



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA  
LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN UN  
BOSQUE DE ENCINO, BAJO PASTOREO DE  
ALTA DENSIDAD CON DIFERENTES TIEMPOS  
DE EXCLUSIÓN

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN  
CIENCIAS

PRESENTA

TANIA GÓMEZ FUENTES GALINDO

Tutor: Carlos González-Rebeles Islas  
Comité Tutorial: Edmundo García Moya  
Germán Mendoza Martínez

México DF

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A la memoria de mi mamá  
A mi hija Nayeli  
A Carmelita y Jorge  
A Horacio*

*Gracias por acompañarme y darme fuerza*

**Agradezco a:**

Mi tutor Carlos González Rebeles-Islas y mis asesores Edmundo García Moya y Germán Mendoza Martínez, por su confianza, paciencia, comprensión y apoyo permanentes. Todos, miembros del jurado del examen de grado.

Adolfo Álvarez Macías y Epigmenio Castillo Gallegos por su valiosa participación como revisores de tesis y jurado.

El Posgrado en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP)-UNAM, por haber permitido y apoyado la realización de la presente investigación.

El herbario de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, que hizo posible la identificación de más de las 100 especies vegetales encontradas en campo.

El herbario de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, por la identificación de gramíneas.

El herbario del Colegio de Posgraduados, campus Montecillo, Texcoco, por permitir el cotejo de especies.

El laboratorio de Botánica y el Departamento de Ecología del Colegio de Posgraduados por su apoyo en laboratorio.

CONACYT, por la beca194577

Todas las personas de las que recibí apoyo para realizar el presente trabajo.

## 1.- Resumen

El bosque de pino encino ha sido un recurso forrajero de gran importancia en la ganadería mexicana y es vital para los servicios ambientales. Con el pastoreo de alta densidad, el rancho de CEIEPASP-UNAM, pretende practicar una ganadería que promueva la conservación del recurso en el bosque. En la presente investigación, se analizaron los atributos de la vegetación, para determinar si existe un efecto del tiempo de exclusión al pastoreo, sobre dicha vegetación. Se establecieron parcelas con diferentes años de exclusión (ep): 1ep, 4ep, 8ep y sin pastoreo (sp). Se utilizó el método de muestreo de punto centrado en cuadrante en cada área de estudio, considerando los grupos herbáceo (no gramíneo), gramíneo y arbustivo. Se elaboró un listado de especies encontradas en lugar. Los atributos de la vegetación estudiados fueron: densidad, cobertura y diversidad. Se utilizaron las pruebas de Kruskal-Wallis y de Wilcoxon para buscar diferencias estadísticas de los atributos analizados entre las parcelas estudiadas. Se encontraron: 73 especies herbáceas, 22 gramíneas, 14 arbustivas y 13 arbóreas, sumando un total de 122 especies. Los índices utilizados, mostraron que el tiempo de exclusión al pastoreo, no cambió significativamente ( $p > 0.7$ ) la diversidad en alguna de las parcelas. La cobertura, presentó un claro patrón que asocia su aumento, a un menor tiempo de exclusión. Por el contrario, en densidad, no se encontró dicho patrón. Se concluye que, el tiempo de exclusión al pastoreo de alta densidad en bosque de encino, sí ocasionó cambios positivos en la cobertura de la vegetación estudiada, con patrones claros y definidos.

Palabras clave: pastoreo de alta densidad, manada mixta, bosque de encino, herbáceas, gramíneas, arbustivas, densidad, cobertura, diversidad.

## 1.- Summary

Oak woods have been a very important forage resource for livestock raising in Mexico, and vital providers for environmental services. CEIEPASP-UNAM experimental ranch attempts to use livestock rearing as a tool to promote forest resources conservation, by applying a high density grazing system. Vegetation attributes in the study area were analyzed in order to evaluate the effects of grazing exclusion periods on vegetation. Different treatment plots were distinguished by the number of years excluded from grazing (ep for grazing exclusion): 1ep, 4ep, 8ep and without grazing. The botanical composition of the study area was determined. Points centered in quadrats technique was applied to sample vegetation in each treatment plot. Vegetation strata considered were herbaceous layer (gramineous and non-gramineous) and shrubs. Vegetation attributes studied were density, cover and diversity. Test of Kruskal-Wallis and Wilcoxon were applied in order to found significant fluctuation between treatments. Species composition was: 73 herbaceous, 22 gramineous, 14 shrubs and 13 arboreous making a total 122 species. None of the indices presented any significant fluctuation between treatments ( $p > 0.7$ ). No relationship pattern was found between density with grazing exclusion periods. The only defined pattern observed was a cover with grazing exclusion periods. High-density grazing shows positive influence in cover and increased at the lower grazing exclusion time.

**Keywords:** High density grazing, Mixed herd, Oak woods, herbaceous, gramineous, shrubs, density, cover, diversity.

## Contenido

I.- Índice de figuras	Pg
Figura 1.- Densidad (ha) de herbáceas encontradas	43
Figura 2.- Densidad (ha) de gramíneas encontradas	43
Figura 3.- Densidad (ha) de arbustivas encontradas	43
Figura 4.- Superficie Cubierta (m <sup>2</sup> ) por herbáceas en cada parcela	45
Figura 5.- Superficie Cubierta (m <sup>2</sup> ) por gramíneas en cada parcela	45
Figura 6.- Superficie Cubierta (m <sup>2</sup> ) por arbustivas en cada parcela	45
Figura 7.- Precipitación pluvial promedio registrada en Chapa de Mota a partir de los datos de la Estación Metereológica de CEIEPASP (2000-2006)	47
Figura 8.- Temperatura promedio registrada para Chapa de Mota a partir de los datos de la Estación Metereológica de CEIEPASP (2000-2006)	47

## II.- Índice de cuadros

	Pg
Cuadro 1.- Peso vivo por especie, del año 1998 al 2005, utilizado para pastorear el bosque y las parcelas de CEIEPASP, Chapa de Mota	19
Cuadro 2.- Análisis químico proximal (BS) de las especies más representativas en CEIPASP, 2004	21
Cuadro 3.- Áreas de las parcelas estudiadas	23
Cuadro 4.- Número de plantas registradas y número de estaciones de muestreo utilizadas por parcela	25
Cuadro 5. Valores de referencia del índice de diversidad de Margalef	30
Cuadro 6.- Relación entre especies vegetales encontradas en campo y referidas en la literatura	33
Cuadro 7.- Riqueza de especies registrada en cada una de las parcelas con diferentes tiempos de exclusión al pastoreo en el CEIEPASP, Chapa de Mota, Edo. de México	38
Cuadro 8.- Comparación entre parcelas con diferentes tiempos de exclusión al pastoreo en el CEIEPASP, Chapa de Mota, Edo. de México, con relación a índices de riqueza y diversidad	38
Cuadro 9. Porcentaje de especies en común, encontradas en los diferentes sitios	39
Cuadro 10.- Valores de importancia más altos de las especies en los diferentes grupos y parcelas Estudiadas, su valor biológico y forrajero	40



Cuadro 11.- Valores de importancia más bajos de las especies en los diferentes grupos y parcelas estudiadas, su valor biológico y forrajero	41
Cuadro 12.- Densidad por grupo y parcela (ind/ha)	42
Cuadro 13.- Superficie en m <sup>2</sup> cubierta de vegetación por cada grupo y parcela	44
Cuadro 14.- Promedio de dosel y de mantillo de las parcelas estudiadas	46

### III.- Contenido

1.- Introducción	1
1.1.- Justificación	3
1.2.- Hipótesis	3
1.3.- Objetivo	3
2.- Revisión de la literatura	4
2.1.- Bosque de pino encino	4
2.1.2.- Principales especies vegetales presentes en los bosques de pino encino	7
2.2.- Aspectos fisiológicos de la planta	8
2.3.- La planta y el agostadero dentro del ecosistema	10
2.4.- Fundamentos sobre los sistemas de pastoreo	12
2.5.- Efectos del pastoreo de alta densidad sobre la vegetación	15
2.6.- Antecedentes del sitio de trabajo	17
3.- Material y métodos	22
3.1.- Sitio de muestreo	22
3.2.- Parcelas de muestreo	22
3.3.- Muestreo de la vegetación	23
3.4.- Estimaciones a partir de la medición de la vegetación	25
3.4.1.- Densidad	25
3.4.2.- Cobertura	26
3.4.3.- Dominancia	27
3.4.4.- Frecuencia	27
3.4.5.- Índice de Valor de Importancia	28
3.4.6.- Especies Indicadoras	28
3.4.7.- Semejanza entre Comunidades	29
3.4.8.- Diversidad	30

3.5.- Datos complementarios	31
3.5.1.- Medición del dosel	31
3.5.2.- Medición del mantillo	32
3.6.- Análisis estadísticos	32
4.- Resultados	33
4.1.- Composición botánica y diversidad de la vegetación	33
4.2. Densidad y cobertura de la vegetación	42
4.3.- Datos complementarios	46
5.- Discusiones y conclusiones	48
6.- Anexos	51
7.- Apéndice	69
8.- Referencias	71

## 1.- Introducción

La vegetación de los bosques templados de México, ha estado sujeta, de manera natural, a incendios y defoliación por aves, reptiles, roedores e insectos, y al ramoneo de venados. De manera controlada por el hombre, al pastoreo/ramoneo de especies domésticas como ovinos, caprinos y vacunos. El pastoreo de ganado, ha sido una práctica común desde finales del siglo XIX en éste tipo de ecosistemas (Challenger 1998). Se estima que una extensión de 30.2 millones de hectáreas de bosque templado, se han convertido en potreros constituyendo así la principal fuente de forraje de la ganadería extensiva (SEMARNAP 1998, Sluyter 2001). No obstante la importancia de este recurso, el sobrepastoreo y el desmonte, han ocasionado la destrucción de alrededor de 6 millones de hectáreas de bosque templado (Toledo 1989), generando cambios importantes en la vegetación al reducir la complejidad estructural y la riqueza de especies (Mysterud *et al.* 2004).

El pastoreo planificado, se ha presentado como una alternativa global para la conservación de la vegetación, extendiéndose mayormente en ecosistemas de pastizales de los países desarrollados (Blackburn 2005). Por el contrario en los ecosistemas de bosque, el pastoreo ha causado polémica debido a la naturaleza de su estructura vegetal. Mientras que los pastizales semiáridos, han evolucionado con manadas de grandes herbívoros y con procesos de sucesión basados en frecuentes perturbaciones naturales, los bosques no han evolucionado con manadas de grandes herbívoros, razón por la cual, las densidades de pastoreo recomendadas para especies introducidas (domésticas) serán factores de disturbio que simplificarán la vegetación. Lo anterior se debe a que existen plantas apetecibles al ganado y otras muy susceptibles al pastoreo que, al ser consumidas y pisadas por el ganado, podrán disminuir su presencia e incluso ser reemplazadas por especies indeseables, con la subsiguiente reducción de la diversidad de especies (Challenger 1998). En los bosques, las herbáceas no-gramíneas, tienen tiempos de recuperación diferentes al de las gramíneas forrajeras nativas (Rodríguez 1987) ya que en su mayoría, no resisten la defoliación severa y frecuente del ganado doméstico al carecer de órganos de reserva que les permitan resistir los efectos del pastoreo continuo (Aguirre *et al.* 1995). Las herbáceas han adaptado sus formas de crecimiento como producto de las condiciones ambientales y de los mecanismos evolutivos de tal manera que la mayoría solo viven en la época más favorable y luego mueren, dejando como subsistencia semillas, o se reducen a bulbos, tubérculos, rizomas o yemas subterráneos (Huerta y Guerrero 2004).

Algunos autores como Abaye *et al.* (1997), Brockway y Lewis (2003), Provenza (2003), consideran que el uso adecuado del pastoreo de herbívoros en bosques es benéfico para la flora, porque favorece la complejidad estructural, facilita el establecimiento de semillas tras el disturbio de la vegetación, reduce la competencia entre las plantas, atempera el efecto del fuego, fomenta el rebrote y mantiene la cobertura vegetal; así mismo es posible que aumente la materia orgánica, mejore el nivel de acidez y el medio para el crecimiento de raíces y organismos del suelo. Para Savory (1999), Holechek *et al.* (2000a), Zaragoza (2000) y Pollock *et al.* (2005), es suficiente con mantener una densidad, frecuencia y duración del pastoreo, acordes a la recuperación y el tiempo de crecimiento de

la planta, para lograr un efecto positivo en la vegetación del bosque. Savory (1999) afirma que el pastoreo de alta densidad con manada mixta puede sustituir la falta de fauna nativa y mejorar la diversidad de especies, pues al haber muchos animales en poco espacio, por poco tiempo, se inhibe el deseo innato del animal de seleccionar solo ciertas partes de determinadas plantas, logrando optimizar el aprovechamiento de los nutrientes del suelo y la humedad disponible.

Una prioridad para la ganadería extensiva es el conocer la estructura vegetal del agostadero a través de patrones como frecuencia, densidad y cobertura de las especies forrajeras (Holechek *et al.* 1987, Heitschmidt *et al.* 1987a, Brockway y Lewis 2003), con objeto de guiar el manejo apropiado del pastizal. No obstante dentro de un contexto ecológico, cuando se trabaja con especies nativas en agostadero, el conocimiento de los patrones de todas las demás especies en la comunidad vegetal, aunque no se consideren forrajeras o con valor pecuario, va a ofrecer un panorama más completo de la condición de la vegetación como una comunidad natural. Por otro lado, también resulta importante la evaluación de la diversidad de especies, ya que una alta diversidad podría significar una mayor capacidad de respuesta del ecosistema frente a cambios ambientales o perturbaciones y será un indicador de integridad del ecosistema (Magurran 1988, Chapin *et al.* 2000, Cabido *et al.* 2002).

El sistema de pastoreo de alta densidad-baja frecuencia, ha sido ampliamente aplicado en pastizales norteamericanos desde 1970 por su principal impulsor, Allan Savory (Holecheck *et al.* 2000b). Dicho sistema consiste, como su nombre lo indica, en utilizar una alta densidad animal en un corto periodo de tiempo. Savory (1999), asegura que de esta manera, habrá un mayor vigor en las plantas, se acelerará la sucesión, el impacto de la pezuña del ganado favorecerá la infiltración de agua y habrá mayor ganancia de peso por unidad de área (Savory 1999, Holecheck *et al.* 2000b). Sostiene también, que el pastoreo de alta densidad y baja frecuencia, controlará el efecto de la selectividad del animal sobre las especies más apetecibles, evitando así, su disminución y el consecuente aumento de aquellas invasoras. En la década de los ochenta y noventa, se realizaron numerosos experimentos en pastizales norteamericanos, con el fin de corroborar dicha hipótesis. Se encontró que no solo son dudosas las supuestas mejoras, sino que, en ocasiones, se presenta mayor erosión, disminución de frecuencia en pastos y pérdidas en ganancia de peso por unidad de área, que con el sistema de pastoreo continuo o estacional, con carga moderada (Holecheck *et al.* 2000b).

## 1.1.- Justificación

Savory (1999), sostiene que en ecosistemas con pérdida de fauna nativa de regiones como Sudáfrica y Nuevo México, Estados Unidos de América (EE.UU.), el pastoreo de alta densidad con manada mixta, permitirá hacer un uso completo de la vegetación disponible sin perjudicarla. Al haber muchos animales en poco espacio y tiempo, se inhibirá el deseo innato de seleccionar solo ciertas partes de determinadas plantas. De esta manera, se evitará el predominio de ciertas especies, mientras que la perturbación generada por la defoliación, acelerará la sucesión favoreciendo así la diversidad vegetal. El autor argumenta también, que habrá una mejor circulación de nutrientes y un mejoramiento en la infiltración del agua, debido al efecto causado en el suelo al ser pisado por la pezuña del animal. Por lo anterior, en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvo-Pastoril (CEIEPASP), Chapa de Mota, Estado de México, se determinó aplicar un sistema similar con el fin de lograr un efecto favorable del ganado sobre el bosque. Sin embargo, al ser el pastoreo de alta densidad y baja frecuencia, un sistema desarrollado en ecosistemas de praderas tropicales subhúmedas y otras semiáridas, surge el cuestionamiento sobre su efecto en un bosque templado. De ahí la importancia de evaluar la condición en que se encuentra actualmente la vegetación en cuanto a su estructura y composición botánica y en función a diferentes tiempos de exclusión del pastoreo. El enfoque del presente trabajo fue conocer la frecuencia, densidad, cobertura y diversidad de especies dentro de los distintos estratos vegetativos, como indicadores de las tendencias de la vegetación bajo la influencia de este tipo de pastoreo y, de ser necesario, recomendar las adecuaciones pertinentes que mejoren al sistema de pastoreo utilizado en éste lugar.

## 1.2.- Hipótesis

La estructura y diversidad de la vegetación en el bosque de encino bajo pastoreo de alta densidad animal, se mantendrán constantes, al margen del tiempo de exclusión.

## 1.3.- Objetivo

Evaluar la composición botánica, estructura de la vegetación y diversidad del bosque de encino en CEIEPASP, Chapa de Mota, Estado de México, a través del registro de patrones de riqueza, frecuencia, densidad y cobertura de especies en los estratos herbáceo, gramíneo y arbustivo dentro de cuatro sitios con diferentes tiempos de exclusión al pastoreo, para conocer su respuesta al pastoreo de alta densidad-baja frecuencia y manada mixta. Evaluar así mismo, el grosor del mantillo del suelo y el dosel en las áreas de estudio.

## 2.- Revisión de la Literatura

### 2.1.- Bosque de Pino-Encino

Los bosques de pino encino en México, pertenecen a la zona ecológica templada subhúmeda del país. Dicha zona es característica de las regiones montañosas, agrupa a otros tipos de vegetación más o menos semejantes y se desarrolla en un clima marcadamente estacional (Challenger 1998). Rzedowski (1978) señala que los bosques de pino (*Pinus*), compiten con bosques de encino (*Quercus*), ya que ambas especies poseen afinidades hacia los climas templados subhúmedos y suelos ácidos, razón por la cual se pueden encontrar bosques mixtos de pino-encino. Challenger (1998) por su parte, señala que algunos de los bosques de pino-encino mexicanos, son meras fases de transición en el desarrollo de bosques puros de encino o de pino. Si bien, algunos bosques parecen representar comunidades secundarias a causa del disturbio del hombre, otras corresponden al clímax y, al parecer, han existido en México desde hace varios millones de años (Rzedowski 1978, Challenger 1998). Cabe mencionar que los bosques de *Quercus*, suelen tener uno o dos estratos arbustivos bien desarrollados que cubren mucho espacio. El herbáceo, en cambio, varía mucho en importancia, pues desempeña un papel grande en los encinares abiertos, mientras que en los más densos disminuye su participación y sólo se encuentra bien representado en los claros del bosque. En el estrato herbáceo de los encinares pueden ser importantes las gramíneas, pero su abundancia por lo general no es tan grande como en los bosques de pino (Rzedowski 1978).

La cobertura del bosque templado de montaña referida por Velásquez *et al.* (2006), es de 327,510.6 km<sup>2</sup> de la superficie terrestre nacional, mientras que Challenger (1998), refiere una cobertura de la zona ecológica templada subhúmeda, de 410,000 km<sup>2</sup> de los cuales 56,170 km<sup>2</sup>, corresponden a los bosques de pino encino.

La distribución de los bosques de pino encino en el territorio mexicano, se extiende a lo largo de la Sierra Madre Oriental, desde el sur de Tamaulipas hasta el centro de Veracruz; a lo largo de la Sierra Madre Occidental, desde Chihuahua hasta el norte de Michoacán; en el centro del país desde Colima hasta el centro de Veracruz cubriendo parte de la Faja Volcánica Transmexicana; y en la Sierra Madre del Sur, desde Michoacán hasta Oaxaca (Challenger 1998).

En la actualidad el Estado de México cuenta con 5,570 km<sup>2</sup> de bosque (SEMARNAT 2006). Si bien, dicho Estado es considerado por Challenger (1998), deforestado, existen algunas áreas de conservación, parques naturales y reservas que permiten el mantenimiento de la cobertura vegetal. Durante la administración de Lázaro Cárdenas se crearon la mayoría de Parques Nacionales en el Estado de México con el fin de proteger áreas de captación de agua y como lugares de recreación. Los más representativos son el Parque Nacional Nevado de Toluca con 51,000 ha., el Parque Nacional Ixta-Popo con 25,679 ha de bosque de pino y encino, bosque de oyamel y bosque mesofilo de

montaña y el Parque Nacional Zoquiapan y Anexas con 19,418 ha de bosque de pino y encino y bosque de oyamel (Challenger 1998).

Referente a la evolución del bosque pino encino, se sabe que el género *Pinus* ha evolucionado en México desde hace 70 millones de años, mientras que *Quercus* junto con especies leñosas como, *Salvia* y *Stachis* entre otros, ingresaron hace unos 35 millones de años. Tribus como *Astereae*, *Eupatoriae*, *Heliantheae* y *Senecioneae* han venido evolucionando en los bosques de pino encino mexicanos desde hace 5 millones de años. Rueda y Weber (citados por Rzedowski 1978, Rzedowski 1991).

La evolución de la fauna de los bosques templados, ha resultado en una significativa variedad de endemismo debido a la abrupta topografía y variedad de climas. El número de las especies de reptiles, anfibios, aves, roedores y murciélagos que se registra, llega a ser la más diversa de los ecosistemas del país. En caso de la fauna entomológica, la diversidad es particularmente baja porque la polinización suele realizarse vía aérea o por polinizadores especialistas. Las aves y los roedores juegan un papel fundamental en la dispersión de semillas, mientras que el follaje total es consumido principalmente por insectos (particularmente por orugas, escarabajos y polillas) (Challenger 1998).

El 95 % del bosque de pino encino en México, se ubica entre los límites altitudinales 1,200 a 3,000 m snm. Suele tener un clima Cw del sistema de Koeppen, cuya temperatura media anual corresponde a los límites entre 10 y 20 °C, la precipitación se concentra en 6 a 7 meses, entre 600 y 1,000 mm de lluvia al año. En general, se ve afectado por heladas todos los años (Rzedowski 1978).

El material parental de éste tipo de bosque se distingue por áreas cubiertas por rocas ígneas, ya que se asocia la evolución del género *Pinus* a las épocas de intensa actividad volcánica. En este tipo de bosque las tierras rojas, más o menos arcillosas son bastante comunes, con un pH entre 5 y 7 (Rzedowski 1978). Rzedowski (2005), señala que dentro de la zona del Valle de México, no se ha encontrado ningún tipo de roca de edad anterior al Cenozoico y menciona que en la región se han encontrado rocas que datan desde hace 50 millones de años.

Los suelos dominantes que sustentan a los bosques templados se caracterizan como superficiales, con un incipiente desarrollo, como son los litosoles y regosoles, los cuales mantienen en forma conjunta al 58.6% del bosque templado, siendo el porcentaje restante conformado por feozem con cerca del 15%, y alrededor del 5 % por acrisol, luvisol, cambisol y andosol (Cotler 2006).

Los bosques de pino encino, son un recurso natural importante, ya que proveen junto con los bosques templados, de madera, resina, carbón, leña, plantas comestibles, con



finés medicinales o de uso culinario, forrajero, para fabricación de escobas, artesanías y zacate. También se sustrae suelo para diversos usos y animales a través de la cacería y recolección de insectos (Challenger 1998). Por otro lado, los bosques cumplen funciones de las cuales, se derivan servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto de los ecosistemas como de la vida humana (Cotler 2006). Las plantas representan el inicio de la cadena trófica al ser en éstas donde comienza a generarse la energía que será consumida por los herbívoros. Durante el proceso respiratorio se “secuestra carbono” el cual es utilizado para la generación de biomasa y se libera O<sub>2</sub> (Holecheck *et al.* 2000a). Por otra parte, mientras el suelo constituye el medio para la regulación del sistema hidrológico, recarga de acuíferos, almacén de carbón hasta 1.5 veces más que la biomasa (Sombroek *et al.* 1993). Dicho secuestro de carbono reduce su liberación a la atmósfera como CO<sub>2</sub>, uno de los principales gases llamados “de invernadero”, responsables del cambio climático (Kern y Johnson 1993). Los bosques también se caracterizan por generar suelo (rico en humus) a través de la relativa rapidez de degradación que realizan principalmente escarabajos y lombrices de tierra sobre la hojarasca, madera y demás materia orgánica, transformándola en pequeños fragmentos y mezclándolos con las capas superficiales del suelo (Rzedowski 1978).

Entre las políticas pecuarias relacionadas con el uso de bosque templado, resulta relevante mencionar que en junio de 2003, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de las Reglas de Operación del Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera (PROGAN), consideró al 23.4 % de la superficie boscosa del país (460, 367 km<sup>2</sup>), como una de las cinco zonas ecológica ganaderas, regionalizadas conforme su distribución geográfica, características ambientales y el potencial forrajero de los potreros. Lo anterior, con la intención de que dicha información fuera utilizada por las unidades de la extinta Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) para estimar la Capacidad de Carga de las Unidades de Producción Pecuaria que cuenten con praderas perennes dedicadas al pastoreo directo por ganado bovino (SAGARPA 2006). En la actualidad, la COTECOCA, ha desaparecido y no existe una regulación a nivel nacional, sobre el número de animales que deben utilizarse sobre una unidad de área ni tiempos establecidos. En este sentido, en el Distrito Federal, existen 38,252 ha de bosques de coníferas y latifoliadas, mismas que representan el 43.3 % del total del suelo de conservación de la entidad. Se ha logrado que a dicha superficie se le asignara, a través del Ordenamiento Ganadero en el Suelo de Conservación del Distrito Federal aprobado en 2006, diferentes sistemas de pastoreo según las áreas indicadas en la zonificación (Uribe y Jiménez 2006). Sin embargo queda mucho por hacer en cuanto a políticas públicas para lograr un uso planificado del pastoreo en los bosques mexicanos.

## 2.1.2.- Principales Especies Vegetales Presentes en los Bosques de Pino Encino

En los bosques mexicanos de coníferas se pueden encontrar con relativa frecuencia la presencia de los siguientes géneros: *Abies*, *Alnus*, *Arbutus*, *Buddleia*, *Clethra*, *Cupressus*, *Crateagus*, *Juniperus*, *Populus*, *Prunus*, *Pseudotsuga*, *Quercus* y *Salix* en el estrato arbóreo. *Agave*, *Archibaccharis*, *Arctostaphylos*, *Baccharis*, *Berberis*, *Calea*, *Ceanothus*, *Cercocarpus*, *Cestrum*, *Desmodium*, *Eupatorium*, *Eriosema*, *Fuchsia*, *Helianthemum*, *Holodiscus*, *Lonicera*, *Senecio*, *Mimosa*, *Monnina*, *Pernettya*, *Ribes*, *Rhus*, *Rubus*, *Salvia*, *Satureja*, *Stevia*, *Symphoricarpos*, *Vaccinium*, *Verbesina* y *Vernonia*, en el estrato arbustivo y en cuanto a las herbáceas, el listado de géneros es muy extenso. Dentro de las familias más representativas, tenemos: Asclepiadiceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae, Commelinaceae, Asteraceae, Cruciferae, Cyperaceae, Geraniaceae, Poaceae, Iridaceae, Labiatae, Fabaceae, Liliaceae, Onagraceae, Orchidaceae, Oxalidaceae, Pteridaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Scrophulariaceae, Umbelliferae y Valerianaceae (Rzedowski 1978, Challenger 1998).

La zona estudiada en la presente investigación, se localiza a menos de 15 km del límite noroeste de la región del Valle de México, la cual está considerada como una de las regiones más ricas del mundo en cuanto a su flora (Rzedowski 2005). Entre los géneros más representados tanto para arbustos como para hierbas en los bosques de pino y encino de la región además de algunos ya señalados anteriormente se encuentran: *Alchemilla*, *Arenaria*, *Bidens*, *Brickellia*, *Castilleja*, *Dahlia*, *Eryngium*, *Festuca*, *Galium*, *Gnaphalium*, *Lamourouxia*, *Lupinus*, *Muhlenbergia*, *Penstemon*, *Stipa*, *Penstemon*, *Thalictrum* y *Valeriana* (Rzedowski 2005). Medina (2006), describió la flora del Parque Estatal Atizapán-Valle Escondido, Estado de México, aledaño a la zona estudiada en la presente investigación. Encontró una buena representación de las familias: Asteraceae (22%), Poaceae (8%), Fabaceae (8%) y Solanaceae (3%).

Tanto en la República como en el Valle de México, los bosques de pino y encino que se encuentran sometidos a quemadas deliberadas y a pastoreo, la vegetación secundaria que sustituye al bosque suele ser matorral dominado por una o más de las siguientes especies: *Dodonaea viscosa*, *Arctostaphylos* sp, *Rhus* sp, *Alnus* spp, *Baccharis* sp, *Ceanothus* sp, *Senecio* sp, *Acacia* sp, *Croton draco*, *Juniperus* sp, *Crateagus* sp, *Verbesina* sp, *Zexmenia* sp, *Mimosa* sp y *Quercus microphylla*. Se considera que los matorrales de *Quercus microphylla* pueden ser comunidades secundarias derivadas del pinar, como consecuencia de incendios (Rzedowski, 1964 y 1978), a cuya colonización, se pueden sumar especies de madroño (*Arbutus* sp) y aile (*Alnus* sp) (Challenger 1998).

Ensayos en bosque húmedo caducifolio pastoreado con cabras, se han encontrado la siguientes frecuencias de herbáceas: *Commelina coelestis* 96.87%, *Oxalis latifolia* 85.93%, *Digitaria ciliaris* 76.56 %, *Oxalis corniculata* 71.87 % y *Bidens triplinervia* 21.97 % (López *et al.* 2006). Las compuestas, se caracterizaron por tener mayor cobertura, tamaño y volumen, no tanto por un mayor número de individuos. Las Oxalidaceas fueron más numerosas pero pequeñas y de escaso volumen. Finalmente, las Gramineas fueron abundantes (López *et al.* 2006). Resulta importante señalar que los atributos de las diferentes familias se comportaron de manera distinta conforme a la estación. De tal manera, las Commelinas en primavera del trópico húmedo, tendrán baja frecuencia (11 %), mientras que en otoño serán altas (45 %) (López *et al.* 2006).

## 2.2.- Aspectos Fisiológicos en la Planta

La planta tiene la capacidad de sintetizar carbohidratos a partir del CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y de la energía del sol a través de la fotosíntesis. Pueden ser carbohidratos de tipo estructural, como la lignina, celulosa y hemicelulosa y que sirven para formar partes de la célula vegetal, como la pared, o bien, carbohidratos de tipo no estructural como la sacarosa, fructuosa, almidón y dextrinas (Boyer *et al.* 1987), mismos que serán utilizados en el metabolismo de la planta y, junto con los minerales tomados del suelo, se sintetizarán proteínas, vitaminas y grasas (Conn y Stumpf 1990). Para los herbívoros, éstos compuestos, representarán su sustento alimenticio y permitirán el flujo de energía dentro de la cadena trófica. Mientras que la planta los utilizará para reemplazar raíces, regenerar hojas, tallos y respirar durante el estado de latencia, y volver a crecer después de ser consumidas. Entre otras cosas, el nivel de fotosíntesis, va a estar determinado por el tamaño de la hoja, la intensidad de luz, la temperatura y la disponibilidad de agua (Holechek *et al.* 2000a). El CO<sub>2</sub> está disponible en el aire a muy bajas concentraciones, por lo que representa una limitación para la fotosíntesis y el efecto del manejo de agostadero, poco puede influenciar. Por el contrario, la disponibilidad del H<sub>2</sub>O se ve fuertemente afectada por el manejo de agostadero. Una alta intensidad de pastoreo incrementa el estrés (factores externos que limitan la producción de materia seca de todas las partes de la vegetación) y provoca una excesiva extracción de agua del suelo a través de las raíces. El agua es un constituyente químico de la fotosíntesis, sirve para mantener los estomas de la hoja abiertos, la turgencia de la planta y también es transportadora de los minerales del suelo (Holecheck *et al.* 2000a, Mosquera *et al.* s/f).

Como una forma de adaptación al ambiente, las plantas han generado estrategias de cambio conocidas como plasticidad genotípica o fenotípica. La plasticidad genotípica, es consecuencia de la evolución y es irreversible. Es la responsable de la resistencia al estrés, a los depredadores, al viento, a las plagas y enfermedades; así como de cambios en la morfología como puede ser la manera en que se expone la hoja. La plasticidad genotípica, también va a determinar la velocidad de fotosíntesis (Nelson 2000). Así, las especies vegetales de estaciones calientes, utilizan el exceso de luz para operar el ciclo C<sub>4</sub>. Las plantas C<sub>4</sub> (algunas gramíneas), han desarrollado una anatomía especializada de la hoja y una ruta metabólica para absorber mucho dióxido de carbono a bajas concentraciones y

alcanzar tasas fotosintéticas muy altas a pesar de que la apertura de estomas sea limitada por la falta de agua (Holecheck *et al.* 2000a, Boyer *et al.* 1987). Las plantas C<sub>3</sub> (hierbas no gramíneas, en general y gramíneas tolerantes a la sombra), son características de estaciones frías y latitudes por encima de los 45 grados, no requieren de mayor energía lumínica para fijar el CO<sub>2</sub>, ya que cuentan con mecanismos para fijarlo rápidamente. Esta plasticidad, también define el tipo de resistencia al pastoreo. La planta puede evitar una severa defoliación a través de la disposición de sus hojas o a través de compuestos químicos, o bien, desarrollar mecanismos que faciliten el crecimiento posterior a la defoliación (Holecheck *et al.* 2000a, Nelson 2000). El funcionamiento de este mecanismo se debe a que en las zonas de división celular, alargamiento y maduración (meristemas) de las hojas, se ubican en la parte basal, dándole un crecimiento constante desde abajo y de esta manera podrán ser cortadas continuamente. Aquellas plantas no tolerantes a la defoliación severa, tienen los meristemas en la parte terminal y marginal, por lo que su crecimiento es longitudinal y lateral (Boyer *et al.* 1987). Existe también la plasticidad fisiológica y morfológica, éstas son las responsables de que las raíces puedan alterar su capacidad para retener recursos. La plasticidad fisiológica permite modificar la capacidad de consumo de nutrimentos mientras que la morfológica, puede hacer que las raíces exploren nuevas áreas en búsqueda de dichos nutrimentos (Nelson 2000).

Como parte del proceso de adaptación al ambiente y con el fin de obtener recursos, cada planta individual dentro de una población ya sea heterogénea u homogénea, tiene la habilidad de modificar su morfología en el proceso de crecimiento cuando es sometida al estrés o a ciertas prácticas de manejo. A éste proceso se le denomina plasticidad fenotípica y a diferencia de la genotípica, es reversible. Se manifiesta en cambios en el tamaño final de la hoja, su orientación, en el diámetro de la raíz o en el nivel de ahijamiento ante el estrés por sequía, alteración por fertilización con nitrógeno o cambios en la defoliación intensa o frecuente. Posterior al estrés, o a la alteración, el fenotipo básico puede ser parcial o completamente revitalizado (Nelson 2000). La plasticidad fenotípica es con la que el manejador de agostaderos se va a encontrar y puede influenciar en ella. Nelson *et al.* (1977), demostraron en una primera etapa de un estudio que, la capacidad de ahijamiento entre seis diferentes genotipos de festuca alta, estuvo negativamente correlacionada tanto a la velocidad de alargamiento de la hoja como al peso de los vástagos. Posteriormente, los vástagos, fueron transplantados a microparcelas y fertilizados con nitrógeno (0,90, 180 y 270 kg/ha). Encontraron que todas las especies sobrevivieron, pero se presentaron diferencias debido a la plasticidad fenotípica. A pesar de que no se utilizó específicamente el genotipo de interacción con nitrógeno, ni para la densidad de ahijamiento ni para el peso del vástago. Cada genotipo tuvo una respuesta en campo al N cercano a la correlación lineal, mientras que a baja densidad de siembra de vástagos, se influenció el peso por vástago. Esto sugiere que el mecanismo y la plasticidad fenotípica de la respuesta al N para estos dos caracteres, fueron similares en los seis tipos de genotipo.

### 2.3.- La Planta y el Agostadero Dentro del Ecosistema

El término ecosistema denota un sistema complejo de factores interrelacionados, tanto bióticos como abióticos, que solo pueden ser comprendidos viendo al sistema como un todo. Las interacciones que se presentan dentro del ecosistema, pueden formar redes alimenticias, y generar competencia de los individuos por los recursos. Tal es el caso de dos herbívoros que se alimentan de una misma planta: el uno influirá en el otro por el simple hecho de aumentar el alimento tomado; o bien, la competencia de las plantas por los recursos de luz, nutrimentos, agua y espacio. Las fuerzas tróficas y ecológicas impulsan el funcionamiento de la comunidad, cuya composición y estructura la constituyen en un mismo tiempo y espacio, diferentes poblaciones. Entendiéndose como población, el elemento básico del ecosistema formada por grupos de una misma especie (Equihua y Benítez 1990).

En los ecosistemas, existe una autorregulación dirigida a alcanzar una estructura orgánica tan grande y diversa como sea posible, dentro de los límites establecidos por la entrada de energía aprovechable y las condiciones físicas de existencia: suelo, agua, clima, entre otras variables ambientales (Equihua y Benítez 1990). Dicha autorregulación, es el “desarrollo de ecosistema” conocido como sucesión. En el sentido clásico, la sucesión se da cuando una comunidad de plantas es reemplazada por otra hasta llegar a un clímax o estabilidad (Holecheck *et al.* 2000a). El primer estadio de sucesión es la primaria y se refiere a los orígenes del ecosistema. Puede ser de cientos o miles de años. Puede ser natural o de origen antropógena (humano). El sustrato biológico es por inmigración porque no queda nada después de la perturbación. En la sucesión secundaria, existe una vegetación que va siendo reemplazada por otra. Ocurre posterior a algún disturbio como el fuego o el pastoreo. Es mucho más rápida que la primaria y suele ser previa al clímax. En primer lugar, después del disturbio (mecanismo que limita la biomasa total de la planta por reducción parcial o total, Cabido *et al.* 2002), se ocupa de pastos anuales, seguidos por algunos perennes y algunas hierbas. Después algunos arbustos. Pueden pasar hasta cincuenta años para alcanzar el clímax, donde eventualmente, se encontrarán árboles. En la sucesión secundaria, en general, la variedad de elementos aumenta. En el clímax, habrá menor riqueza pero mayor biomasa (Equihua y Benítez 1990, Challenger 1998, Holecheck *et al.* 2000a). El manejador de agostaderos, se va a encontrar en su día a día con la sucesión secundaria (Holecheck *et al.* 2000a); el pastoreo la acelerará a causa del disturbio y los efectos en praderas inducidas y artificiales, podrán apreciarse en un término entre tres y seis años dependiendo de la región (Murgueitio e Ibrahim 2001).

El agostadero, se va a desarrollar dentro del ecosistema al que pertenezca; va a ser el reflejo de su funcionamiento y de la respuesta de la vegetación a los factores ambientales y al efecto del ganado. En lo referente a los factores ambientales, la composición de especies y biomasa, estarán condicionadas por la luminosidad, temperatura y precipitación pluvial de la región (Langer *et al.* 1964). El número de tallos de algunos pastos y hierbas, aumenta o disminuye marcadamente de manera estacional conforme a la cantidad de luz, calor y agua presentes (Langer *et al.* 1964). Posterior a la floración, los tallos mueren al

disminuir luz y calor por lo que en la planta perenne, la subsistencia va a depender de sustituir los tallos muertos (Mosquera y González 2000). Además de los factores ambientales citados anteriormente, la sombra de los árboles en ecosistemas boscosos, suele provocar una disminución en la producción de forraje, por lo que generalmente es inversamente proporcional al dosel (Allen 1988).

El funcionamiento de un ecosistema, es complejo pero, en términos generales, en una comunidad estable, más allá de una relación de competencia, dos especies de plantas van a tener diferentes posiciones dentro de dicha comunidad. Por ejemplo, van a usar de diferente manera los recursos, pueden tener diferentes tiempos de actividad, de localización vertical, de patrones horizontales, así como distintos tipos de interacción con otras especies. Así, se van adaptando de manera “escalonada” al recurso, conforme van teniendo acceso a él. Un ejemplo son los diferentes gradientes de luz interceptada por el follaje en relación con la densidad del dosel, la altura y cobertura de las plantas. La competencia solo se puede observar, cuando se presenta un aumento en la biomasa o cobertura, o en la dispersión dentro del mismo gradiente utilizado por diversas especies. Por lo que la diversificación de especies, es una respuesta evolutiva de la comunidad para aprovechar los diferentes gradientes de recursos. A la vez, los consumidores primarios como los herbívoros que pastorean, pueden incrementar la diversidad de especies al prevenir la dominancia facilitando la permanencia de las especies menos dominantes (Whittaker 1972).

Se requieren varios años para estudiar el funcionamiento del ecosistema. Para fines prácticos, los gestores y estudiosos de recursos vegetales, han establecido la evaluación de diferentes atributos de la vegetación para indicar la tendencia de la misma. Los más usados y aceptados son la composición de especies y otros de tipo estructural, como, riqueza, frecuencia, cobertura, densidad y la biomasa (Greig-Smith 1964, Mueller-Dombois y Elleberg 1974, Equihua y Benítez 1990). Cabe mencionar que en herbáceas no gramíneas, a mayor densidad de especies, habrá una menor cobertura (Langer *et al.* 1964).

El término diversidad de especies, contiene por lo menos dos conceptos inherentes: riqueza de especies y equidad. El primero, se define como el número de especies prescritas a un área determinada. Constituye el concepto más antiguo y simple de la diversidad de especies. La equidad se define como la repartición de los individuos en las especies presentes. La equidad, no debe confundirse con semejanza entre comunidades. La semejanza se basa en el número de especies que tienen en común, dos comunidades diferentes (Huerta y Guerrero 2004). La diversidad se puede estudiar en diferentes niveles, el primero y el que interesa en el presente trabajo, es alfa, es decir, la diversidad de tipo local: número de especies en un área prescrita. Es de importancia señalar que la diversidad, es considerada como un indicador de la integridad del ecosistema, el cual determina la cantidad y calidad de los recursos naturales que soportan el bienestar del ser humano (Holecheck *et al.* 2000a). A mayor diversidad, mayores oportunidades de reponerse al disturbio (Cabido *et al.* 2002). Para el agostadero, el aumento en diversidad, se relaciona con una mayor capacidad forrajera (Allen 1988), lo que se reflejará en mejores condiciones de desarrollo para el ganado (Provenza 2003).

## 2.4.- Fundamentos sobre los Sistemas de Pastoreo

Al margen del tipo de ecosistema en que se encuentre el agostadero, no existe una fórmula única preestablecida que indique la duración de pastoreo, el tiempo de retorno del hato, ni la cantidad de animales que deben pastorear un área. Lo que determinará la capacidad inherente de la vegetación para recuperarse al pastoreo, serán las características de tipo ambiental tales como humedad, época del año, nutrimentos del suelo; la estructura y fisonomía de la vegetación como densidad, cobertura y diversidad y las individuales como la plasticidad fenotípica y genotípica de las especies vegetales. Dichas características le darán al gestor la pauta para establecer densidad, intensidad y frecuencia de pastoreo, ya que las plantas, se verán afectadas tanto por estos factores como por la selectividad del animal, las cuales deberán regularse con el manejo del agostadero (Holechek *et al.* 2000a, Provenza 2003).

La intensidad de pastoreo es definida como el grado de defoliación al que son sometidas las plantas al ser consumidas por el animal; la cantidad de hojas y puntos de crecimiento remanente después del pastoreo son algunos factores que indican el grado de defoliación (Pearson y Penning 1988). A mayor intensidad de pastoreo, más tiempo tardará el pastizal en alcanzar un máximo de producción neta, aumentando la producción de hojas, lo que mejora su calidad (Bell y Ritchie 1989). Se considera a la intensidad de pastoreo, como el factor más importante, ya que la superficie de hoja remanente, representa su capacidad fotosintética y de recuperación (Pearson y Penning 1988, Holechek *et al.* 2000a). La densidad de pastoreo, se entiende como el número de unidades animales que ocupan el agostadero. La frecuencia, es el tiempo que tarda el hato en regresar al mismo lugar a pastorear. Mientras que la selectividad es la preferencia que tiene el animal por las plantas con mayor apetencia (Holechek *et al.* 2000a). Como una respuesta para sobrevivir, el herbívoro, debe aprender a reconocer sus requerimientos alimenticios e identificar las especies vegetales que pueden satisfacerlos. De la misma manera, debe aprender a evitar aquellas tóxicas y las generadoras de malestar (Provenza 1995 y 2003).

Desde el punto de vista pecuario, la selectividad ha sido ampliamente estudiada a través de la etología y la nutrición animal, en una búsqueda para optimizar la producción ganadera. La selectividad, forma parte de las respuestas de apacentamiento del ganado, son resultado de la adaptación al ambiente y de la imposición del hombre. Dichas respuestas, se ven influenciadas, en términos generales, por el tamaño del rumen (tiempo de retención), por la apetencia de la planta, el estado metabólico del animal y por el aprendizaje social (Milne 1991, Provenza 1995, 2003). Las diferentes especies de ganado doméstico (bovinos, caprinos, ovinos), han adoptado distintas formas de consumo. El ganado vacuno suele consumir pastos, aunque en ciertas condiciones también puede ramonear. Las ovejas, consumen hierbas, mientras que las cabras pueden, consumir hierbas y arbustos (ramonear) según la estación (Pfister y Malechek 1986, Milne 1991, Provenza 1995, Provenza 2003).

Como se mencionó anteriormente, la selectividad del animal hacia las plantas, es uno de los factores que afecta a la vegetación. En la dinámica de un agostadero, las plantas reconocidas como decrecientes, son aquellas plantas consumidas en, primera instancia, hasta eliminar su disponibilidad en el agostadero. De esta manera, los sistemas especializados de pastoreo, van a buscar disminuir el efecto de selectividad sobre las plantas más apetecibles para evitar el efecto decreciente.

En general, la determinación de las especies apetecibles para el ganado en agostaderos fuera de pastizales, además de la mayoría de las gramíneas, se muestra difícil por su gran variación entre años, sitios de pastoreo, la condición ecológica del sitio y la forma de manejo del pastoreo (Quiñones *et al.* 2006). No obstante, existen estudios donde se ha demostrado que las cabras en agostadero pueden consumir diferentes especies de *Quercus*, *Acacia*, de *Opuntia*, incluyendo tallos y tunas, de *Mimosa*, engordacabra (*Dalea tuberculata*), candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), aceitilla (*Bidens* sp), gordolobo (*Gnaphalium* sp.), *Euphorbia prostrata* y hierbas como *Bouvardia ternifolia* (Avila *et al.* 1990, Quiñones *et al.* 2006, Arias *et al.* 2006). Mientras que los borregos pueden consumir *Desmodium* spp., *Bidens pilosa*, *Mimosa scabrella*, *Commelina coelestis*, hoja redonda (*Dichontra* sp), Chinahualitillo (*Gnaphalium americanum*), conejo (*Digitaria ciliaris*) y zacate (*Panicum texacum*) y no consumir *Setaria geniculata* y *Oxalis corniculata*, entre otros (López *et al.* 2006, Ruiz 2006).

En estudios previos, se ha observado que el ganado bovino en bosque tropical caducifolio, puede consumir además de las gramíneas, *Desmodium*, *Mimosa*, *Zornia*, *Dalea*, *Aeschynomene*, *Centrosema* y *Alysicarpus*. Y de las especies arbóreas, cocuite (*G. sepium*), guaje (*Leucaena leucocephala*) espino blanco (*Acacia farnesiana*) y guácimo (*Guazuma. ulmifolia*). En el bosque tropical, el ganado vacuno, también puede ramonear diversas especies arbóreas (*Leucaena* sp, *Alzibia* sp, entre otros) y arbustivas (*Crotalaria* sp, *Cajanus cajan*, entre otros) (Ruiz 2006).

La composición botánica y el predominio de las plantas apetecibles, aunado al porcentaje de suelo desnudo, de mantillo, materia orgánica y al color y textura del suelo, determinarán la condición en que se encuentra el agostadero y, por lo tanto, la capacidad de carga del mismo (Holechek *et al.* 2000a). La condición del agostadero, está en relación al nivel de salud que mantiene. En términos generales, los agostaderos pueden clasificarse en cuanto al nivel de calidad. De acuerdo a Holechek *et al.* (2000a), las categorías establecidas pueden ser excelente, buena, regular, pobre o deteriorada. Están en función de las especies que se encuentran presentes y se clasifican por su respuesta al pastoreo de la siguiente manera:

- I. Decrecientes: muy apetentes para el ganado, disminuye su abundancia con el pastoreo.



- II. Crecientes (tipo I): apetencia intermedia, es una fuente secundaria de forraje e incrementa con el pastoreo.
- III. Crecientes (tipo II): no son apetentes. Son naturales de la vegetación e incrementan con el pastoreo.
- IV. Invasoras: no pertenecen a la vegetación del lugar, no son apetentes e incrementan en los niveles altos de deterioro.

Por su parte, a la capacidad de carga del agostadero, se le considera como el número de animales que puede soportar el agostadero en un área y tiempo determinados, en ciertas condiciones climáticas y de manera productiva, eficiente y pueda a su vez hacer perdurar el recurso. Está determinada por las características ambientales, composición de especies, la condición del forraje y disponibilidad de materia seca, así como por la estación. Siendo la carga animal, el número de animales utilizados en un tiempo y área determinados (Pizzio 2006).

De esta manera, el gestor de agostaderos, debe considerar los factores citados para definir la carga animal adecuada y considerar los estadios fenológicos en que la planta no debe ser pastoreada. Tal es el caso del periodo de latencia y de floración. En el periodo de latencia, no hay actividad fotosintética que permita el crecimiento posterior a la defoliación y, sin embargo, la energía disponible, la utiliza para formar las yemas. En la floración, los productos de la fotosíntesis serán utilizados para éste periodo y si es defoliada, tendrá pocas oportunidades para reponer el follaje (Pearson *et al.* 1988, Holechek *et al.* 2000a, Mosquera *et al.* s/f). Por lo anterior, al pasto anual, cuando es consumido por los animales se le debe dejar entre el 50 y 70 % del total de hojas producidas como reservas energéticas. De esta manera, podrá llevar a cabo sus procesos metabólicos. Si se consume más del 50 % del follaje, se pondrá en riesgo la supervivencia de la planta (Holechek *et al.* 2000a). De esta manera, el “tiempo de ocupación” de un agostadero deberá ser lo suficientemente breve para que una hierba cortada el primer día por el diente del animal, en el primer día de ocupación, no sea cortada de nuevo en el mismo periodo de ocupación (Voisin 1963). En los periodos donde la defoliación en gramíneas, estimula el crecimiento de la hoja (llamada de crecimiento), debe considerarse que ésta debe ser bajo condiciones favorables de temperatura y humedad. Los años secos son críticos para las plantas al bajar la disponibilidad de agua y por lo tanto, el potencial de la actividad fotosintética en los estados medios y tardíos de crecimiento (Voisin 1963, Holechek *et al.* 2000a). En lo referente al animal, es necesario dirigir a los animales para que cosechen la mayor cantidad de pastura de la mejor calidad posible. Un pasto de mayor altura (15 cm en pastos permanentes y 12 cm en estacionales), permite al animal cosechar las máximas cantidades. Cuando menos trabajo de pastoreo a fondo se imponga, mayor cantidad de pasto podrá cosechar (Voisin 1963).

## 2.5.- Efectos del Pastoreo de Alta Densidad en la Vegetación

Debido a que la ganadería se ha desarrollado de manera general, en pastizales semiáridos, la teoría y los estudios sobre la dinámica del agostadero, parten en un principio de dichos ecosistemas. Es así como Savory (1999) desarrolla el método de pastoreo de alta densidad a partir de su experiencia en 1960, en los pastizales de Zimbabue, África. Lo desarrolla con el argumento de que dicho sistema aumentaría la ganancia de peso por unidad de superficie, mejoraría la infiltración y los ciclos minerales. De la misma manera, el resultado del pastoreo, reduciría el porcentaje de plantas no pastoreadas, promovería el uso uniforme del agostadero, incrementaría el periodo de crecimiento del forraje para que el ganado tuviera mayor disponibilidad del mismo y aceleraría la sucesión (aumentar la riqueza de especies). El mencionado sistema se introdujo a Estados Unidos de Norteamérica en 1969 y fue ampliamente impulsado por el gobierno de aquel país a partir de 1970. Si bien, Savory considera a diversos ecosistemas, las principales experiencias han sido en pastizales del trópico subhúmedo o ecosistemas semiáridos de África y del sur de Estados Unidos; o bien, en ecosistemas que por siglos, han sido pastoreados por herbívoros domésticos. Al respecto, Challenger (1998), señala que los pastizales semiáridos han evolucionado con manadas de grandes herbívoros cuyos procesos de sucesión están basados en frecuentes perturbaciones; a diferencia de estos ecosistemas, los bosques templados no han evolucionado con manadas de grandes herbívoros por lo que los coeficientes de agostadero recomendados llevarán inevitablemente, a cierta simplificación de los bosques templados donde crecen especies del apetentes al ganado y otras muy susceptibles al pisoteo ocasionando que se reemplacen las preferidas del ganado por vegetación espinosa o tóxica, reduciendo la diversidad (Challenger 1998). Mientras que Aguirre *et al.* (1995); advierten sobre las preferencias del ganado ovino y vacuno sobre gramíneas y leguminosas las cuales requieren ser perennes, productivas, resistentes a la defoliación severa y frecuente, de hábito postrado, con estolones, rizomas u órganos subterráneos de reserva que les permitan resistir los efectos del pastoreo continuo de herbívoros domésticos, fuego y sequías, e igualmente proporcione protección y estabilidad al suelo. A diferencia de Abaye *et al.* (1997), Challenger (1998), Provenza (2003), y Brockway y Lewis (2003), consideran que el uso adecuado del pastoreo de herbívoros en bosques es benéfico para la flora porque realza la complejidad estructural, facilita el establecimiento de plantas a través del disturbio de la vegetación y reduce la competencia entre las plantas. Sustituye el efecto del fuego, fomenta el rebrote y el mantenimiento de la cobertura. Puede ayudar a aumentar la materia orgánica y el nivel de acidez, mejorando así el medio para el crecimiento de raíces y organismos del suelo.

Sin embargo, el pastoreo de alta densidad, en pastizales semiáridos del sur de Norteamérica, ha generado una gran controversia por los estudiosos del área. En la década de los ochenta y noventa, se realizaron numerosos experimentos en pastizales áridos y semiáridos norteamericanos, con el fin de corroborar dicha hipótesis. Los resultados encontrados, después de aplicar el sistema en los pastizales por 2, 5, 8 y hasta por 13 años, mostraron en algunos casos que el efecto de la acción en el suelo al pisar con hatos con alta densidad, puede llegar a ocasionar compactación del suelo, reducción de la biomasa de los hongos y de la materia orgánica, reducción de nitrógeno y aumento de fósforo en suelo en

comparación con las áreas no pastoreadas (Holechek *et al.* 2000b). En cuanto a las dinámicas de crecimiento del pasto, Heitschmidt *et al.* (1987a) y Heitschmidt *et al.* (1987b), no encontraron diferencias significativas entre el pastoreo de alta densidad y el continuo, en un experimento realizado al centro de Texas. Tampoco se han encontrado evidencias de que el pastoreo de alta densidad, promueva una mayor diversidad que el continuo. Así como también, se han encontrado los mismos patrones de utilización del forraje tanto en pastoreo de alta densidad como continuo (Holechek *et al.* 2000b). Holechek *et al.* (2000b), sugiere que las mejoras en la producción de forraje que efectivamente se dieron entre la década de 1980 y 1990, se debieron posiblemente, a un aumento en la precipitación pluvial.

En cuanto a los pastizales en ecosistemas semiáridos Holechek *et al.* (2000b), ha realizado amplios estudios con el fin de buscar las condiciones óptimas de pastoreo para la vegetación y para el ganado. El autor refiere en términos de porcentaje de utilización del forraje y al contrario de la hipótesis de Savory, menciona que un uso de moderado (43%) o conservador (35%) del pastizal, es recomendable para mantener ganancias de peso rentables y una condición de agostadero que tienda a mejorar.

Dentro de la discusión sobre el efecto de la densidad animal en la vegetación, Pizzio (s/f), sostiene que la composición botánica de las praderas naturales o inducidas en clima templado, es más sensible al deterioro ante la carga o densidad animal, que la cobertura. Al respecto, Holechek *et al.* (2000b), insiste en que es el porcentaje de utilización del pastizal en climas áridos y semiáridos, el factor que afectará más a la producción de forraje que a la citada composición de especies. Hume *et al.* (1987) y Mosquera *et al.* (s/f.), coinciden con que las cargas animales bajas en pastoreo continuo en praderas naturales e inducidas de clima templado, disminuye, de manera general, la composición botánica. También señalan que la densidad del pasto a través de la época estacional, depende de la composición botánica del agostadero, de las especies animales utilizadas y de la carga animal. La especie animal es determinante para la establecer la densidad animal a utilizar, ya que en las praderas de clima templado, que son pastoreadas por ganado ovino, pueden ser hasta diez veces más densas que las utilizadas por el ganado bovino (Chapman *et al.* 1983).

De manera general, debe considerarse que la mayoría de los pastos en clima templado, presentan una distribución estacional típica. Se observa un aumento a principios de primavera antes del pastoreo, siguiendo un período de disminución. Posteriormente hay un segundo período de aumento en verano, seguido de una disminución en otoño. En un estudio sobre la interpretación de los cambios del número de tallos bajo pastoreo con ganado vacuno en pastoreo rotacional en clima templado, se observó que aunque se maneje una carga animal baja, se reducirá inevitablemente el número de tallos al principio y al final de la estación de crecimiento, pero durante ésta última estación, esta relación se invierte. Tallwin, (citado por Mosquera *et al.* s/f.).

En México, el pastoreo de alta densidad, ha sido difundido ampliamente en el trópico. Al respecto, Avendaño (1996), menciona que el pastoreo de alta densidad en el trópico, debe manejar especies vegetales con gran cantidad de hojas, en el menor tiempo posible. Al tener mayor cantidad de hojas, mayores son las cargas animal instantáneas o de altas densidades de carga, que se puedan alcanzar. Las más altas producciones de hoja, se consiguen siempre que la pastura tenga altas tasas de ahijamiento, mismas que se logran con un rompimiento continuo de la dominancia apical. Este mayor ahijamiento, nos da un incremento en el número de hojas fotosintéticamente activas. Al alcanzar la pastura una alta tasa de crecimiento también el período de descanso o recuperación se disminuye, dando por consiguiente una mayor carga animal real; cumpliéndose uno de los objetivos para lograr grandes producciones por unidad de superficie. Se han mencionado diferentes tiempos de descanso o recuperación del agostadero en el trópico con pastoreo intensivo. Para Avendaño (1996), la duración del descanso en praderas inducidas en trópico, no debe ser menor de cuatro días. Tanto Voisin (1963), Savory (1999) y Holechek *et al.* (2000a), señalan la necesidad de determinar los tiempos de descanso conforme las características de la vegetación del agostadero, debido a su relación con la producción de forraje. De esta manera, mientras más tiempo descansa el agostadero, mayor será la producción anual (Bell *et al.* 1989), así como si la altura del rebrote sería de mayor tamaño (Arias *et al.* 1990).

Si bien, el pastoreo de alta densidad, ha generado fuertes detractores que han puesto en duda su eficacia, el pastoreo en ecosistemas boscosos en particular, ha causado especial polémica. Zaragoza (2000) y Pollock *et al.* (2005), opinan que tanto la densidad como la duración del pastoreo deben ir en función de la regeneración y el tiempo de crecimiento de la planta, siendo además, que la vegetación dentro de las áreas forestales tiene tiempos de recuperación diferentes a los tiempos de las gramíneas forrajeras nativas o de las praderas (Rodríguez 1987). Se ha demostrado que la corta duración del pastoreo incrementa hierbas deseables en los bosques de pino y aumenta la producción de forraje (Holechek *et al.* 2000a). En tanto que el pastoreo moderado, permite la permanencia de las especies deseables (Holechek *et al.* 2000a) también en bosques.

## 2.6.- Antecedentes del Sitio de Estudio

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvo-Pastoril (CEIEPASP), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza a un kilómetro al noroeste del poblado de Chapa de Mota, en el kilómetro 68.5 de la carretera Atizapán-Jilotepec. Se ubica en la carta topográfica Tepeji del Río, entre los 19° 49' 15'' y 19° 50' 38'' Norte y los 99° 30' 48'' y 99° 31' 58'' Oeste, (INEGI 1998, COTECOCA 1998, CEIEPASP 2001). Debe señalarse que el predio se encuentra en una zona de transición, es decir, entre zonas establecidas por diferentes divisiones florísticas del país, que cuando son vecinas, comparten semejanza de clima, vegetación, provincias bióticas, entre otras características ambientales, cuyos límites no son precisos. El sitio de trabajo se encuentra francamente dentro de la Provincia Mesoamericana de Montaña, caracterizada por clima templado y húmedo o semihúmedo con bosques de *Quercus*, *Pinus*, *Alnus*, *Abies* y *Liquidambar*, entre los más característicos y

sotobosque dominado por los géneros *Salvia*, *Eupatorium*, *Senecio*, *Stevia*, *Muhlenbergia*, con una importante diversificación. Tiene varias provincias vecinas que incluyen desde un predominio de los bosques de *Quercus* y *Pinus* hasta aquellas con matorrales xerófilos (Rzedowski 1978).

El predio de CEIPASP, cuenta con una superficie total de 248 ha, de las cuales 138 ha son arboladas (Programa de Manejo Forestal 1997). Los bosques del predio se localizan dentro de la Faja Volcánica Transmexicana, cuya altura oscila entre los 2,800 y 2,900 m snm, con pendientes de 10 a 45 %, sin elevaciones importantes (Programa de Manejo Forestal 1997). El suelo dominante corresponde al Cambisol, con una profundidad media de 25 a 50 cm, color de oscuro a negro, rico en materia orgánica y una gruesa capa de hojarasca, que impide a la semilla, tener contacto con el suelo. La textura es franco arcillo limosa, estructura blocosa angular, con drenaje externo moderado y pH ligeramente ácido (4.7 a 6.1) (Programa de Manejo Forestal 1997, COTECOCA 1998, CEIEPASP 2001). El clima de la región es templado subhúmedo C (w2) (w) esto es, húmedo con lluvias en verano. El régimen pluvial medio anual oscila entre 600 y 800 mm. La mayor precipitación se registra en junio, con valores que oscilan entre 120 y 130 mm, y la mínima en febrero, con un valor menor de 5 mm. La temperatura media anual varía de 12 y 16 °C. La temperatura más cálida se presenta en mayo, entre los 18 y 19 °C y la más baja en enero y diciembre, con un valor entre 11 y 19 °C (INEGI 1998, SEMARNAP 1998).

El CEIEPASP está conformado por un 89.9% de agostaderos. Los agostaderos tienen una contribución del 62% a la producción forrajera y las zonas agrícolas del predio, del 38%. Desde sus inicios, el Centro ha venido practicando el pastoreo de alta densidad con una manada mixta conformada por un número variable de animales de diferente edad y sexo. Entonces, se contaban con 64.33 Unidades Animal Estándar (UAE), representadas por 263 ovinos, 111 porcinos, 15 caprinos, 4 equinos y 2 bovinos. El Coeficiente de Agostadero (CA) COTECOCA (1998), fue de 78 a 155 UAE por hectárea y día, con un Factor de Uso (FU) entre el 75 al 95 %. En épocas con mayor humedad y precipitación, se ha logrado mantener una carga animal aproximada de 120 UAE al año (CEIEPASP 2001). Actualmente, se tiene registro del peso vivo utilizado en el agostadero y parcelas de CEIEPASP de 1998 a 2005 (Cuadro 1), utilizando un peso vivo promedio de 16, 184.25 kg al año.

Cuadro 1.- Peso vivo por especie, del año 1998 al 2005, utilizado para pastorear el bosque y las parcelas de CEIEPASP, Chapa de Mota.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Especie (kg)</b>								
Bovinos	4,330	3,863	2,997	10,621	12,307	11,417	11,037	5,959
Caprinos	1,004	984	891	1,862	1,796	2,118	1,923	6,694
Ovinos	5,282	2,828	3,539	3,708	4,633	991	991	1,102
Porcinos	3,810	2,720	4,640	3,329	0	435	471	1,319
Equinos	1,720	1,005	417	1,586	1,361	1,224	1,330	1,230
<b>Total</b>	<b>16,146</b>	<b>11,400</b>	<b>12,484</b>	<b>21,106</b>	<b>20,097</b>	<b>16,185</b>	<b>15,752</b>	<b>16,304</b>

Fuente: CEIEPASP (2006)

A partir de 1998 a la fecha en que se realizó la presente investigación, se le da a la vegetación un período de descanso entre 4 y 6 meses, pacen, en promedio, ocho horas diarias, iniciando en la mañana, para lo cual, la manada es trasladada desde las instalaciones del Centro a los potreros, recorriendo diariamente de 5 a 7 kilómetros. Se utilizan parcelas con cercos eléctricos en un área de 30 m x 30 m, con un tiempo de pacer, de 40 minutos. A medida que va avanzando el consumo de la vegetación en cada parcela, se vierte melaza con una “tirolera” sobre las plantas de menor consumo. Con el uso de la tirolera, se pretende evitar que aquellas especies menos apetecibles para el ganado, al no ser consumidas, aumenten su presencia y desplacen a aquellas plantas consumidas. El periodo de descanso que se le da a la vegetación, está en función de la precipitación pluvial, de esta manera, en los meses con mayor precipitación pluvial (abril-noviembre), los animales suelen pacer en el bosque. Mientras que en los meses de mayor sequía (diciembre-marzo), se acostumbra llevarlos a pacer los esquilmos de las cosechas o el rebrote de las mismas en las parcelas agrícolas del rancho. La manada pasa la noche en los corrales; a las 9:00 horas del día siguiente, es llevado al agostadero o a la parcela, dependiendo de la época del año en que se encuentren y son regresados a los corrales alrededor de las 17:00 o 18:00 horas, según lo permitan las condiciones de luz. En la temporada de menor humedad y precipitación se les ofrece, en los corrales, un complemento alimenticio localmente denominado torta ganadera. La torta ganadera está elaborada con 40% de avena forrajera molida, 40% melaza, 16% concentrado comercial, 2% sales minerales ricas en fósforo y 2% de sal común. Se tiene el registro del año 2007, de haber comprado en bodega: 15 ton de melaza, 37.4 ton de avena en heno y paja; 4.5 ton de pacas de rastrojo de maíz y 50.29 ton de alimento balanceado. Lo anterior representa un total de 92.19 ton de alimento que consumen de manera complementaria, además del pastoreo en parcelas agrícolas (Espinosa 2005).

El manejo forestal que ha tenido el centro a partir de 1998, ha sido con base en el Programa de Manejo Forestal (1997). Se establecieron 6 rodales de diferentes tamaños que entre todos suman una superficie de 131.5 ha, donde se estimó una intensidad de corta del

30 % de encino por rodal, con un periodo de aprovechamiento de 10 años (Programa de Manejo Forestal 1997). Se destinaron áreas de repoblación artificial con pino las cuales, no han sido pastoreadas desde su implante, existiendo así, un área con cuatro años de exclusión al pastoreo y otra de ocho años.

Las especies vegetales registradas en estudios previos en el estrato arbóreo son: (*Quercus rugosa*, *Q. frutens*, *Q. resinosa*, *Q. laurina*, *Q. oblongiflora* y *Q. crassifolia*), el cual es dominante y considerado invasor (Programa de Manejo 1997), tejocotes (*Crateagus mexicana*), cedro blanco (*Cupressus lindheyii*), capulín (*Prunus capuli*) y madroño (*Arbutus xalapensis*). En el estrato arbustivo se menciona: hierba de la paloma (*Stevia salicifolia*), hierba mora (*Monnina schlechtendaliana*), perilla (*Fucsia thymifolia*), cardo (*Cirsium* sp), escoba (*Baccharis conferta*), membrillo cimarrón (*Amelanchier denticulata*), *Eupatorium glabratum* y zarzamora (*Rubus schiedeanus*). En el estrato herbáceo: *Asclepia curassavica*, zacatonos (*Muhlenbergia macroura*, *M. nigra*, *M. rigens*, *M. implicata*, *M peruviana*), triguillo del pinar (*Piptochaetium virescens*), triguillo (*P. fimbriatum*), *Boteluo* *hirsuta*, *B. repens*, *Brachypodium mexicanum*, *Bromus anomalus*, *B. inermis*, *Briza minor*, *Panicum bulbosum*, *Aegopogon cenchroides*, *Hilaria cenchroides*, *Lycurus phleoides*, *Bulbostylis juncoides*, *Piquería trinervia*, *Sporobulus atrovirens*, *Setariai parviflora*, *Paspalum puviflorum*, *Digitaria ternata*, *Tagetes lunulata*, *Zaluzania augusta*, *Ranunculus hookeri* y *Geranium bellum* (Programa de Manejo 1997, COTECOCA 1998, Bolaños y Aguirre 2005, CEIEPASP 2001, Pineda 2007). Dentro del área no existen especies endémicas, raras, amenazadas, ni en peligro de extinción. El estado sucesional, es subclimax (Programa de Manejo 1997). De las especies citadas y como se indicó en la sección 2.1.- Bosque de Pino-Encino, aquellas indicadoras de perturbación y sucesión de bosque a matorral son: *Baccharis* spp., *Crateagus* spp. y *Arbutus* spp (Rzedowski 1964, Rzedowski, 1978, Challenger 1998). Es importante señalar que el pasto *Brachypodium mexicanum*, se caracteriza por ser perenne y cespitoso, mientras que algunas hierbas, son anuales.

Las especies preferidas por la manada, debe señalarse que, aunque el sistema de alta densidad de pastoreo, limite el tiempo dedicado a la selección de especies, se han referido preferencias del ganado por ciertas plantas durante la época de lluvia (mayo-noviembre). Pineda (2007), encontró en un estudio etológico en el rancho de CEIEPASP que, las preferencias observadas en ovinos fueron: *Eupatorium glabratum* con el 17.96 %, *Brachypodium mexicanum* con el 17.66 % y *Piptochaetium fimbriatum* con el 17.07 % del total consumido. Mientras los caprinos mostraron el 21.23 % de preferencia por *Crateagus pubescens*, 19.55% de *Eupatorium glabratum* y el 13.69% por *Brachypodium mexicanum*, del total consumido. Es importante considerar que alrededor del 25 % de la dieta, no fue identificada y aproximadamente el otro 15 % se conformó de porcentajes en su mayoría, menores al 5 % de especies no representativas.

El Cuadro 2, advierte que el contenido nutrimental de las especies más consumidas tienden a ser altos:

Cuadro 2.- Análisis químico proximal (BS) de las especies más representativas en el CEIPASP en el 2004.

<b>Especie Vegetal</b>	<b>Fc (%)</b>	<b>Pc (%)</b>	<b>Ee (%)</b>	<b>Cen (%)</b>	<b>ELN</b>	<b>CO (%)</b>	<b>CC (%)</b>
<i>Symphoricarpos</i>							
<i>microphyllus</i>	17.67	12.34	9.25	7.46	53.28	16.17	12.01
<i>Creteagus pubescens</i>	29.92	7.74	10.43	8.19	43.72	10.78	21.23
<i>Quercus oblongiflora</i>	32.3	9.32	7.22	<b>4.48</b>	46.68	3.29	7.54
<i>Arbutus. xalapensis</i>	27.93	6.64	9.57	5.02	50.84	0.3	2.79
<i>Prunus. serotina</i>	15.58	11.7	7.54	11.08	<b>54.1</b>	0.3	3.07
<i>Quercus rugosa</i>	<b>36.84</b>	7.77	5.84	6.14	43.41	0.6	0.56
<i>Eupatorium. glabratum</i>	12.4	11.8	14.83	10.89	50.08	17.96	19.55
<i>Brachypodium mexicanum</i>	28.59	7.56	8.01	14.36	41.48	17.66	13.69
<i>Bromus inermis</i>	26.91	8.67	6.4	14.00	44.02	6.59	5.31
<i>Piptochaetum fimbriatum</i>	29.91	7.01	6.7	<b>15.01</b>	<b>41.37</b>	17.07	3.63
<i>Muhlenbergia rigens</i>	29.41	<b>5.11</b>	<b>5.5</b>	14.91	45.07	1.8	0.56
<i>Eupatorium. petiolare</i>	<b>11.9</b>	<b>14.33</b>	<b>15.55</b>	12.83	45.39	4.9	6.98
<i>Otros</i>						3.29	3.07

Fc = fibra cruda, Pc = proteína cruda, Ee = extracto etéreo, Ce = cenizas y ELN = elementos libres de nitrógeno

CO (%) = porcentaje consumido por ovinos y CC (%) = porcentaje consumido por caprinos

Negrita = valores más bajos por columna

Negrita y subrayado = valores de especies más consumidas

BS = base seca

Adaptación tomada de Pineda (2007)



### 3.- Material y Métodos

#### 3.1.- Sitio de Muestreo

Las parcelas de muestreo, se ubicaron hacia el noreste del predio de CEIEPASP, dentro del sitio Bfe 303 (bosque latifoliado esclerofilo caducifolio en cerriles del Norte del Estado de México, con: *Quercus rugosa* y *Q. crassifolia*. (Anexo 1). Dicho sitio equivale al 85 % del predio, con una superficie de 171.8 ha. Se localiza de 2,640 a 2,950 metros sobre el nivel del mar, en cerriles con pendientes de 17 a 80%, por lo que pertenece a las clases de fuerte, muy fuerte y escarpado, el relieve es excesivo, presenta una pedregosidad de 1 a 3 %, una rocosidad menor de 1% y una erosión hídrica de incipiente a moderada (COTECOCA 1998). El suelo dominante es el Cambisol con una profundidad media 25 a 50 cm a profunda más de 50 cm, color en húmedo, castaño amarillento, texturas franco-arcillosa y franco-arcillo-limosa, estructura blocosa subangular (COTECOCA 1998).

La vegetación “nativa” aún se conserva en 141 ha. El 38.3% de la superficie del sitio presenta una condición buena y el 61.7%, una condición regular. El resto de la superficie, 20.5 ha, se encuentra ocupada por pastizales inducidos. El sitio Bfe 303, tiene una capacidad de carga de 15.33 unidades animales al año (COTECOCA 1998).

#### 3.2.- Parcelas de Muestreo

Se estudiaron cuatro parcelas, establecidas conforme al tiempo de exclusión al pastoreo. Cada una tenía forma de polígono irregular y se localizaron sobre la misma ladera con exposición noroeste. Con el apoyo del personal de CEIEPASP, se llevó a cabo la localización geográfica de cada uno de los polígonos mediante un sistema de coordenadas UTM (Universal Transmercator) DATUM WGS 1984, en donde se pudo observar la semejanza de las ubicaciones (Anexo 1a). El área de las parcelas, se muestra en el Cuadro 3 y el esquema de cada tratamiento, en el Anexo 2. La suma de la superficie estudiada fue de 6,629 m<sup>2</sup>, lo que representó el 0.25 % de superficie del predio. La primera parcela, con un año de exclusión al pastoreo, se denominó “1ep”. Al comenzar la investigación tenía un año de exclusión de pastoreo. Se ubicó en la parte más baja de la ladera. El sistema de pastoreo de alta densidad utilizado en CEIEPASP, comenzó a utilizarse a partir de 1998. Como se mencionó anteriormente, parte del sistema, los animales apacentaban aproximadamente 40 minutos un área de 30 x 30 m. Cuando el pastor observaba la disminución de biomasa en dicha superficie, rotaba a los animales. El regreso ocurría hasta cuatro o seis meses después, dependiendo la estación. De esta manera, en la parcela 1ep, se mantuvo dicho régimen durante siete años previos al presente trabajo. La segunda parcela, se denominó “4ep”. Al comenzar el muestreo, tenía cuatro años de exclusión, de régimen de pastoreo de alta densidad. Se localizó en la parte media de la ladera. La tercera parcela, con ocho años sin ser pastoreada, fue el tratamiento “8ep”, lo que significó que solo se pastoreó una vez pero ya no se regresó al lugar. Por último, la cuarta parcela, se ubicó fuera

del predio, en la parte más alta de la ladera y con la misma orientación hacia el noroeste. No tenía antecedentes de algún régimen de pastoreo desde hace más de ocho años, referido como la parcela “sp”. En el tratamiento sp, no hay animales a excepción de aquellos que, por accidente se han llegado a escapar al lugar; sin embargo, sí existen leñadores que suelen cortar leña de manera no planeada.

Cuadro 3.- Áreas de las parcelas estudiadas

Parcela	Área (m <sup>2</sup> )
sp	1,923.0
1ep	1,703.0
4ep	1,715.6
8ep	1,287.6
Total	6,629

### 3.3.- Muestreo de la Vegetación

El primer acercamiento que se tuvo con la vegetación del lugar, fue a través de una colecta de plantas, lo que permitió la familiarización con las especies, su identificación y la conformación de un listado de especies. Para tal fin, se establecieron de manera sistemática de tres a seis líneas azimut 315 a lo largo de cada parcela (Anexo 2). Se fueron colectando todas las especies nuevas encontradas, se colocaron dentro de una hoja de papel periódico, se transportaron en una prensa para su posterior identificación y cotejo en los herbarios de la Facultad de Ciencias de la UNAM, de la UAM-Xochimilco y del Colegio de Postgraduados. Este procedimiento se realizó en todos los tratamientos. Cuando ya no se encontraron especies nuevas, se suspendió la colecta.

Debido a que el terreno es irregular y con el fin de abarcar la mayor cantidad de individuos por punto de muestreo, se seleccionó el método de puntos centrados en cuadrantes, para obtener en campo los datos de la vegetación que derivaron en las estimaciones de los atributos de interés (Mueller-Dombois et al. 1974). En dicho método, se considera a una estación de muestreo, como una unidad conformada a partir de un punto centrado que une la intersección de dos líneas perpendiculares entre sí. De esta manera, se forman con una cruceta, cuatro cuadrantes. Se le asigna una numeración a cada uno (I, II, III y IV) en sentido de las manecillas del reloj. De esta forma, al iniciar el muestreo en cada estación, se comenzó con en el cuadrante número I. Dentro del estrato herbáceo, se consideraron los grupos herbáceo (no-gramíneo) y gramíneo. También se consideró al estrato arbustivo. Primero se registraron los datos de las herbáceas, para evitar pisar accidentalmente los ejemplares menos resistentes, continuando con las gramíneas y después con arbustivas. El ejemplar candidato a registro, era aquel más cercano al punto centrado (Anexo 2a). Éste, es un método sin área, por lo tanto, se tomaron en cuenta las distancias existentes entre el

punto centrado en los cuadrantes (es decir, cada estación de muestreo) y el individuo más cercano a dicho punto, para la posterior estimación del área.

Se elaboró un formulario de campo (Anexo 7) en donde se registró: 1) fecha, 2) el número de línea muestreada, 3) el número de estación de muestreo, 4) el número de cuadrante, 5) la especie a la que pertenece el individuo, 6) la distancia punto/planta, considerando el centro del tallo o de la macolla como la referencia, y 7) el diámetro mayor y el diámetro menor del follaje o la copa de la planta. En los casos donde se desconocía el nombre de la planta, se le registró con una clave, se midió la distancia al punto centrado y sus diámetros. Se procuró coleccionar alguna de la misma especie del mismo cuadrante y se llevó a identificar al herbario. Posterior a su identificación, se le asignó el nombre científico.

Durante los meses de febrero, marzo y abril del 2006, se realizaron muestreos los sábados y domingos de cada quince días. Cada día de muestreo representó de 6 a 8 horas, lo que representó 96 horas de muestreo aproximadamente. Dicho periodo se consideró como etapa de capacitación para conocer el método, profundizar el conocimiento de la vegetación, ampliar el listado de especies y para establecer un tamaño de muestra. Para establecer el tamaño de muestra, se realizó la curva de área mínima (Bautista et al. 2004), sustituyendo el área por el número de estaciones de muestreo o puntos para determinar el número de muestra. En el eje de las X, se graficó el número de las especies nuevas que iban apareciendo al aumentar el número de repeticiones. En el eje de las Y, el número de estaciones de muestreo utilizados. El comportamiento de la curva indicó si el número de estaciones se requiere incrementar o cuando ya es adecuado al estabilizarse la curva y progresivamente disminuye el número de especies nuevas con cada repetición adicional (Bautista et al. 2004). El resultado obtenido como tamaño de muestra por tratamiento fue de siete a nueve estaciones por parcela. Sin embargo, con el objeto de obtener una muestra grande, se decidió muestrear toda la parcela. De ésta manera, se establecieron entre tres y seis líneas de muestreo con diferentes longitudes de acuerdo al tamaño y forma de cada una de las mismas; lo que representó de 20 a 34 puntos y de 80 a 136 plantas muestreadas en cada grupo (Cuadro 4). La primera línea se trazó a 10 metros de la orilla con el fin de alejarse de los senderos y de las áreas cercanas a éstos, cuya vegetación ha estado sometida al paso constante de personas, perros y animales de carga. Con el fin de no repetir la medición al mismo individuo, se ensayaron diferentes distancias entre las estaciones de muestreo hasta establecer 5 metros entre punto y punto. Con el mismo criterio, la separación establecida entre las líneas, fue de 15 metros entre sí. Cabe señalar que los datos obtenidos en campo durante el periodo de entrenamiento, no se utilizaron en la estimación de atributos. Para tal fin, se utilizaron los datos recolectados a partir de mayo hasta noviembre del 2006, que significaron 280 horas de muestreo.

Cuadro 4.- Número de plantas registrados y número de estaciones de muestreo utilizadas por parcela.

Parcela	Plantas	Estaciones
sp	108	27
1ep	136	34
4ep	116	29
8ep	80	20

sp = sin pastoreo

1ep = 1 año de exclusión al pastoreo

4ep = 4 años de exclusión al pastoreo

8ep = 8 años de exclusión al pastoreo

### 3.4.- Estimaciones a partir de la medición de la vegetación

Los datos registrados en los formularios de campo, se capturaron en Excel, respetando la parcela y grupo, secuencia de plantas encontradas según el cuadrante, punto y línea. En otra hoja de cálculo, a cada grupo se le reordenó por individuos de una misma especie, perdiendo el orden de aparición, pero quedando en cada registro, el número de cuadrante, punto, línea, grupo y parcela al que pertenecía. Con los datos ordenados de ésta manera, se realizaron las estimaciones de los atributos como se indica más adelante. Se comenzó por estimar la densidad, la cobertura, la dominancia y la frecuencia. Los cálculos realizados a partir de las mediciones hechas en campo, se obtuvieron primero por especie, lo que permitió posteriormente, estimar el resultado por grupo.

#### 3.4.1.- Densidad

La densidad se refiere al número de individuos de cada especie por unidad de superficie. Este atributo junto con la cobertura, van a dar tendencias sobre la organización y extensión en el espacio de la vegetación (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974, Cox 1981).

Debido a que la técnica de muestreo utilizada no fue de área sino de distancia, la fórmula descrita por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), considera una transformación de distancia a área. Dicha transformación se expresa como área media. Se obtiene al sumar las distancias de los individuos registrados de cada grupo, al punto centrado; dividir las entre el número de individuos muestreados y al elevar el resultado al cuadrado. La unidad de área, es la superficie sobre la cual se quiere referir la densidad, es dividida entre el área media y se expresa en las mismas unidades de ésta última (Greig-Smith 1964, Mueller-Dombois y Ellenberg 1974).

Densidad absoluta total

- unidad de área
- área media

área media = distancia media al cuadrado

A diferencia de la densidad absoluta total, la densidad absoluta por especie estima el número de individuos de cada especie por unidad de superficie a partir de la siguiente fórmula:

Densidad absoluta  
por especie

- $\frac{\text{núm. de individuos de la especie}}{\text{total de individuos de todas las especies}} \times \text{densidad absoluta total}$

### 3.4.2.- Cobertura

La cobertura, definida como la superficie ocupada por la proyección vertical del dosel de la planta; indica la capacidad de la vegetación para acumular materia orgánica; da una idea del desarrollo de los grupos en la comunidad y la disponibilidad de forraje (Greig-Smith 1964, Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). Se estima de la siguiente manera:

$$\text{Cobertura} = \frac{(d1 + d2)^2 \pi}{4}$$

donde d1 = diámetro menor  
d2 = diámetro mayor

El resultado de cobertura, se da en metros cuadrados por unidad de superficie, ocupados por especie o por grupo (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974, Cox 1981).

### 3.4.3.- Dominancia

Los valores de cobertura de cada especie se sumaron y dividieron entre el número de individuos de cada especie para obtener una dominancia promedio para cada una de las especies:

#### Dominancia

- suma de cobertura por especie
- número de individuos por especie

### 3.4.4.- Frecuencia

Atributo conocido como el porcentaje de ocurrencias de cada especie del total muestreado (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974, Cox 1981), se seleccionó para conocer las especies presentes o ausentes en cada área y su proporción (Greig-Smith 1964). Para su estimación, se sumaron los puntos en que apareció la especie y se dividió entre el número total de puntos muestreados:

#### Frecuencia absoluta de la especie

- número de puntos con la especie
- número total de puntos muestreados

A partir de estos datos, los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia de cada especie se estimaron mediante las siguientes fórmulas (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974, Cottam y Curtis 1956):

### Frecuencia relativa

- $\frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Frecuencia total de las especies}} \times 100$
- 

### Densidad relativa

- $\frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$
- 

### Dominancia relativa

- $\frac{\text{Dominancia de la especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$
- 

### 3.4.5.- Índice de Valor de Importancia

El valor de importancia es un índice que pondera las estimaciones de densidad, frecuencia y dominancia de la siguiente manera:

Valor de Importancia = densidad relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa

### 3.4.6.- Especies indicadoras

A partir del valor de importancia, se identificaron aquellas especies referidas en la bibliografía, que pudieran indicar cierto grado de perturbación, si su distribución es característica de la región, del país, del continente o de otros continentes y su aptitud forrajera. La aptitud forrajera, se estableció con base en informes de trabajos previos de COTECOCA (1998), Bolaños y Aguirre (2000), Estrada (2003), Bernal (2004) y Pineda (2006), que involucran análisis de proximales, digestibilidad, disponibilidad, estudios etológicos y apetencia tanto en bovinos como en caprinos y ovinos. Rzedowski (2005), documenta las especies nativas del Valle de México, pero muchas de ellas, al presentarse de manera abundante, son indicadoras de perturbación.

### 3.4.7.- Semejanza entre comunidades

Con el fin de determinar si las parcelas estudiadas estuvieron conformadas de las mismas especies vegetales, se utilizó el índice de Sorensen, el cual se basa también en la presencia y ausencia (binario) de las especies en las comunidades comparadas. En el índice de Sorensen, se consideran los valores entre el 70% y 100%, como semejantes, entre 40% y 0%, no semejantes y arriba de 40% y debajo de 70%, medianamente semejantes (Magurran 1988). Matemáticamente se expresa como sigue:

IS

$$IS = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

Donde:

A = número de especies de la comunidad 1

B = número de especies de la comunidad 2

C = número de especies en común entre las comunidades 1 y 2

(Magurran 1988)



### 3.4.8.- Diversidad

En primera instancia se estimó el índice Margalef para medir la riqueza en cada parcela. Los valores de referencia del índice diversidad de Margalef, según Ramírez (2006), se muestran a continuación:

Cuadro 5. Valores de referencia del índice de diversidad de Margalef

Número de especies	Margalef	Diversidad
Alfa	Alfa	Condición
1 - 5	> 1	Muy baja
> 5 - 10	> 1 - 2	Baja
> 10 - 15	> 2 - 2.7	Media
> 15 - 20	> 2.7 - 3	Alta
> 20	> 3	Muy alta

Fuente: Ramírez (2006).

Para la estimación del índice de Margalef, se utilizó la siguiente fórmula:

$$Dmg = (S-1)/\ln N$$

Donde:

S = número de especies registradas

N = total del número de individuos sumados de todas las S especies

(Magurran 1988).

Después se utilizó el índice Berger-Parker, el cual se basa en la densidad máxima presentada por una especie y la suma de las densidades de todas las especies. Lo que se muestra es la proporción entre la especie más abundante respecto al resto de las que componen la comunidad; a mayor valor del índice, menor diversidad, ya que indica la mayor predominio de una especie ante la comunidad (Huerta y Guerrero 2004). El modelo para su estimación es:

$$IBP = 1/d$$

Donde:

d =  $N_{max}/N$

$N_{max}$  = número de individuos con mayor ocurrencia de una especie

N = total del número de individuos sumados de todas las S especies

(Magurran 1988).

También se utilizó el índice de Shannon-Wiener para medir el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad. El valor del índice de Shannon-Wiener varía del más bajo con 1,5 a 3,5, raramente supera 4,5. Su fórmula es:

$$H' = -\sum (p_i) (\ln p_i)$$

Donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la  $i$ -ésima especie ( $n_i/N$ )  
(Poole 1974, Magurran 1988).

### 3.5.- Datos Complementarios

Se colectaron los datos de clima, precipitación y temperatura de la estación meteorológica del Centro desde el año 2001 a marzo de 2006. Así mismo se realizaron mediciones del dosel arbóreo y se tomaron muestras para cuantificar el mantillo acumulado en cada una de las parcelas de muestreo.

#### 3.5.1.- Medición del Dosel

En cada una de las parcelas de muestreo se midió la cobertura del dosel arbóreo (compacidad). Con un densitómetro esférico modelo C con 24 cuadros. En cada medición hecha en campo, se registraron los cuadros no ocupados por el dosel en cada uno de los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) en el densitómetro y se sumaron. Dicha suma, se multiplicó por el factor 1.04. Al 100 por ciento, se le restó el resultado para obtener el espacio no ocupado por el dosel, posteriormente, se promediaron todos los puntos medidos del tratamiento. De esta manera, en el tratamiento sp se obtuvieron 27 puntos, en el 1ep, 34 puntos, 4ep, 29 y 8ep, 20 puntos medidos.

### 3.5.2.- Medición de Mantillo

Se establecieron tres líneas de manera sistemática en cada tratamiento: extremos y en medio con la intención de abarcar diferentes zonas de la parcela (Valencia et al. 2002). Se aprovecharon las líneas utilizadas para el muestreo de la vegetación, pero el muestreo del mantillo se realizó posterior a ésta. Dentro de cada línea se escogieron al azar dos estaciones de muestreo (para esto se marcaron una serie de papeles doblados con los números de las estaciones de cada línea, se revolvieron dentro de una bolsa para ser extraídos al azar posteriormente). De la misma manera se seleccionó el orden para comenzar en cada cuadrante, siendo éste rotativo siguiendo las manecillas del reloj. Lo que significaron seis muestras en cada tratamiento. Se colectó un metro cuadrado de mantillo en cada cuadrante, marcando los vértices con estacas. El mantillo se depositó en hojas de papel, identificadas. Se secaron durante 72 horas y se pesaron en el Laboratorio de Botánica del Colegio de Posgraduados.

### 3.6.- Análisis Estadístico

Una vez obtenidas todas las variables a estudiar, se realizaron pruebas para conocer su distribución y determinar homogeneidad o no de varianzas, utilizando el programa de cómputo Statistical Analysis System (SAS), en el laboratorio de la FMVZ-UNAM. Al no tener una distribución normal, se aplicó la prueba de rangos de Kruskal-Wallis, para probar diferencias significativas entre tratamientos de las variables peso de mantillo, compacidad del dosel, frecuencia, cobertura, densidad y diversidad. En los casos de cobertura, y densidad, se utilizó la prueba de Wilcoxon (Barreras 2005), con el fin de comparar a cada una de las parcelas y determinar aquellas que son diferentes entre sí.

## 4.- Resultados

### 4.1.- Composición botánica y diversidad de la vegetación

Al finalizar la presente investigación se obtuvo un listado de 122 especies (Anexos del 3 al 6). El grupo herbáceo tuvo 33 familias y 59 géneros. Las gramíneas, presentaron 18 géneros. Los arbustos presentaron 10 familias y 13 géneros y el arbóreo, 5 familias con 5 géneros. El Cuadro 6, muestra las especies encontradas en la zona de estudio en relación con las especies referidas en la literatura, las que corresponden a un 20.5%

Cuadro 6.- Relación de especies vegetales encontradas en campo y referidas en la literatura

<b>Grupo</b>	<b>Familia Encontrada</b>	<b>Familia Referida</b>	<b>Género Encontrado</b>	<b>Género Referida</b>	<b>Especie Encontrada</b>	<b>Especie Referida</b>
Herbáceas						
	Asteraceae	*	<i>Alloispermum</i>		<i>scabrum</i>	
	Caryophyllaceae	*	<i>Arenaria</i>		<i>reptans</i>	
	Umbelliferae	*	<i>Arracasia</i>		<i>aegopodioides</i>	
	Aspladiaceae	*	<i>Asplenium</i>		<i>monanthes</i>	
	Asteraceae	*	<i>Aster</i>		<i>moranensis</i>	
	Papaveraceae		<i>Bocconia</i>		<i>arborescens</i>	
	Asteraceae	*	<i>Bidens</i>	*	<i>aurea</i>	*
	Asteraceae	*	<i>Bidens</i>	*	<i>ostruhioides</i>	
	Orchidaceae	*	<i>Bletia</i>		<i>reflexa</i>	
	Lythraceae	*	<i>Cuphea</i>	*	<i>aequipetala</i>	*
	Fabaceae	*	<i>Cologania</i>		<i>angustifolia</i>	
	Fabaceae	*	<i>Cologania</i>		<i>biloba</i>	
	Asteraceae	*	<i>Cosmos</i>		<i>diversifolius</i>	
	Rubiaceae	*	<i>Crusea</i>		<i>longiflora</i>	
	Cyperaceae	*	<i>Cyperus</i>		<i>seslerioides</i>	
	Polypodiaceae		<i>Cheilanthes</i>		<i>spp</i>	
	Asteraceae	*	<i>Dahlia</i>		<i>coccinea</i>	
	Fabaceae	*	<i>Dalea</i>		<i>brachystachys</i>	

Cuadro 6.- Relación de especies vegetales encontradas en campo y referidas en la literatura (continuación)

<b>Grupo</b>	<b>Familia Encontrada</b>	<b>Familia Referida</b>	<b>Género Encontrado</b>	<b>Género Referida</b>	<b>Especie Encontrada</b>	<b>Especie Referida</b>
Herbáceas	Fabaceae	*	<i>Desmodium</i>	*	<i>incanum</i>	
	Fabaceae	*	<i>Desmodium</i>	*	<i>orbiculare</i>	
	Lilaceae	*	<i>Echeandia</i>		<i>nana</i>	
	Asteraceae	*	<i>Erigeron</i>		<i>pubescens</i>	
	Asteraceae	*	<i>Erigeron</i>		<i>galeottii</i>	
	Umbelliferae	*	<i>Eryngium</i>		<i>serratum</i>	
	Solanaceae		<i>Faltomata</i>		<i>procumbens</i>	
	Rosaceae	*	<i>Fragaria</i>		<i>mexicana</i>	
	Rubiaceae	*	<i>Galium</i>		<i>aschenbornii</i>	
	Comelinaceae	*	<i>Gibasis</i>		<i>pulchella</i>	
	Asteraceae	*	<i>Gnaphallium</i>		<i>ehrenbergianum</i>	
	Convolvulaceae		<i>Ipomoea</i>		<i>capillacea</i>	
	Boraginaceae	*	<i>Lithospermum</i>		<i>strictum</i>	
	Polemoniaceae		<i>Loeselia</i>		<i>mexicana</i>	
	Caprifoliaceae	*	<i>Lonicera</i>	*	<i>pilosa</i>	
	Onagraceae	*	<i>Lopezia</i>		<i>miniata</i>	
	Solanaceae		<i>Lycianthes</i>		<i>moziana</i>	
	Scrophulariaceae	*	<i>Mecardonia</i>		<i>procumbens</i>	
	Asclepiadaceae	*	<i>Matelea</i>		<i>chrysantha</i>	
	Ranunculaceae	*	<i>Ranunculus</i>		<i>multicaulis</i>	

Cuadro 6.- Relación de especies vegetales encontradas en campo y referidas en la literatura (continuación)

Grupo	Familia Encontrada	Familia Referida	Género Encontrado	Género Referida	Especie Encontrada	Especie Referida
Herbáceas	Iridaceae	*	<i>Nemastylis</i>		<i>tenuis</i>	
	Onagraceae	*	<i>Oenothera</i>		<i>pubescens</i>	
	Oxalidaceae	*	<i>Oxalis</i>	*	<i>corniculata</i>	*
	Oxalidaceae	*	<i>Oxalis</i>	*	<i>divergens</i>	
	Oxalidaceae	*	<i>Oxalis</i>	*	<i>hernandessi</i>	
	Polypodiaceae		<i>Pellaea</i>		<i>spp</i>	
	Fabaceae	*	<i>Phaseolus</i>		<i>pluriflorus</i>	
	Verbenaceae	*	<i>Phyla</i>	*	<i>nodiflora</i>	*
	Phytolaccaceae		<i>Phytolacca</i>		<i>icosandra</i>	
	Piperaceae		<i>Piperomia</i>		<i>campylotropa</i>	
	Plantaginaceae		<i>Plantago</i>		<i>alismatifolia</i>	
	Plantaginaceae		<i>Plantago</i>		<i>nivea</i>	
	Agavaceae		<i>Polianthes</i>		<i>geminiflora</i>	
	Polypodiaceae		<i>Poliypodium</i>		<i>spp</i>	
	Caryophyllaceae	*	<i>Sagina</i>	*	<i>saginoides</i>	
	Labiatae	*	<i>Salvia</i>	*	<i>concolor</i>	
	Labiatae	*	<i>Salvia</i>	*	<i>lavanduloides</i>	
	Labiatae	*	<i>Salvia</i>	*	<i>mexicana</i>	
	Labiatae	*	<i>Salvia</i>	*	<i>patens</i>	
	Labiatae	*	<i>Scutellaria</i>		<i>caerulea</i>	
	Sellaginellaceae	*	<i>Seleginella</i>		<i>spp</i>	
	Asteraceae	*	<i>Senecio</i>	*	<i>sinuatus</i>	*
	Solanaceae		<i>Solanum</i>		<i>nigrescens</i>	
	Asteraceae	*	<i>Stevia</i>	*	<i>eupatoria</i>	
	Asteraceae	*	<i>Stevia</i>	*	<i>incognita</i>	
	Asteraceae	*	<i>Stevia</i>	*	<i>pilosa</i>	
	Asteraceae	*	<i>Stevia</i>	*	<i>serrata</i>	*
	Euphorbiaceae		<i>Stillingia</i>		<i>zelayensis</i>	
	Asteraceae	*	<i>Tagetes</i>	*	<i>lucida</i>	
	Fabaceae	*	<i>Trifolium</i>		<i>goniocarpum</i>	
	Verbenaceae		<i>Verbena</i>		<i>carolina</i>	
	Verbenaceae		<i>Verbena</i>		<i>gracilis</i>	
Asteraceae	*	<i>Verbesina</i>	*	<i>ovata</i>	*	
Amaryllidaceae		<i>Zephyranthes</i>		<i>concolor</i>		
Gramíneas	Poaceae	*	<i>Aegopogon</i>	*	<i>cenchroides</i>	*
	Poaceae	*	<i>Aristida</i>	*	<i>shiedeana</i>	*
	Poaceae	*	<i>Bothriochola</i>		<i>saccharioides</i>	
	Poaceae	*	<i>Brachypodium</i>	*	<i>mexicanum</i>	*
	Poaceae	*	<i>Briza</i>	*	<i>subaristata</i>	*

Cuadro 6.- Relación de especies vegetales encontradas en campo y referidas en la literatura (continuación)

<b>Grupo</b>	<b>Familia Encontrada</b>	<b>Familia Referida</b>	<b>Género Encontrado</b>	<b>Género Referida</b>	<b>Especie Encontrada</b>	<b>Especie Reportada</b>
Gramíneas	Poaceae	*	<i>Bromus</i>	*	<i>dolichocarpus</i>	
	Poaceae	*	<i>Chloris</i>		<i>submutica</i>	
	Poaceae	*	<i>Digitaria</i>	*	<i>ternata</i>	*
	Poaceae	*	<i>Echinochloa</i>		<i>oplismenoides</i>	
	Poaceae	*	<i>Eragrostis</i>		<i>intermedia</i>	
	Poaceae	*	<i>Lycurus</i>	*	<i>phleoides</i>	*
	Poaceae	*	<i>Muhlenbergia</i>	*	<i>dubia</i>	
	Poaceae	*	<i>Muhlenbergia</i>	*	<i>capillaris</i>	
	Poaceae	*	<i>Muhlenbergia</i>	*	<i>glauca</i>	
	Poaceae	*	<i>Muhlenbergia</i>	*	<i>macroura</i>	*
	Poaceae	*	<i>Panicum</i>	*	<i>bulbosum</i>	*
	Poaceae	*	<i>Piptochaetum</i>	*	<i>fimbriatum</i>	*
	Poaceae	*	<i>Piptochaetum</i>	*	<i>virescens</i>	*
	Poaceae	*	<i>Setaria</i>		<i>parviflora</i>	
	Poaceae	*	<i>Sporobulus</i>	*	<i>indicus</i>	
	Poaceae	*	<i>Stipa</i>		<i>mucronata</i>	
Poaceae	*	<i>Trisetum</i>		<i>deyeuxioides</i>		
Arbustivas	Asteraceae	*	<i>Baccharis</i>	*	<i>conferta</i>	*
	Asteraceae		<i>Cornus</i>		<i>excelsa</i>	
	Asteraceae	*	<i>Eupatorium</i>	*	<i>galbratum</i>	
	Asteraceae	*	<i>Eupatorium</i>	*	<i>petiolare</i>	*
	Loganiaceae		<i>Buddleia</i>		<i>sessiliflora</i>	
	Rubiaceae		<i>Bouvardia</i>		<i>ternifolia</i>	
	Solanaceae	*	<i>Cestrum</i>	*	<i>fulvescens</i>	
	Rosaceae	*	<i>Cotoneaster</i>	*	<i>pannosa</i>	*
	Onagraceae	*	<i>Fuchsia</i>	*	<i>thymifolia</i>	
	Cistaceae	*	<i>Helianthemum</i>	*	<i>glomeratum</i>	
	Fabaceae	*	<i>Mimosa</i>	*	<i>lacerata</i>	*
	Polygalaceae	*	<i>Monnina</i>	*	<i>ciliolata</i>	
	Cactaceae		<i>Opuntia</i>		<i>sp</i>	
	Labiatae	*	<i>Salvia</i>	*	<i>gesneriflora</i>	
Caprifoliaceae	*	<i>Symphoricarpos</i>	*	<i>microphyllus</i>		
Árbóreas	Ericaceae	*	<i>Arbutus</i>	*	<i>tesselata</i>	*
	Ericaceae	*	<i>Arbutus</i>	*	<i>xalapensis</i>	*
	Rosaceae	*	<i>Crateagus</i>	*	<i>mexicana</i>	*
	Garryaceae		<i>Garrya</i>		<i>laurifolia</i>	
	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>castanea</i>	
	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>crassipes</i>	

Cuadro 6.- Relación de especies vegetales encontradas en campo y referidas en la literatura (continuación)

Grupo	Familia Encontrada	Familia Referida	Género Encontrado	Género Referida	Especie Encontrada	Especie Referida
Árbóreas	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>deserticola</i>	
	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>dysophylla</i>	
	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>glabrescens</i>	
	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>laeta</i>	
	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>mexicana</i>	
	Fagaceae	*	<i>Quercus</i>	*	<i>rugosa</i>	*
	Rosaceae	*	<i>Prunus</i>	*	<i>serotina</i>	

Fuente:

Rzedowski (1978), Aguirre *et al.* (1995), Programa de Manejo (1997), COTECOCA (1998), Challenger (1998), CEIEPASP (2001), Rzedowski (2005) y Pineda (2007).

Las siguientes especies se consideran nativas: *Bidens aurea*, *Cuphea aequipetala*, *Oxalis corniculata* y *Phyla nodiflora*, dentro del grupo herbáceo. *Cotoneaster pannosa* y *Eupatorium petiolare* del grupo arbustivo. Las especies referidas como indicadoras de perturbación debido a diferentes disturbios incluyendo el establecimiento de caminos son: *Sagina saginoides*, *Senecio sinuatus*, *Oxalis corniculata* y *Verbesina ovata* en el grupo herbáceo. *Aegopogon cenchroides*, *Aristida schiedeana* y *Stipa mucronata*, del grupo gramíneo. *Baccharis conferta*, *Buddleia sessiliflora*, *Eupatorium petiolare* y *Mimosa lacerata* en el grupo arbustivo, *Arbutus xalapensis*, *A. teselleta* y *Crateagus mexicana*, en el grupo arbóreo (Rzedowski 1978, Challenger 1998, Rzedowski 2005).

El número de especies registrado para cada uno de los sitios con diferentes períodos de exclusión al pastoreo fue semejante, entre un intervalo de mayor riqueza para la parcela 1ep (45) y la menor para la 8ep (38). El número de especies para cada uno de los grupos por parcela de estudio mostró un patrón similar en todas las parcelas, con una mayor riqueza de herbáceas y en menor proporción para gramíneas y arbustivas (Cuadro 7).



Cuadro 7.- Riqueza de especies registrada en cada una de las parcelas con diferentes tiempos de exclusión al pastoreo en el CEIEPASP, Chapa de Mota, Edo. de México

Grupo	Parcela de Estudio			
	1ep	4ep	8ep	sp
Herbáceas	30	21	20	23
Gramíneas	9	11	8	9
Arbustivas	6	11	10	10
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>38</b>	<b>42</b>

Nota:

1ep: 1 año de exclusión al pastoreo

4ep: 4 años de exclusión al pastoreo

8ep: 8 años de exclusión al pastoreo

sp: sin pastoreo

En los índices de riqueza y diversidad estimados, no mostraron diferencias significativas entre el número de especies o el número de especies y su abundancia en los diferentes sitios de estudio (Cuadro 8). El índice de Margalef mostró una mayor riqueza en todos los sitios, sin encontrarse diferencias significativas ( $p > 0.7$ ) entre las parcelas. Tampoco se encontraron diferencias con en el índice de Shannon-Wiener ( $p > 0.34$ ) y el de Berger-Parker ( $p > 0.95$ ).

Cuadro 8.- Comparación entre parcelas con diferentes tiempos de exclusión al pastoreo en el CEIEPASP, Chapa de Mota, Edo. de México, con relación a índices de riqueza y diversidad

Índice	Parcelas			
	1ep (s = 45)	4ep (s = 43)	8ep (s = 39)	Sp (s = 42)
Margalef	7.32	7.17	6.93	7.11
Berger-Parker	4.24	8.09	5.33	11.23
Shannon-Wiener	2.9	3.16	3.11	3.18

s = número de especies

Nota 1:

1ep: 1 año de exclusión al pastoreo

4ep: 4 años de exclusión al pastoreo

8ep: 8 años de exclusión al pastoreo

sp: sin pastoreo

Con base en las especies vegetales comunes encontradas en las diferentes parcelas estudiadas, el índice de Sorensen mostró que todos los sitios son semejantes ( $p > 0.7$ ), tomando en cuenta que valores por encima de 40% y por debajo de 70% son medianamente semejantes (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de especies en común, encontradas en los diferentes sitios

Índice de Semenanza Sorensen (%)	Parcelas de Estudio			
	1ep	4ep	8ep	sp
1ep		53.06	52.38	57.47
4ep			53.65	51.76
8ep				61.72

Nota 1:

1ep: 1 año de exclusión al pastoreo

4ep: 4 años de exclusión al pastoreo

8ep: 8 años de exclusión al pastoreo

sp: sin pastoreo

Fue común que solo algunas de las especies encontradas, tuvieran los valores de importancia más altos. Por ésta razón y con el ánimo de simplificar la interpretación de los resultados, en el Cuadro 10, se seleccionaron sólo aquellas dos que por grupo y parcela de estudio mostraron los valores de importancia más elevados. En los Anexos del 8 al 19, se presentan, de una manera completa, los valores de importancia para cada una de las especies encontradas en todas las parcelas y grupos analizados. Con fines prácticos, el nombre de las especies se presenta en clave; su significado se encuentra en el Apéndice 1. En el grupo de gramíneas, se observó que el primer valor de importancia en las parcelas con exclusión al pastoreo, lo tuvo *Brme* (*Brachypodium mexicanum*) y fue más o menos semejante en 1ep, 4ep y 8ep, a diferencia de la parcela sp, cuyo valor de importancia más alto fue de *Muca* (*Muhlenberiga capillaris*), con el segundo lugar de importancia también de *Brme* (*Brachypodium mexicanum*). Por otro lado, se aprecia cómo las arbustivas *Eugl* (*Eupatorium glabratum*), *Eupe* (*Eupatorium petiolare*), y *Baco* (*Baccharis conferta*), tienen los valores de importancia más altos en todas las parcelas. En el estrato herbáceo, no fue común encontrar las mismas especies en las diferentes parcelas. Se observó que las dos especies más importantes, se caracterizaron, en general, por ser nativas, excepto por la parcela 4ep donde la especie más importante *Oxco* (*Oxalis corniculata*) se considera como nativa y también como viaria. En el Cuadro 10, se describe el valor biológico de las especies según Rzedowski (2005) y el forrajero según Pineda (2006), Beetle (1983, 1986). Es importante mencionar que la información del valor forrajero de las especies encontradas en las parcelas, es muy limitada, se enfoca, principalmente, a las gramíneas más apetentes y a algunas herbáceas y arbustivas que suelen consumir ovinos y caprinos del rancho experimental de CEIEPASP. Debe señalarse, que aquellas especies que no tienen la letra “N” (de nativa), se distribuyen ampliamente en otros países o continentes.

Cuadro 10.- Valores de importancia más altos de las especies en los diferentes grupos y parcelas estudiadas, su valor biológico y forrajero

Grupo	Parcela	Especies con mayor valor de Importancia	Valor de Importancia (%)	Valor Biológico	Calidad Forrajera
H	1ep	<i>Sesp</i>	46	-	desconocido
		<i>Pica</i>	30	-	desconocido
	4ep	<i>Oxco</i>	57	N/V	desconocido
		<i>Oxhe</i>	54	N	desconocido
	8ep	<i>Cobi</i>	50	N	desconocido
		<i>Sala</i>	55	N	desconocido
	Sp	<i>Sala</i>	62	N	desconocido
		<i>Gipu</i>	38	-	desconocido
G	1ep	<i>Brme</i>	210	N	bueno
		<i>Pifi</i>	31	N	bueno
	4ep	<i>Brme</i>	100	N	bueno
		<i>Mudu</i>	53	N	desconocido
	8ep	<i>Brme</i>	126	N	bueno
		<i>Mudu</i>	81	N	desconocido
	Sp	<i>Muca</i>	55	N	bueno
		<i>Brme</i>	51	N	bueno
ARB	1ep	<i>Eupe</i>	169	N/V/P	regular
		<i>Baco</i>	54	N/V/P	desconocido
	4ep	<i>Baco</i>	84	N/V/P	desconocido
		<i>Eupe</i>	72	N/V/P	regular
	8ep	<i>Eugl</i>	86	N	excelente
		<i>Baco</i>	75	N/V/P	desconocido
	Sp	<i>Eugl</i>	103	N	excelente
		<i>Eupe</i>	85	N/V/P	regular

H = herbáceas

N = nativas

G = gramíneas

V = viarias

ARB = arbustivas

P = perturbación

Fuente: Beetle (1983, 1986) y Pineda (2006)

Nota:

1ep: 1 año de exclusión al pastoreo

4ep: 4 años de exclusión al pastoreo

8ep: 8 años de exclusión al pastoreo

sp: sin pastoreo

En cuanto a las especies de gramíneas con menor valor de importancia, *Arshi* (*Aristida schiedeana*), *Stmu* (*Stipa mucronata*) y *Pabu* (*Panicum bulbosum*), tienden a repetirse en diferentes parcelas sin un patrón determinado (Cuadro 11).

Cuadro 11.- Valores de importancia más bajos de las especies en los diferentes grupos y parcelas estudiadas, su valor biológico y forrajero

Grupo	Parcela	Especies con Menor Valor de Importancia	V.I. (%)	Valor Biológico	Calidad Forrajera
H	1ep	<i>Sasa</i>	2	P	desconocido
		<i>Stin</i>	2	N	desconocido
	4ep	<i>Phno</i>	3	N/V	desconocido
		<i>Cuae</i>	3	N/V	desconocido
	8ep	<i>Veob</i>	4	E	desconocido
		<i>Dein</i>	4	-	desconocido
	Sp	<i>Oxdi</i>	2	N	desconocido
<i>Biau</i>		2	N/V	desconocido	
G	1ep	<i>Arshi</i>	6	N/V/P	bueno
		<i>Pabu</i>	3	N	desconocido
	4ep	<i>Pabu</i>	3	N	desconocido
		<i>Stmu</i>	3	P	desconocido
	8ep	<i>Aece</i>	9	N/V/P	pobre
		<i>Pifi</i>	5	N	bueno
	Sp	<i>Stmu</i>	7	P	desconocido
<i>Arshi</i>		7	N/V/P	bueno	
ARB	1ep	<i>Eugl*</i>	12	N	excelente
		<i>Copa</i>	5	N/V/E	desconocido
	4ep	<i>Copa</i>	2	N/V/E	desconocido
		<i>Opsp</i>	2	**	***
	8ep	<i>Mila</i>	5	E	desconocido
		<i>Buse</i>	3	V/P	desconocido
	Sp	<i>Cefu</i>	3	E	desconocido
<i>Moci</i>		3	N	desconocido	

H = herbáceas  
G = gramíneas  
ARB = arbustivas  
VI = valor de importancia  
P = indica perturbación  
N = nativa

E = escasa  
\* = consumida por ovinos y caprinos  
\*\* = se reporta como nativa de matorrales xerófilos y pastizales  
\*\*\* = utilizado como forraje de emergencia

Fuente: Beetle (1983, 1986) y Pineda (2006)

Nota:

1ep: 1 año de exclusión al pastoreo

4ep: 4 años de exclusión al pastoreo

8ep: 8 años de exclusión al pastoreo

sp: sin pastoreo

## 4.2. Densidad y Cobertura de la Vegetación

La densidad se analizó con base en el número de individuos por hectárea por grupo y se comparó entre todas las parcelas. El Cuadro 12, muestra que la densidad no se comportó con algún patrón específico en relación al tiempo de exclusión al pastoreo. La parcela 1ep, presentó la menor densidad de herbáceas ( $p < 0.05$ ), mientras que la parcela 4ep, mostró la densidad más alta ( $p < 0.001$ ). Las gramíneas de la parcela 1ep, fueron significativamente ( $p < 0.02$ ) menos que en las otras parcelas. El grupo arbustivo presentó la menor densidad en las parcelas 4ep y sp ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 12).

Cuadro 12.- Densidad por grupo y parcela (ind/ha)

Parcela	Herbáceas	(n)	Gramíneas	(n)	Arbustivas	(n)	Total
1ep	11,007 <sup>B</sup>	30	8,059 <sup>B</sup>	9	3,051 <sup>B</sup>	6	22,117
4ep	56,736 <sup>C</sup>	21	35,809 <sup>A</sup>	10	1,594 <sup>A</sup>	11	94,139
8ep	14,959 <sup>D</sup>	20	20,249 <sup>A</sup>	8	9,243 <sup>B</sup>	9	44,451
Sp	41,073 <sup>A</sup>	23	68,218 <sup>A</sup>	9	952 <sup>A</sup>	9	110,243

n = tamaño de muestra

Nota 1: Los promedios de densidad de las parcelas se compararon entre sí con la prueba de Wilcoxon.

Nota 2: No se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos que comparten literal.

Nota 3:

1ep: 1 año de exclusión al pastoreo

4ep: 4 años de exclusión al pastoreo

8ep: 8 años de exclusión al pastoreo

sp: sin pastoreo

Las Figuras 1, 2 y 3, muestran una tendencia de mayor densidad de herbáceas y gramíneas a medida que disminuye la densidad de arbustivas, como es el caso de las parcelas sp y 4ep. De la misma manera, el aumento la densidad de arbustivas en 8ep, disminuye la densidad de herbáceas y gramíneas. Por el contrario, una menor densidad de arbustivas en 1ep, no reflejó un aumento en la densidad de herbáceas ni gramíneas, en las proporciones que se mostraron en las demás parcelas.

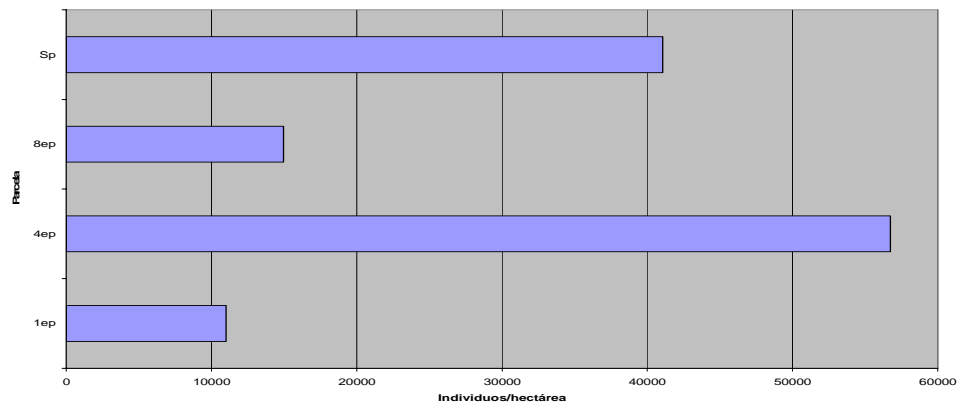
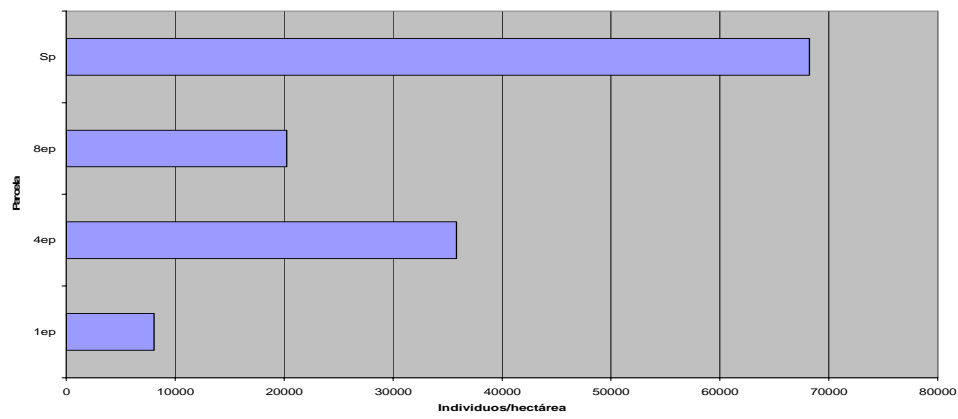


Figura 1.- Densidad (ha) de herbáceas encontradas



Densidad (ha) de gramíneas encontradas

Figura 2.-

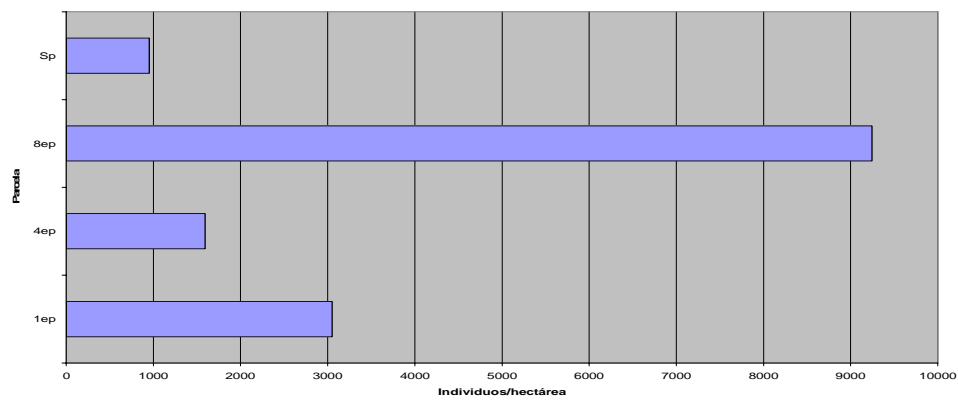


Figura 3.- Densidad (ha) de arbustivas encontradas

La contribución de la cobertura de los diferente grupos vegetales en cada parcela de muestro, tampoco mostró un patrón definido en relación con el tiempo de exclusión al pastoreo. Como se observa en el Cuadro 13, es la parcela 1ep, tendió a una mayor cobertura en todos los grupos de la vegetación. De esta manera, se puede apreciar que las herbáceas no gramíneas de las parcelas 1ep y sp, presentaron la mayor cobertura ( $p < 0.007$ ).

El tratamiento 1ep presentó una cobertura de herbáceas significativamente ( $p < 0.01$ ) mayor a las parcelas 4ep y 8ep. La parcela 8ep, es significativamente ( $p < 0.0001$ ) menor a todas las demás.

La cobertura de arbustos de la parcela 1ep, fue estadísticamente ( $p < 0.04$ ) mayor a todos las demás parcelas y la parcela 8ep, la menor ( $p < 0.04$ ) (Cuadro 13).

Cuadro 13.- Superficie ( $m^2$ ) cubierta de vegetación, por cada grupo y parcela

Parcela	(n)	Herbáceas	Gramíneas	Arbustivas	Total ( $m^2$ )
1ep	136	3.44 <sup>A</sup>	4.5 <sup>B</sup>	152.84 <sup>B</sup>	160.79
4ep	116	0.889 <sup>B</sup>	4.14 <sup>B C</sup>	99.95 <sup>A</sup>	104.97
8ep	80	0.528 <sup>B</sup>	3.3 <sup>C</sup>	28.75 <sup>C</sup>	32.57
sp	108	3.75 <sup>A</sup>	1.86 <sup>A</sup>	77.169 <sup>A</sup>	82.78

Nota 1:

1ep: 1 año de exclusión al pastoreo

4ep: 4 años de exclusión al pastoreo

8ep: 8 años de exclusión al pastoreo

sp: sin pastoreo

Nota 2: Los promedios de cobertura vegetal fueron comparados entre las parcelas con la prueba de Wilcoxon.

Nota 3: Los tratamientos con literal diferente fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ ).

Las Figuras 4, 5 y 6, muestran la tendencia de las parcelas pastoreadas a aumentar la cobertura conforme el tiempo de exlcusión es menor. La parcela sp, no parece tener un patrón determinado de comportamiento en la cobertura vegetal de ninguno de los grupos estudiados. Al respecto, en dicha parcela se hace evidente una mayor cobertura del grupo herbáceo, y una menor cobertura del grupo gramíneas.

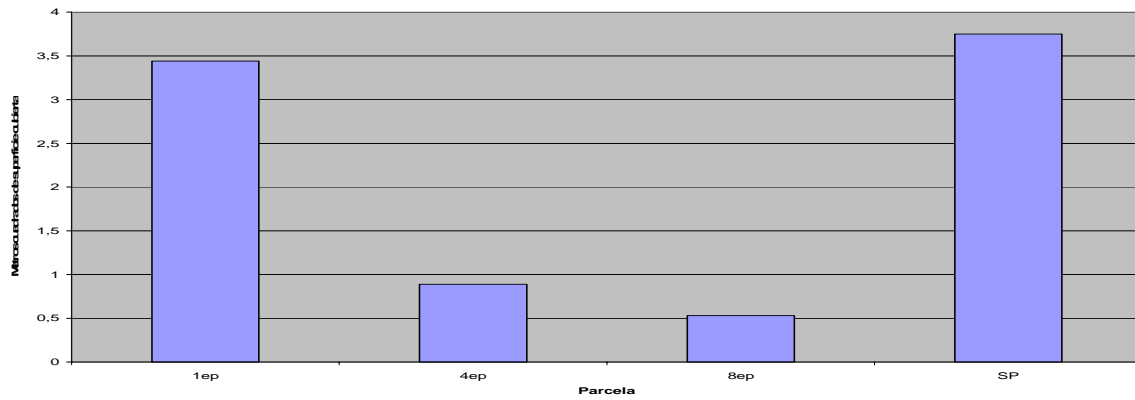


Figura 4.- Superficie Cubierta (m<sup>2</sup>) por herbáceas en cada parcela

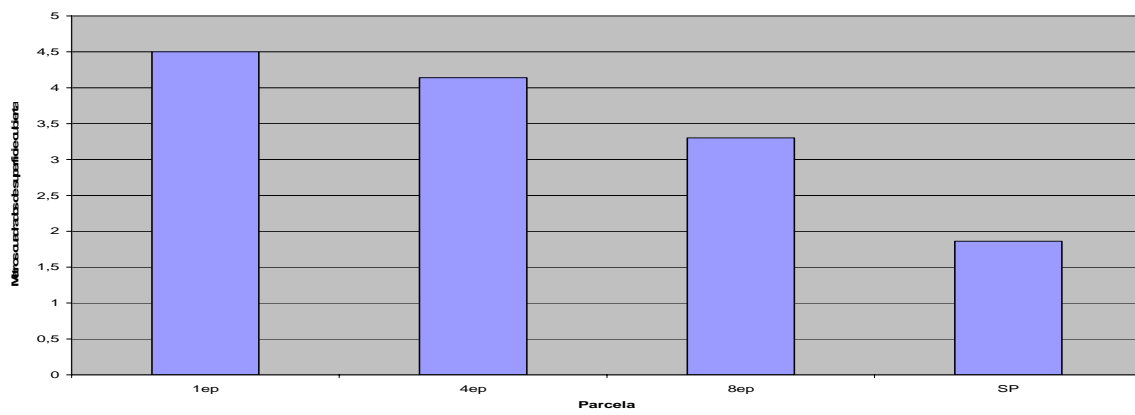


Figura 5.- Superficie cubierta (m<sup>2</sup>) por gramíneas en cada parcela

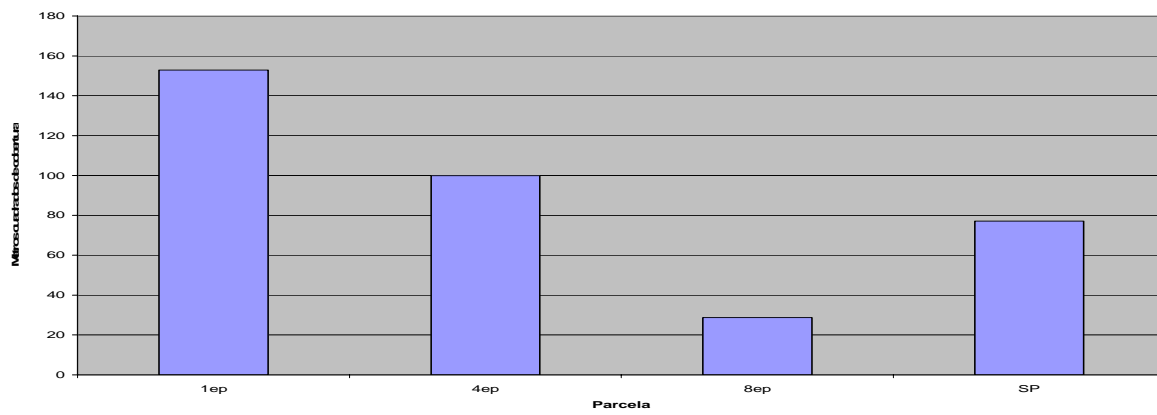


Figura 6.- Superficie cubierta (m<sup>2</sup>) por arbustivas en cada parcela



### 4.3.- Datos Complementarios

Las diferencias en la cubierta del dosel arbóreo entre las parcelas estudiadas, no son significativas ( $p < 0.08$ ). Las diferencias aritméticas indicaron menor cobertura de dosel del bosque en la parcela 1ep (Cuadro 14). En el peso promedio de mantillo, tampoco se encontraron diferencias ( $p = 0.06$ ) entre alguna de las parcelas estudiadas. El sitio con mayor peso promedio aritmético, fue el de 8 años de exclusión al pastoreo (584.8 g/m<sup>2</sup>), mientras que el sitio con 1 año de exclusión al pastoreo mostró el menor peso promedio aritmético (436.5 g/m<sup>2</sup>). Aunque no se encontraron diferencias significativas ni en dosel ni en mantillo, fue la parcela 1ep, que tuvo los valores aritméticos más bajos en dosel y mantillo (Cuadro 14).

Cuadro 14.- Promedio de dosel y de mantillo en las parcelas estudiadas

<b>Parcela</b>	<b>Dosel (%)</b>	<b>(n)</b>	<b>Mantillo (g/ m<sup>2</sup>)</b>	<b>(n)</b>
1ep	73.41	34	436.46	6
4ep	90.05	29	458.47	6
8ep	86.27	20	584.80	6
sp	82.66	27	439.03	6

Nota 1: Los promedios de la densidad del dosel, fueron comparados entre parcelas, con la prueba de Kruskal-Wallis. De la misma manera, se compararon los promedios de gramos de mantillo por metro cuadrado entre parcelas.

Nota 2: No se encontraron diferencias significativas en la distribución de la variable. Dosel  $p > 0.05$ . Mantillo  $p > 0.06$ .

La temperatura registrada en el mismo periodo de tiempo, se muestra en la Figura 7, en donde se observa que los meses de enero a abril tienden a las temperaturas extremas. Mayo y junio son los más cálidos, la temperatura comienza a descender a partir de septiembre, llegando a los niveles más bajos los meses de diciembre y enero. La precipitación pluvial registrada desde el año 2000 hasta el 2006, se muestra en la Figura 8; donde se aprecia claramente que si bien las lluvias comienzan en la primera quincena del mes de abril, el periodo de mayor precipitación está entre los meses de junio y agosto. Posteriormente disminuye gradualmente hasta noviembre.

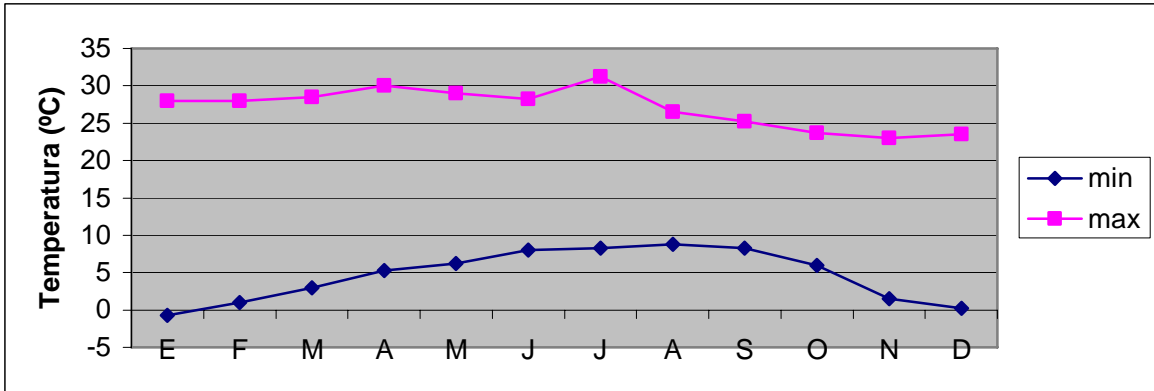


Figura 7.- Precipitación pluvial promedio registrada en Chapa de Mota a partir de los datos de la Estación Metereológica de CEIEPASP (2000-2006)

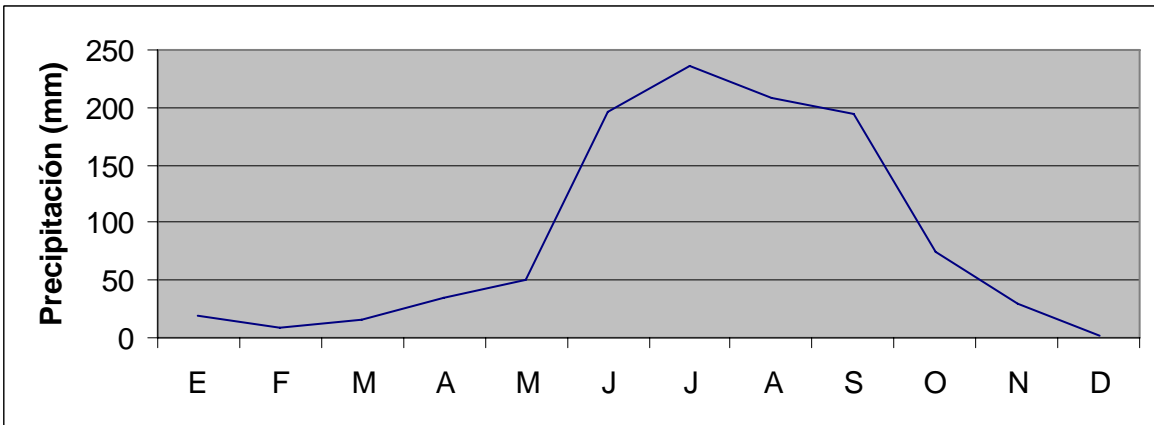


Figura 8.- Temperatura promedio registrada en Chapa de Mota a partir de los datos de la Estación Metereológica de CEIEPASP (2000-2006)



## 5.- Discusiones y Conclusiones

Las cuatro parcelas de estudio, compartieron características de compacidad del dosel y peso de mantillo, lo que refieren condiciones ambientales de luz-sombra, nutrimentos y humedad del suelo semejantes (Valencia y Hernández 2002).

La vegetación encontrada en el área de estudio, incluyó a la mayoría de las familias y géneros referidos previamente en la literatura para este tipo de bosque (Cuadro 6), de los cuales, ninguno es reconocido como amenazado ni en peligro de extinción (Rzedowski 1978, COTECOCA 1998, Challenger 1998, Rzedowski 2005, Pineda 2006). Debido a la gran variedad de las herbáceas dentro de un mismo género, la coincidencia de especies de éste grupo, fue menor a la referida en la bibliografía para el bosque de encino. En cuanto a las especies arbóreas, como lo consignan los autores mencionados, también se encontraron especies del género *Quercus*. Sin embargo, difieren particularmente a las encontradas en el caso de *Quercus castanea* (*Q. pulchella*, *Q. axillaris*, *Quercus crassipes* y *Q. mexicana*), *Quercus deserticola*, *Quercus dysophylla*, *Quercus glabrescens* y *Quercus laeta*. Esto puede deberse de igual manera a la amplitud del género y a algunas sinonimias que puedan usar los autores.

En todos los sitios se encontraron las especies arbustivas *Eupatorium petiolare*, *Baccharis conferta* y la gramínea *Brachypodium mexicanum*, con valores de importancia altos (Cuadro 11). Las arbustivas *E. petiolare* y *B. conferta*, son consideradas indicadoras de perturbación e incluso, secundarias a matorral (Rzedowski 1978, Challenger 1998). La gramínea *B. mexicanum*, no ha sido reportada indicadora de perturbación, pero al presentar valores de importancia tan altos (hasta del 210 %), podría estar indicando perturbación (Rzedowski 2005). El área de estudio en general, muestra un nivel semejante de perturbación, con una posible transición a matorral, el cual, no se puede atribuir al efecto del tiempo de exclusión al pastoreo de alta densidad, ya que ésta condición también se encuentra en la parcela sin pastoreo (sp).

Las familias de las Compuestas, Gramíneas, Leguminosas y Oxalidáceas, con altos valores de importancia, coincidieron con las encontradas en trabajos previos (Cuadro 10), en trópico húmedo (López *et al.* 2006) y en Atizapán-Valle Escondido (Medina 2006). En el caso específico de la herbácea *Oxalis corniculata* (de la familia Oxalidáceas), se menciona en la literatura que no es consumida por ovinos en trópico húmedo (López *et al.* 2006), tampoco fue referida como una especie consumida por ovinos ni caprinos apacentados en CEIEPASP (Pineda 2006). El hecho de que *O. corniculata* presentara los valores de importancia más altos en la parcela 4ep, podría señalarla como posible especie indeseable para fines pecuarios (Holechek *et al.* 2000a). Sin embargo, al no ser dominante en 8ep ni 1ep, resulta difícil demostrar su condición de indeseable que acreciente al disminuir las deseables (Holechek 2000a). Lo que podría investigarse en futuros estudios.

Según los índices estimados en la zona de estudio, existe una diversidad media alta en cuanto a riqueza (índice de Margalef), proporción de individuos de especies con mayor densidad (Berger-Parker) y en dominancia (Shannon-Wiener). Además, de existir una semejanza media en la composición de especies entre las cuatro parcelas (índice de Sorensen). Por lo anterior, no se le puede atribuir al tiempo de exclusión al pastoreo de alta densidad, un cambio en la diversidad.

La densidad en herbáceas, gramíneas y arbustivas de 8ep, 4ep y sp, fue errática, sin manifestar patrones definidos con relación al tiempo de exclusión. La parcela 1ep, de manera particular, tuvo los valores más bajos de densidad en herbáceas y gramíneas. Lo que se relaciona con una mayor cobertura (Langer *et al.* 1964). En las Figuras 4 y 5, se observa cómo a menor tiempo de exclusión aumenta la cobertura de 1ep. Así, la biomasa de gramíneas y herbáceas, ocupó mayor espacio a costa de una drástica disminución de individuos, ocasionada por un tiempo insuficiente de reestablecimiento de la vegetación al momento de retorno del ganado. De tal forma, que solo lograron sobrevivir un menor número de individuos, mismos que desarrollaron notablemente su cobertura. El hecho de que la parcela sin pastoreo, no presentara una densidad estadísticamente mayor en el grupo de gramíneas, herbáceas y fuera la menor en arbustivas, demostró que dejar al bosque sin pastoreo, no aumentó ni mejoró la densidad de la vegetación.

Debe señalarse que el comportamiento errático de densidad con relación al tiempo de exclusión en las parcelas de cuatro y ocho años de descanso, puede deberse a que la manada no haya ejercido una suficiente presión de pastoreo como para hacer notar cambios y direcciones a través del tiempo de exclusión. Lo anterior se plantea con base a que el forraje consumido en el bosque, solo representa el 32% del alimento consumido por la manada ya que el otro 68%, es obtenido de la torta ganadera, en el pastoreo de esquilmos en parcelas agrícolas y con la melaza vertida en los remanentes de las plantas para ser consumidas. De esta manera, el pastoreo en el bosque, resulta ser solo un complemento de la dieta del animal.

El aumento de cobertura en gramíneas, se puede explicar por los mecanismos desarrollados para facilitar el crecimiento posterior a la defoliación (Holecheck *et al.* 2000a, Nelson 2000). De esta manera, en el caso de los pastos, en 1ep, el pastoreo de alta densidad, logró aumentar la cubierta vegetal. En lo referente a las herbáceas y arbustivas, llama la atención el aumento de cobertura en un año de exclusión, así como su disminución a medida que aumentó el tiempo de exclusión. Esto, a pesar de no estar diseñadas para la defoliación severa.

Considerando que la sombra de los árboles en ecosistemas boscosos, suele provocar una disminución en la producción de forraje o cobertura del sotobosque (Allen 1988), el aumento de la cobertura vegetal en 1ep, puede atribuirse también a la diferencia biológica (no estadística) del dosel. Las parcelas 4ep y 8ep, presentaron una compacidad del dosel mayor (86% y 96%) a 1ep y sp (73.4% y 82.6). Según la relación que expone Allen (1988),

entre una mayor cobertura vegetal ante una menor compacidad de dosel, se esperaría una mayor cobertura de gramíneas y arbustivas en la parcela sp, pero no fue así. Lo que señala una vez más, una respuesta favorable de la cobertura de la vegetación en lep. Probablemente, la apertura del dosel, favoreció a la cobertura en lep, sin embargo, las Figuras 4, 5 y 6, muestran claramente la disminución de la cobertura en relación a un mayor tiempo de exclusión.

La hipótesis planteada en la presente investigación, se rechaza, ya que el tiempo de exclusión al pastoreo de alta densidad en bosque de encino, sí ocasionó cambios en la cobertura de la vegetación estudiada, con patrones claros y definidos.

Para combinar la permanencia del bosque y su recurso forrajero, se debe tener en cuenta el tiempo suficiente para el reestablecimiento de la vegetación. Es importante enfocar la investigación futura, hacia aquellas especies preferidas por el ganado y su respuesta específica al pastoreo. Se recomienda basarse en el valor de importancia y densidad, en función a la intensidad y exclusión de dicho pastoreo. Esto, sumado a estudios de supervivencia y reproducción, permitirá encontrar los tiempos óptimos de exclusión, las especies animales adecuadas para paecer el bosque, la carga animal, densidad y frecuencia de pastoreo. De la misma manera, se sugiere establecer parcelas completamente cercadas para garantizar una exclusión al pastoreo como sitios control en el área de estudio. Se debe considerar que existen plantas anuales, bianuales y perennes, por lo que el tiempo mínimo de exclusión deberá ser por lo menos de dos años.

De la misma manera, se recomienda que, una vez establecidos los tiempos de recuperación de las herbáceas preferidas por las diferentes especies animales que conforman la manada y se encuentren los tiempos óptimos de exclusión que permitan aumentar la densidad de plantas, se utilicen sólo las áreas con un dosel no mayor del 80%, para aprovechar la luz y favorecer el crecimiento de la cobertura de todos los grupos vegetales.

Como se ha señalado reiteradamente, el pastoreo de alta densidad, ha sido diseñado para pastizales áridos y semiáridos (Savory 1999, Holechek *et al.* 2000b), en donde ha generado grandes controversias. Entre las más relevantes y relacionada directamente con la presente investigación, destaca para Savory (1999), el beneficio a la riqueza de especies al disminuir la selectividad animal, o el daño a la riqueza y densidad que causa el pastoreo en ecosistemas no aptos para tal fin y el sobrepastoreo ocasionado por la elevada cantidad de animales utilizados por unidad de área (Challenger 1998, Holechek *et al.* 2000b). Al encontrarse una diversidad media alta en los índices utilizados en éste trabajo, se concluye que el pastoreo de alta densidad, no simplificó la composición botánica ni la riqueza como lo han argumentado Challenger (1999) y Holechek (2000b).

## 6.-ANEXOS

Anexo 1.- Área de estudio dentro del predio CEIEPASP



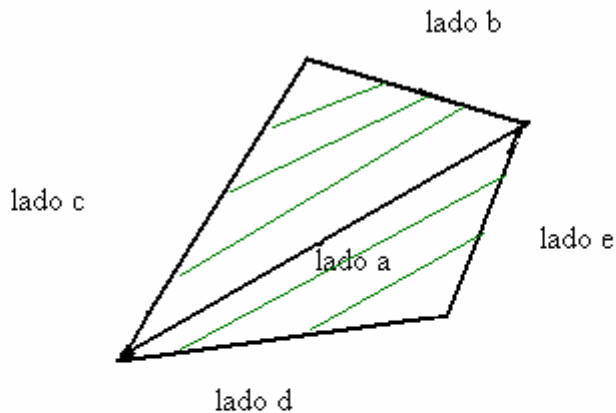


Anexo 1a.- Localización geográfica de los polígonos

Tratamiento	Coordenadas		Elevación (m smn)	Descripción (esquina)
1ep	445247	Este	2635	derecha
	2192321	Norte		lado oeste
1ep	445260	Este	2642	derecha
	2192306	Norte		lado este
1ep	445330	Este	2654	izquierda
	2192358	Norte		lado este
1ep	445313	Este	2649	izquierda
	2192380	Norte		lado oeste
4ep	445293	Este	2673	derecha
	2192158	Norte		lado oeste
4ep	445330	Este	2664	derecha
	2192157	Norte		lado este
4ep	445340	Este	2673	izquierda
	2192202	Norte		lado este
4ep	445303	Este	2676	izquierda
	2192209	Norte		lado oeste
8ep	445294	Este	2664	derecha
	2192256	Norte		lado oeste
8ep	445331	Este	2674	derecha
	2192239	Norte		lado este
8ep	445354	Este	2670	izquierda
	2192214	Norte		lado este
8ep	445304	Este	2660	izquierda
	2192297	Norte		lado oeste
sp	445331	Este	2664	derecha
	2192358	Norte		lado oeste
sp	445331	Este	2674	derecha
	2192336	Norte		lado este
sp	445354	Este	2670	izquierda
	2192214	Norte		lado este
sp	445391	Este	2660	izquierda
	2192337	Norte		lado oeste

## Anexo 2. Polígonos de las áreas de estudio

Tratamiento sp



lado a = 42.5 m

lado b = 27.3 m

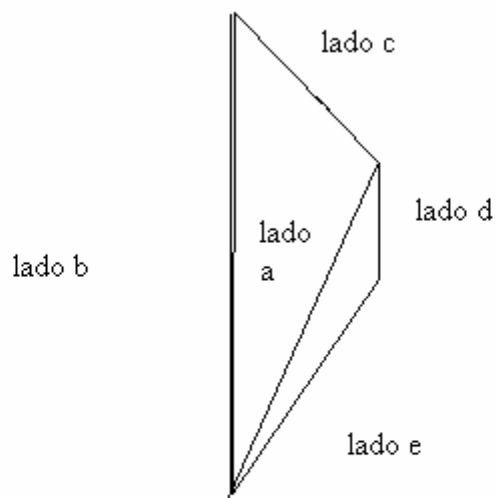
lado c = 44.5 m

lado d = 40.0 m

lado e = 30.3 m

— = línea de muestreo

Tratamiento lep



lado a = 36.5 m

lado b = 61.5 m

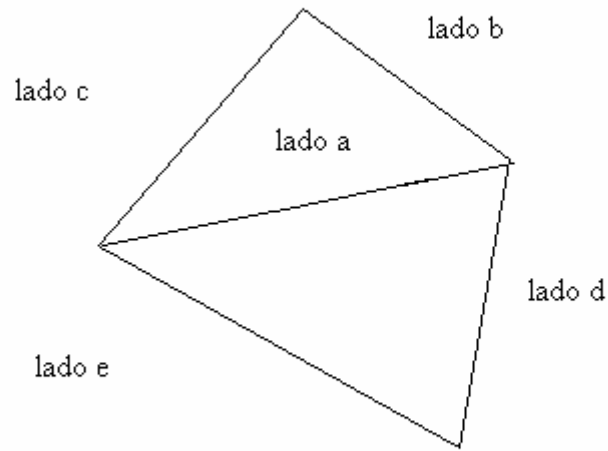
lado c = 20.0 m

lado d = 12.0 m

lado e = 30.5 m

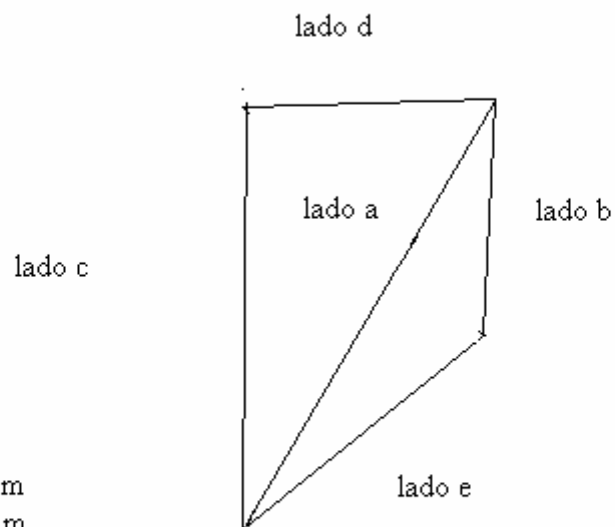
Anexo 2. (Continuación) Polígonos de las áreas de estudio

Tratamiento 4ep



lado a = 53.0 m  
lado b = 38.0 m  
lado c = 39.5 m  
lado d = 42.5 m  
lado e = 48.0 m

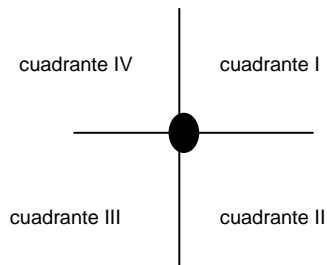
Tratamiento 8ep



lado a = 54.5 m  
lado b = 31.0 m  
lado c = 47.5 m  
lado d = 33.5 m  
lado e = 34.5 m

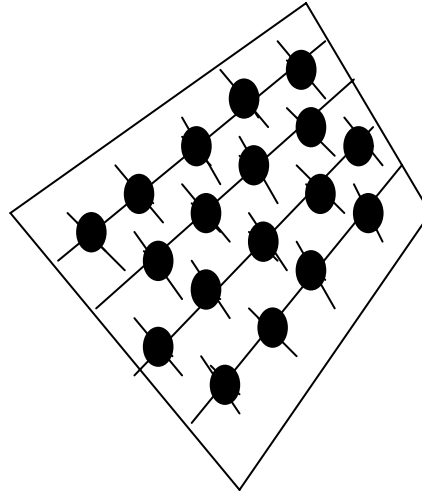
## Anexo 2a. Esquema del método de puntos centrados en cuadrantes

Estación de muestreo



● = punto centrado en cuadrante

Estaciones de muestreo en los tratamientos



1

1

### Anexo 3. Listado de herbáceas

Número de Especie	Familia	Subfamilia ó Tribu	Género	Especie	Nombre Común	
1	Asteraceae		<i>Alloispermum</i>	<i>scabrum</i>	(Lag.) Rob.	
2	Caryophyllaceae		<i>Arenaria</i>	<i>Reptans</i>	Heml. (H.B.K.) Coult. & Rose.	
3	Umbelliferae		<i>Arracasia</i>	<i>aegopodioides</i>		
4			<i>Asplenium</i>	<i>monanthes</i>		
5	Asteraceae	Astereae	<i>Aster</i>	<i>moranensis</i>	H.B.K.	
6	Papaveraceae		<i>Bocona</i>	<i>arborescens</i>		
7	Asteraceae	Helieanteae	<i>Bidens</i>	<i>aurea</i>	(Ait.) Sherff.	
8	Asteraceae	Helieanteae	<i>Bidens</i>	<i>ostruhioides</i>	(DC.) Sch. Bip.	
9	Orchidaceae		<i>Bletia</i>	<i>reflexa</i>	Lindl.	
10	Lythraceae		<i>Cuphea</i>	<i>aequipetala</i>	Cav.	
11	Fabaceae	Lotoideae	<i>Cologeton</i>	<i>angustifolia</i>	Kunth.	
12	Fabaceae	Lotoideae	<i>Cologeton</i>	<i>biloba</i>	(Lindl.) Nich.	
13	Asteraceae	Helieanteae	<i>Cosmos</i>	<i>diversifolius</i>	(Willd. ex Roem. & Schult.)	
14	Rubiaceae		<i>Crusea</i>	<i>longiflora</i>		
15	Cyperaceae		<i>Cyperus</i>	<i>seslerioides</i>	H.B.K.	
16	Polypodiaceae	Adiantaceae	<i>Cheilanthes</i>	<i>spp</i>		
17	Asteraceae	Helieanteae	<i>Dalia</i>	<i>coccinea</i>	Cav.	
18	Fabaceae	Lotoideae	<i>Dalea</i>	<i>brachystachys</i>	A. Gray.	
19	Fabaceae	Lotoideae	<i>Desmodium</i>	<i>incanum</i>		
20	Fabaceae	Lotoideae	<i>Desmodium</i>	<i>orbiculare</i>	Schlecht.	
21	Lilaceae		<i>Echeandia</i>	<i>nana</i>	(Baker) Cruden.	
22	Asteraceae	Astereae	<i>Erigeron</i>	<i>pubescens</i>	H.B.K.	
23	Asteraceae	Astereae	<i>Erigeron</i>	<i>galeottii</i>	(A. Gray) Greene.	
24	Umbelliferae		<i>Eryngium</i>	<i>serratum</i>	Cav.	
25	Rosaceae		<i>Fragaria</i>	<i>mexicana</i>	Shlecht.	
26	Rubiaceae		<i>Galium</i>	<i>aschenbornii</i>	Schauer.	
27	Commelinaceae		<i>Gibasis</i>	<i>pulchella</i>	(H.B.K.) Raf.	
28	Asteraceae		<i>Gnaphallium</i>	<i>ehrenbergianum</i>	Sch. Bip.	Gordolobo
29	Convolvulaceae		<i>Ipomoea</i>	<i>capillacea</i>	H.B.K.	
30	Solanaceae		<i>Jaltomata</i>	<i>procumbens</i>	(Cav.) J. Gentry	Jaltomate
31	Boraginaceae		<i>Lithospermum</i>	<i>strictum</i>	Lehm.	
32	Polemoniaceae		<i>Loeselia</i>	<i>mexicana</i>	(Lam.) Brand.	
33	Caprifoliaceae		<i>Lonicera</i>	<i>pilosa</i>	(H.B.K.) Willd.	
34	Onagraceae		<i>Lopezia</i>	<i>miniata</i>	Lag. ex DC.	

### Anexo 3. Continuación. Listado de herbáceas

Número de Especie	Familia	Subfamilia ó	Género	Especie	Nombre Común
35	Solanaceae		<i>Lycianthes</i>	<i>moziniana</i>	(Dunal) Bitter
36	Scrophulariaceae		<i>Mecardonia</i>	<i>procumbens</i>	(Mill.) Samll (Greenm.) Woods.
37	Asclepiadaceae		<i>Matelea</i>	<i>chrysantha</i>	(Herb.) S. Wats. Willd. ex Spreng.
38	Iridaceae		<i>Nemastylis</i>	<i>tenuis</i>	
39	Onagraceae		<i>Oenothera</i>	<i>pubescens</i>	
40	Oxalidaceae		<i>Oxalis</i>	<i>corniculata</i>	L.
41	Oxalidaceae		<i>Oxalis</i>	<i>divergens</i>	Benth. ex Lindl.
42	Oxalidaceae		<i>Oxalis</i>	<i>hernandessi</i>	D.C.
43	Polypodiaceae	Adiantaceae	<i>Pellaea</i>	<i>spp</i>	
44	Fabaceae	Lotoideae	<i>Phaseolus</i>	<i>pluriflorus</i>	Maréchal & al.
45	Verbenaceae		<i>Phyla</i>	<i>nodiflora</i>	(L). Greene.
46	Phytolaccaceae		<i>Phytolacca</i>	<i>icosandra</i>	L.
47	Piperaceae		<i>Piperomia</i>	<i>campylotropa</i>	Hill.
48	Plantaginaceae		<i>Plantago</i>	<i>alismatifolia</i>	Pliger.
49	Plantaginaceae		<i>Plantago</i>	<i>nivea</i>	H.B.K.
50	Agavaceae		<i>Polianthes</i>	<i>geminiflora</i>	(Lex.) Rose.
51	Polypodiaceae		<i>Polypodium</i>	<i>spp</i>	
52	Ranunculaceae		<i>Ranunculus</i>	<i>multicaulis</i>	D. Don.
53	Caryophyllaceae		<i>Sagina</i>	<i>saginoides</i>	(L.) Karst.
54	Labiatae		<i>Salvia</i>	<i>concolor</i>	Lamb.
55	Labiatae		<i>Salvia</i>	<i>lavanduloides</i>	Benth. L. var. mexicana
56	Labiatae		<i>Salvia</i>	<i>mexicana</i>	
57	Labiatae		<i>Salvia</i>	<i>patens</i>	Cav.
59	Labiatae		<i>Scutellaria</i>	<i>caerulea</i>	Sessé & Moc.
60	Sellaginellaceae		<i>Seleginella</i>	<i>spp</i>	
61	Asteraceae	Senecioneae	<i>Senecio</i>	<i>sinuatus</i>	H.B.K.
62	Solanaceae		<i>Solanum</i>	<i>nigrescens</i>	Mart. & Gal.
63	Asteraceae	Eupatorieae	<i>Stevia</i>	<i>eupatoria</i>	(Spreng.) Willd.
64	Asteraceae	Eupatorieae	<i>Stevia</i>	<i>incognita</i>	Grashoff.
65	Asteraceae	Eupatorieae	<i>Stevia</i>	<i>pilosa</i>	Lav.
66	Asteraceae	Eupatorieae	<i>Stevia</i>	<i>serrata</i>	Cav. (H.B.K.) Muell.
67	Euphorbiaceae		<i>Stillingia</i>	<i>zelayensis</i>	Arg
68	Asteraceae	Tageteae	<i>Tagetes</i>	<i>lucida</i>	Cav.
69	Fabaceae	Lotoideae	<i>Trifolium</i>	<i>goniocarpum</i>	Lojac.
70	Verbenaceae		<i>Verbena</i>	<i>carolina</i>	L.
71	Verbenaceae		<i>Verbena</i>	<i>gracilis</i>	Desf.
72	Asteraceae	Helicanteae	<i>Verbesina</i>	<i>ovata</i>	(Cav.) a. Gray
73	Amarylidaceae		<i>Zephyranthes</i>	<i>concolor</i>	Lindl.

Anexo 4. Listado de gramíneas

Num de Especie	Familia	Género	Especie		Nombre Común
1	Poaceae	<i>Aegopogon</i>	<i>cenchrroides</i>	Humb. & Bonpl.	
2	Poaceae	<i>Aristida</i>	<i>schiedeana</i>	Trin. & Rupr.	
3	Poaceae	<i>Bothriochloa</i>	<i>saccharioides</i>	Sw.	
4	Poaceae	<i>Brachypodium</i>	<i>mexicanum</i>	(Roem. & Schult.) Link.	
5	Poaceae	<i>Briza</i>	<i>subaristata</i>	Lam.	
6	Poaceae	<i>Bromus</i>	<i>dolichocarpus</i>	Wagnon.	
7	Poaceae	<i>Chloris</i>	<i>submutica</i>	H.B.K.	Pargüitas
8	Poaceae	<i>Digitaria</i>	<i>ternata</i>	(Rich) Stapf	
9	Poaceae	<i>Echinochloa</i>	<i>oplismenoides</i>	(H.B.K)	
10	Poaceae	<i>Eragrostis</i>	<i>intermedia</i>	Chase.	
11	Poaceae	<i>Lycurus</i>	<i>phleoides</i>	Hitchc.	
12	Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>dubia</i>	H.B.K.	
13	Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>capillaris</i>	Fourn	Zacatón
14	Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>glauca</i>	(Lam.) Trin	Zacatón
15	Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>macroura</i>	(Nees) Mez.	Zacatón
16	Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>bulbosum</i>	(H.B.K.)	
17	Poaceae	<i>Piptochaetium</i>	<i>fimbriatum</i>	Hitchc.	Triguillo
18	Poaceae	<i>Piptochaetium</i>	<i>virescens</i>	(H.B.K)	Triguillo del pinar
19	Poaceae	<i>Setaria</i>	<i>parviflora</i>	Parodi	Zacate sedoso
20	Poaceae	<i>Sporobulus</i>	<i>indicus</i>	(Poir.)	
21	Poaceae	<i>Stipa</i>	<i>mucronata</i>	Kerguélen.	
22	Poaceae	<i>Trisetum</i>	<i>deyeuxioides</i>	(L.) R. Br.	
				(H.B.K.)	
				Kunth	

### Anexo 5. Listado de arbustivas

Num de Especie	Familia	Género	Especie	Nombre Común	
1	Asteraceae	Astereae	<i>Baccharis conferta</i>	H.B.K.	Escoba
2	Cornaceae		<i>Cornus excelsa</i>	H.B.K.	Tepecuilotl
3	Asteraceae	Eupatorieae	<i>Eupatorium glabratum</i>	H.B.K.	
4	Asteraceae	Eupatorieae	<i>Eupatorium petiolare</i>	Moc. ex DC.	Yolochíchitl
5	Loganiaceae		<i>Buddleia sessiliflora</i>	H.B.K. (Cav.)	
6	Rubiaceae		<i>Bouvardia ternifolia</i>	Schlecht.	Trompetilla
7	Solanaceae		<i>Cestrum fulvescens</i>	Fern.	
8	Rosaceae		<i>Cotoneaster pannosa</i>	Franch.	
9	Onagraceae		<i>Fuchsia thymifolia</i>	H.B.K.	Perlilla
10	Cistaceae		<i>Helianthemum glomeratum</i>	(Lag.) Lag.	Juanita
11	Polygalaceae		<i>Monnina ciliolata</i>	DC.	
12	Asteraceae		<i>Stevia gesneriflora</i>	Lindl.	
13	Caprifoliaceae		<i>Symphoricarpos microphyllus</i>	H.B.K.	Perlitas

### Anexo 6. Listado de arbóreas

Num de Especie	Familia	Género	Especie	Nombre Común	
1	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>tesselleta</i>	Sorensen	Madroño
2	Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>xalapensis</i>	H.B.K.	Madroño
3	Rosaceae	<i>Crateagus</i>	<i>mexicana</i>	Moc. & Sessé ex DC.	Mejocote
4	Garryaceae	<i>Garrya</i>	<i>laurifolia</i>	Benth. Née ( <i>Q. pulchella</i> Humb. & Bonpl., <i>Q. axillaris</i> Trel.)	
5	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>castanea</i>	Humb. & Bonpl. ( <i>Q. mexicana</i> sensu Trel.)	Encino
6	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>crassipes</i>	Trel.	Encino
7	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>deserticola</i>	Benth.	Encino
8	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>dysophylla</i>	Benth.	Encino
9	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>glabrescens</i>	Benth.	Encino
10	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>laeta</i>	Liemb. Humb. & Bonpl. ( <i>Q. rugosa</i> Mart. & Gal.)	Encino
11	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>mexicana</i>	Née ( <i>Q. reticulata</i> humb. & Bompl., <i>Q. conglomerata</i> Trel.)	Encino
12	Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>rugosa</i>	Ehrh.	Encino
13	Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>	Ehrh.	Capulín



Anexo 7.- Formulario de campo

Fecha

Tratamiento

Spp.  
(abreviatura)

1.-

2.-

3.-

4.-

5.-

6.-

7.-

8.-

9.-

10.-

11.-

12.-

13.-

14.-

15.-

16.-

17.-

18.-

19.-

20.-

21.-

22.-

23.-

24.-

25.-

26.-

27.-

28.-

29.-

30.-

31.-

32.-

33.-

34.-

35.-

Estrato	Línea	Punto	Cuadrante 1	Cuadrante 2	Cuadrante 3	Cuadrante 4
Herbáceo	1	1				
Gramíneo	1	1				
Arbustivo	1	1				
Herbáceo	1	2				
Gramíneo	1	2				
Arbustivo	1	2				
Herbáceo	1	3				
Gramíneo	1	3				
Arbustivo	1	3				
Herbáceo	1	4				
Gramíneo	1	4				
Arbustivo	1	4				
Herbáceo	1	5				
Gramíneo	1	5				
Arbustivo	1	5				
Herbáceo	1	6				
Gramíneo	1	6				
Arbustivo	1	6				
Herbáceo	1	7				
Gramíneo	1	7				
Arbustivo	1	7				
Herbáceo	1	8				
Gramíneo	1	8				
Arbustivo	1	8				
Herbáceo	1	9				
Gramíneo	1	9				
Arbustivo	1	9				
Herbáceo	1	10				
Gramíneo	1	10				
Arbustivo	1	10				
Herbáceo	2	1				
Gramíneo	2	1				
Arbustivo	2	1				
Herbáceo	2	2				
Gramíneo	2	2				
Arbustivo	2	2				
Herbáceo	2	3				
Gramíneo	2	3				
Arbustivo	2	3				
Herbáceo	2	4				
Gramíneo	2	4				

Anexo 8.- Valores relativos e índice de importancia de herbáceas. Parcela sin pastoreo.

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango V.I.</b>
Biau	0.93	0.08	1.35	2.35	23
Chesp	3.7	15.67	4.05	23.43	5
Cobi	0.93	0.57	1.35	2.85	19
Codi	2.78	0.15	1.35	4.28	17
Dein	2.78	0.57	1.35	4.7	16
Deor	6.48	2.12	5.41	14.01	6
Frme	0.93	0.3	1.35	2.58	20
Gaas	3.7	0.19	4.05	7.94	11
Gipu	6.48	24.96	6.76	38.19	2
Hegl	1.85	2.66	2.7	7.21	12
Mach	3.7	4.85	4.05	12.61	7
Oepu	2.78	0.8	4.05	7.63	10
Oxco	12.96	1.45	14.87	29.28	4
Oxdi	0.93	0.12	1.35	2.4	22
Oxhe	4.63	0.62	5.41	10.65	9
Sala	24.07	17.57	20.27	61.92	1
Same	9.26	15.35	8.11	32.72	3
Steu	1.85	1.25	2.7	5.81	14
Stpi	0.93	0.23	1.35	2.51	21
Stse	3.7	4.26	4.05	12.02	8
Talu	1.85	1.73	1.35	4.93	15
Taof	0.93	3.99	1.35	6.26	13
Veov	1.85	0.53	1.35	3.74	18

Anexo 9. Valores relativos e índice de importancia de herbáceas. Parcela 1ep

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango V.I.</b>
Assp	6.62	4.7	3.92	15.24	5
Chesp	1.47	0.44	2.94	4.85	21
Coan	5.15	3.21	5.88	14.24	6
Cobi	9.56	1.98	8.82	20.36	4
Crlo	2.21	4.67	2.94	9.82	11
Cuae	2.21	2.87	2.94	8.02	15
Cyse	2.21	0.19	0.98	3.38	26
Dabr	2.21	2.21	0.98	5.4	19
Frme	2.21	5.19	1.96	9.36	12
Gaas	2.94	6.68	2.94	12.56	8
Gnsp	2.21	1.4	2.94	6.55	17
Oxco	8.82	1.28	10.78	20.89	3
Oxdi	1.47	7.73	1.96	11.16	10
Oxhe	3.68	0.67	3.92	8.27	14
Pica	9.56	11.16	8.82	29.54	2
Plal	1.47	0.14	1.96	3.57	24
Plni	1.47	1.12	0.98	3.57	25
Sala	0.74	0.55	0.98	2.26	28
Same	1.47	1.5	1.96	4.94	20
Sasa	0.74	0.11	0.98	1.82	29
Sesp	11.03	25.95	8.82	45.81	1
Soni	2.21	6.13	2.94	11.28	9
Steu	5.88	1.81	4.9	12.59	7
Stin	0.74	0.03	0.98	1.75	30
Stpi	3.68	0.77	2.94	7.38	16
Stse	2.21	3.14	2.94	8.29	13
Stze	0.74	1.93	0.98	3.65	23
Talu	2.21	1.39	2.94	6.54	18
Taof	2.21	0.64	1.96	4.81	22
Trgo	1.47	0.39	0.98	2.84	27

Anexo 10.- Valores relativos e índice de importancia herbáceas. Parcela 4ep

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Biau	6.9	4.7	3.9	15.5	6
Ches	1.72	2.25	2.6	6.57	15
Cobi	1.72	1.21	2.6	5.53	16
Cuae	0.86	0.71	1.3	2.87	21
Cyse	3.45	5.85	2.6	11.89	10
Erpu	4.31	5.44	3.9	13.65	9
Gaas	1.72	0.71	2.6	5.03	17
Mach	4.31	7.93	5.19	17.43	4
Oepu	3.45	2.37	1.3	7.11	14
Oxco	22.41	9.58	23.38	55.37	1
Oxhe	19.83	18.93	15.58	54.34	2
Phyi	3.45	1.45	3.9	8.79	13
Phyn	0.86	0.83	1.3	2.99	20
Sala	4.31	8.52	3.9	16.72	5
Same	3.45	7.57	3.9	14.92	8
Sapa	3.45	9.35	5.19	17.99	3
Sasa	3.45	3.08	3.9	10.42	11
Sesp	4.31	5.86	5.19	15.36	7
Stin	1.72	1.06	2.6	5.39	18
Stpi	0.86	0.95	1.3	3.11	19
Talu	3.45	1.66	3.9	9	12

Anexo 11.- Valores relativos e índice de importancia de herbáceas. Parcela 8ep.

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Steu	5	1.88	6.25	13.13	9
Sala	11.25	12.86	10.41	34.52	2
Asmo	1.25	0.27	2.08	3.61	18
Gaas	7.5	11.67	6.25	25.42	5
Same	6.25	11.04	6.25	23.54	6
Cobi	23.75	12.16	14.58	50.49	1
Assp	1.25	0.55	2.08	3.89	17
Erpu	2.5	1.32	4.16	7.99	12
Oxco	11.25	3.77	12.50	27.52	4
Oxhe	5	2.79	8.33	16.12	7
Stse	1.25	1.11	2.08	4.45	15
Phno	5	1.64	2.08	8.72	11
Dein	1.25	0.55	2.08	3.89	17
Veov	1.25	0.55	2.08	3.89	17
Coan	3.75	28.66	2.08	34.49	3
Eust	1.25	2.09	2.08	5.43	13
Codi	1.25	1.11	2.08	4.45	14
Deor	1.25	0.69	2.08	4.03	16
Dabr	3.75	3.14	2.08	8.97	10
Oxdi	5	2.02	8.33	15.36	8

Anexo 12.- Valores relativos e índice de importancia de gramíneas. Parcela sin pastoreo.

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Arshi	0.92	4.32	1.72	6.97	9
Brme	25.92	4.26	20.68	50.88	2
Erin	15.74	5.31	18.96	40.02	6
Muca	5.55	39.35	10.34	55.25	1
Mudu	1.85	35.17	3.44	40.47	5
Muma	2.77	2.70	3.44	8.93	7
Pifi	22.22	2.43	20.68	45.35	3
Pivi	22.22	5.65	17.24	45.12	4
Stmu	2.77	0.75	3.44	6.98	8

Anexo 13.- Valores relativos e índice de importancia de gramíneas. Parcela 1ep.

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Arshi	3.67	0.47	1.88	6.03	8
Brdo	2.94	0.60	3.77	7.32	6
Brme	70.58	91.91	47.16	209.67	1
Brsu	2.94	0.21	7.54	10.70	5
Erin	2.94	0.63	7.54	11.12	4
Mudu	4.41	3.25	7.54	15.21	3
Pabu	0.73	0.05	1.88	2.68	9
Pifi	11.02	2.71	16.98	30.72	2
Pivi	0.73	0.08	5.66	6.47	7

Anexo 14.- Valores relativos e índice de importancia de gramíneas. Parcela 4ep.

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Brdo	5.21	3.14	4.47	12.83	7
Brisu	6.08	2.90	10.44	19.43	5
Brme	37.39	37.59	25.37	100.36	1
Lyph	0.86	1.41	1.49	3.77	10
Muca	4.34	6.87	5.97	17.19	6
Mudu	14.78	21.99	16.41	53.19	2
Muma	1.73	9.18	1.49	12.41	8
Pabu	0.86	0.96	1.49	3.32	9
Pifi	19.13	7.69	17.91	44.73	3
Pivi	9.56	8.18	13.43	31.17	4
Stmu	0.86	0.30	1.49	2.66	11

Anexo 15.- Valores relativos e índice de importancia de gramíneas. Parcela 8ep.

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Aece	2.49	0.32	5.71	8.53	7
Arshi	2.49	1.38	5.71	9.59	6
Brme	56.24	30.16	40.00	126.40	1
Brsu	9.99	5.01	11.42	26.43	3
Dite	4.99	6.79	5.71	17.50	5
Muca	7.49	9.73	8.57	25.80	4
Mudu	14.99	46.04	20.00	81.04	2
Pifi	1.24	0.54	2.85	4.65	8

Anexo 16.- Valores relativos e índice de importancia de arbustivas. Parcela sin pastoreo

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Baco	15.74	13.77	14.06	43.58	4
Bote	1.85	0.33	3.12	5.31	6
Cesp	1.85	0.07	1.56	3.48	9
Copa	1.85	0.50	1.56	3.92	8
Eugl	28.71	42.61	31.25	102.58	1
Eupe	31.49	29.82	23.43	84.76	2
Moci	0.92	0.32	1.56	2.81	10
Sage	1.85	0.04	3.12	5.02	7
Symi	15.74	12.61	20.31	48.67	3

Anexo 17.- Valores relativos e índice de importancia de arbustivas. Parcela 1ep

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Baco	18.38	18.75	17.18	54.32	2
Bote	7.35	3.59	14.06	25.01	4
Copa	1.47	0.53	3.12	5.12	6
Eugl	2.94	2.53	6.25	11.72	5
Eupe	58.82	67.82	42.18	168.83	1
Symi	11.02	6.75	17.18	34.97	3

Anexo 18.- Valores relativos e índices de importancia del Grupo arbustivas. Parcela 4ep

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Symi	18.96	9.081	20.98	49.03	4
Copa	0.86	0.12	1.23	2.22	10
Eugl	17.24	24.95	20.98	63.18	3
Eupe	20.68	29.92	20.98	71.60	2
Baco	31.03	31.21	22.22	84.46	1
Moci	1.72	0.30	2.46	4.50	7
Mila	0.86	0.93	1.23	3.03	8
Bote	5.17	2.31	4.93	12.42	5
Opsp	0.86	0.12	1.23	2.22	11
Hegl	1.72	0.62	2.46	4.81	6
Futh	0.86	0.38	1.23	2.48	9

Anexo 19.- Valores relativos e índice de importancia de arbustivas. Parcela 8ep

<b>Especie</b>	<b>Densidad Relativa</b>	<b>Dominancia Relativa</b>	<b>Frecuencia Relativa</b>	<b>V.I.</b>	<b>Rango de V.I.</b>
Buse	1.25	0.11	2.08	3.45	10
Mila	2.50	0.43	2.08	5.02	9
Baco	18.75	37.55	18.75	75.05	2
Moci	8.75	5.45	12.50	26.70	5
Hegl	15.00	6.56	14.58	36.14	3
Copa	2.50	2.53	4.16	9.20	8
Symi	8.75	1.07	10.41	20.24	6
Stge	11.25	6.41	10.41	28.08	4
Eupe	3.75	1.33	6.25	11.33	7
Eugl	27.50	39.79	18.75	86.04	1



## 7.- APENDICE

## Claves de las especies que aparecieron en el muestreo

### Herbaceas

1.- Assp	<i>Alloispermum</i>	<i>scabrum</i>
2.- Asmo	<i>Aster</i>	<i>moranensis</i>
3.- Biau	<i>Bidens</i>	<i>aurea</i>
4.- CHSPP	<i>Cheilanthes</i>	<i>spp</i>
5.- Coan	<i>Cologania</i>	<i>angustifolia</i>
6.- Cobi	<i>Cologania</i>	<i>biloba</i>
7.- Codi	<i>Cosmos</i>	<i>diversifolius</i>
8.- Crlo	<i>Crusea</i>	<i>longiflora</i>
9.- Cuae	<i>Cuphea</i>	<i>aequipetala</i>
10.- Cyse	<i>Cyperus</i>	<i>seslerioides</i>
11.- Dabr	<i>Dalea</i>	<i>brachystachys</i>
12.- Dein	<i>Desmodium</i>	<i>incanum</i>
13.- Deor	<i>Desmodium</i>	<i>orbiculare</i>
14.- Erpu	<i>Erigeron</i>	<i>pubescens</i>
15.- Frme	<i>Fragaria</i>	<i>mexicana</i>
16.- Gaas	<i>Galium</i>	<i>aschenbornii</i>
17.- Gipu	<i>Gibasis</i>	<i>pulchella</i>
18.- GNSPP	<i>Gnaphallium</i>	<i>spp</i>
19.- Mach	<i>Matelea</i>	<i>chrysantha</i>
20.- Oepu	<i>Oenothera</i>	<i>pubescens</i>
21.- Oxco	<i>Oxalis</i>	<i>corniculata</i>
22.- Oxdi	<i>Oxalis</i>	<i>divergens</i>
23.- Oxhe	<i>Oxalis</i>	<i>hernandessi</i>
24.- Phno	<i>Phyla</i>	<i>nodiflora</i>
25.- Phic	<i>Phytolacca</i>	<i>icosandra</i>
26.- Pica	<i>Piperomia</i>	<i>campylotropa</i>
27.- Plal	<i>Plantago</i>	<i>alismatifolia</i>
28.- Plni	<i>Plantago</i>	<i>nivea</i>
29.- Sasa	<i>Sagina</i>	<i>saginoides</i>
30.- Sala	<i>Salvia</i>	<i>lavanduloides</i>
31.- Same	<i>Salvia</i>	<i>mexicana</i>
32.- Sapa	<i>Salvia</i>	<i>patens</i>
33.- Sesp	<i>Seleginella</i>	<i>spp</i>
34.- Soni	<i>Solanum</i>	<i>nigrescens</i>
35.- Steu	<i>Stevia</i>	<i>eupatoria</i>
36.- Stin	<i>Stevia</i>	<i>incognita</i>
37.- Stpi	<i>Stevia</i>	<i>pilosa</i>
38.- Stse	<i>Stevia</i>	<i>serrata</i>
39.- Stze	<i>Stillingia</i>	<i>zelayensis</i>
40.- Salu	<i>Tagetes</i>	<i>lucida</i>
41.- Taof	<i>Taraxacum</i>	<i>officialis</i>
42.- Trgo	<i>Trifolium</i>	<i>goniocarpum</i>

43.- Veov        *Verbesina*        *ovata*

Gramíneas

44.- Aece        *Aegopogon*        *cenchroides*  
45.- Arsh        *Aristida*        *schiedeana*  
46.- Brme        *Brachypodium*        *mexicanum*  
47.- Brsu        *Briza*        *subaristata*  
48.- Brdo        *Bromus*        *dolichocarpus*  
49.- Dite        *Digitaria*        *ternata*  
50.- Erin        *Eragrostis*        *intermedia*  
51.- Mudu        *Muhlenbergia*        *dubia*  
52.- Muca        *Muhlenbergia*        *capillaris*  
53.- Muma        *Muhlenbergia*        *macroura*  
54.- Pabu        *Panicum*        *bulbosum*  
55.- Pifi        *Piptochaetum*        *fimbriatum*  
56.- Pivi        *Piptochaetum*        *virescens*  
57.- Stmu        *Stipa*        *mucronata*

Arbustivas

58.- Baco        *Baccharis*        *conferta*  
59.- Bote        *Bouvardia*        *ternifolia*  
60.- Buse        *Buddleia*        *sessiliflora*  
61.- Cefu        *Cestrum*        *fulvescens*  
62.- Copa        *Cotoneaster*        *pannosa*  
63.- Eugla        *Eupatorium*        *glabratum*  
64.- Eupe        *Eupatorium*        *petiolare*  
65.- Futh        *Fuchsia*        *thymifolia*  
66.- Hegl        *Helianthemum*        *glomeratum*  
67.- Mila        *Mimosa*        *lacerata*  
68.- Moci        *Monnina*        *ciliolata*  
69.- OPSPP        *Opuntia*        *spp*  
70.- Stge        *Salvia*        *gesneriflora*  
71.- Symi        *Symphoricarpos*        *microphyllus*

## 8.- Referencias

- Abaye O., Allen G. y Fontenot P. 1997. Grazing sheep and cattle together or separately. Effect on soils and plants. *Agronomy of Journal*. 89: 380-386.
- Aguirre R., Bolaños M., Charcas S., Reyes A. y Flores F. 1995. Estudio especial de agostaderos. Programa de Modernización Forestal del Estado de México. 102 pp.
- Allen B. 1988. Handbook of vegetation science. Vegetation science applications for rangeland analysis and management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. Nueva Zelanda. 14: 339-356.
- Avendaño J. 1996. Recomendaciones prácticas para instrumentar el pastoreo intensivo tecnificado. Pastoreo intensivo en zonas tropicales. En: Primer Foro Internacional del 7 al 9 de noviembre. FIRA-Banco de México. Veracruz. México. 5 pp.
- Arias L. 2006. Evaluación de arbustivas en la Mixteca Baja. Digestibilidad in vitro y composición química. En: III Reunion Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles 10 al 12 de julio de 2006. Rectoría Universidad Nacional Autónoma de México. México. 351: 152-156.
- Arias J., Dougherty C. y Bradley N. 1990. Structure of tall fescues swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*. 82: 545-548.
- Avila J., Salinas G., Flores R. y Falcón R. 1990. Los sistemas de producción caprina en Zacatecas: I Diagnostico de la vegetación nativa utilizada. Memoria VI Reunión Nacional Sobre Caprinocultura. S.L.P. Pp 148-151.
- Barreras A. y Herrera J. 2005. Análisis estadísticos de experimentos pecuarios. Manual de Procedimientos (Aplicaciones del Progrtama SAS). Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. México. 213 pp.
- Bautista Z., Delfín G., Delgado C. y Palacio P. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología e Instituto Nacional de Ecología. México. 506 pp.
- Bell C. y Ritchie I. 1989. The effects of frequency and height of defoliation on the production and persistence of "Grasslands Matua" praire grass. *Grass and Forage Science*. 44: 245-248.
- Beetle A. 1983. Las gramíneas de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. COTECOCA, SARH. México. Tomo I, p 191.
- Beetle A., Manrique F., Jaramillo L. 1986. Las gramíneas de México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. COTECOCA, SARH. México. Tomo II, p 131.

Bernal F. A. 2004. Análisis de crecimiento de pastos nativos, en un bosque de encino. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 83 pp.

Blackburn H. 2005. Mixed farming systems and the environment. Livestock production, the environment and mixed farming systems. U.S. Sheep Experiment Station. Dubois, Idaho, USA. World agricultural information centre. <http://www.fao.org/waicent>. (Página de Internet). México. Consulta: Noviembre 2005.

Bolaños A. y Aguirre J. 2000. Evaluación preliminar de los agostaderos forestales del occidente del Estado de México. *Acta Científica Potosina*. 15 (2): 74-97.

Boyer S., Armond P y Sharp R. 1987. Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw-Hill Interamericana. Madrid. 522 pp.

Brockway G., Lewis E. 2003. Influence of deer, cattle grazing and timber harvest on plant species diversity in a longleaf pine bluestem ecosystem. *Forest Ecology and Management*. 175 (1-3): 49-69.

Cabido M., Nai-B. M y Pucheta E. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 613-623.

CEIEPASP. 2001. Informe 2001. PDF. <http://www.fmvz.unam.mx>. (Página de Internet). México. Consulta: 6 de diciembre de 2005.

CEIEPASP. 2006. Datos de Archivo.

Conn E. y Stumpf P. 1990. *Bioquímica fundamental*. Tercera Edición. Editorial Limusa. México; D.F. 631 pp.

COTECOCA. 1998. Estudio de la condición actual de los recursos forrajeros y su potencial del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvo-Pasatoril, propiedad de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el Municipio de Chapa de Mota, Estado de México. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. 22 pp.

Cotler A. 2006. Características y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas, Instituto Nacional de Ecología. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/cotler.html> (Página de Internet). México. Consulta: Septiembre 2006.

Cox W. 1981. *Laboratory manual of general ecology*. San Diego State University. Williamc.brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. USA. pp 46-54.

Curtis J y Cottam G. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Department of Botany, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin. *Ecology*. 37 (3): 451-460.

Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado presente y futuro. CONABIO, Instituto de Biología UNAM y Sierra Madre A.C. México. Pp. 530-531, 586-587.

Chapin F., Zavaleta E., Eviner V. y Taylor L. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405:234-242.

Chapman D., Clark D y Dymock N. 1983. Leaf and tiller growth of *Lolium perenne* and *Agrostis* sp. and leaf appearance rates of *Trifolium repens* in set-stocked and rotationally grazed hill pastures. *New Zealand Journal Agriculture Research*. 26: 159-168.

Enkerlin C., Del Amo R y Cano C. 1997. Ciencia y desarrollo sostenible: ¿el paradigma idóneo de la humanidad?. En: *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Enkerlin C., Cano G., Garza R., Vogel E. International Thompson Editores, México. pp 500-517.

Equihua M. y Benítez G. 1990. *Dinámica de las comunidades ecológicas*. Segunda edición. Editorial Trillas. México, D.F. 120 pp.

Espinoza Francisco. 2005. CEIEPASP. Comunicación personal.

Estrada S. 2003. Efecto del pastoreo sobre la vegetación y la utilización del nopal como forraje en agostaderos de Ojuelos, Jalisco. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 107 pp.

Greig-Smith, P. 1964. *Quantitative plant ecology*. Segunda edición. Butterworth and Co. London. Inglaterra. 198 pp.

Heitschmidt R., Dowhower S. and Walker J. 1987a. 14-vs-42 paddock rotational grazing: aboveground biomass dynamics, forage production, and harvest efficiency. *J. Range Manage.* 40 (3): 216-223.

Heitschmidt R., Dowhower S. and Walker J. 1987b. Some effects of a rotational grazing treatment on quantity and quality of available forage and amount of ground litter. *J. Range Manage.* 40 (4): 318-321.

Holechek J., Berry T. y Vavra M. 1987. Grazing system influences on cattle performance on mountain range. *Journal of Range Management* 40 (1): 55-59.

Holechek J., Pieper R. y Herbel C. 2000a. *Range . Principles and practices*. Quinta edición. Ed. Prentice-Hall, Inc., USA, pp 122-301.

Holechek J. Gómez H. y Molinar F. 2000b. Short-duration grazing: the facts in 1999. *Rangelands* 22 (1): 18-22.

Huerta M. y Guerrero V. 2004. Ecología de Comunidades. Primera Edición. Editado por la Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Km 15.5 Carretera a Nogales, Zapopan, Jalisco. 124 pp.

Hume D. y Lucas R. 1987. Effects of winter cutting management on growth and tiller numbers of six grass species. *New Zealand Journal Experimental Agriculture*. 15: 17-22.

INEGI. 1998. Carta topográfica, E14A18, escala 1:50,000.

Kern y Johnson M. 1993. Conservation tillage impacts on national soils and atmospheric carbon levels. *Soil Science Society of America Journal*. 57 (1): 200-210.

Langer R., Ryle S. y Jewis O. 1964. The changing plant and tiller populations of timothy sand meadow fescue swards. *Journal Applied Ecology*. 1:197-208.

López R., Lizama J. y Carranza E. 2006. Arvenses consumidas por ovinos en pastoreo en los sotobosques de cafetales manejados bajo sistemas agrosilvopastoriles. III Reunion nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles 10 al 12 de julio de 2006. Rectoría UAM. México. 351: (89-97).

Magurran A. 1988. Ecological diversity and measurement. Cambridge, University Press. EUA. 179 pp.

Medina J. y Tejero J. 2006. Flora y vegetación del parque estatal Atizapán-Valle Escondido, Estado de México, México. *Polibotánica*. Instituto Politécnico Nacional. 21: 1-43.

Milne J. 1991. Diet selection by grazing animals. *Proceedings of the Nutrition Society*. 50: 77-85.

Mosquera R. y González A. 2000. Sward quality affected by different grazing pressures. *Journal of Range Manage*. 53: 603-610.

Mosquera R., González A. y Rigueiro R. s/f. Ecología y manejo de praderas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Santiago. Galicia. 214 pp.

Mueller-Dombois D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley. New York. 547 pp.

Murgueito E. Ibrahim M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development* (13) 3.

Mysterud A., Ostbye, E., 2004. Reo deer (*Capreolus capreolus*) browsing pressure affects yew (*Taxus baccata*) recruitment within nature reserves in Norway. *Biological Conservation*. 120: 545-548.

Nelson C., Asay K y Sleper D. 1977. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. *Crop Science*.17: 449-452.

Nelson C. 2000. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. Chapter 6. CAB International. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. pp 101-126.

Pearson A. y Penning P. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*. 43: 15-27.

Pfister J. y Malechek C. 1986. Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of northeastern Brazil. *Journal of Range Manage*. 39 (1) : 24-28.

Pineda M. 2007. Comportamiento en pastoreo y características nutricias de especies consumidas por ovinos y caprinos en bosque de encino. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnista – Universidad Nacional Autónoma de México. 77 pp.

Pizzio R. y Rollo O. Manejo del pastoreo. Carga animal en pasturas. Jornadas de actualización en forrajeras subtropicales. Estación experimental agropecuaria. Mercedes, Corrientes, Argentina. <http://www.Jornada%20pastura%20pizzioCargaAnimalMod>. (Página de Internet). México. Consulta: septiembre 2006.

Pollock M., Milner J., Waterhouse A., Holland J. y Legg C. 2005. Impacts of livestock in regenerating in upland birch woodlands in Scotland. *Biological Conservation*. 123: 443-452.

Poole R. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill. USA. pp 387-397.

Programa de Manejo Forestal para el Aprovechamiento Persistente de Recursos Forestales Maderables en el Predio Denominado “Centro de Enseñanza y Extensión Agro-Silvopastoril”, Municipio de Chapa de Mota, del Estado de México. 1997. Universidad Nacional Autónoma de México. 38 pp.

Provenza F. 1995. Postingetive feedback as an elementary determinant of food preferente and intake in ruminants. *Journal of Range Management* 48 (1).

Provenza F. 2003. Foragin Behavior: Managing to survive in a world of change. behavioral principles for human, animal, vegetation and ecosystem management. Department or Forest, Range, and Wildlife Science. Utah State University. USA. 63 pp.

Rodríguez F. 1988. Obtención de beneficios combinados de pastoreo y madera en bosques naturales de *Pinus hartwegii*. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo México. 53 pp.

Ruiz J. 2006. Algunas plantas y aspectos generales de sistemas silvopastoriles en Tabasco y su impacto en la sustentabilidad. III Reunion nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles 10 al 12 de julio de 2006. Rectoría Universidad Autónoma de México. México. 351: 75-81.



- Rodríguez T. 1987. Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. Segunda Edición. 1987. The Wildlife Society. Inc. 703 pp.
- Ramírez A. 2006. Ecología. Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Colección Biblioteca del Profesional. Bogotá, Colombia. 273 pp.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Primera Edición. Editorial Limusa. México. 431 pp.
- Rzedowski J., Guzmán G., Hernández A., y Muñiz R. 1964. Cartografía de la vegetación de la parte norte del Valle de México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. México. 13: 31-57.
- Rzedowski J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana. 14: 3-21.
- Rzedowski J. 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. CONABIO, Instituto de Ecología, A.C. 2ª ed. Pátzcuaro, Michoacán. México. 1406 pp.
- Savory A. 1999. Holistic resource management. Island Press. Washington, D.C. EUA. 616 pp.
- SAGARPA. 2006. Secretaría de Ganadería y Agricultura. <http://www.sagarpa.gob.mx>. México. (Página de Internet). Consulta: Julio 2006.
- SEMARNAP. 1998. Estadística del medio ambiente. México D.F. pp 209-220.
- SEMARNAT. 2006. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Nautrles. <http://www.semarnat.gob.mx>. México. (Página de Internet). Consulta: Septiembre 2006.
- Sluyter. 2001. Ganadería española y cambio ambiental en las tierras bajas tropicales de Veracruz; México, siglo XXI. En: Hernández L. Historia ambiental de la ganadería en México. 1ª edición. IRD, Instituto de Ecología, A.C. México. Pp 25-40
- Sombroek, W. G., Nachtergaele F. O. y Hebel A. 1993. Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. *Ambio*.12 (7): 417-426.
- Quiñones J., Sánchez T., Valencia T. y Olvera T. 2006. Especies vegetales seleccionadas por caprinos en pastoreo en agostaderos áridos del noreste de Durango, México. III Reunion Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles 10 al 12 de julio de 2006. Rectoría UAM. México. 351: 82-88.
- Toledo V. 1989. Ecología e indianidad. En: V.M Toledo (Ed). Naturaleza, producción y cultura. Ensayos de ecología política. Universidad Veracruzana, Xalapa, México. 183 pp.

Uribe F. y Jimenez J. 2006. Ordenamiento de la ganadería en el suelo de conservación del Distrito Federal. En: III Reunion nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles 10 al 12 de julio de 2006. Rectoría UAM. México. Memorias 351: 346-351.

Valencia C. y Hernández B. 2002. Muestreo de suelos preparación de muestras y guía de campo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 131 pp.

Velázquez A., Maas J. y Palacio J. Instituto Nacional de Ecología-Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Informe Técnico. Análisis del cambio de uso del suelo. <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/62/velasquez.html>. (Página de Internet). México. Consulta: Septiembre 2006.

Voisin A. 1963. Productividad de la hierba. Ed. Tecnos, S.A., España. 499 pp.

Whittaker R. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21 (2/3): 213-215.

Zaragoza A. 2000. Crecimiento y acumulación de forraje de los pastos *Ballico* y *Ovillo* a diferentes frecuencias de corte. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, Edo de México. 98 pp.