferencian de las no gipsófilas por su hábito distintivo cespitoso.

4.5. Distribución y Aspectos Ecológicos de los Zacatales.

Es el tipo de vegetación en el cual existe dominancia de gramíneas. Los zacatales (Rzedowski, 1966) se desarrollan preferentemente en los suelos medianamente profundos de los valles, laderas poco inclinadas y mesetas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes de 1,100 y 2,500 m, aunque en Sonora pueden descender hasta 450 m de altitud (Shreve, 1942). Existen zacatales de algún tipo casi en todas partes del país, estos son mucho más extensos en las regiones semiáridas y de clima más bien frescos de 12 a 20° C, la extensa zona de zacatales del medio oeste norteamericano penetra en el territorio de México en forma de una angosta cuña, que corre sobre el Altiplano a lo largo de la base de la Sierra Madre Occidental desde el noroeste de Chihuahua hasta el noreste

de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato e incluye también el extremo noreste de Sonora. Esta franja continua consiste de comunidades vegetales dominadas por gramíneas que constituyen clímax climático y representa en México la zona más importante de zacatales naturales. La precipitación media anual es del orden de 300 a 600 mm (Rzedowski, 1978).

Los suelos propios de estos zacatales son en general de reacción cercana a la neutralidad (pH 6 a 8), con textura que varía de migajón arcilloso a migajón arenoso y coloración rojiza a café, frecuentemente con un horizonte de concentración calichosa o ferruginosa más o menos continua. Por lo común son suelos fértiles y medianamente ricos en materia orgánica, los zacatales en cuestión son generalmente de altura media (20 a 70 cm), aunque a causa del intenso pastoreo se mantienen casi siempre mucho más bajos, de coloración amarillenta pálida es característica durante la mayor parte del año y la comunidad solo reverdece en la época más húmeda, la cobertura varía notablemente de un lugar a otro, frecuentemente es menor de 50%.

Su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, incluyendo a veces algas, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes; cuando existen, sólo juegan un papel secundario y a veces forman uno o dos estratos adicionales. Se pueden distinguir tipos de zacatales que entre los más importantes está el zacatal halófilo, gipsófilo, amacollado, alpino, sub-alpino, sabana, costeros y antropógenos (Rzedowski, 1978).

En México los pastizales de clima semiárido han tenido un largo período de evolución, donde se encuentra una elevada proporción de endemismos en la flora de esta comunidad vegetal, con respecto a las afinidades geográficas de la flora de estos zacatales se transcribe el siguiente cuadro, en el cual se analizan los de Durango (Rzedowski, 1975).

Tabla 1. Análisis fitogeográfico de los componentes de la flora de los pastizales de Durango; los valores indican porcentajes con respecto al total de la flora (Rzedowski, 1975).

Áreas	México y áreas adyacentes	México y América del Sur	México y los E.U.A.	América	Hemisferio boreal	Regiones templadas y Frías del mundo	Regiones tropicales y subtropicales del mundo	Cosmopolitas	Otros tipos de distribución	Introducidos
Géneros 228	13.2	11.9	6.7	18.4	3.5	4.8	20.6	14.0	6.1	1.8
Especies 425	66.3	9.4	14.6	4.7	0.5	0	1.9	0.7	0	1.9

Estas proporciones indican la gran importancia del elemento endémico y los vínculos relativamente escasos con la flora de Estados Unidos, que a nivel de género son dos veces menores que los existentes con Sudamérica. También prevalecen ampliamente las afinidades tropicales con respecto a las que existen con la flora de las regiones templadas y frías del mundo (Rzedowski, 1975).

La distribución geográfica de algunas gramíneas dominantes en estos pastizales como es el caso para las 40 especies conocidas del género *Bouteloua*, que sobrepasa ampliamente en importancia a los demás miembros de la familia proporciona la siguiente relación (Rzedowski, 1975):

Tabla 2. Distribución geográfica de 40 especies del género *Bouteloua*.

ÁREA GEOGRÁFICA	NÚMERO DE ESPECIES
Canadá	2
Este de los Estados Unidos	2
Oeste de los Estados Unidos	19 (de las cuales 10 sólo se conocen de estados limítrofes con México)
México	37
Centroamérica	10
Antillas	5
Norte de Sudamérica	7
Uruguay, Argentina y Chile	6

En el estado de Coahuila los zacatales ocupan una superficie de 5.68 % (Anónimo, 2002); en el sur de la entidad se localiza el zacatal mediano abierto, originalmente dominado por los zacates: *Bouteloua gracilis* y *Buchloe dactyloides*, así como zacatal gipsófilo dominado en algunos sitios por *Bouteloua chasei* y en otras localidades por *Muhlenbergia villiflora*, estos últimos zacatales se ubican en cuencas endorreicas donde los suelos presentan altas concentraciones de sulfato de calcio (yeso), estas comunidades presentan además algunas especies arbustivas con densidad baja (Villarreal y Valdés, 1992-1993).

Los pastizales halófilos y gipsófilos del Altiplano Mexicano se encuentran bajo fuerte presión de degradación y pérdida de superficie, esto impacta de manera directa a especies silvestres que habitan permanentemente y/o utilizan el recurso de manera temporal. La pérdida paulatina de este ecosistema ha impactado en la distribución y permanencia de especies. La composición de especies encontradas en este bioma es poco conocida, no obstante se sabe que alberga especies de flora y fauna que son únicas en la región, considerándose algunas de ellas vulnerables o en peligro de extinción. El caso más conocido en el Altiplano Mexicano es la especie *Cynomys mexicanus* (Norma Oficial NOM-059-SEMARNAP-2001). Otros ejemplos lo constituyen la especie *Microtus mexicanus*, *Spizella wortheni* y *Vireo atricapillus* cuyo estatus en la región son escasamente desconocidos. Dentro de las especies mas impactadas por disturbios directos a los pastizales del altiplano Mexicanos se encuentra el perro

llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*), el cual debido a la pérdida de hábitat presenta una reducción del 74% en su distribución geográfica original (Scott y Cotera, 2005).

Sin embargo, Larson (2003), menciona 3 clases de disturbios en zacatales mixtos: 1. Excavaciones por el Perrito Llanero (*Cynomys sp*) y el Tlalcoyote (*Taxidea taxus*), 2. Construcción de carreteras y 3. Construcción de caminos creados por movimientos de mamíferos grandes, son un tipo de disturbio implicados en la extensión de especies de plantas invasoras nativas; sin embargo en cuanto al primer disturbio, sus efectos sobre suelo y la vegetación constituyen un régimen del disturbio a el cual las plantas nativas han tenido la oportunidad de adaptarse (Detling, 1998). A los últimos dos disturbios Fox y Fox (1986) los califica como disturbio exógeno y al primero como endógeno.

Sánchez (2003), menciona que los individuos de *Cynomys mexicanus* son muy importantes para la diversidad por ser sociales, viven en colonias cuyo tamaño depende de la disponibilidad del hábitat. Donde varios individuos de otras especies viven juntos en cada madriguera, como la Ardilla (*Spermophilus pilosoma*), lechuga pocera (*Athene cunicularia*). Los depredadores que se asocian a la misma son: el Águila Real (*Aquila chrysaetos*), zorra del desierto (*Vulpes velox*), Tlalcoyote (*Taxidea taxus*), estas encontradas como amenazadas y la Víbora de cascabel (*Crotalus atrox*) que además se encuentra bajo protección especial listadas en la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAP-2001; se reporta también la presencia de especies como el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), cernícalo (*Falco sparverius*) y coyotes (*Canis latrans*).

4.6. Zacatal Gipsófilo.

Este tipo de vegetación rico en especies endémicas predomina en suelos yesosos, en la que los afloramientos de tales suelos se encuentran en las partes baja de cuencas endorreicas, rodeadas por montañas formadas por rocas

sedimentarias marinas en la región oriental árida del Altiplano, tratándose de suelos profundos de origen aluvial, pero muy poco diferenciados de la roca madre, de color casi blanco, textura limosa, pH cercano a 8 y escasa materia orgánica (Grande, 1967).

En el sur de Nuevo León y en San Luis Potosí se encuentra una vegetación de Zacatal Gipsófilo abierto y bajo, en el cual destacan *Bouteloua chasei*, *Muhlenbergia purpusii*, *M. villiflora* y *Sporobolus nealleyi*. (Rzedowski, 1978), en el altiplano zacatecano potosino y algunas partes aisladas de Coahuila se encuentran Zacatales Gipsófilos de *Bouteloua chasei* y *muhlenbergia purpusii*, al oriente de San Roberto, a los lados de la carretera a Iturbide y Linares, en un área de unos dos o tres kilómetros y coexisten en el afloramiento de yeso este tipo de comunidad vegetal de *Bouteloua chasei* y *Frankenia gypsophila* (González, 2004).

En Norteamérica en el este de las rocosas desde Canadá hasta Texas, a lo largo del borde oriental de esta región, la vegetación de Zacatal gipsófilo varía, donde *Andropogon scoparius*, *Stipa spartea* y *Sorghastrum nutans* son las especies predominantes en el lado Este, mientras que en el lado Oeste las más importantes son *Agropyron smithii*, *Stipa comata*, *Bouteloua gracilis* y *Buchloe dactyloides* (Daubenmire, 1979).

4.7. Acciones de Conservación de los Zacatales.

Las acciones antropogénica a través de un sistema de apacentamiento manejado en los pastizales ha causado cambios en la estructura que consecuentemente afectan los procesos ecológicos, afectando la diversidad espacial y temporal de especies residentes y migratorias (Pérez *et al*, 2003).

El pastoreo perjudica a la planta debido a que la frecuencia y el grado de la eliminación de los órganos fotosintéticos interrumpen su asimilación o por

susceptibilidad al pisoteo. Sin embargo las consecuencias menos directas, pero mas importantes del pastoreo intenso resulta de la erosión y deposición que se origina cuando se adelgaza mucho la cubierta vegetal, pues el suelo ya no está protegido de la erosión por el viento y el agua. Los efectos del pastoreo en las diferentes especies de plantas dependen en gran proporción de su forma de vida. Las plantas anuales que son apetecibles desaparecen con rapidez de una área si el ganado pasa con tal frecuencia que no puedan producir muchas semillas. También el tipo de animal que principalmente produce daños a la vegetación al pastorear es un factor importante. Las ovejas normalmente prefieren las hierbas; los caballos y el ganado mayor, los pastos; y las cabras y los venados prefieren las plantas leñosas con hojas anchas (Daubenmire, 1979).

En muchos sitios la presencia de plantas leñosas en el Zacatal es el resultado de disturbio intenso, aunque en otras ocasiones parece tratarse de una condición natural. Estos últimos casos son frecuentes en zonas de transición hacia el matorral o hacia el bosque, pero también puede haber zacatales con árboles o arbustos que no necesariamente representan un ecotono* (Rzedowski, 1978).

En mayo del 2004 se realizó en Calgary, Alberta, Canadá una Sesión Plenaria de la novena reunión del Comité Trilateral (México, Estados Unidos y Canadá), sobre la conservación de pastizales como desafío trilateral en donde se definieron las siguientes amenazas:

I. Biodiversidad. La mayoría de los procesos que perturban, amenazan y afectan a los ecosistemas de pastizales y su diversidad biológica sigue vigente y/o avanzando. Los pastizales son importantes por la riqueza en especies (amenazadas, endémicas) para su conservación y por ser sitios para la reproducción, hibernación o descanso para especies migratorias.

* Ecotono: Transición entre dos o mas comunidades diversas. Zona de unión o cinturón de tensión (Odum, 1971).

- II. Manejo y uso del suelo. Carencia de suficientes áreas intactas y amplias de pastizales naturales, complejidad gubernamental, jurisdicciones múltiples, incompatibilidad de usos alternativos de la tierra.
- III. Políticas y asuntos socio-económicos. Conversión agrícola, conversión urbana, escasez de agua, especies invasoras, manejo inadecuado del fuego, sobrepastoreo, falta de manejo y pastoreo, falta de incentivos económicos para conservación y no hay estímulos de ningún tipo para mantener los pastizales,

Acciones:

- I. Educación y comunicación. Necesidad de promover ciudadanos, tomadores de decisiones y consumidores responsables y la necesidad de fomentar valores para el cuidado de los ecosistemas relacionados a los pastizales.
- II. Investigación y monitoreo. Comprender mejor los regímenes de pastoreo en la biodiversidad de los pastizales, dinámicas poblacionales de las especies claves, los sistemas de los pastizales están construidos en torno a la variabilidad y la fluctuación. Necesitamos comprender mejor los impactos de esta estabilización, es necesario mayor esfuerzo de inventariado, monitoreo y mapeo, los seres humanos son eficaces en la eliminación de la variabilidad de las fuentes de alimentos de las poblaciones de aves de los pastizales (por ejemplo, varios tipos de saltamontes), Falta investigación sobre los efectos de estos comportamientos en las poblaciones de aves. ¿Cuáles son las diversas fuerzas que regulan, dentro de un cierto tiempo, el sistema de los pastizales?

Y además se declararon los siguientes hechos:

- Los pastizales naturales se consideran como uno de los ecosistemas más amenazados en América del Norte y en el mundo;

- La integridad de los pastizales naturales está vinculada a la viabilidad social y económica de la actividad ganadera y demás comunidades agrícolas;
- La integridad ecológica de los pastizales naturales debe ser sustentada a lo largo y ancho de todo el ecosistema.
(Cházaro, 2004).

4.8. Métodos utilizados para muestrear comunidades arbustivas y herbáceas.

Para la descripción de las características de las comunidades vegetales cuyo objetivo de dicha descripción es permitir formarse una imagen mental de un área y de su vegetación, para poder compararla con otras comunidades y crear esquemas de clasificación, es necesario conocer las especies presentes y la distribución y la abundancia relativa de cada una de ellas; también es importante mencionar los rasgos morfológicos de las especies más importantes y las características ambientales de la zona, debiendo cumplir las siguientes bases mínimas.

Composición florística: Consiste en un inventario de las especies presentes.

Composición de formas biológicas: Consiste en las distintas expresiones adaptativas de las plantas, en respuesta a su medio ambiente.

Estructura de la vegetación. Se define por el arreglo espacial de las especies y por la abundancia de cada una de ellas.

En estos estudios ecológicos, siempre es deseable coleccionar información cuantitativa acerca del hábitat de las comunidades o de las poblaciones; sin embargo, en la mayoría de los casos es prácticamente imposible obtener información de la totalidad del hábitat estudiado o medir todos los organismos de una comunidad o de una población. En estos casos se tienen que recurrir a la medición de cierta porción de la totalidad de las características que nos interesan (muestreo). Entre los métodos mas utilizados se encuentran: Área mínima y

método del cuadrado, técnica de puntos en cuadrante y pares al azar y Método de intercepción en línea (Franco, 1985).

4.8.1. Área mínima y método del cuadrado para comunidades vegetales

Para que una muestra sea representativa de una comunidad, debe obtenerse de tal forma que sus valores estadísticos sean buenos estimadores de los parámetros de la población estadística de la cual fue tomada. El área mínima se define como el área más pequeña que representa adecuadamente la composición de especies de la comunidad.

Para comunidades vegetales de climas templados se han propuesto los siguientes valores empíricos (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974):

Bosque (estrato arbóreo)	200 a 500 m ²
Bosque (estrato herbáceo)	50 a 200 m ²
Pastizal seco	30 a 100 m ²
Matorral	10 a 25 m ²
Comunidades de musgos	1 a 4 m ²
Comunidades de líquenes	0.1 a 1 m ²

En cuanto el método de cuadrado nos permite determinar con precisión la densidad, cobertura y frecuencia de las especies dentro de la comunidad, este método no necesita de área de forma cuadrada o rectangular, sino que pueden emplearse áreas con otras formas geométricas que delimiten una superficie constante y conocida.

El plano circular se utiliza preferentemente para terrenos planos con vegetación más bien escasa. El plano cuadrado se usa también para terrenos planos pero con vegetación más abundante y el rectangular, en lugares donde se presentan gradientes ambientales bien definidos. La colocación y número de los cuadrantes de muestreo puede hacerse en forma sistemática o bien al azar.

Los parámetros que pueden determinarse mediante un muestreo por el método del cuadrado son principalmente:

- Densidad: Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen.
- Densidad relativa: Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.
- Frecuencia: Número de muestras en las que se encuentra una especie.
- Frecuencia relativa. Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.
- Dominancia: Es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.
- Dominancia relativa: Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies.

(Franco, 1985)

5. METODOLOGÍA.

5.1. Selección y Caracterización de las localidades de muestreo.

Para el muestreo de la vegetación en el área de estudio y la posterior estimación de los valores de densidad, dominancia de las comunidades vegetales, se utilizó la técnica de muestreo de la vegetación denominada: “**Método de cuadrante**”.

Para caracterizar los sitios de muestreo se incluyeron los siguientes aspectos: tipo de vegetación, altitud, coordenadas geográficas (latitud y longitud). En cada localidad de muestreo se efectuó primero un reconocimiento sobre los estratos presentes y las especies que los integran, posteriormente se realizó la identificación de especies y las mediciones correspondientes.

5.2. Establecimiento de los sitios de muestreo.

5.2.1. Método de Cuadrante.

Los métodos con parcela han sido utilizados ampliamente para la medición de los atributos de la vegetación, siendo el método del cuadrado el más antiguo para la obtención de datos cuantitativos sobre la vegetación. Los cuadrantes pueden ser cuadros, rectángulos o círculos y las dimensiones del cuadrante dependen del tamaño de las plantas a evaluar (Franco, 1985).

En el sitio de muestreo se realizó primero un reconocimiento sobre el número de estratos presentes y las especies que forman cada uno de ellos, con la finalidad de caracterizar la vegetación presente en el área de estudio.

Los sitios de muestreo se ubicaron de manera sistemática (100 en total), a través de transectos (16 en total). Primeramente se realizó el tendido de la línea o marcaje del transecto a través de la cual se ubicaron los sitios y cuadrantes de muestreo.

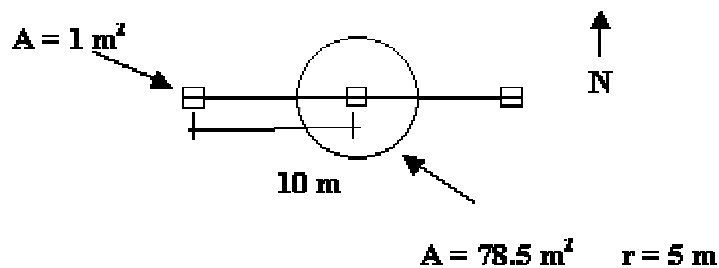
El cuadrante se delimitó con cuatro estacas y cuerda, o bien con parcelas de plástico, teniendo como centro cada estación. Las herbáceas se midieron considerando la cobertura de cada individuo de cada una de las especies presentes dentro de la parcela y se contabilizó el número de individuos por especie para ser anotadas en el formato. La cobertura aérea (para arbustos) o área basal (en el caso de los árboles) se determinó a partir de la cobertura de la copa de los arbustos y el diámetro normal de los árboles. La copa de las plantas se consideró como circular; sin embargo, cuando se presentaron copas irregulares, se midieron los dos diámetros extremos y se anotaron el diámetro promedio de los dos diámetros observados. Las mediciones de distancia y diámetros se realizaron directamente con cinta métrica flexible y se anotaron en metros. Al finalizar las mediciones de las herbáceas se procedió a cuantificar el estrato arbustivo.

En el lado Este del predio se realizaron un total de ocho transectos de muestreo ubicados en rumbo franco Este-Oeste, con una distancia de 100 m entre cada uno de ellos y sobre cada línea de muestreo se ubicaron 5-6 sitios de muestreo, cada uno integra un conglomerado de tres estaciones de 1m^2 para herbáceas y una estación central circular de 78.54 m^2 para evaluar las especies arbustivas; la distancia entre sitios de muestreo es de 100 m.

En el lado Oeste del predio se realizaron un total de siete transectos de muestreo ubicados en rumbo Noroeste-Sureste, con una distancia de 200 m entre cada uno y sobre cada línea de muestreo se ubicaron 7-8 sitios de muestreo (y solo un transecto con tres sitios de muestreo) sobre cada línea se ubicaron tres estaciones de 1m^2 para herbáceas y una estación central de 78.54 m^2 para evaluar las especies arbustivas (figura 2), la distancia entre sitios de muestreo es de 160 m.

Al llegar a los sitios de muestreo con ayuda del geoposicionador (GPS), se procedió a ubicar la estación de muestreo central para la ubicación espacial de los sitios de muestreo.

Figura 2. Distribución sistemática de las estaciones que integran un sitio de muestreo.



Nota: La distancia entre estaciones subsecuentes es de 10 m

- Estaciones de muestreo de herbáceas
- Estación de muestreo de leñosas

En el caso de que una de las estaciones de muestro se ubicara dentro de un área impactada por actividades antropogénicas (vías de comunicación, áreas de cultivo u otras instalaciones), se procedió a caminar lo necesario hasta localizar una comunidad vegetal alejada de tales modificaciones y representativa del tipo de vegetación.

En el campo se recorrió y se midió la vegetación presente en las estaciones de muestreo y simultáneamente se tomaron información física-ecológica de cada sitio (coordenadas y altitud). Para poder caracterizar la localidad donde se realizaron los muestreos; incluyéndose, además, la comunidad vegetal y las asociaciones que dominan, se hizo énfasis en anotar el nombre científico y/o común. Además, se tomó información cualitativa sobre la condición actual de la vegetación (grado de impacto en el área y el agente causante).

Los materiales utilizados en el trabajo de campo durante los muestreos son: dos cordeles de nylon de 5 y 10 m de longitud, cinta métrica flexible de 50 m de longitud, estacas, cinta métrica flexible de 3 y 5 m, estacas de metálicas, parcelas de 1m² de plástico para medir especies herbáceas; además de los materiales para la colecta de especímenes botánicos tales como martillo de geólogo o piolet, tijeras de podar, bolsas de hule y prensa botánica.

5.3. Colecta de material botánico y herborización.

Durante las mediciones en campo para el inventario de las comunidades vegetales, solamente se colectaron muestras botánicas de las especies que no fueron identificadas (tanto las especies detectadas por el muestreo, como las observadas en el área de estudio), así como aquellas que presentaron estructuras florales y fructíferas (excepto cactáceas).

Los ejemplares colectados fueron herborizados con la técnica de prensado y secado, incluyéndose posteriormente en el herbario de la Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro, ubicado en Saltillo, Coahuila (ANSM). Para la determinación de los ejemplares en laboratorio se utilizaron claves artificiales o bien por cotejo con ejemplares herborizados. Posteriormente se realizaron los listados florísticos de las especies encontradas en el sitio de estudio.

Se tomaron fotografías sobre el paisaje o fisonomía de la vegetación para cada una de los sitios de muestreo, además de las plantas que se presentaron en los sitios y no fue posible su colecta, especialmente las especies de la familia Cactaceae.

Se elaboraron los listados florísticos preliminares para cada una de las comunidades vegetales presentes en el área, los cuales fueron enriquecidos con la información obtenida por la brigada de campo. Para la identificación en campo de las especies se utilizaron guías de campo, donde se incluyen las plantas propias de cada comunidad vegetal, las cuales fueron utilizadas por la brigada como apoyo para la identificación.

5.4. Cálculos derivados de la medición de vegetación.

El manejo de los datos obtenidos en el sumario de los datos de muestreo del cuadrante, como producto de la medición de la vegetación leñosa y herbácea se fundamenta en Cox (1972) y Muller - Dombois y Ellenberg (1974).

5.4.1. Número de individuos de cada especie.

Con la información recabada durante el muestreo del estrato herbáceo y del leñoso se calcularon los atributos de la vegetación, tales como la densidad, dominancia y frecuencia de las especies dentro de la vegetación del área de estudio, y de esta manera se obtuvo el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Para el cálculo de los atributos de la vegetación se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Área cubierta o área basal}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia total de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de parcelas con la especie}}{\text{Número total de parcelas}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie}}{\text{Suma de la frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

Finalmente, se obtuvo el valor de importancia por especie con la sumatoria de los valores relativos de cada uno de los atributos ecológicos.

$$\text{Valor de importancia} = \frac{\text{Dens. rel.} + \text{Dom. rel.} + \text{Frec. rel.}}{3}$$

5.5. Estimación de la diversidad vegetal de la comunidad estudiada.

La diversidad vegetal y equitatividad fueron estimados con el índice de Shannon - Weiner, para lo cual se utilizaron los listados florísticos, así como los valores de densidad y frecuencia de las especies que integran las comunidades vegetales del área. El índice de Shannon es de los más utilizados para cuantificar la

diversidad vegetal en ecosistemas (Magurran, 1988). De acuerdo con los valores de diversidad actual y diversidad máxima, obtenidos para cada una de las comunidades vegetales, se estimó la equitatividad, siendo esta un cociente de ambos valores de diversidad, expresada en por ciento.

El índice de Shannon - Wiener tiene una gran aceptación en el medio académico como un indicador de la diversidad, debido a que toma en cuenta no solamente el número de especies diferentes, sino, además, sus proporciones relativas y, por tanto, de mucho mayor confiabilidad que el listado simple de las especies.

Las fórmulas de cálculo son las siguientes:

$$I.S. = - \sum P_i \ln (P_i)$$

Donde:

I.S. = Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

$$P_i = F_{ri} / \sum_{i=1}^n F_{ri}$$

F_{ri} = Frecuencia de la especie i

F_{ri} = Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies observadas

El índice de equitatividad es una medida de la distribución de las proporciones relativas de las especies, a medida que dicho índice se acerque al valor de 100%, se interpreta que las especies ocurren con valores muy cercanos o iguales entre sí. Por el contrario, a medida que tienden a cero, indicará que una especie o pocas especies ocurren con mucha mayor frecuencia que las restantes. Las fórmulas de cálculo son las siguientes:

$$\text{I.E.} = (\text{I.S.} / \text{Div. Max.}) * 100$$

I.E. = Índice de equitatividad

I.S. = Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

Div. Max. = $\ln(N)$ Diversidad máxima potencial

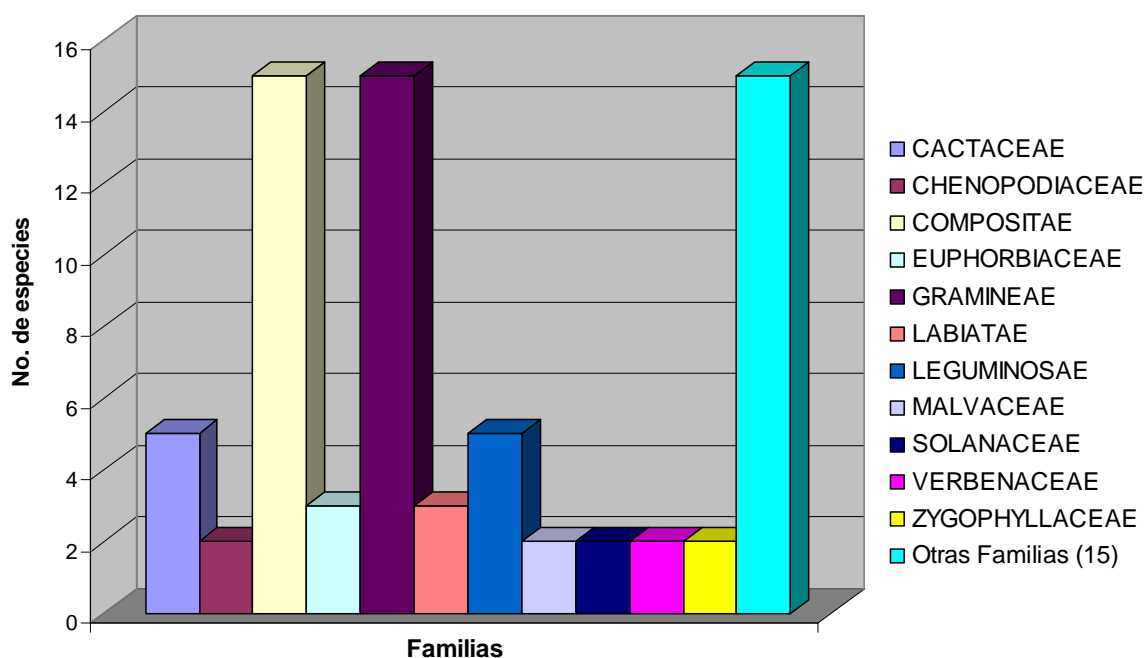
N = Número de especies

6. RESULTADOS Y DISCUSION.

6.1. Composición y riqueza florística del Llano la India

Para el Llano la India se encontraron 71 especies de plantas, esta cantidad representa el 2.21% del total de la flora de Coahuila (Villarreal, 2001), las cuales están integradas en 26 familias y 60 géneros. Las familias con mayor riqueza de especies son Poaceae y Asteraceae con 15 especies cada una, seguidas por Cactaceae y Fabaceae con 5 especies cada una como se muestra en la figura 2. Se registraron un total de 57 especies perennes y 14 anuales (ver apéndice). La mayor riqueza de especies se presenta en las colonias de perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) ubicadas en el centro-este del predio, en estos sitios las especies dominantes son *Machaeranthera pinnatifida*, *Zinnia acerosa* y *Muhlenbergia villiflora*. La riqueza de especies se incrementa debido a la presencia de especies anuales, siendo las más frecuentes: *Towsendia mexicana*, *Verbena bipinnatifida*, *Hymenoxys odorata*, *Argithamnia neomexicana* y *Euphorbia serrula*.

Figura 3. Riqueza florística del Zacatal Gipsófilo por familia.



Debido a que el predio se ubica cercano a algunas áreas agrícolas, se han localizado 16 especies consideradas como ruderales (Villarreal, 1983), de estas las más frecuentes son el confetillo (*Parthenium bipinnatifidum*) y la cola de zorrillo (*Ambrosia confertifolia*). Por otra parte las malezas menos frecuentes en el predio, pero abundantes en áreas pequeñas son: verdolaga de puerco (*Alternanthera repens*), trompillo (*Solanum elaeagnifolium*), chíca (*Salvia reflexa*) y marrubio (*Marrubium vulgare*).

En el Llano la India, las especies herbáceas dominan sobre las arbustivas, estas últimas se presentan de manera aislada a través del zacatal, las más frecuentes son: gobernadora (*Larrea tridentata*), coyonoxtle (*Opuntia imbricata*), nopal cuijo (*O. cantabrigiensis*) y suelda (*Buddleja scordioides*).

6.2. Comunidades vegetales presentes en el Llano la India.

A continuación se describen cada uno de los tipos de vegetación, considerando los aspectos fisonómicos, estructurales, además de la composición florística de cada una de las comunidades vegetales.

6.2.1. Zacatal

La vegetación dominante en el Llano La India es Zacatal Gipsófilo (figura 3), en el cual el estrato herbáceo presenta una altura de 10-20 cm y las especies dominantes son perennes y forman colonias rizomatosas. Las herbáceas con los mayores valores de importancia relativa son: el zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*) (26.05%), hierba del burro (*Zinnia acerosa*) (24.53%) y el árnica del país (*Machaeranthera pinnatifida*) (10.39%) (Tabla 3), mientras que los zacates liendrilla *Muhlenbergia repens* y *M. arenicola*, tienen valores de importancia de 3.81 y 3.51% respectivamente. El sobreapacentamiento ocasionado por la actividad humana, han propiciado la invasión del zacatal por algunas herbáceas tales como hierba del burro (*Zinnia acerosa*), oreja de ratón (*Tiquilia canescens*) y

árnica del país (*Machaeranthera pinnatifida*), las cuales son abundantes y/o dominan en algunas áreas, logrado de esta forma la sustitución de las especies de gramíneas.

Tabla 3. Atributos de la vegetación de las herbáceas dominantes en el Zacatal Gipsófilo.

Especie	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Muhlenbergia villiflora</i>	47.736	13.344	14.088	26.056
<i>Zinnia acerosa</i>	10.958	49.392	13.260	24.536
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	10.616	9.527	11.050	10.397
<i>Tiquilia canescens</i>	4.710	12.421	12.707	9.946
<i>Sphaeralcea hastula</i>	4.930	0.774	9.945	5.216
<i>Muhlenbergia repens</i>	5.375	3.110	3.039	3.841
<i>Muhlenbergia arenicola</i>	1.269	2.376	6.906	3.517
Otras especies (25)	14.406	9.056	29.005	16.491

* Valor de importancia ecológica = Dens. rel. + Area basal rel. + Frec. rel. / 3.

Como parte de la composición florística del zacatal se presentan las gramíneas llamadas zacate búfalo (*Buchloe dactyloides*) y zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) los cuales tienen muy baja densidad y son frecuentes en el Zacatal Mediano Abierto en algunos zacatales de Coahuila.

Figura 4. Zacatal Gipsófilo dominado por zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*).



En algunos sitios se presentan colonias aisladas dominadas por la gramínea zacate burro (*Scleropogon brevifolius*), sin embargo, estas ocupan poca superficie y se presentan dentro del zacatal dominado por zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*) y la hierba del burro (*Zinnia acerosa*). En el lado noreste del predio se presenta un zacatal amacollado abierto y que ocupa poca superficie, esta integrado por el zacate flechilla (*Nassella tenuissima*) y el zacate picoso (*Stipa clandestina*), especies que son más evidentes por la formación de macollos, sin embargo, tienen baja densidad dentro del zacatal gipsófilo.

En áreas donde se acumula la humedad, tales como a orilla del camino o pequeñas hondonadas dentro del valle propician el establecimiento de un zacatal dominado por el zacate aparejo (*Muhlenbergia repens*), debido a su crecimiento rizomatoso, forma colonias densas con una cobertura elevada. En áreas agrícolas abandonadas se presentan el zacate aparejo (*Muhlenbergia repens*) y el zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*), el cual debido a la remoción del suelo y a la acumulación de humedad han favorecido el establecimiento de arbustos aislados de gobernadora (*Larrea tridentata*) y marrubio (*Marrubium vulgare*). Durante los trabajos de campo se observó que el perrito llanero (*Cynomys mexicanus*) controla las poblaciones arbustivas, cortando desde el tallo con sus dientes a especies como el Hojasén (*Flourensia cernua*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*) principalmente.

La flora leñosa del Zacatal Gipsófilo está integrado por ocho especies (Tabla 4), las cuales se distribuyen de forma esparcida y tienen una baja densidad, sin embargo, son las más conspicuas; las especies más abundantes son: la gobernadora (*Larrea tridentata*) con una densidad de 963 ind/ha y un valor de importancia ecológica (en lo sucesivo, VIE) de 68.04%, en menor proporción se presenta el coyonoxtle (*Opuntia imbricata*) con 233 ind/ha y un VIE de 20.32%, seguido por el hojasén (*Flourensia cernua*), el cual tiene una densidad de 59 ind/ha y un VIE de 7.72%. Se presentan otras seis especies las cuales tienen una densidad de 72 ind/ha y con VIE inferiores a 5.0. La mayoría de los individuos de

estas especies tienen alturas desde 10 - 60 cm de alto y coberturas de 15 - 45 cm, por lo cual se trata de individuos juveniles de estas leñosas, las que invaden continuamente el zacatal, provenientes de los matorrales que bordean el zacatal gipsófilo. Solamente pocos individuos muy aislados de coyonoxtle (*Opuntia imbricata*) y palma china (*Yucca filifera*) presentan alturas de 1.5 - 2.5 metros.

Rzedowski (1978), menciona que la cobertura de los zacatales varía notablemente de un lugar a otro, su estructura es sencilla, pues además de un estrato rasante, formado principalmente por plantas rastreras, hay un solo estrato herbáceo, en el cual suelen dominar ampliamente las gramíneas, aunque en la época favorable puedan aparecer especies de otras familias. Las plantas leñosas a menudo están completamente ausentes; cuando existen, sólo juegan un papel secundario y a veces forman uno o dos estratos adicionales. Las trepadoras son escasas y las epifitas de tipo xerófilo se presentan en ocasiones sobre las ramas de arbustos y árboles aislados..

Tabla 4. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas del Zacatal Gipsófilo.

Especie	Densidad (ind/ha)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Larrea tridentata</i>	963	79.611	50.000	68.043
<i>Opuntia imbricata</i>	233	12.673	30.263	20.321
<i>Flourensia cernua</i>	59	6.768	11.842	7.725
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	16	0.132	5.263	2.199
<i>Buddleja scordioides</i>	31	0.161	2.632	1.732
<i>Ephedra compacta</i>	19	0.587	1.316	1.115
<i>Prosopis glandulosa</i>	3	0.143	1.316	0.566
<i>Yucca filifera</i>	3	1.990	1.316	1.182

* Valor de importancia ecológica = Dens. rel. + Area basal rel. + Frec. rel. / 3

6.2.2. Matorral Desértico Chihuahuense

En el Llano la India se distribuye el tipo de vegetación denominado Matorral Desértico Chihuahuense. Ocupa poca superficie en comparación con el zacatal y está representada por la comunidad del Matorral Desértico Micrófilo, el cual

incluye dos asociaciones, una de ellas se distribuye en el lado Este del predio y está dominada por el Matorral Desértico Micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*); una segunda asociación vegetal es la que se presenta en el lado Oeste y se trata de un matorral dominado por hojasén (*Flourensia cernua*). A continuación se describe la estructura de cada una de estas asociaciones.

6.2.2.1. Matorral Desértico Micrófilo de Hojasén (*Flourensia cernua*)

Es una de las comunidades más características del fondo de los valles que bordean los lomeríos (figura 5), los cuales ocupan áreas reducidas o bien en las partes bajas de abanicos aluviales, donde los suelos son profundos y con poca pedregosidad. El matorral está dominado por arbustos y subarbustos de 0.30-1.5 m de altura. Los factores edáficos (profundidad del suelo), topográficos y la humedad disponible, influyen directamente en la densidad y la altura de esta comunidad, lo cual origina una amplia variación en la diversidad y abundancia de especies (Rzedowski, 1978).

Figura 5. Matorral Desértico Micrófilo de Hojasén (*Flourensia cernua*)



El hojaseñ (*Flourensia cernua*) es la dominante fisonómica y estructural, la cual presenta alturas desde 15 hasta 160 cm con una altura media de 45 cm, por su parte la cobertura de tal especie varía desde 10 a 184 cm, con una cobertura media de 36 cm. El hojaseñ tiene una densidad de 8,178 ind/ha (Tabla 5) y un índice de valor de importancia (en lo sucesivo, VIE) de 69.58 %, en menor proporción se presentan otros arbustos como la gobernadora (*Larrea tridentata*) y dos especies del género *Opuntia* sp. Los cuales tienen alturas menores a 40 cm y tienen una baja densidad de 1,273 ind/ha.

Rzedowski (1978), menciona que el Hojaseñ (*Flourensia cernua*) generalmente se encuentra asociada con gobernadora (*Larrea tridentata*), esta asociación es una de las comunidades que ocupa la mayor parte de la superficie de la zona árida Chihuahuense, ubicada sobre la Altiplanicie y que se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Hidalgo en altitudes que comúnmente no son inferiores a 1000 m.

Tabla 5. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas del Matorral Desértico Micrófilo de Hojaseñ (*Flourensia cernua*).

ARBUSTOS				
Especie	Densidad (ind/ha)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Flourensia cernua</i>	8178	93.907	28.333	69.589
<i>Larrea tridentata</i>	901	5.172	28.333	14.346
<i>Opuntia imbricata</i>	299	0.620	11.667	11.815
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	73	0.313	31.667	4.252
HIERBAS				
Especie	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Muhlenbergia villiflora</i>	67.868	40.308	14.599	40.924
<i>Zinnia acerosa</i>	3.011	23.830	10.219	12.353
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	5.849	7.961	11.679	8.496
<i>Tiquilia canescens</i>	2.106	10.077	12.409	8.197
<i>Muhlenbergia arenicola</i>	2.193	5.128	9.489	5.603
<i>Sphaeralcea hastula</i>	3.655	1.573	9.489	4.905
<i>Muhlenbergia repens</i>	5.483	3.641	2.920	4.014
Otras especies (12)	9.835	7.482	29.196	15.508

* Valor de importancia ecológica = Dens. rel. + Area basal rel. + Frec. rel. / 3

El estrato herbáceo presente en este matorral tiene una altura de 10 a 20 cm y está dominado por el zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*), siendo la especie con la mayor densidad relativa siendo de 67.868 % (cuadro 3) y junto con la hierba del burro (*Zinnia acerosa*) tienen los mayores valores de cobertura relativa y valor de importancia. La oreja de ratón (*Tiquilia canescens*) es una especie que no tiene una densidad alta, pero tiene una mayor cobertura y es frecuente en este matorral, lo cual se manifiesta en sus valores de dominancia y de frecuencia relativas.

6.2.2.2. Matorral Desértico Micrófilo de Gobernadora (*Larrea tridentata*)

En el área de estudio la gobernadora (*Larrea tridentata*) constituye el principal componente (figura 5), presentando los valores más altos de los atributos vegetacionales, razón por la cual representa el mayor valor de importancia ecológica (Tabla 6).

Figura 6. Matorral Desértico Micrófilo de Gobernadora (*Larrea tridentata*)



La gobernadora (*Larrea tridentata*) presenta alturas desde 5. hasta 240 cm, sin embargo, la media es de 37 cm, asimismo, tiene una densidad de 10 409 ind/ha (Tabla 6) y un valor de importancia de 62.503; en menor proporción se presentan otros arbustos tales como hojasén (*Flourensia cernua*), nopal cuijo (*Opuntia cantabrigiensis*), coyonoxtle (*O. imbricata*), clavellina (*O. tunicata*) y mariquita (*Gymnosperma glutinosum*). Estos últimos cuatro presentan alturas menores de 40 cm y con una baja densidad que oscila entre 48 a 302 individuos/ha.

Esta especie Xerófita puede vivir en las condiciones de aridez más extremas que se presentan en México. Asociado con el hojasén es una de las comunidades más dominantes de la zona árida Chihuahuense. En Sonora, desde el sur hasta la vecindad de Guaymas, donde aun llega a formar manchones de matorral puro o casi puro. En Baja California se extienden a todo lo largo de la península (Rzedowski, 1978).

Tabla 6. Atributos de la vegetación de las especies arbustivas y herbáceas del Matorral Desértico Micrófilo de Gobernadora (*Larrea tridentata*).

ARBUSTOS				
Especie	Densidad (ind/ha)	Cobertura Relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Larrea tridentata</i>	10,409	58.774	36.364	62.503
<i>Flourensia cernua</i>	143	37.430	9.091	15.930
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	302	3.022	22.727	9.477
<i>Opuntia imbricata</i>	302	0.731	22.727	8.714
<i>Opuntia tunicata</i>	64	0.009	4.545	1.706
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	48	0.049	4.545	1.672
HIERBAS				
Especie	Densidad Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Valor de Importancia (V.I.E.)*
<i>Zinnia acerosa</i>	20.511	66.618	12.644	33.257
<i>Muhlenbergia villiflora</i>	25.954	5.861	11.494	14.436
<i>Tiquilia canescens</i>	9.829	16.975	12.644	13.149
<i>Bouteloua gracilis</i>	9.342	1.469	9.195	6.668
<i>Sphaeralcea hastula</i>	7.798	1.149	5.747	4.898
<i>Parthenium bipinnatifidum</i>	2.924	0.549	9.195	4.222
<i>Machaeranthera pinnatifida</i>	6.376	3.466	2.299	4.047
Otras especies (12)	17.266	3.913	36.782	19.323

* Valor de importancia ecológica = Dens. rel. + Area basal rel. + Frec. rel. / 3

El estrato herbáceo presente en el Matorral Micrófilo tiene una altura de 10 a 20 cm y está integrado por la hierba del burro (*Zinnia acerosa*), especie con los mayores valores de densidad (20.511 %), dominancia relativa (66.618 %) y valor de importancia (33.257 %), tal especie además del zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*) son las especies con mayor densidad relativa (Tabla 6). La oreja de ratón (*Tiquilia canescens*) es una especie que no tiene una densidad alta, pero sus valores de dominancia y de importancia son considerables. Como parte del estrato herbáceo se presentan 16 especies, las cuales tienen valores de importancia inferiores a 7.0 %.

Rzedowski (1978), menciona que el matorral de gobernadora generalmente muy pobre desde el punto de vista florístico, con algunas plantas herbáceas y a veces con un estrato subarborescente de *Zinnia acerosa* (Rzedowski, 1978).

6.3. Diversidad y Riqueza de especies en el Llano la India

La diversidad de especies para cada comunidad vegetal se presenta en la tabla 7 en el cual se observa que el Zacatal gipsófilo es donde se cuantificó la mayor riqueza de herbáceas con 32 especies, la cual se compone de gramíneas, hierbas anuales y perennes. La mayor riqueza de arbustivas se tienen en la vegetación de Matorral Micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*) con seis especies, presentando también el mayor valor de índice de diversidad, lo cual indica que se tiene un elevado número de especies y que estos tienen la misma abundancia. El índice de equitatividad es una medida de la distribución de las proporciones relativas de las especies (Magurran, 1988); debido que los valores de las comunidades de matorral micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojásén (*Flourensia cernua*) son cercanos al 100%, se interpreta que todas las especies ocurren con igual frecuencia y tienen valores de abundancia muy cercanos o iguales entre si, no siendo así el zacatal gipsófilo que presenta valores bajos del estrato arbustivo 61.88 % y del estrato herbáceo 78.5%.

Tabla 7. Índices de diversidad del estrato arbustivo y herbáceo para las comunidades vegetales del Llano La India.

DIVERSIDAD DEL ESTRATO ARBUSTIVO			
COMUNIDAD VEGETAL	NÚMERO DE ESPECIES	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	EQUITATIVIDAD (%)
Zacatal gipsófilo	8	1.28	61.88
Matorral Micrófilo de <i>Flourensia cernua</i>	4	1.32	95.89
Matorral Micrófilo de <i>Larrea tridentata</i>	6	1.54	85.96
DIVERSIDAD DEL ESTRATO HERBÁCEO			
COMUNIDAD VEGETAL	NÚMERO DE ESPECIES	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	EQUITATIVIDAD (%)
Zacatal gipsófilo	32	2.72	78.5
Matorral Micrófilo de <i>Flourensia cernua</i>	19	2.59	88.08
Matorral Micrófilo de <i>Larrea tridentata</i>	23	2.83	90.46

6.4. Especies vegetales endémicas y/o en peligro de extinción para el Llano la India.

Durante los recorridos de campo y los muestreos cuantitativos realizados en el área de estudio del proyecto, no se localizaron especies vegetales endémicas (Villarreal y Encina, 2005), en peligro de extinción o que se encuentran bajo algún estatus de conservación o de protección de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2001**. Durante los recorridos de campo se detectaron dos especies de cactáceas tales como manca caballo (*Echinocactus horizonthalonius*) y bisnaguita (*Coryphantha palmeri*), especies muy escasas en el predio y que son consideradas de lento crecimiento. En el predio se ha colectado el primer registro para Coahuila de la especie de árnica (*Machaeranthera crutchfieldii*), se trata de una especie herbácea perenne (figura 7) de la familia Asteraceae que crece en zacatales Gipsófilos de Nuevo León, siendo la única especie obligada para este tipo de habitat. La especie *Machaeranthera crutchfieldii* es una especie Gipsófila (obligada) de la familia Asteraceae, hierba anual de 30 cm de altura, localizándose en Nuevo León a 17 millas de San Roberto (Turner, 1973).

Figura 7. Árnica (*Machaeranthera crutchfieldii*)



7. CONCLUSIÓN

La riqueza florística en el Llano la India se encontró muy baja, representando únicamente el 2.2 % del total de la flora de Coahuila, encontrándose integrado por tres comunidades vegetales: Zacatal Gipsófilo, Matorral micrófilo de *Flourensia cernua*, Matorral micrófilo de *Larrea tridentata*, en este último se presentó el mayor índice de diversidad del estrato herbáceo (2.83), arbustivo (1.54) y el mayor número de especies que ocurren con mayor frecuencia, con valores de abundancia muy cercanos o iguales entre sí, mientras que el zacatal gipsófilo presentó el mayor número de especies.

En el área de estudio, el Zacatal Gipsófilo es la comunidad vegetal dominante, donde el zacate pelillo (*Muhlenbergia villiflora*) presenta el mayor porcentaje en Densidad Relativa (47.73), Frecuencia Relativa (14.08) y el mayor valor de importancia (26.056) y en menor proporción la hierba del burro (*Zinnia acerosa*), presentando el mayor porcentaje de dominancia relativa (13.34).

De las comunidades más características se encontró el Matorral Micrófilo de gobernadora (*Larrea tridentata*), presentando el mayor porcentaje de frecuencia relativa (36.36) y mayor densidad (10,409 ind/ha). En menor proporción se encuentra el Matorral Micrófilo de hojasén (*Flourensia cernua*), donde tuvo el mayor porcentaje de cobertura relativa (93.90) y el mayor valor de importancia (69.59).

8. LITERATURA CITADA

Anónimo. 1976. Cartas temáticas G14-C43 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Escala 1:50 000 México.

Anónimo. 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. 163 p.

Anónimo. 2000. Cartas temáticas G14-7 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Escala 1:250 000 México.

Anónimo. 2001. Especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial. NOM-059-SEMARNAT-2001. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca – Instituto Nacional de Ecología. Diario Oficial de la Federación. México D. F. 40 pp.

Anónimo. 2002. Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Instituto Coahuilense de Ecología, Gobierno del Estado de Coahuila. 250 p.

Anónimo. 2002a. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002. México D. F. 40 p.

- Cházaro, R.F., D.C. Cother, C. Guillemette, J. Hoth y C. Wallis. 2004. La conservación de pastizales como desafío trilateral. Sesión Plenaria de la novena reunión del Comité Trilateral, 2004, Calgary, Alberta. Canadá.
- Cox, G. W. 1972. Laboratory manual of general ecology. 2a. Edición. Brown. Dubuque, Iowa. 195 p.
- Daubenmire, R. F. 1979. Ecología Vegetal, Tratado de Autoecología de plantas. 3ª Ed. Editorial Limusa. México. 496 p.
- Detling J. K. 1998. Mammalian herbivores: ecosystem-level effects in two grassland national parks. *Wildlife Society Bulletin* 26: 438–448.
- Franco, L. J. 1985. Manual de Ecología. 1ª ed. Editorial Trillas. México. 266 p.
- Fox, M.D. and Fox, B.J. 1986. The susceptibility of natural communities to invasion. In: Groves R.H. and Burdon J.J. (eds), *Ecology of Biological Invasions: an Australian Perspective*. Australian Academy of Science, Canberra, pp. 57–66.
- García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köeppen. Serie Libros. No. 6. Instituto de Geografía-UNAM. México. 90 p.
- Garza, T. D. 2004. Noticias. ECHOS conservando la trama de la vida. Boletín PRONATURA Noreste, A. C. Edición no. 11. México.
- Gentry, H.S. 1957. Los pastizales de Durango. Edic. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México. D.F. 361 p.
- González, M. F. 2004. Las comunidades vegetales de México. 2ª Ed. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología. México. 81 p.

- Grande L., R. 1967. Morfología y génesis de suelos yesíferos de Matehuala, S.L.P. Tesis. Colegio de Post-Graduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Mex. 138 pp.
- Henrickson, J. and Marshall, C. J. 1986. Vegetation and Community types of the Chihuahuan Desert. Second Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region. United States and México. Pp. 20-39
- Johnston, I.M. 1941. Gypsophily among Mexican desert plants. Journ. Arnold Arbor. 22:145-170.
- Larson, D. L. 2003. Native weeds and exotic plants: relationships to disturbance in mixed-grass prairie. Plant Ecology 169: 317–333, 2003.
- Marroquín, J. S. 1976. Vegetación y florística del nordeste de México. I. Aspectos sinicológicos en Coahuila. Rev. Soc. Mex. His. Nat. 37:69-101.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. Princeton, New York. 337 p.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. Inc., New York. 547 p.
- Odum, E. P. 1971. Ecología. 3ª edición. Interamericana. México. 639 p.
- Pérez, R.L., José L., G. D., Iliana I, H. J. y Silvia X., G. A. 2003. Distribución de Colonias de Perrito Llanero (*Cynomys mexicanus*) en relación al paisaje en el rancho “Los Angeles”: 1975-2003. Resúmenes de Investigación. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Coahuila. México.

- Pinkava, D.J. 1979. Vegetation and flora of the Bolson of Cuatro Ciénegas region, I. Boletín de la Sociedad Botánica de México. No. 38. Coahuila, México.
- Powell, A. M. and B.L. Turner. 1974. Aspects of the plant Biology of the Gypsum Outcrops of the Chihuahuan Desert. Transactions of the symposium on the biological resources of the Chihuahuan Desert Region United States and Mexico. U. S. Departamento of the Interior. Alpine. Texas.
- Rzedowski, J. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. Acta Cient. Potos. 5: 5-291
- Rzedowski, J. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grasslands of Mexico. Taxon 24: 67-80.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. 1ra. Edición. Editorial Limusa. México. 432 pp.
- Sánchez, C. V. 2003. *Cynomys mexicanus*. SNIB-CONABIO. Departamento de Zoología. Instituto de Biología. UNAM. México. D. F.
- Scott, M. L. y C. M., Cotera. 2005. Estado de conservación de las colonias de perro llanero (*Cynomys mexicanus*) en el Altiplano Mexicano. Red Mex-LTER. Información antecedente sobre investigación en biodiversidad desarrollada dentro de la Red. II Reunión Nacional, Colima, México.
- Shreve, F. 1942. Grassland and related vegetation in northern Mexico. Madroño 6: 190-198.
- Stone, R. W. 1920. Gypsum deposits of the United States. U.S. Geol. Surv. Bull. 697.

- Turner, B. L. 1973. Two New Gypsophilous Species of *Machaeranthera* (Asteraceae-Astereae) from North-Central Mexico. *Phytología* 26 (2):116-120.
- Valdés, R. J. 1999. Pastizales del Desierto. *PRONATURA* 8:50-53.
- Villarreal, J. Á. 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. 271 p.
- Villarreal, Q. J. Á. 2001. Flora de Coahuila. Listados florísticos de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 136 pp.
- Villarreal, Q. J. Á. y J. A. Encina 2005. Plantas endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes. *Acta Bot. Mex.* 70:1-46.
- Villarreal, Q. J. A. y J. Valdés R. 1992-1993. Vegetación de Coahuila. Manejo de Pastizales. Vol. 6 no. 1. Coahuila. México.
- Wauer, R. H. and D. H. Riskind. 1974. Transactions of the SYMPOSIUM ON THE BIOLOGICAL RESOURCES OF THE CHIHUAHUA DESERT REGION United States and México. Sul Ross State University Alpine, Texas. 658 p.

9. APÉNDICE

Listado florístico del Zacatal Gipsófilo del predio Llano la India.

Para el llano la India se reportan 71 especies de plantas, las cuales están integradas en 26 familias y 60 géneros; las familias con mayor riqueza de especies son Poaceae y Asteraceae con 15 especies cada una, seguidas por Cactaceae y Fabaceae con 5 especies cada una.

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	AUTOR	NOMBRE COMÚN	LONGEVIDAD	FORMA BIOLÓGICA
ACANTHACEAE	<i>Dyschoriste</i>	<i>linearis</i>	(Torr. et A. Gray) Kunze	Acanto	P	H
AGAVACEAE	<i>Yucca</i>	<i>filifera</i>	Chaub.	Palma china	P	Ar
AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera</i>	<i>repens</i>	(L.) Kuntze	Verdolaga de puerco	P	H
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias</i>	<i>linaria</i>	DC.	Hierba lechosa	P	H
BORAGINACEAE	<i>Tiquilia</i>	<i>canescens</i>	(DC.) A. Rich.	Oreja de ratón	P	H
BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja</i>	<i>scordioides</i>	H.B.K.	Suelda	P	A
CACTACEAE	<i>Echinocactus</i>	<i>horizonthalonius</i>	Lemaire	Manca Caballo	P	A
	<i>Coryphanta</i>	<i>palmeri</i>	Britton et Rose	Biznagueta	P	A
	<i>Opuntia</i>	<i>cantabrigiensis</i>	Lynch	Nopal cuijo	P	A
	<i>Opuntia</i>	<i>imbricata</i>	(Haw.) DC.	Coyonoxtle	P	A
	<i>Opuntia</i>	<i>tunicata</i>	(Lehm.) Link et Otto	Clavellina	P	A
CHENOPODIACEAE	<i>Atriplex</i>	<i>canescens</i>	(Pursh) Nutt	Costilla de vaca	P	A
	<i>Atriplex</i>	<i>semibaccata</i>	R. Br.	Chamiso australiano	A	H
COMPOSITAE	<i>Acourtia</i>	<i>parryi</i>	(A. Gray) Reveal et King	Alamillo	P	H
	<i>Ambrosia</i>	<i>confertiflora</i>	DC.	Cadillito	P	H
	<i>Brickellia</i>	<i>laciniata</i>	A. Gray	Jara	P	A
	<i>Dyssodia</i>	<i>tenuifolia</i>	(Cass.) Loess.	Flamenquilla	A	H
	<i>Flourensia</i>	<i>cernua</i>	DC.	Hojasen	P	A
	<i>Gymnosperma</i>	<i>glutinosum</i>	(Spreng.) Less.	Mariquita	P	A
	<i>Hymenoxys</i>	<i>odorata</i>	DC.	Hierba amargosa	A	H
	<i>Machaeranthera</i>	<i>crutchfieldii</i>	B. Turner	Arnica	P	H
	<i>Machaeranthera</i>	<i>pinnatifida</i>	(Hook.) Shinnery	Arnica del país	P	H
	<i>Parthenium</i>	<i>bipinnatifidum</i>	(Ort.) Rollins	Confetillo	A	H
	<i>Thymophylla</i>	<i>setifolia</i>	Lag.	Parraleña peluda	P	H
	<i>Townsendia</i>	<i>mexicana</i>	A. Gray	Townsendia	A	H
	<i>Verbesina</i>	<i>encelioides</i>	(Cav.) Benth. et Hook.	Hediondilla	A	H
	<i>Zaluzania</i>	<i>triloba</i>	(Ort.) Pers.	Altamisa	P	H
	<i>Zinnia</i>	<i>acerosa</i>	(DC.) A. Gray	Hierba del burro	P	H
CONVOLVULACEAE	<i>Dichondra</i>	<i>brachypoda</i>	Woot. et Standl.	Pata de pony	P	H
CUSCUTACEAE	<i>Cuscuta</i>	<i>pentagona</i>	Engelm.	Fideo	A	H
CRUCIFERAE	<i>Lesquerella</i>	<i>fendleri</i>	(A. Gray) Wats.	Huevona	P	H
CUCURBITACEAE	<i>Cucurbita</i>	<i>foetidissima</i>	HBK	Calabacilla loca	P	H
CYPERACEAE	<i>Carex</i>	<i>scheideana</i>	Kunze	Junquillo	P	H
EPHEDRACEAE	<i>Ephedra</i>	<i>compacta</i>	Rose	Popotillo enano	P	A

EUPHORBIACEAE	<i>Argithamnia</i>	<i>neomexicana</i>	Muell. Arg.	Mercurio silvestre	A	H
	<i>Croton</i>	<i>dioicus</i>	Cav.	Hierba del gato	P	H
GRAMINEAE	<i>Euphorbia</i>	<i>serrula</i>	Engelm.	Sonajilla	A	H
	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	(Michx.) Torr.	Zacate banderita	P	H
	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	(HBK) Griffiths	Zacate navajita azul	P	H
	<i>Bouteloua</i>	<i>simplex</i>	Lag.	Zacate navajita	A	H
	<i>Buchloe</i>	<i>dactyloides</i>	(Nutt.) Engelm.	Zacate búfalo	P	H
	<i>Dasyochloa</i>	<i>pulchella</i>	(H.B.K.) Willd et Rydb.	Zacate borreguero	P	H
	<i>Enneapogon</i>	<i>desvauxii</i>	Beauv.	Zacate ladera	P	H
	<i>Erioneuron</i>	<i>avenaceum</i>	(H.B.K.) Tateoka	Zacate peludo	P	H
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>arenicola</i>	Buckl.	Zacate liendrilla	P	H
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>repens</i>	(Presl.) Hitchc.	Zacate aparejo	P	H
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>tenuifolia</i>	(HBK) Kunth	Zacate liendrilla roja	A	H
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>villiflora</i>	Hitchc.	Zacate pelillo	P	H
	<i>Nassella</i>	<i>tenuissima</i>	(Trin) Barkworth	Zacate flechilla	P	H
	<i>Scleropogon</i>	<i>brevifolius</i>	Phil.	Zacate burro	P	H
	<i>Stipa</i>	<i>clandestina</i>	Hack.	Zacate picoso	P	H
<i>Stipa</i>	<i>editorum</i>	Fourn.	Zacate agujilla	P	H	
LABIATAE	<i>Marrubium</i>	<i>vulgare</i>	L.	Marrubio	P	H
	<i>Salvia</i>	<i>reflexa</i>	Hornem.	Chía	A	H
	<i>Teucrium</i>	<i>cubense</i>	Jacq.	Verbena	A	H
LEGUMINOSAE	<i>Astragalus</i>	<i>mollissimus</i>	Torr.	Hierba loca	P	H
	<i>Pomaria</i>	<i>canescens</i>	(Fisher) B.B. Simpson	Pomaria	P	H
	<i>Hoffmanseggia</i>	<i>watsonii</i>	(Fisher) Rose	Coquito	P	H
	<i>Prosopis</i>	<i>glandulosa</i>	Torr.	Mezquite	P	A
	<i>Senna</i>	<i>demissa</i>	(Rose) Irwin et Barneby	Pata de vaca	P	H
MALVACEAE	<i>Sida</i>	<i>abutifolia</i>	Mill.	Hierba del medio día	P	H
	<i>Sphaeralcea</i>	<i>hastulata</i>	A. Gray	Hierba del negro	P	H
ONAGRACEAE	<i>Gaura</i>	<i>coccinea</i>	Pursh.	Linda tarde	P	H
POLYGALACEAE	<i>Polygala</i>	<i>lindheimeri</i>	A. Gray	Polygala	P	H
RHAMNACEAE	<i>Condalia</i>	<i>warnockii</i>	M.C. Johnston	Tecomblate	P	A
SOLANACEAE	<i>Chamaesaracha</i>	<i>coronopus</i>	(Dunal) A. Gray	Cenicilla de hoja angosta	P	H
	<i>Solanum</i>	<i>elaeagnifolium</i>	Cav.	Trompillo	P	H
VERBENACEAE	<i>Verbena</i>	<i>bipinnatifida</i>	Nutt.	Alfombrilla de campo	A	H
	<i>Verbena</i>	<i>neomexicana</i>	(A. Gray) Small	Verbena	P	H
ZYGOPHYLLACEAE	<i>Larrea</i>	<i>tridentata</i>	(DC.) Cav.	Gobernadora	P	A
	<i>Peganum</i>	<i>mexicanum</i>	A. Gray	Garbancillo	P	H

SIMBOLOGÍA

LONGEVIDAD

A = Anual
P = Perenne

FORMA BIOLÓGICA

Ar = Arborescente
A = Arbusto
H = Hierba