

01674
c



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCION Y DE LA
SALUD ANIMAL**

**EFFECTO DEL PASTOREO SOBRE LA VEGETACION Y LA
UTILIZACION DEL NOPAL COMO FORRAJE EN
AGOSTADEROS DE OJUELOS, JAL.**

T E S I S

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
P R E S E N T A :
GALILEY ESTRADA SIERRA**

**TUTOR: PhD. GERMAN MENDOZA MARTINEZ
COMITE TUTORAL: PhD. ANDRES ALUJA SCHUNEMANN
PhD. QUITO LOPEZ TIRADO**

MEXICO, D. F.

JULIO 2003

**TESIS COM
FALLA DE ORIGEN**

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Al Ph. D. Germán Mendoza Martínez, por su apoyo incondicional en la planeación, dirección y realización del presente trabajo.

A los Doctores Quito López Tirado, Andrés Aluja Schunemann, Carlos García Bojalil y Francisco Castrejon Pineda, por sus valiosas indicaciones y sugerencias hechas al presente trabajo.

A todos los maestros que contribuyeron en mi formación profesional, en especial al Dr. Edmundo García Moya.

Se agradece la beca otorgada para estudios de Maestría, por parte de CONACYT.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo profesional.

NOMBRE: GABRIEL ESTEBAN SIERRA

FECHA: 20/05/2003

FIRMA: GABRIEL SIERRA

3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

A mis padres: Feliciano Estrada Ramírez
Antonia Sierra Navarrete.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2

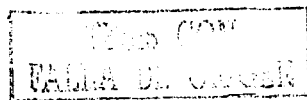
CONTENIDO.

Indice de cuadros	i
Indice de figuras	ii
Resumen	iii
Summary	iv
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Importancia del estudio.....	2
1.2 Objetivos.....	6
1.3 Hipótesis.....	6
2. ANTECEDENTES.....	7
2.1 Características de las zonas áridas y semiáridas.....	7
2.2 Producción animal en zonas áridas.....	8
3 CAUSALES DEL CAMBIO EN LA CONDICIÓN DE LOS AGOSTADEROS.....	10
3.1 Sobrepastoreo.....	10
3.2 Cambios climáticos.....	13
3.3 Cambios en el uso del suelo y Política agrícola y agraria.....	16
3.4 Legislación.....	19
4. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO EN LA CONDICIÓN.....	21
4.1 Erosión.....	21
4.2 Desertificación.....	23
5. PRACTICAS DE MEJORAMIENTO DE AGOSTADEROS.....	25
5.1 Carga animal.....	26
5.2 Sistema de pastoreo.....	28
5.3 Distribución del ganado.....	32
5.4 Especie animal.....	32
5.5 Época de pastoreo.....	33
5.6 Fertilización.....	34
5.7 Repoblación artificial.....	36
5.8 Áreas de exclusión.....	39
6. UTILIZACIÓN DEL NOPAL COMO FORRAJE DE EMERGENCIA.....	46
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	50
7.1 Descripción del área de estudio.....	50
7.1.1 Localización.....	50
7.1.2 Clima.....	51
7.1.3 Suelos.....	51
7.1.4 Vegetación.....	52
7.1.5 Exclusión.....	52
7.2 Muestreo de la vegetación.....	54
7.3 Registros climáticos.....	56
7.4 Ensayo con animales en estabulación.....	57
7.5 Ensayo con animales bajo libre pastoreo.....	60
8. Resultados y discusión.....	61
8.1 Áreas de exclusión.....	61
8.1.1 Evolución de la cobertura vegetal.....	61
8.1.2 Gramíneas.....	69
8.1.3 Hierbas.....	72

D

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

8.1.4 Mantillo	74
8.1.5 Suelo Desnudo	77
8.1.6 Importancia de mantener una cobertura vegetal	79
8.2 Ensayo con animales	80
9 CONCLUSIONES	86
10 RECOMENDACIONES	87
11 LITERATURA CITADA	90
Apéndice 1	107
Apéndice 2	107



ε

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1.	Tierras áridas afectadas por desertificación en México.	24
2.	Registro de precipitación (mm) en el área de estudio de la estación meteorológica campo experimental vaquerías INIFAP-SAGAR-CIPEJ.	56
3.	Dieta mixta para ovejas (sin nopal).	58
4.	Dieta mixta a base de nopal para ovejas.	58
5.	Evolución de la cobertura vegetal total en el área excluida y bajo condiciones de pastoreo	62
6.	Cambios en la cobertura (%) de gramíneas en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).	69
7.	Evolución de la cobertura (%) de hierbas en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).	73
8.	Evolución de la cobertura del mantillo (%) en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).	74
9.	Cambios en el Suelo desnudo (%) durante el periodo de estudio en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).	78
10.	Cambios en la cobertura total (%) durante el periodo de estudio en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).	78
11.	Comportamiento de las borregas con dietas para mantenimiento durante los 56 días que duro el experimento	80
12.	Cambios de peso (kg) de los ovinos por periodo.	82
13.	Ganancia diaria de peso (g) de los animales en estabulación y libre pastoreo.	84

i

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Título	Página
1.	Construcción de las curvas de nivel y plantación de nopal	53
2.	Captación de agua durante la época de lluvias de 1998	54
3.	Registro y distribución de precipitación en el área de estudio	57

EFFECTO DEL PASTOREO SOBRE LA VEGETACION Y LA UTILIZACIÓN DEL NOPAL COMO FORRAJE EN AGOSTADEROS DE OJUELOS, JAL.

Ing. Galiley Estrada Sierra.

La excesiva carga animal, aunada a las sequías han provocado que los agostaderos de México, se encuentren en un estado alarmante de deterioro. Varias practicas pueden ser realizadas para detener y revertir este proceso. Entre estas, las áreas de exclusión y el confinamiento del ganado al tiempo que se buscan alternativas económicas de alimentación, durante la época seca, para evitar sobrepastoreo son medidas útiles. El presente trabajo consistió en estudiar el efecto del pastoreo sobre la cobertura vegetal, en un agostadero de Ojuelos, Jal. pastoreado por ovinos, así como, la observación de cambios en la vegetación y el suelo dentro de un área de exclusión con y sin obra de conservación de suelo y agua. Así como en evaluar la utilización del nopal como forraje para ovejas. Los cambios dentro y fuera del área de exclusión fueron evaluados durante tres años consecutivos (1998-2000), por medio del método de línea Canfield (líneas de 20 m). Para el ensayo de alimentación con nopal, se utilizaron 4 corrales con 12 borregas cada uno. También se observaron 12 animales en libre pastoreo. En los corrales 1, 2 y 3, se les dio una dieta ligeramente arriba de mantenimiento. En estos corrales se asigno 0.5 kg de alimento más 5 kg de nopal (una variedad diferente por corral)/borrega/día, con un costo de \$ 1.13 kg de alimento/borrega/día. En el corral 4, la alimentación consistió de un kg de una dieta compuesta /borrega/día con un costo de \$1.21 kg de alimento. Para el análisis de resultados se utilizo un diseño completamente al azar. En el caso de la vegetación, no se observó un aumento considerable en la cobertura vegetal, presumiblemente debido a la sequía de 1999. En el ensayo con nopal, se obtuvieron ganancias de peso de 76.71, 60.00 y 71.64 g/d, para el tratamiento uno, dos y tres, respectivamente. Para los tratamientos cuatro (dieta mixta) y cinco (libre pastoreo), las ganancias de peso vivo fueron 71.0 y 44.0g, respectivamente, los cuales no fueron estadísticamente significativos. En el aspecto económico, se observó una mejor respuesta con el nopal forrajero, ya que no necesita ser chamuscado (\$13.29/kg de aumento), en tanto que la dieta mixta tuvo un comportamiento intermedio (\$15.51).

Palabras clave: Área de exclusión, Agostadero, Nopal, Ovejas.

Summary.

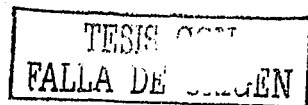
The overstock of rangelands, and the drought have caused that mexican grasslands go into a dynamic process of deterioration. There are several practices that can be set up in order to stop and to revert this process. Among them, the use land exclusion and the pen feeding of the animals while looking for feeding strategies are useful measures to avoid overgrazing. The present research work was to study the grazing effect upon plant cover in Ojuelos Jalisco grassland grazed by sheep, as well as, the observation of vegetative and surface soil changes inside and outside of an excluded area with and without arrangement as a sheep forage. The changes in and out of the excluded area were evaluated through observation in three consecutive years (1998-2000). In order to measure vegetative and surface changes the Cafield line was used (lines of 20m long). As long as the feeding opuntia leaves animals essay is concern, there were used four lots of 12 females sheep each. There were also 12 animals observed under free grazing conditions. In the lots 1, 2, and 3, animals were fed lightly above of maintaining necessities. In these lots were assigned 0.5 kg of a mixed feed plus 5 kg of opuntia leaves(using three different varieties, one per lot)/animal/day. The economical cost was 1.13 mexican pesos/animal/day. In the lot 4, animals were feed a kg of a mixed diet with a cost of 1.21 pesos/day. A completely random design was used for the statistical analysis. In the case of vegetation, there was not significant variation observed, apparently due to the drought of 1999. In the opuntia essay there were liveweight gain of 76.71, 60 and 71.64 g/animal/day for the treatments 1, 2 and 3, respectively. For the treatment 4 and five (lots 4 and 5), the liveweight gain were 71.0 and 44.0g/animal/day, respectively. Due to a high coefficient variation there were not statically significant differences. From an economical point of view, the best treatment was the one feeding opuntia leaves from a spineless variety (the cost for maintenance and per kg of liveweight gain was 13.29 pesos vs 15.51 for a mixed diet.

Key words: Area of exclosure, Rangelands, Opuntia, sheep.

1 INTRODUCCIÓN

Los agostaderos constituyen uno de los principales recursos renovables del mundo y de México. El aprovechamiento más común de su cubierta vegetal es el pastoreo, y las actividades de recolección de diferentes productos. Sin embargo, el aprovechamiento de este recurso, evidencia sobreexplotación, la cual ha conducido a la pérdida de la cubierta vegetal y la consecuente erosión del suelo. El sobrepastoreo es la causa principal del deterioro de la condición de los agostaderos. La falta de organización de los productores, de asesoría técnica y de un mercado de productos más equitativo, limitan la utilización de tecnología enfocada al uso sostenible de los recursos forrajeros. La pérdida de cubierta vegetal deja al suelo sin la posibilidad de acumular mantillo y con ello, la temperatura de la superficie del suelo es más alta que la temperatura ambiente en varios grados, la evaporación directa también se eleva, e impide la existencia de una cama adecuada para la germinación de las semillas. La defoliación y el pisoteo excesivos impiden un buen desarrollo y reproducción de las especies vegetales más apetecidas por el ganado. Esto se traduce en la reducción de la cobertura vegetal, exponiéndolo a los efectos de la erosión eólica e hídrica.

El presente trabajo tiene el propósito de estudiar el efecto del pastoreo de ovinos sobre la cobertura vegetal, de un agostadero de Ojuelos, Jal. comparada con la cubierta vegetal de un área de exclusión. Se intenta proponer alternativas de manejo más adecuadas a la condición del agostadero y lograr una producción animal que armonice con la conservación de los recursos naturales. Ello presupone la evaluación de alternativas de alimentación para el ganado excedente en los ranchos o ejidos, durante la época de secas, con el propósito de elevar o mantener su comportamiento productivo. La escasa producción de forraje durante la época de lluvias, se debe al bajo índice de área foliar mantenido en los agostaderos como consecuencia de la sobre utilización (López-Tirado y Jones, 1991). La recuperación de las plantas forrajeras, después de la sequía, está fuertemente relacionada con los niveles de forraje en pie mantenidos a través del periodo seco (Galt *et al.*, 1999).



PAGINACIÓN DISCONTINUA

El sobrepastoreo y la sequía propician que haya insuficiente cobertura para prevenir la compactación de la superficie del suelo, como consecuencia la erosión se incrementa, lo cual en turno disminuye la infiltración y capacidad de almacenamiento de agua. La falta de cobertura vegetal y el correspondiente incremento en un área de suelo desnudo, eleva la pérdida de agua vía escurrimiento y evaporación. El resultado final es una condición desfavorable para el crecimiento y establecimiento de las plantas (Simanton, 1991).

1.1 Importancia del estudio

Los agostaderos incluyen desiertos, bosques y todos los pastizales naturales. Por lo que se menciona que los agostaderos cubren el 70% del área de la tierra del mundo (Holechek, 2001b; Holechek *et al.*, 1995).

Debido a la confusión que existe en la utilización de términos de agostadero y pastizal en México, durante este estudio cuando se utilice la palabra pastizal, se hará para referirse a un tipo de vegetación dominada por gramíneas, mientras que cuando se utilice la palabra agostadero, se hará con referencia a una forma de aprovechamiento, el apacentamiento e incluye a varias comunidades vegetales.

La producción de carne en diversas partes del mundo y en las zonas muy secas y secas del país se realiza generalmente bajo condiciones extensivas de pastoreo (agostaderos). La vegetación nativa se utiliza como la única fuente de alimento durante la mayor parte del año; la sequía en conjunción con la excesiva carga animal en los agostaderos han devastado muchos de los ranchos ganaderos del país (Molinar *et al.*, 1998), aunque tal vez la sequía puede ser el único factor que limite en forma efectiva la población animal. Actualmente existen grandes extensiones de agostaderos en el país con producciones muy inferiores a su potencial y con alto grado de erosión, e incluso se cree que hay lugares donde el daño ya es irreversible. Se menciona que las prácticas erróneas en la agricultura y el sobrepastoreo han degradado 16% del área de la tierra del mundo (Holechek, 2001b).

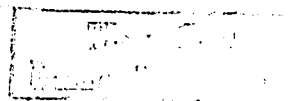
Varias prácticas pueden ser realizadas para evitar que siga el deterioro de estos recursos naturales, entre las que se sugieren: la repoblación natural y artificial de los agostaderos, fertilización, obras de captación de agua, manejo del pastoreo y la exclusión temporal de áreas al pastoreo. Esta última, es una de las opciones más viables para permitir su recuperación. Es por tal motivo que primero se propone realizar un estudio básico de ecología de agostaderos, para posteriormente poder planificar y realizar un uso más adecuado, que vaya acorde con la máxima productividad y conservación de los recursos naturales. Pero la conservación solo puede llevarse a cabo si el uso y manejo de la tierra es consistente con los requerimientos ecológicos.

Sin lugar a dudas, la ganadería mexicana ha confrontado uno de los periodos más difíciles de su historia durante los pasados diez años. Las dificultades han incluido sequías severas en el norte del país (1993-1996), caída de los precios de animales en pie y canal (1994-1996), una drástica devaluación del peso (1994-95), incremento en costos de producción y tasas de interés, reducción de prestamos bancarios, así como una mala planeación de los programas de mejoramiento de agostaderos.

Actualmente, la situación es crítica debido a que se necesita incrementar la cantidad de productos pecuarios, con una menor cantidad de terreno, para satisfacer la demanda creciente de recursos de la población de estas regiones, lo que conduce notablemente a una sobreexplotación de los agostaderos, a costa de su recuperación. Por lo tanto, cada vez se necesita una mayor cantidad de terreno, para sostener una misma carga animal. De acuerdo con Heitschmidt y Walker (1996), el mayor dilema social del manejo del pastoreo radica grandemente en dos fenómenos: 1) utilizar parte de las tácticas de manejo diseñadas para satisfacer siempre los incrementos de las demandas humanas; y 2) el creciente costo ecológico. Concluyen que se requiere emplear cargas moderadas de ganado para asegurar que el apacentamiento sea ecológicamente sano, económicamente viable y socialmente aceptable. Mientras que Holechek (1996b) menciona que el manejo de agostaderos debe ser orientado a prevenir la degradación de los recursos naturales, y minimizar los riesgos económicos al productor, más bien que maximizar la eficiencia de cosecha de forraje por el ganado.

La solución no es sencilla ni rápida, pero se necesitan elaborar estrategias que detengan el deterioro ambiental, y mantengan o aumenten la productividad de los agostaderos. Estas estrategias deben ser cuidadosamente planeadas y rigurosamente implementadas. Es necesario hacer investigación en las zonas secas, para lo cual se requiere de mucho esfuerzo y de largos periodos de tiempo, que bien valen la pena, ya que si bien es cierto que incrementar la cantidad de beneficios para la gente que vive en estas zonas es difícil, también es cierto que los recursos deben cuidarse y es donde también hay un enorme vacío entre la información científica y el uso de tal información. Además, es en estos lugares donde el ecosistema es más frágil y donde se necesita frenar el deterioro de este recurso. Debido a que la mayoría de las veces, la investigación y tecnología sólo son aplicadas y utilizadas por las clases más pudientes y, la gente mas necesitada solo puede aumentar sus ingresos a corto plazo por medio de la sobreexplotación de sus recursos naturales, el resultado en última instancia es que esta gente abandone sus tierras de cultivos o pastoreo y deje expuestas estas áreas al deterioro ecológico. Briske (1993) menciona que la degradación ambiental a menudo resulta del intento de los humanos por mantener un número deseable de animales o para producir una suficiente cantidad de productos animales para autoconsumo o venta, mas bien que de la inherente inestabilidad de los sistemas de pastoreo. También es el resultado de una sobreestimación de la capacidad de carga de estos ambientes.

Nuestro interés fundamental dentro de la producción animal en agostaderos, más que el ganado o el suelo, es la cubierta vegetal, pues es en sí, la que constituye la base de la productividad primaria. La **cobertura** representa la cantidad de material vegetativo disponible como forraje. Una cubierta sana de vegetación natural proporciona una protección eficaz y económica para la conservación del suelo y del agua, ya que protege el suelo de la erosión. Sin embargo, a pesar de que el énfasis de nuestras actividades se orienta hacia la vegetación, sería un error tratar de estudiarla aislándola del suelo y del ganado con los cuales esta fuertemente interrelacionada, ya que la productividad primaria de un agostadero depende fundamentalmente del clima, el suelo, la composición botánica y del manejo, mientras que el recurso básico, más importante en un agostadero es el suelo. En la medida en que exista una pérdida excesiva del suelo, el potencial del sitio



disminuye (S.R.M. 1995; Task group on unity in concepts and terminology committee members, 1995).

Desde un punto de vista económico, se ha observado una mayor producción de forraje y mayores ingresos financieros en agostaderos en excelente condición, que en agostaderos en condición pobre. Además, el mantener los agostaderos en buena condición da un buen balance entre provisión de forraje para el ganado y la conservación del hábitat para la fauna silvestre deseable (Holecheck, 1996c). Desde el punto de vista económico, los agostaderos en condición pobre son menos valiosos que los agostaderos en condición regular o excelente. Se reconoce que las tierras con alta cantidad de suelo desnudo y/o arbustos son de menor valor agrostológico que aquellos con una cobertura de pastos (Holechek y Hess, 1996). Por último, mantener o mejorar la condición del agostadero ayuda a preservar el valor económico del sitio. Workman (1995) también menciona que los sitios con mayor potencial y mayor respuesta se deben mejorar primero, además, que las practicas para mejorar un agostadero de pobre a regular condición incrementan mayormente la producción de forraje y son más lucrativas que las mejoras de un agostadero para llevarlo de una condición buena a excelente.

Con el propósito de evaluar la capacidad de recuperación de agostaderos en pobre condición, se realizaron observaciones bajo exclusión con y sin prácticas de conservación de suelo y agua, además de observaciones en un área pastoreada continuamente durante todo el año, aún cuando la disponibilidad de forraje durante la época seca es tan baja que los animales dejan de pastorear debido a la imposibilidad de obtener más forraje.

Una alternativa para evitar el sobrepastoreo, sobre todo durante la época de secas, es el evitar el pastoreo mediante la estabulación del ganado. En estas condiciones, generalmente se utiliza nopal como forraje, y algunos subproductos, aunque una de las limitantes por las que la mayoría de los ganaderos no estabulan su ganado es la referente a los altos costos de alimentación.



El productor para aceptar y estar en la posibilidad de adoptar prácticas de mejoramiento del agostadero y estabular su ganado, requiere contar con alternativas de alimentación económicas, que le permitan diferir el pastoreo, así como descargar temporalmente, sus agostaderos. Con este propósito, en el presente trabajo se prueban dietas en un estudio de alimentación de ovejas bajo estabulación, con una dieta a base de nopal y otra sin nopal para observar el comportamiento productivo y económico, a la vez éstas se compararán con el ganado en libre pastoreo, ya que el uso del nopal es una de las posibilidades, que de resultar viable económicamente, será factible de ser adoptada por los productores.

1.2 Objetivos

Inventariar y llevar un registro sistemático de la vegetación bajo pastoreo y exclusión, en agostaderos semiáridos.

Evaluar los cambios en la cobertura, frecuencia y mantillo presente en el suelo bajo pastoreo y exclusión durante tres años.

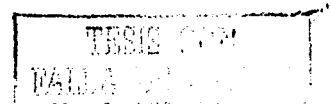
Comparar el comportamiento productivo y económico de ovinos estabulados con una dieta a base de nopal y en libre pastoreo.

Plantear alternativas de manejo para que el productor o ganadero implemente medidas para frenar el deterioro de los agostaderos.

1.3 Hipótesis

El pastoreo debido a la selectividad de los animales y a los efectos indirectos ocasiona cambios en la cobertura vegetal.

La utilización del nopal como forraje durante la época seca es una alternativa de alimentación económica para el ganado en las zonas áridas y semiáridas.



2. ANTECEDENTES

2.1 Características de las zonas áridas y semiáridas

El 43% de la superficie de la tierra del mundo recae dentro de las zonas áridas (Kassas, 1975; Citado por Harrington, 1981). En el continente australiano las zonas áridas y semiáridas ocupan el 74 % del continente (Box y Perry, 1971), mientras que en el continente africano un tercio es zona árida y semiárida y otro tercio es desierto (Stiles, 1988). En América, las zonas áridas y semiáridas abarcan una gran extensión, más de la cuarta parte de la superficie total del continente presentan condiciones de aridez.

En México, las zonas áridas y semiáridas se caracterizan por sus condiciones extremas, como baja precipitación pluvial y mala distribución; en ocasiones, lluvias torrenciales y largos periodos de sequía, temperaturas extremosas, muy altas en primavera y verano y muy bajas en invierno; insolación y evaporación alta con poca humedad ambiental, heladas intensas y nevadas en las entidades de Baja California, Sonora, Coahuila y Chihuahua. Las Zonas áridas y semiáridas comprenden una extensión de 55, 775, 088 ha y 39, 217, 585 ha respectivamente, lo que da un total de 94,992,673 millones de ha. Esto representa el 28.35%, 19.94% y 48.29% respectivamente del territorio nacional (Jaramillo, 1994). El mismo autor considera zonas áridas aquellas cuya precipitación es menor de 350 mm al año, con una distribución muy irregular, temperatura media anual de 15 °C a 25 °C, con siete o más meses secos; con una cubierta vegetal menor del 70% y dominando principalmente especies xerófitas. En las zonas semiáridas la precipitación pluvial varía de 350 a 600 mm, con temperatura media anual de 18 a 25 °C, presentan de 6 a 8 meses secos y una cubierta vegetal mayor del 70%, dominando vegetación de matorrales y pastizales. En los climas áridos encontramos variantes de una vegetación leñosa, dispersa y de baja altura, mientras que en los climas semiáridos prevalece una vegetación herbácea, graminoide, perenne, dispersa de baja altura. Con mayor precipitación el clima cambia a templado húmedo o a cálido húmedo y una vegetación boscosa. En las franjas de transición entre el matorral y el pastizal y entre el pastizal y los bosques adyacentes se extiende la vegetación graminoide (Hernández X., 1979).

La naturaleza frágil de los pastizales semiáridos y la vital necesidad de manejarlos debe ser bien comprendida para su conservación. Las características físicas son importantes, por ejemplo, en los pastizales cortos del noroeste de Nuevo México, los cuales reciben de 304.5 a 406.0 mm promedio de precipitación anual, la recuperación de la vegetación del sobrepastoreo severo es casi siempre reversible y requiere menos de 10 años. Sin embargo, en áreas del desierto de Chihuahua al sur de Nuevo México, la cual recibe en promedio de 304.5 a 406.0 mm de precipitación anual, la recuperación de las especies forrajeras después de la severa degradación ha sido casi inexistente aun después de 20 o mas años de completo descanso (Holechek, 1991).

El principal recurso alimenticio para el ganado del mundo ha sido severamente agotado, mientras la demanda de alimentos por la población humana aumenta (Anderson, 1981). El problema es que la degradación de la vegetación por el sobrepastoreo ocurre mas rápidamente, que su recuperación.

2.2 Producción animal en zonas áridas

Los agostaderos son tierras no aptas para el cultivo, los cuales son utilizados para el pastoreo de ganado o hábitat de fauna silvestre.

En las zonas áridas y semiáridas, la vegetación, y por ende los forrajes, se caracterizan por encontrarse dispersos. El hecho de que una gran cantidad de hectáreas (mas de 10 ha) sean necesarias para proveer forraje suficiente para sostener una unidad animal anual, indica que la vegetación además de esparcida tiene baja productividad.

Suárez y López (1998) mencionan que el 28.10% de los bovinos se encuentran en las zonas áridas y semiáridas de México y que producen el 27% del total de la carne del bovino. Los autores caracterizan a esta ganadería de la siguiente manera "El sistema común es el de vaca-becerro, con la venta de las crías, principalmente con fines de exportación, al momento del destete". En las explotaciones con manejo tradicional, por cada 100 vientres en el hato solo se obtienen entre 55 y 65 becerros destetados, con un

peso entre 160 y 170 kg; en tanto que las unidades más tecnificadas destetan hasta 75 crías, por cada 100 vacas, con un peso que fluctúa entre 180 y 200 kg, por lo que, en promedio, cada vaca en el hato desteta anualmente entre 67 y 85 kg de becerro (Lara *et al.*, 1994). En la mayoría de estas explotaciones, la disponibilidad de los recursos se limita al uso de pastizales nativos, por lo que la dependencia con respecto al temporal para el aprovisionamiento de alimento animal es alta.

En cuanto al ganado ovino-caprino, en las zonas áridas y semiáridas, se produce en dos sistemas: uno campesino en que los hatos lo constituyen menos de 100 cabezas y otro empresarial con más de 100 cabezas. Este segundo sistema no solo se encuentra en ranchos o pequeñas propiedades, sino que también se encuentra en los ejidos.

Un estudio realizado por Jaramillo y Méndez (1991), al comparar la carga animal actual con la recomendada en México, encontraron que en el ámbito nacional, se tiene una sobrepoblación animal del 35.12%, y que los estados con mayor sobrepoblación animal (330%) son Guanajuato, México, Morelos, Tlaxcala y el Distrito Federal, mientras que los que tienen cargas animal por debajo de las recomendadas son: Baja California, Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo y Yucatán; el resto de las entidades federativas tienen sobrepoblaciones que varían desde un 3% para Baja California Sur, hasta 189% en Zacatecas. La mayoría de las entidades mantienen poblaciones animales que rebasan en más del 100% la carga recomendada. También se menciona que 12.6 millones de cabezas de ganado, de las cuales el 69% son bovinos, se desarrollan en una superficie de 85 millones de hectáreas en once de los estados más áridos de nuestro país y que comparten el mismo sistema de explotación pecuaria. En esta región el deterioro por sobrepastoreo está presente en el 85% de los predios dedicados a la ganadería (CONAZA, 1994). Para el caso particular del estado de Jalisco, Soltero-Gardea y Negrete-Ramos (1997) mencionan que el sobrepastoreo de ganado en los agostaderos es un problema, ya que el promedio de carga animal varía de 1.9 hectáreas a 25-30 ha/UA. Para el área de estudio (subprovincia de los llanos de Ojuelos, Jalisco), el 81.25% de los agostaderos muestran una condición que va de regular a pobre (anónimo, 1993).

El sobrepastoreo local existe aun en los estados que reportan poblaciones bajas debido a la distribución no uniforme de las poblaciones.

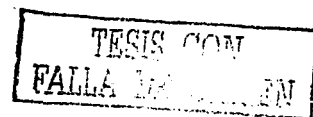
3 CAUSALES DEL CAMBIO EN LA CONDICIÓN DE LOS AGOSTADEROS

3.1 Sobrepastoreo

El sobrepastoreo es un proceso de uso repetido, y selectivo de las especies de pastos y hierbas de mayor valor zootécnico. Este proceso de pastoreo y re-pastoreo tiene grandes efectos en las plantas individuales, los cuales por último cambian las comunidades de plantas. Así, el sobrepastoreo es un proceso de pérdida de productividad y/o salud de un grupo selecto de plantas que son excesivamente presionadas por los animales que las consumen (Reed *et al.*, 1999). El sobrepastoreo se produce cuando los animales revisitan la planta y es un síntoma de que los animales permanecen demasiado tiempo en el mismo lugar (McKinney, 1997). Se menciona que la causa principal del sobrepastoreo ha sido el uso descontrolado, competitivo, privado, de tierras comunales o públicas. Sin embargo, y en gran parte debido a la ignorancia, tierras en propiedad privada también fueron usadas excesivamente (Anderson, 1981).

En grandes extensiones de tierras de pastoreo donde la capacidad de sostenimiento es baja, la vegetación natural produce en la actualidad mucho menos forraje que cuando se introdujeron por primera vez animales domésticos (Jiménez y Zaragoza, 1990), debido al mal manejo, sobre todo en el pastizal de navajita *Bouteloua gracilis* (H.B.K.) Lag. ex Steud., que es un pastizal bajo y disperso de zonas semiáridas (García y Villa, 1977). La historia del pastoreo parece haber seguido un patrón similar a través del mundo. Primero, una abundancia de forraje nativo –uno de los mayores recursos naturales disponibles para el hombre–, después, el deterioro o pérdida de este recurso, seguido por esfuerzos de rehabilitación (Galbraith y Anderson, 1991).

Las prácticas tradicionales de aprovechamiento de los pastizales en el norte de México (Cantú, 1984), de las áreas de pastoreo de los bosques templados (Bolaños, 1996), de la selva baja caducifolia y de regiones montañosas (López-Carmona *et al.*, 2001) se han



caracterizado por la sobre utilización, a través del mal manejo del ganado, lo que ha originado que una gran parte de los mismos se encuentren degradados, poco productivos, sujetos a la erosión hídrica y eólica o invadidos por plantas inapetentes para el ganado.

Entre las principales razones del deterioro de los recursos naturales renovables, destaca el mal manejo que se les ha dado; el desconocimiento de lo que representan estos recursos y el olvido por parte de las dependencias del sector oficial o privado para destinar recursos económicos que permitan su recuperación (Jaramillo y Méndez, 1991). Los problemas sociales, económicos y políticos asociados con el deterioro de agostaderos son quizás los factores limitantes en el proceso de rehabilitación de agostaderos.

Existe gran controversia sobre cual es el factor que más influye sobre la degradación de los agostaderos. Se ha observado que, sobrepastoreo y sequía, resultan en una disminución en la cobertura (Turner, 1971), cambios en la vegetación (anuales usurpan a las perennes) (Rietkerk *et al.*, 1996;) y cambios en composición y productividad (Fynn y O'Connor, 2000). Kassas (1987) confirma que si la explotación excesiva (sobrepastoreo, sobre cultivación, sobre talas) coincide con la incidencia de la sequía, el índice de degradación ecológica (desertificación) se acelera.

Heady (1975) menciona que el sobrepastoreo es la causa principal de la modificación de la vegetación del agostadero, a través de los siguientes efectos directos e indirectos: a) defoliación, en sus cuatro aspectos: intensidad, frecuencia, estacionalidad y selectividad; b) cubrimiento de partes vegetativas con suelo y estiércol; c) aumento de plantas invasoras; d) aumento del porcentaje de plantas anuales y espinosas; e) disminución de plantas perennes forrajeras; f) disminución del área basal total ocupada por especies forrajeras; g) modificación de la vegetación primaria; h) decremento del tamaño y número de hojas en los pastos; i) escasez de tallos florales aparejada con su aparición tardía; j) retraso en la madurez de la semilla. Mientras que Pieper y Heitschmidt (1988) ratifican algunos de estos efectos.

Los efectos de los animales sobre las plantas varían de negativos a positivos y dependen de varios otros factores además del grado de defoliación. Los impactos del pastoreo varían por especie de planta, estación de uso (fenología de la planta), duración del periodo de pastoreo, periodos de descanso e intensidad de pastoreo (Burkhardt, 1997). El mismo autor menciona que la interacción entre intensidad, oportunidad, duración, descanso y tipo de animal apacentando, determina los impactos del pastoreo en la vegetación. Así mismo, el éxito o fracaso a largo plazo de toda estrategia de pastoreo gira alrededor del manejo, en la habilidad para controlar la frecuencia y severidad de defoliación de las plantas individuales sobre tiempo y espacio (Heitschmidt y Walker, 1996).

Aguado (1994) observó que los efectos del pastoreo del ganado en las comunidades vegetales de Jalisco, México, incluyen: alteración en la composición y diversidad florísticas, cambios en los niveles de la productividad y disponibilidad de semilla de las especies nativas. De igual forma, Holechek *et al.* (1998) mencionan que el uso intenso de los agostaderos afecta además la estabilidad del suelo, hábitat de fauna silvestre, productividad del ganado, y la calidad estética.

Villegas (1999) menciona que grandes porcentajes de los pastizales nativos de México se encuentran sobrepastoreados, con producciones de 10 a 30% inferiores a su potencial. El sobrepastoreo tiende a eliminar o a debilitar muchas de las mejores especies forrajeras, ya que la constante defoliación les reduce la oportunidad de crecer y almacenar reservas en sus raíces, lo cual repercute en la capacidad competitiva de las plantas, así como en su habilidad para tolerar condiciones climáticas desfavorables. La desaparición de las mejores especies es usualmente acompañada por un incremento de especies menos o no apetecibles por el ganado.

Tanto el sub-pastoreo como el sobrepastoreo pueden influir sobre la composición química y la digestibilidad de los forrajes. Con el sub-pastoreo, las plantas se maduran y bajan en digestibilidad lo que resulta en una reducción en el consumo de materia seca por los animales en pastoreo. También el no pastoreo daña al agostadero por permitir

demasiadas hojas y tallos viejos, las cuales reducen el crecimiento de los pastos e incrementan el crecimiento de hierbas y arbustos. Por lo que, es necesario promover y mantener la interacción planta y animal crítica, para el mantenimiento de los sistemas de pastizal (Frisina y Mariani, 1995). Por lo que podemos decir que el propósito del administrador de agostaderos es encontrar el mayor grado de aprovechamiento permisible para mantener los niveles de producción con una carga animal acorde a las circunstancias.

3.2 Cambios climáticos

Las condiciones climáticas que prevalecen en las regiones muy secas y secas del país, se caracterizan por una precipitación baja y errática, temperaturas extremosas, y una evaporación alta, por lo cual una de las formas de obtener algún producto en estas zonas es por medio de la explotación de ganado en pastoreo, ya que cuando estas tierras son abiertas al cultivo, después de un corto tiempo son abandonadas, dando como resultado un alto riesgo de erosión.

La sequía es definida como una prolongada escasez crónica de agua, comparada con la normal, frecuentemente asociada con altas temperaturas y vientos durante la primavera, verano y otoño (Society for Range Management, 1989). Las sequías prolongadas de duración incierta son seguras en las regiones secas del país. La sequía es un serio problema para los ganaderos del suroeste de los Estados Unidos y de México. En el suroeste de los Estados Unidos y norte de México, alrededor de tres de cada 10 años son considerados secos, con precipitaciones muy por debajo de la media. Periodos de 20 años de precipitación pluvial por debajo de la media normal tienden a alternar con otros veinte años de precipitación sobre la media normal (Holechek, 1996a). Así mismo, alrededor de cada 50 a 60 años pueden esperarse periodos de cinco a siete años de sequía continua (Molinar *et al.*, 1999); y dos o mas años consecutivos de sequía tienen mas impacto en la vegetación (Livingstone, 1991), que un año de sequía seguida por precipitación arriba de lo normal (Holechek *et al.*, 1995). Powell (1998) menciona que el sobrepastoreo de las plantas perennes nativas durante dos o tres años de sequía puede

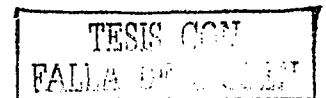
requerir varios años de no pastoreo o pastoreo ligero para recobrar la producción total. Mientras que Ellis y Swift (1988) mencionan que en los años secos la cantidad, así como la calidad del forraje, se vuelve limitante, y que un año seco disminuye la condición del ganado y puede reducir el índice reproductivo, pero no induce la mortalidad del ganado en cargas animales bajas y moderadas. Sin embargo, si la sequía pasa de dos años o más, aun con cargas animales bajas, la sequía causa drásticos incrementos en la mortalidad del ganado y reducciones en reproducción. La sequía frecuentemente implica desastre, y el desastre ocurre cuando la estrategia empleada por el hombre fracasa para evitar los efectos del bajo promedio de precipitación (Harrington, 1981). Se menciona que la mortalidad a gran escala del ganado en una sequía, ocurre debido a que la cobertura de la vegetación ha sido reducida (Livingstone, 1991).

Los efectos de la sequía en México han sido reportados desde la época porfiriana, particularmente para el norte del país, donde ha habido mortalidades masivas de animales como consecuencia de la sequía. Esta era la forma natural en que se regulaban las poblaciones de animales en los agostaderos; con la disminución de los sitios de pastoreo se iniciaba el incremento de las poblaciones de animales hasta que llegaba a rebasarse la capacidad de sostenimiento de los pastizales, luego un periodo de baja precipitación hacía más aguda la escasez de forraje desencadenando la mortalidad de animales, iniciando con ello, un nuevo ciclo (Bazant, 1975). Mas recientemente, el departamento de agricultura de los estados unidos (USDA) estimó que el total de cabezas de ganado de carne en México era de 30.6 millones antes de la sequía (1993), al final de esta (1997) esa cantidad había disminuido a 26.9 millones de cabezas (Molinar *et al.*, 1998).

En la medida que la sequía avanza, el forraje de los pastos esta menos y menos disponible; al mismo tiempo, los precios de heno y del grano se incrementan, mientras que el precio del ganado se reduce. Los ganaderos tratan de resistir por un día, semana o meses, esperando que llueva para evitar tener que vender el ganado a bajo precio. Después de sequías prolongadas, la población del ganado se baja ocasionando además que muchos ganaderos hayan vendido sus animales con perdida. Cuando llegan las

lluvias y la producción de pasto es abundante, el ganadero quiere comprar ganado para repoblar el rancho, pero entonces los precios de los animales están altos; esta situación obliga a que el ganadero venda barato y compre caro (Felker, 1995).

Dentro de las acciones a desarrollar para disminuir el impacto de la sequía se menciona lo siguiente (González, 1990; Rodríguez y Garza, 1992): 1) infraestructura ganadera mínima (Construcción de bordes o depósitos para abrevadero, cercos para potreros, corrales centrales de manejo, comedores y saladeros); 2) desalojo de ganado improductivo (caballos y asnos); 3) destete temprano; 4) reducción del hato (eliminación de animales viejos y enfermos, becerras y vaquillas que no sean de reemplazo); 5) división del hato en grupos de acuerdo a la sequía; 6) decidir en cuanto al programa de empadres; 7) control de enfermedades; 8) sistema de pastoreo y distribución del pastoreo; 9) la combinación de las anteriores. Para atenuar el impacto de las sequías desde un punto de vista financiero y de la vegetación (Holechek 1996b), recomienda la utilización de una carga animal conservadora (30-40% de uso del forraje en pie del año actual de las especies forrajeras principales) antes, durante y después de la sequía, esta puede ser la clave para sobrevivir a la sequía. Holechek (1992) menciona que el uso de un 30 a 35% del forraje, un sistema de pastoreo continuo, un espaciamiento máximo de los puntos de agua 2 a 3 millas, un programa de manejo intensivo de reemplazamiento de vaquillas, un programa intensivo de crianza, dar una mezcla de sales minerales a las vacas y un parcial confinamiento al rebaño en los periodos de sequía severa, son las estrategias de manejo probadas que más han funcionado en el desierto de Chihuahua durante los pasados 50 años. De igual forma Robinett (1992) menciona que la pérdida de pastos perennes en una sequía periódica no puede ser controlada por ganaderos y especialistas en manejo de agostaderos. Sin embargo, en las comunidades de plantas, la velocidad de respuesta después de que una lluvia normal ocurre puede ser afectada por el manejo. Toda acción (por ejemplo una carga animal flexible) que permitiera al mantillo permanecer en la superficie del suelo terminada la sequía, aumentará la recuperación de la comunidad de plantas. Banister (1991) menciona que el mantillo reduce los efectos de la sequía. Por lo antes expuesto, se puede decir que es mejor una estrategia para



disminuir las pérdidas en la época seca, que buscar maximizar los beneficios en años lluviosos.

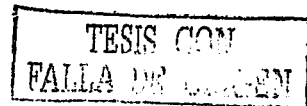
3.3 Cambios en el uso del suelo y política agrícola y agraria

La apertura de áreas de pastizales para la producción de productos básicos es uno de los principales problemas en las regiones áridas y semiáridas de México, ya que estas zonas han sido abandonadas al término de dos a cuatro años, dando como resultado un grado de erosión de moderado a drástico, por lo que es urgente recuperar las zonas mediante prácticas de rehabilitación. Se estima que alrededor de 1.3 millones de hectáreas de agostaderos en el altiplano central han sido abiertas al cultivo y luego abandonadas (García, 1994).

La vegetación en los agostaderos puede ser naturalmente estable o temporalmente derivada de otros tipos de vegetación, especialmente después de la cosecha de madera y desmonte de arbustos. El cultivo gradualmente usurpa y toma la tierra antes usada para propósitos ganaderos, pero el abandono de las tierras de cultivo retorna a otras áreas de vegetación natural y pastoreo de agostaderos. Los continuos avances en las ciencias, aunado al progreso en la explotación del suelo y las cambiantes condiciones económicas hacen posibles y necesarios los cambios en el uso del suelo.

La acción modificante del medio por el hombre puede ser directa o indirecta. En forma directa puede actuar: a) modificando los componentes florísticos, eliminando la vegetación original o introduciendo nuevas especies; b) modificando las condiciones del suelo. Puede ser indirecta según el manejo que ejerce sobre los consumidores primarios tales como la fauna silvestre o los herbívoros domesticados (Hernández X., 1979).

La roturación de millones de hectáreas en condiciones agrícolas sumamente aleatorias conduce a la destrucción de la cubierta vegetal, a la exposición del suelo a las constantes y vigorosas corrientes eólicas, al abandono de extensas áreas por falta de lluvia y, a cosechas sumamente raquíticas en gran parte del área. Este fenómeno viene



aumentando la formación de dunas especialmente al pie oriental de la Sierra Madre Occidental formadas por el suelo que constituyó la base del cálculo inicial de aprovechamiento agrícola (Hernández X., 1979).

En México, grandes áreas cubiertas por vegetación natural dominadas por matorrales con aptitud ganadera se han desmontado sin ningún criterio técnico/científico, terminando en praderas inducidas o tierras agrícolas con serios problemas de baja o nula productividad, marcada erosión y, por ende, alto costo ecológico (Alanís, 1990). El mismo autor señala que el deterioro del ambiente sigue, por lo general, una serie de pasos que desembocan en la desertificación total o parcial de una determinada área. Puede iniciarse con la tala selectiva de árboles, desmontes a matarraza, la contaminación con sustancias químicas o algunas otras actividades antropógenas, e indica que los procesos que se observan más comúnmente en el norte de México son: la deforestación, la erosión, pérdida de cuencas hídricas, pérdida de germoplasma nativo, cambios climáticos. La conjunción de estos procesos detrimentales dan origen a la desertificación, siendo su manifestación más evidente la destrucción de las comunidades bióticas y la pérdida de su potencial biológico en una determinada área geográfica.

Otro factor no menos importante, que afecta a los agostaderos, es la conversión de estos a granjas, viviendas, casas de verano, sitios industriales, carreteras y aeropuertos (Holechek, 1981). La urbanización ha afectado de forma muy drástica la superficie de los agostaderos, tan solo para los agostaderos del oeste de USA se menciona, que para los próximos 100 años, pueden probablemente reducirse de un 25 a un 40%, debido al supuesto de que la población de USA será el doble, de 280 millones ahora a 560 millones en el 2100 (Holechek, 2001a), mientras que a nivel mundial, se espera que la población se incremente de 6.1 billones en el 2000, a 10 o 12 billones de gente en el 2100 (Holechek, 2001b). Si a esto le agregamos que de forma frecuente las tierras más fértiles son urbanizadas para otros usos no agrícolas, podemos ver que el efecto de la urbanización, afecta en forma severa la producción de alimentos.

En el caso de política agrícola y agraria, en el país se han realizado programas, para incrementar la producción de forraje a través del establecimiento de praderas, pero muy pocos programas han sido realizados con el propósito de rehabilitación y conservación de agostaderos. De acuerdo con lo anterior, se puede mencionar que otro factor causal del deterioro de los agostaderos es la implementación de programas de recuperación de agostaderos, carentes de sustentos técnicos y socioeconómicos. Lemus (1983) hizo una evaluación de dos programas oficiales de recuperación de agostaderos en el altiplano potosino, y encontró que en un programa, 40.80% de las prácticas programadas nunca se realizaron, 39.80% están sin terminar, el 19.3% están terminadas y sólo el 52.99% de la superficie a beneficiar fueron cubiertas por las unidades. En el otro programa, el 75% de las prácticas no fueron realizadas, el 16% están sin terminar y 9% esta terminado, de la superficie a beneficiar se cubrió el 92.85%. También observó que el mantenimiento y vigilancia de las obras son casi nulos y su deterioro es evidente al igual que el agostadero. Por lo que concluye que hay una gran diferencia entre lo programado y lo realizado de estos programas, que no corresponden a las necesidades objetivas y prioritarias de las comunidades ejidales y que son formulados y aplicados sin antes estudiar las condiciones ecológicas y socioeconómicas de las localidades y sin considerar el parecer de sus habitantes. Además de que las practicas de mejoramiento realizadas (desmote total y subsoleo) contribuyeron más al deterioro. Por ultimo, menciona que el desmote selectivo y exclusión temporal al pastoreo resultaron prometedoras, pero en condiciones ecológicas adecuadas y bajo un buen manejo, pero cualquier practica por bondadosa que sea no recuperara el agostadero, mientras sigan sin modificarse las causas que provocan su deterioro.

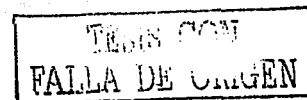
Otro ejemplo de programas mal implementados es el que ha continuación se menciona. Entre 1989 y 1994 el gobierno mexicano promovió políticas tendientes a incrementar el número de bovinos y la producción de carne en el país. Estas políticas incluyeron acceso fácil a créditos, bajas tasas de interés para ganaderos que utilizaron técnicas de manejo como el método Savory, subsidio en granos y practicas de mejoramiento como siembra de pastos. Todas estas políticas de bonanza alentaron directa e indirectamente el incremento del numero de cabezas (carga animal) sobre los agostaderos. Lo anterior

aumentó la ganancia monetaria del ganadero dentro de una economía en expansión e inflación controlada, sin embargo, también lo colocaron bajo grandes riesgos si el clima no es favorable y se presentan sequías prolongadas, o si las condiciones políticas/económicas cambian repentinamente (Molinar *et al.*, 1998). Los mismos investigadores mencionan que a través de contribuciones, ayuda de costos y fácil acceso a créditos, el gobierno central promovió revegetaciones masivas de pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*). Precipitaciones pluviales sobre la media normal y alzas en el precio de la carne durante el periodo de 1987-1992, permitieron el aumento de los hatos en los ranchos ganaderos, pero la sequía prolongada de 1993-1996 no solo acabó con grandes cantidades de cabezas de ganado, también causó daños considerables a la revegetación de buffel, ya que esta especie es originaria de África y se desarrolla relativamente bien en muchas partes del norte del país, si las condiciones de precipitación son buenas, pero no resiste los periodos de sequía prolongada que caracterizan a la región, y por lo tanto, las siembras periódicas son necesarias para reponer constantemente las pérdidas ocasionadas por falta de agua. Así mismo, muchos ganaderos utilizaron el método de rotación de potreros Savory en forma inadecuada. Estos productores se dieron cuenta de su error cuando la sequía hizo su aparición, además este método es más apropiado para regiones húmedas, no para las condiciones existentes en el norte del país.

3.4 Legislación

El problema de la incertidumbre sobre los derechos de la tenencia de la tierra y la falta de incentivos reales han contribuido en muchos de los casos a la sobre-explotación de los recursos naturales (Molinar *et al.*, 1998). Por lo cual, las pequeñas propiedades ganaderas reflejan temor en la tenencia, inseguridad para las inversiones, lenta introducción de técnicas modernas de manejo y, en general, una condición mala de los agostaderos (Hernández X., 1979; De León, 1991).

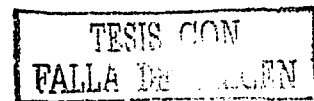
Denominados comúnmente como agostaderos, la tierra para apacentamiento es una propiedad pública en la que todos los miembros de la comunidad tienen acceso a los recursos ahí existentes tengan o no su propio ganado. No hay un mecanismo de control



sobre el tamaño del rebaño, y mientras el costo privado de mantener un animal puede ser bajo, el costo social de la degradación es muy alto. Cada ganadero es parte de un sistema que lo obliga a incrementar su hato de manera ilimitada en un mundo limitado. El deterioro es el destino hacia el cual se precipitan todos los ganaderos, cada uno mirando su propio interés en una sociedad que cree en la libertad de aprovechamiento de un recurso común, la cual conduce a todos a la ruina, ante la ausencia de objetivos colectivos y de una planeación para el uso de los recursos, también colectiva.

La protección y rehabilitación de los recursos de propiedad común deben centrarse principalmente en reducir su destrucción por parte de los usuarios (a causa del ciclo degradación-pobreza) introducir innovaciones tecnológicas y crear incentivos económicos para la conservación de estos recursos y el aumento de su productividad (Jodha, 1995).

La propiedad privada no es la única, ni perfecta solución al problema de la sobreutilización de los recursos (sobre todo del sobrepastoreo), ya que la privatización, elimina la movilización necesaria del ganado en algunos sistemas de producción ganadera. Por citar un ejemplo, en la montaña de Guerrero se realiza un sistema de trashumancia en la producción de ganado caprino, en el cual durante la época de lluvias (mayo-septiembre) se concentran los rebaños (pastorias) en los alrededores de la ciudad de Tlapa de Comonfort, Gro. Posteriormente conforme avanza la época de lluvias y, por lo tanto, empieza la época de secas, a la vez que va disminuyendo la oferta de forraje, los rebaños se van alejando de este lugar con dirección hacia la costa de Guerrero, en donde existe forraje verde la mayor parte del año, para de esta forma evitar los efectos de la sequía. Una vez que comienza la época más marcada de lluvias en la costa, estas pastorias se van alejando de este lugar, y así evitan el efecto dañino que causan las intensas lluvias hasta regresar a la ciudad de Tlapa de Comonfort Gro. Este sistema lo han practicado durante años la gente de aquel estado. Pero con la privatización se eliminaría la movilidad y flexibilidad en el pastoreo de caprinos y eliminarían la forma de manejar por esta gente los riesgos climáticos. Ahora, si los animales son confinados a un solo lugar, se realizará un apacentamiento más severo, que destruirá la vegetación y el suelo. Además, la forma de vida de esta gente (pastores) que usa la vegetación solo para



cubrir sus necesidades principales, favorece que ellos mismos cuiden los recursos en conjunción con las autoridades de las comunidades rurales, por donde pastorean sus rebaños. Si se privatizan estas tierras, ellos terminarán vendiéndolas a gente que su principal necesidad es hacer dinero, entonces la privatización en ningún momento garantiza el uso eficiente y conservación de los recursos naturales. Además, una característica común de los agostaderos es la baja producción de forraje, para sostener una unidad animal, por lo que se requieren grandes extensiones de terreno para sostener una unidad animal, por lo cual la propiedad comunal es la más adecuada para el mantenimiento productivo de estos hatos y al privatizarlos se reduce el área de cada individuo. Por lo anterior, se puede estar de acuerdo con Box (1995) quien sugiere que la tragedia real de los agostaderos públicos reside en los apoderados de las tierras, no en el uso común de los agostaderos con el ganado permitido.

Una forma de disminuir el efecto del mal manejo de los recursos en general y el sobrepastoreo en particular, es por medio de la educación que se les debe impartir a los productores. Un ejemplo del bajo nivel educativo de los dueños de estas tierras lo mencionan LaBaume y Dahl (1986), en un ejido de Chihuahua en promedio los ejidatarios tienen dos años de escolaridad formal. Mientras que Holechek (2001a) indica que los programas educativos pueden ser bastante efectivos cuando convencen a los ganaderos para pastorear de forma conservadora y mantener vegetación residual para la protección de cuencas, vegetación y fauna silvestre.

4 CONSECUENCIAS DEL CAMBIO EN LA CONDICIÓN

4.1 Erosión

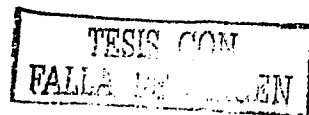
El cambio en la condición de los agostaderos se debe a que la introducción de herbívoros domesticados ha tenido modificaciones del medio tanto en extensión como en profundidad. Con relación al suelo pueden mencionarse los siguientes efectos (Hernández X., 1979):

a) La remoción de la cubierta vegetal por el pastoreo excesivo expone el suelo al efecto de la lluvia, el viento y los escurrimientos superficiales; b) La compactación por el constante tránsito del animal reduce la penetración del agua, especialmente en los suelos arcillosos; c) La apertura de veredas sobre los cerros y declives por el tránsito rutinario del ganado, forma rutas de concentración de los escurrimientos superficiales; d) El aprovechamiento diferencial de las especies vegetales agobia a las más deseables y abre el campo, en condiciones de sobrepastoreo, a las indeseables y a las invasoras; e) Condiciones desfavorables del mercado o condiciones ecológicas poco favorables para el crecimiento vegetativo, conducen a concentraciones excesivas de ganado sobre los agostaderos.

La mayor parte de los suelos de México, están afectados en mayor o menor grado por la erosión. Los estudios correspondientes estiman que este daño varía en todo el territorio de 71 a 86% (Claverán, 1993).

En México el 79% (196.7 millones de hectáreas) de su superficie se encuentra erosionada (Oropeza, 1995; citado por Contreras, 1996). Las pérdidas de suelo se han estimado hasta en $200 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$, siendo el estado de Jalisco de los que presentan las mayores áreas ($20,061 \text{ km}^2$) de erosión severa (Estrada y Ortiz, 1982); y cada año se pierden de 150,000 a 200,000 ha de tierra arable y se comenta que en los últimos 30 años, México ha perdido cinco veces más suelo que en toda su historia (Mason, citado por Maass y García-Oliva, 1990). Efectos colaterales a la erosión son la pérdida de la productividad, migración, abandono de tierras, daños a las vías de comunicación, asolvamiento de cuerpos de agua, etc. Estos efectos pueden ser considerados el costo social de la erosión y son incuantificables monetariamente.

González (1965) declaró el mal uso de las tierras de pastizal en el norte de México: En el estudio se señala que el 84% de los predios estudiados existe sobrepastoreo, que en el 69% la condición de pastizal varía de pobre a regular y que en el 87% la erosión existe, con grados que oscilan entre leve y avanzada. También señala la posibilidad de rehabilitar los pastizales que podrían incrementar su productividad ganadera de un 60 a



un 70% de su producción actual; Villegas (1999) propone que con la utilización de algunas prácticas de rehabilitación podría elevarse la producción forrajera en agostaderos pobres, de un 15% hasta un 70%.

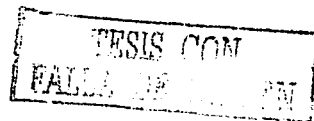
Otro estudio realizado en los llanos de Ojuelos indicó que el 84.6% de los agostaderos muestreados están sobre pastoreados; de estos, 63.6% están fuertemente erosionados, 9.0% moderadamente erosionados, y 27.3% ligeramente erosionados (DGDUT, 1982; Citado por Aguado-Santacruz y García-Moya, 1998).

Por lo tanto, podemos darnos cuenta que los agostaderos se están utilizando inadecuadamente y que su productividad actual esta muy por debajo de lo que deben y pueden producir.

4.2 Desertificación

La desertificación es un proceso por el cual la productividad de la tierra es reducida (Kassas, 1987), que resulta en una más baja capacidad de carga animal, una reducción en la producción potencial de cultivos, un incremento en el deterioro del medio debido a la erosión eólica e hídrica y, usualmente una reducción en el nivel de vida de la gente (Dregne, 1978). A pesar de que no hay datos precisos, estos muestran que alrededor del 70% de las zonas secas del mundo son afectadas por desertificación o varias formas de degradación de la tierra y que la pérdida anual de los agostaderos en estas zonas es alrededor de 4.5-5.8 millones de ha, sin tomar en cuenta avances de arena, urbanización, etc. (Dregne *et al.*, 1991).

Los procesos de desertificación se pueden agrupar en: a) degradación de la cobertura vegetal; b) erosión hídrica; c) erosión eólica; d) acumulación de sales; e) degradación química; f) degradación física; g) degradación biológica (CONAZA-SEDESO, 1994). Nan-Ting Chou y Dregne (1993) ratifican algunos de estos efectos.



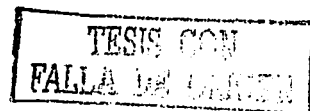
A escala mundial la continua o acelerada trayectoria de la desertificación en los agostaderos del mundo muestran características comunes, que incluyen: a) deterioro en la cantidad, calidad y persistencia de las pasturas nativas, generalmente asociadas con una disminución de la cobertura, pero también con la invasión de arbustos de bajo valor forrajero; b) cambios estructurales en la cobertura de la vegetación, pérdida notable de arbustos y árboles, por una parte a través del ramoneo, pero también debido a la recolección de leña y a la tumba y quema para la agricultura, incrementando la exposición de la superficie del suelo a la erosión acelerada; c) cambios en las condiciones de la superficie del suelo, compactación notable a través del pisoteo del ganado, que conduce un deterioro en la relación suelo-planta-agua y disminuye la germinación; d) una acelerada erosión del poco suelo protegido, remoción de la capa superficial del suelo y la pérdida de nutrimentos y semillas almacenadas y, eventualmente, la exposición de suelo estéril, endurecido, el cual resiste la repoblación; e) otros procesos complementarios que llevan a la destrucción de la cobertura y el deterioro de la superficie y mantos freáticos poco profundos (Mabbutt, 1985).

La manifestación del proceso de desertificación de acuerdo al tipo de uso de la tierra en México (Cuadro 1) fue realizado por Dregne (1983), del cual se puede notar que el uso de la tierra de pastizales es el que ocupa la mayor superficie siendo importante el área afectada (96%). El uso del suelo de temporal del que dependen la mayoría de mexicanos para su subsistencia esta afectado en un 89%.

Cuadro 1. Tierras áridas afectadas por desertificación en México (Dregne, 1983).

Uso de la tierra	Superficie (miles ha)		
	Total	Afectada	Porcentaje
Riego.	3,750	1,125	30
Temporal.	7,500	6,700	89
Pastizales.	100,000	96,000	96

La solución al problema es urgente. Esto se debe a que la calidad del suelo se deteriora y el costo de la recuperación, moderado al principio, se eleva rápidamente hasta que se llega al límite en que es económicamente impracticable. Dentro de las medidas que se podrían implementar para combatir y prevenir la desertificación se menciona: mantener



un balance entre capacidad de carga y ganado en pastoreo, uso sostenible de bosques y conservación de suelos y la cobertura protectora de las plantas (Kassas, 1987).

Una estrategia de conservación de suelos sencilla y económica, sería el mantener una buena cobertura vegetal, ya que una cubierta vegetal sana reduce el impacto de las gotas de lluvia, aumenta la infiltración, reduce el volumen de escurrimiento y disminuye la velocidad del agua y del viento.

5 PRACTICAS DE MEJORAMIENTO DE AGOSTADEROS

Los agostaderos nativos no siempre proveen el máximo forraje utilizable de acuerdo a su potencial. Además el uso intenso del que son objeto, por medio del pastoreo u otros factores, modifican la vegetación natural y solo permanecen en la mayoría de los casos especies de bajo valor nutritivo. Por esta y otras razones se han desarrollado practicas de mejoramiento de agostaderos, para incrementar la producción de forrajes y servicios y restaurar los agostaderos a su potencial.

Se debe de tomar en cuenta que la aplicación de las practicas de rehabilitación y mejoramiento de agostaderos depende de la situación de cada país (desarrollados y subdesarrollados). Pero el manejador de agostaderos puede iniciar su esfuerzo para detener el proceso destructivo e incrementar la producción en algún estado de condición del agostadero y con varios procedimientos. Sin embargo, el control del número de animales y la distribución es de mayor importancia y usualmente es el primero que se aplica. El establecimiento de planes de pastoreo estacional y alteración de clases de animales frecuentemente viene después. Y por último se aplican, las técnicas de mejoramiento de agostaderos.

En México se han realizado trabajos relacionados con la rehabilitación de agostaderos e incremento de la producción forrajera. Dentro de estos trabajos destacan: sistemas de pastoreo, repoblación de especies nativas o introducidas, control de especies invasoras, cosecha de agua de lluvia mediante bordos y/o subsuelo, fertilización, uso controlado del

fuego para facilitar la germinación de ciertas especies nativas deseables y áreas de exclusión al pastoreo.

En el manejo de agostaderos, la manipulación de los animales en pastoreo, a base de su número y de la temporada de uso, constituye la primera medida que se emplea para mejorar o conservar la cubierta vegetal deseada (Williams *et al.*, 1968; 1972).

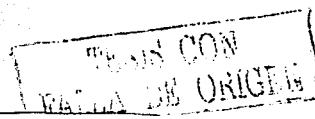
El manejo del pastoreo apropiado incluye atención a la intensidad de utilización, distribución del ganado, estación de pastoreo y al tipo de ganado. El objetivo primario de las prácticas de manejo del pastoreo es maximizar la producción de ganado y/o fauna silvestre por unidad de área de agostadero, mientras mantienen en forma sostenida el recurso forrajero (Heitschmidt y Walker, 1983).

5.1 Carga animal

Los agostaderos poseen un límite en su productividad, por lo cual existe un número máximo de herbívoros que pueden mantenerse; al rebasarse este número se reduce la capacidad productiva de los agostaderos.

El éxito en el manejo de agostaderos depende de la selección correcta de la carga animal (Holechek y Pieper, 1992) y esta es la más importante decisión en el manejo de agostaderos (Holechek *et al.*, 1999b).

Los manejadores de agostaderos han intentado cuantificar la densidad de herbívoros domésticos que representen la máxima productividad sin daño permanente al agostadero. Así mismo, es uno de los objetivos del manejo de agostaderos (Stoddart y Smith, 1955; Stoddart, 1967; Stoddart, 1972). La falla para predecir exactamente la densidad de herbívoros sostenibles fue una característica notable en el pasado, dando origen a la actual tendencia de degradación de la tierra causada por el sobrepastoreo. Igualmente es importante la consideración de la carga animal, cuando se realizan las prácticas agronómicas de rehabilitación de agostaderos, ya que cualquier grado de pastoreo

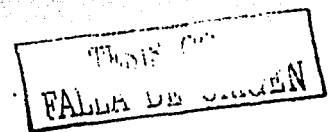


inmediato después de una resiembra y una carga animal severa, es probable que destruya la cobertura sembrada y se tengan pérdidas económicas. De acuerdo con esto, Simpson (1971) realizó un estudio de mejoramiento de agostaderos (control de arbustos, siembras, bandas de dispersión de escurrimiento y construcción de aguajes, corrales y potreros) con el fin de mejorar el coeficiente de agostaderos, encontrando que los métodos de mejorar el coeficiente de agostaderos resultaban económicos solo con una carga animal adecuada, y que el sobrepastoreo aun en los pastizales mejorados no era económico y no cubrió los costos del mejoramiento.

La carga animal tiene mayor potencial que los sistemas de pastoreo en la ganancia de peso de novillos (Popp *et al.*, 1997); en la producción vaca/becerro (Heitschmidt *et al.*, 1990); en la cantidad de forraje (Heitschmidt *et al.*, 1987c); en la disminución de la cobertura basal de las plantas (Fourie *et al.*, 1984); para alterar la composición botánica de los agostaderos (Hart *et al.*, 1993) y en ingresos económicos (Heitschmidt *et al.*, 1990), además de que al incrementar la carga animal, la estabilidad de la producción disminuye (Holechek, 1994).

Una de las causas por lo cual los agostaderos se encuentran en un estado alarmante de deterioro es que en términos generales al incrementar la carga animal, se tienen mayores ganancias de peso por hectárea, pero disminuye la ganancia de peso por animal (Sims y Gillen, 1999). Al mismo tiempo se van presentando cambios en composición y reducciones en biomasa de la vegetación (Olson *et al.*, 1993), que no se detectan a corto plazo, ni fácilmente hasta que el agostadero corre el riesgo de volverse improductivo. También se ha observado que conforme se incrementa la carga animal, los costos de producción también tienden a incrementarse.

Holecheck (1988) basado en varios estudios de carga animal y en diferentes tipos de agostaderos, menciona que para algunas áreas áridas y semiáridas un uso del 35% de las principales especies forrajeras es suficiente, mientras que el 50% podría ser utilizado para pastizales anuales y áreas húmedas. Por lo tanto, la práctica de aprovechar el 50% de la producción anual, puede ser otra de las causas del estado actual de deterioro de los



agostaderos de las zonas secas en México. Este principio se aplica bien en los bosques de pinos del sur de E.U, pastizales húmedos y pastizales anuales, pero resulta en el deterioro de agostaderos en los pastizales semi-áridos, agostaderos del desierto y bosques de coníferas (Holechek *et al.*, 1999a).

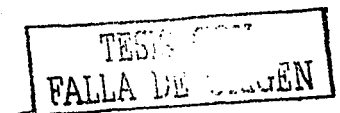
También se menciona una mayor cobertura vegetal en agostaderos pastoreados en forma conservadora versus las pastoreados en forma moderada (Nelson *et al.*, 1997; Winder *et al.*, 2000).

Por lo anteriormente mencionado, la carga animal es el factor más importante en el aprovechamiento y disminución del deterioro de los agostaderos, debido a que por un lado influye en las características de la vegetación, en la producción de ganado y fauna silvestre, en beneficios económicos, uso múltiple, condiciones del medio (estabilidad del suelo y cuencas hidrológicas sanas) y, por último, en las prácticas de rehabilitación de agostaderos.

Se debe tomar en cuenta que en forma frecuente la reducción de la carga animal es recomendable, sin embargo, antes de todo, es necesario identificar la naturaleza y extensión del problema.

5.2 Sistema de pastoreo

Los sistemas de pastoreo son prácticas de manejo con bases científicas, mediante las cuales se administra la utilización del recurso tratando de mantener una producción animal sostenida, sin provocar deterioros en la vegetación. Los sistemas de pastoreo han sido desarrollados para incrementar la productividad del agostadero. Holechek (1983) menciona que un objetivo prioritario de los sistemas de pastoreo especializado es reducir al mínimo las áreas de sacrificio y proveerlas con oportunidad periódica para la recuperación. Los sistemas de pastoreo de agostaderos fueron inicialmente desarrollados para proveer periodos de descanso, para permitir a las plantas pastoreadas en forma muy



intensiva, su recuperación (Taylor *et al.*, 1993a) y para mejorar y/o mantener la condición de los agostaderos (Taylor *et al.*, 1993b; Taylor *et al.*, 1993c).

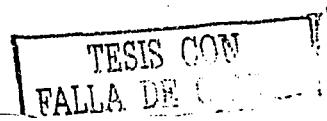
Muchos manejadores de agostaderos modernos tienen la creencia que los esquemas de pastoreo rotacional pueden ser usados para sostener cargas animales pesadas y al mismo tiempo vencer el efecto del sobrepastoreo a largo plazo. Sin embargo, un número importante de trabajos de investigación muestran que reducciones en la carga animal han sido mucho más efectivas que los esquemas de pastoreo rotacional, para promover la recuperación de agostaderos sobrepastoreados. Esto es particularmente cierto en áreas de desierto, donde los estudios muestran que cuando se utiliza un esquema de pastoreo rotacional con una intensidad de pastoreo moderada, algunas veces, pero no siempre, da una más rápida recuperación del agostadero que el pastoreo moderado continuo. Una vez que los agostaderos del desierto están en buena condición, cierto esquema rotacional pueden generalmente sostener sobre un 5% mayor carga animal que el pastoreo continuo (Holecheck, 1991).

Durante los años 1980s el pastoreo de corta duración atrajo mucho la atención basado en esta pretensión, acelerar el mejoramiento de agostaderos mientras al mismo tiempo alojar mayores cargas animal. En muchos ranchos fue sostenido que la carga animal sería doblada o aún triplicada mientras al mismo tiempo mejorarían tanto la productividad del agostadero como del ganado (Holechek *et al.*, 2000). Ya que de acuerdo a Savory y Parsons (1980) y Savory (1983, 1988), con el pastoreo de corta duración se puede hacer lo siguiente si es apropiadamente implementado: a) mejorar la infiltración del agua dentro del suelo como un resultado de acción del pisoteo; b) incrementar el reciclaje de nutrientes; c) reducir el porcentaje de plantas no pastoreadas; d) mejorar la distribución del ganado (uso más uniforme del agostadero); e) Incrementar el período cuando el crecimiento activo del forraje es disponible para el ganado; y f) acelerar la sucesión de las plantas. En otras palabras bajo el método Savory se permite aumentar la carga animal recomendada, sin una disminución en la ganancia de los animales/ha, y al mismo tiempo se mejora la condición del agostadero y la producción de forraje. Sin embargo, numerosos estudios han demostrado lo contrario al método de pastoreo Savory. No se

han encontrado diferencias al incrementar el número de potreros de 14 a 42; en la cantidad (Heitschmidt *et al.*, 1987a) y calidad del forraje (Heitschmidt *et al.*, 1987b).

En el caso de la producción de forraje, Van Poolen y Lacey (1979) llevaron a cabo un estudio de revisión comparando los efectos de los sistemas de pastoreo continuo y rotacional e intensidades de pastoreo, encontraron que la producción de forraje fue en promedio alrededor de 13% mayor bajo esquemas de rotación. Sin embargo, un mucho mayor incremento ocurrió cuando el pastoreo pesado fue reducido a una carga moderada (35%) y de moderada a ligera (28%). Por lo cual ellos sugieren que un ajuste en el número de ganado tiene un mayor efecto en la producción de forraje que los sistemas de pastoreo. Generalmente, los sistemas de pastoreo fueron más ventajosos en términos de mejorar la composición de la vegetación y la producción de forraje en los ecosistemas más húmedos. Sin embargo, ellos tuvieron limitado o ningún beneficio en los agostaderos más áridos.

De igual forma, Hart *et al.* (1988) al comparar tres sistemas de pastoreo (1982-1987), encontraron que con igual carga animal no hay diferencia en las ganancias de peso de novillos en un sistema de pastoreo rotacional vs continuo; además, el promedio diario de ganancia de peso de los novillos, permaneció alto y constante en cargas animales ligeras y las ganancias de peso declinaron al aumentar la carga animal; tampoco encontraron cambios en la producción de forraje o condición del agostadero en seis años de estudio, ni diferencias en la composición botánica (de especies), sin embargo, la cobertura del mantillo fue menor en el último año del estudio (59% vs 74%; bajo una carga animal pesada que con una carga animal ligera). En la continuación de este estudio, durante un período de 13 años (1982-1994) Manley *et al.* (1997) encontraron que no hubo diferencia entre el pastoreo continuo y el de corta duración en la sucesión de las plantas y la condición del agostadero cuando la carga animal fue igual, y que los cambios en este tiempo en suelo desnudo y composición de la vegetación son principalmente una función de la carga animal más que del sistema de pastoreo. Esto también ha sido observado por Gillen *et al.* (1998). Heady y Pitt (1979) en los pastizales anuales de California realizaron un estudio durante tres años para comparar el pastoreo continuo vs. estacional repetido

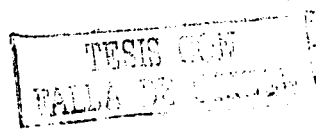


con igual carga animal; ambos sistemas produjeron patrones similares en la cobertura del follaje, forraje en pie y composición botánica, además el desempeño de las ovejas y el peso al destete de los corderos en la pastura pastoreada en forma continua durante el año fue consistentemente mejor que el desempeño de los animales que pastorearon en una base estacional. Por todo lo anterior se puede decir que tanto técnicos como ganaderos deben poner mayor énfasis en la intensidad de pastoreo, y menos en la implementación de sistemas de pastoreo.

Pero no todo es malo en lo referente a los sistemas de pastoreo rotacional, ya que bajo una carga animal moderada (30-35% de utilización del forraje) han demostrado dar igual (Holechek *et al.*, 1987) o superiores desempeños en la vegetación, ganado y comportamientos financieros comparado con el pastoreo continuo. Igualmente un estudio muestra una mayor producción de forraje bajo un sistema de 4-pasturas de rotación diferida, comparada con el pastoreo continuo y exclusiones de ganado y fauna silvestre (Reardon y Merrill, 1976).

Dentro de las posibles causas por las cuales no se ha encontrado una ventaja en la producción de los sistemas de pastoreo de rotación diferida, se menciona que la restricción periódica de la selección por el animal, que le fuerza a consumir alimentos de baja calidad parece ser la principal razón. Taylor *et al.* (1993b) mencionan que el comportamiento del ganado en un sistema de 14 pasturas fue reducido, relativo a los otros tratamientos, a causa de: 1) adicional estrés asociado con frecuentes movimientos, 2) interrupción de la actividad del pastoreo, y 3) incremento de la presión de pastoreo, lo cual restringe la selectividad del ganado.

El pastoreo continuo durante la estación de crecimiento contribuye al fracaso de las especies perennes para incrementar en vigor y área basal, y los pastos perennes remanentes que persisten en una matriz de anuales se vuelve el centro de la presión de pastoreo en otoño y primavera, limitando la reproducción (George *et al.*, 1992).



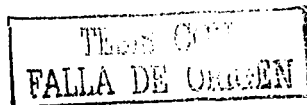
5.3 Distribución del ganado

Los animales son apacentadores selectivos, ellos no pastorean en forma uniforme todas las especies de plantas por lo que siempre ocurren problemas de distribución del pastoreo, especialmente en agostaderos. Los problemas de distribución del pastoreo pueden ser clasificados dentro de tres principales categorías (Taylor *et al.*, 1993b): a) espacio selectivo de pastoreo; b) topografía selectiva para pastorear y; c) pastoreo selectivo de especies. Bell (1973) menciona que los factores que causan una pobre distribución del pastoreo son: a) Factores naturales: tipo de vegetación, topografía, clima, selectividad del pastoreo y hábitos del ganado y; b) factores creados por el hombre: tamaño y forma de los potreros, localización de aguajes y saladero, así como tipo y manejo del ganado. Holechek *et al.* (1995) mencionan que los problemas de distribución son más severos en las zonas áridas o desérticas y en terrenos de montaña y que los factores que causan un uso desigual de los agostaderos incluyen: distancia al agua; topografía accidentada; vegetación diversa; impropio tipo de ganado; insectos y clima.

5.4 Especie animal

El objetivo primario del pastoreo de varias especies es utilizar mejor las pasturas y mejorar la producción animal, los animales con diferentes hábitos de pastoreo y estructuras biológicas frecuentemente se complementan unos a otros cuando se juntan en un sistema de pastoreo. En un modo combinado ellos pueden explotar mejor los nutrientes y resistir mejor las condiciones adversas que cuando pastorean por separado (Esmail, 1991).

Nolan y Connolly (1977) realizaron un estudio de revisión encontrando que cuando pastorean ovejas y bovinos juntos hay un mejor desempeño de las ovejas, debido a la mayor habilidad de las ovejas a pastorear más al ras del suelo durante periodos de reducida disponibilidad de forraje (con mayor carga animal), pero una disminución en el comportamiento de los bovinos es compensado con la ganancia de los ovinos. Esto también ha sido observado por Esmail (1991) quien además menciona otras ventajas del



pastoreo multi-especie como la menor contaminación por parásitos y disminución de la pérdida de ganado por depredadores. Bajo pastoreo multi-especie las dos especies animales pueden reaccionar a plantas tóxicas de forma diferente, tales reacciones tienden a reducir problemas de toxicidad. Económicamente el pastoreo multi-especies mejora la estabilidad por permitir la comercialización de varios productos y en el caso de la vegetación se menciona que el crecimiento del forraje podría ser mejorado a través de un mejor reciclaje de nutrientes.

Abaye *et al.* (1997) estudiaron el efecto del pastoreo de vacas y ovejas, juntos y separados en el suelo y las plantas, encontrando que el pastoreo de ambas especies animales juntas parecen tener varios efectos benéficos en la composición botánica y las características del suelo sobre el pastoreo de bovinos y ovinos en pasturas separadas.

5.5 Época de pastoreo

El inicio de pastoreo en primavera es crítico para el vigor a lo largo de la estación y productividad de los pastos. El pastoreo temprano reduce el área de las hojas de las plantas y la fotosíntesis la cual es necesaria para sustituir los carbohidratos agotados durante el invierno y durante el rebrote. Como una consecuencia el vigor de la planta es reducido, la producción total de forraje disminuye y las enfermedades, insectos, e infestaciones con malezas se incrementan. Las tierras de pastoreo y agostadero dañados por el pastoreo temprano pueden requerir varios años de descanso para recuperar su productividad. Por otro lado, el pastoreo tardío incrementa la pérdida de forraje y residuo a través del pisoteo o reducción de la apetecibilidad y disminución del valor nutritivo (Frank, 1996), ya que se ha observado que si el pastoreo es iniciado en la época apropiada del desarrollo de las plantas, será más tolerante al pastoreo y mantendrá el mayor vigor necesario para continuar la producción de forraje durante la estación de pastoreo y en los años siguientes (Frank, 1996).

Para el caso de México se menciona lo siguiente en términos generales (CONAZA, 1994): a) La defoliación al principio de la estación de crecimiento afecta menos la

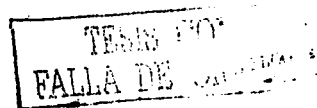
producción de forraje, que la defoliación en el mismo nivel en una época más avanzada de la estación de crecimiento. b) La defoliación en cualquier época durante el periodo de crecimiento reduce la cantidad de alimento elaborado y almacenado por la planta. Como resultado, la capacidad de la planta para iniciar el crecimiento radical y foliar durante el año siguiente se reduce. c) La defoliación es más perjudicial cuando las reservas alimenticias se encuentran en el nivel más bajo; esto es cuando la planta inicia el crecimiento de primavera y que aún no hay suficiente tejido fotosintético. d) La defoliación severa o frecuente reduce el desarrollo posterior de la planta, especialmente de su sistema radical. En una primera etapa se interrumpe la elongación de las raíces, al continuar la defoliación se reduce la cantidad y la profundidad de penetración de las raíces. El efecto de la defoliación sobre el crecimiento y funcionamiento de las raíces dependen de la intensidad, frecuencia y época de defoliación.

5.6 Fertilización

El contenido bajo de nutrientes del suelo puede ser el factor limitativo de la producción de forraje en los agostaderos del país.

México tiene 92 millones de hectáreas de agostaderos, muchos de los cuales están deteriorados debido al pastoreo excesivo del ganado. La aplicación de fertilizante inorgánico podría ayudar a mejorar algunas de estas áreas (Rubio *et al.*, 1996).

La fertilización de agostaderos es una práctica de rehabilitación de agostaderos en la medida que suple las necesidades nutritivas de las plantas. El uso de fertilizantes en pastizales áridos es un medio práctico para incrementar la producción bajo algunas condiciones. Sin embargo se ha afirmado con frecuencia que, en términos generales, el factor limitante para la producción de los pastizales es la humedad y no la falta de fertilidad, de hecho se menciona que el mayor factor universal que limita la producción es la falta de una adecuada humedad del suelo. Tal vez por esto, algunos estudios sobre fertilización han mostrado efectos erráticos e indeseables (Casper *et al.*, 1967), ya que varios pastos y variedades de cultivos forrajeros tienen elevados requerimientos de



humedad para la máxima producción y utilización de fertilizantes (Powell, 1998). Aún cuando la práctica de fertilizar ha demostrado un potencial para incrementar de forma significativa la cantidad y calidad del forraje alrededor del mundo, esta no es ampliamente utilizada en México. La razón principal es que el precio del fertilizante es elevado e inestable. Una segunda razón es que algunos agostaderos experimentan altas variaciones climáticas cada año que afecta los resultados de esta práctica (Rubio *et al.*, 1996).

La fertilización tiene la ventaja sobre otros medios para mejorar los agostaderos. Esta no requiere equipo altamente especializado, los costos son menores con relación a los de la siembra y en periodos de no uso no es necesaria. La fertilización es emprendida principalmente para incrementar la producción de forraje, pero otros beneficios pueden ser obtenidos a la vez como: 1) una mayor variedad de especies forrajeras; 2) forraje más apetente y nutritivo; 3) un período de pastoreo más largo; 4) mejor distribución de los animales; 5) mejor establecimiento de las plántulas (Stoddart *et al.*, 1975). Los mismos autores señalan que la fertilización ha demostrado incrementar el rendimiento de forraje enormemente bajo algunas condiciones pero muy poco en otras. Este incremento en la producción varía de 4 a 250%. Los resultados obtenidos por este medio son afectados por: 1) el tipo de fertilizante aplicado; 2) la proporción aplicada; 3) el tipo y fertilidad del suelo; 4) el tipo de vegetación; 5) la cantidad de precipitación; y 6) la época de aplicación.

Rubio *et al.* (1996) en el estado de Chihuahua, México realizaron un experimento para determinar si existen diferencias en la producción de forraje, cuando se aplican diferentes fuentes de fertilizantes (nitrato de amonio, sulfato de amonio, urea y control), encontraron que la mejor fuente de fertilizante para aplicar en estos agostaderos con una precipitación próxima a 400 mm, es nitrato de amonio o sulfato de amonio. Sin embargo con una precipitación de 500 mm, la fuente de N no importa. Esto hace que la urea responda tan bien como otras fuentes cuando más humedad es disponible.

5.7 Repoblación artificial

La repoblación de agostaderos es una de las más importantes prácticas de mejoramiento de agostaderos, que consiste en el establecimiento de vegetación por medio de la diseminación artificial de semillas de plantas forrajeras, adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas del área problema.

La repoblación de agostaderos es costosa por que los métodos actuales usan prácticas agronómicas. Se puede decir que la repoblación más que un problema técnico es un problema económico, por lo que ésta se aplica más en el ámbito experimental que a nivel de campo. Por lo que la repoblación es difícil, costosa y no siempre efectiva en términos de producción de forraje, pero no imposible de realizar.

Aunque los investigadores y manejadores de agostaderos involucrados en la repoblación frecuentemente tienen poca capacitación en economía, el análisis económico es usualmente un paso crucial en la decisión de repoblar agostaderos. Tres estándares económicos por los cuales todos los proyectos de repoblación podrían ser considerados son: 1) viabilidad económica, 2) eficiencia económica y/o 3) eficacia del costo (Workman y Tanaka, 1991).

La decisión de revegetar debe considerar los costos directos (preparación de la cama de siembra "semillero", semillas y plántula "semillon", y seguir el manejo), costos indirectos (riesgos de fracaso, no uso durante el periodo de establecimiento) y beneficios (incrementos de forraje, mejora en la función del ecosistema, y la conservación del suelo). Además, los esfuerzos para revegetar se deben concentrar en sitios y métodos con el mayor potencial para incrementar los beneficios netos en la menor cantidad de tiempo (Jacobs *et al.*, 1998). Así mismo el manejo que se dé después es igual de importante. Por lo anteriormente expuesto la decisión de repoblar debe justificarse en forma económica y ecológica.

Dentro de los objetivos que justifican una resiembra se mencionan los siguientes: 1) repoblar áreas sin vegetación, tales como áreas de cultivos abandonadas; 2) reponer vegetación destrozada por fuego; 3) expandir la estación de pastoreo, 4) mejorar la cantidad y calidad del forraje, 5) reestabilizar plantas forrajeras nativas las cuales no podrían en forma natural volver a establecerse y 6) proteger un área de la erosión (Stoddart *et al.*, 1975).

La repoblación artificial ha progresado en los 92 años pasados en el sudoeste de los Estados Unidos y norte de México. Sin embargo, de más de 400 sitios sembrados con más de 300 herbáceas, gramíneas, arbustivas y 40 métodos de preparación; sólo 83 especies y menos de 10 métodos de preparación del terreno fueron adecuadas; ello significa un éxito de la siembra esperada en uno de cada diez años. Los problemas en la repoblación de estos agostaderos fueron: a) repetir los tratamientos en tiempo y espacio; b) coleccionar registros climáticos; c) comparar nuevos tratamientos de preparación del terreno; d) usar métodos estándar para coleccionar datos y; e) identificar las fuentes de semilla (Cox *et al.*, 1984).

Para estimar exitosamente una repoblación como una alternativa de manejo de agostaderos, se necesita comprender a) qué factores ambientales y de manejo afectan el éxito y fracaso de una repoblación; b) los resultados de los costos financieros y ganancias; c) las probabilidades de éxito y fracaso y; d) las expectativas de consecuencias económicas (Ethridge *et al.*, 1997).

Los pastizales de la región sur de Coahuila han sido sobrepastoreados por más de 50 años, se observan todavía alrededor de 45% de especies deseables como *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula*. En sitios como éste, un descanso de dos a tres meses durante la época de producción de semillas a medio verano garantizaría la dispersión de semilla barata y de especies adaptadas en relación a la que se pudiera comprar. Así mismo, no se justificaría resemar corriendo el riesgo de destruir la vegetación existente y con la incertidumbre de que el establecimiento no sea bueno (Galo *et al.*, 1976). Por

desgracia, en extensas áreas del país el deterioro de los agostaderos es tan pronunciada, por lo que en la mayoría de los casos es necesaria la repoblación artificial.

Ethridge *et al.* (1997) en un estudio de seis años encontraron, que las siembras de pastos introducidos y nativos, es una alternativa económicamente inviable para el desierto Chihuahuense; si el único objetivo es la producción de ganado, es mejor cuidar el recurso para evitar la necesidad de siembras. Alternativamente plantean que las siembras, deben realizarse, sólo cuando se logre incrementar la probabilidad de establecimiento, considerando previamente para ello la estación de lluvia y temperaturas extremas. Cuando se considere necesaria o deseable la siembra, los autores recomiendan utilizar navajita (*Bouteloua gracilis*), con o sin preparación de la cama de siembra y zacate africano (*Eragrostis lehmanniana* Nees) con o sin preparación de la cama de siembra. Se debe tomar en cuenta que antes de iniciar una repoblación es necesario evaluar varias especies de plantas para ver cual se adapta mejor a un sitio particular, lo anterior es importante, debido a que en México se han hecho experimentos de repoblación artificial comparando especies nativas vs. introducidas, las que han dado mejores resultados son las introducidas, y curiosamente, la del peor comportamiento en producción de forraje fue la navajita *Bouteloua gracilis* (Echavarría, 1973) y segunda peor (Negrete *et al.*, 1981). Sin embargo, en el estudio de Echavarría (1973), la siembra se realizó en 1971 y se evaluó la producción de forraje en 1972 y en el otro estudio (Negrete *et al.*, 1981) se evaluó la producción de forraje a los tres años de sembradas; pero diez años después de sembrados los zacates de este último estudio (Jurado *et al.*, 1990) encontraron que en general, los introducidos mostraron mayores rendimientos de forraje, pero dentro de los nativos el navajita fue la segunda mejor en producción de forraje y algunos pastos introducidos y nativos que mostraron en un principio altos rendimientos en producción de forraje desaparecieron. Por lo antes expuesto, se deben realizar investigaciones a largo plazo, para no tomar decisiones equivocadas al momento de realizar una resiembra y que aparte de tener resultados económicos indeseables, también se pueden tener resultados ecológicos catastróficos. Como se han tenido en la introducción de especies (zacate buffel) sin tomar en cuenta los factores climáticos.

La disponibilidad de semilla de especies adaptadas a un sitio específico es otra limitante en muchos casos, es por eso que en México se han venido realizando trabajos de evaluación de especies forrajeras que se adapten, que sean apetecibles y produzcan suficiente forraje para la rehabilitación de agostaderos. Echavarría (1973) en el campo experimental La Campana (parte central de Chihuahua), evaluó el grado de adaptación y producción de 10 zacates (4 nativos y 6 introducidos), sembrados en surcos a nivel efectuando la siembra en el fondo del surco, encontrando que la mayoría de los zacates introducidos tienen un potencial de producción de forrajes más elevado que los zacates nativos en este estudio bajo este sistema de siembra y el pasto que mostró la menor producción de forraje fue el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*). Sin embargo el mismo autor menciona es necesario efectuar evaluaciones posteriores bajo condiciones normales de precipitación y estudiar otras características de gran importancia como valor nutritivo, respuesta al pastoreo, etc. Otros estudios realizados en el municipio de Ojuelos, Jal., en que se probaron seis especies de gramíneas nativas y ocho especies introducidas, utilizando el mismo método de siembra, confirman que los zacates introducidos son superiores en producción forrajera que los nativos después de tres y diez años de sembrados (Negrete *et al.*, 1981; Jurado *et al.*, 1990).

5.8 Áreas de exclusión

Una exclusión puede ser definida como un área experimental la cual es protegida de las actividades de una clase particular de animales por una barrera tal como un cercado o una malla (Daubenmiere, 1940).

Se entiende por exclusión cualquier área de terreno que ha sido cercada y aislada del pastoreo del ganado, para de esta forma estudiar el proceso de sucesión vegetal (Laycock, 1975) o evaluar el efecto de prácticas de manejo en los agostaderos o ambas. En otras palabras, las áreas de exclusión son de gran utilidad, ya que podemos evaluar el efecto del pastoreo y al mismo tiempo, medir la recuperación de agostaderos sobrepastoreados. Holechek (1988) menciona que la utilización de pequeñas exclusiones (0.8-2.4 ha) en áreas claves pastoreadas en un rancho puede ser útil en separar las

influencias climáticas del pastoreo. Las exclusiones también pueden ser útiles como una herramienta en el monitoreo del manejo del pastoreo (p.e. cuando un sistema de pastoreo no es el adecuado para una cierta clase de forraje); y los datos obtenidos de estas nos pueden indicar la necesidad de cambios en el manejo del pastoreo, también son útiles para predecir tendencias futuras en la vegetación, las cuales no pueden ser observadas a partir de las parcelas bajo pastoreo (Hughes, 1996).

Las áreas de exclusión al pastoreo constituyen una herramienta básica en la determinación del potencial productivo y de la diversidad florística de los agostaderos, así como para la evaluación del impacto del pastoreo y la dinámica de comunidades vegetales. El tipo, grado y duración del disturbio pueden afectar profundamente los cambios que ocurran en el área excluida.

Sin embargo, los resultados sobre la dinámica de la vegetación han sido pocos por destrucción de las áreas de observación (exclusiones) falta de continuidad, y uso de metodologías inapropiadas en las observaciones (Hernández X., 1979). También, desde un punto de vista económico, largos periodos de completo descanso usualmente no son una forma económica aceptable de rehabilitación de agostaderos. Una alternativa es pastorear solo durante la estación que es menos dañina para el forraje (McLean y Tisdale, 1972).

Se ha observado en agostaderos con una condición pobre, que las plantas decrecientes, en su mayoría apetecibles, son escasas, y son pastoreadas intensamente, aún cuando todo el agostadero sea pastoreado sólo en forma ligera (Gay, 1965). De igual forma, Heady (1971) menciona que las especies más preferidas son las primeras que el animal consume bajo cualquier intensidad de pastoreo. Es por tal razón que para tener mejoras en la condición de los agostaderos y, por lo tanto, mayor rentabilidad por la utilización de estos, es necesario, muchas veces, disminuir la carga animal o utilizar áreas de exclusión. Técnicamente es la más importante de las opciones de mejoramiento de la producción forrajera. Sin embargo, en la práctica se tienen dificultades de ejecución, mientras no se garantice la alimentación del ganado fuera de las áreas de pastoreo o

mientras no se realice un programa factible y gradual de descanso de los pastizales, de común acuerdo con los poseedores o usuarios del recurso (Jiménez y Zaragoza, 1990). Si bien es cierto que existen limitantes en el uso de las áreas de exclusión, no podemos negar que es una herramienta de gran utilidad, ya que nos ofrece un marco de referencia para propósitos comparativos.

Frecuentemente, se asume que el descanso de la vegetación de los agostaderos mediante una disminución de la presión de pastoreo, automáticamente resulta en una tendencia hacia la condición prístina. Sin embargo, algunas veces no se mejora la cobertura de pastos en los agostaderos con solo la exclusión al pastoreo, sobre todo cuando se tienen especies leñosas en competencia como *Flouencia cernua*, *Larrea tridentata* y *Prosopis juliflora* (Roundy y Jordan, 1988) o *Artemisia tridentata* (Rice y Westoby, 1978; West *et al.*, 1984; Hughes, 1996). West *et al.* (1984) no encontraron cambios significativos después de 13 años de exclusión. Por su parte Rice y Westoby (1978) tampoco encontraron cambios significativos en la cobertura y densidad de la vegetación después de 15 años. Mientras que Holechek y Stephenson (1983) tampoco encontraron mejoras en la condición del agostadero con la total eliminación del pastoreo por 22 años comparado con áreas adyacentes moderadamente pastoreadas; de igual forma, Anderson y Holte (1981) en un agostadero deteriorado, dominado por big sagebrush, reportan que después de 25 años de completa protección al pastoreo, la cobertura del dosel de *Artemisia tridentata*, incrementó 54% y una mínima recuperación en la cobertura de pastos ocurrió durante este tiempo (de 0.28 a 5.8%), sugiriendo que la población de arbustos dominantes ha sido relativamente estable sobre el período de 25 años y concluye que la aridez y la pobre condición inicial (17.5% de cobertura, 0.28% pastos perennes y 17.2% de arbustos) puede tender a alargar el tiempo de recuperación. Hughes (1980) reporta que en tres exclusiones ubicadas en una zona de *Artemisia tridentata*, todas respondieron de diferente manera, pero la *Artemisia tridentata* incrementó más dramáticamente en las áreas cercadas de menos del 10% en 1953 a 80% en 1979 tanto dentro como fuera de la exclusión en un periodo de 25 años, mientras los pastos disminuyeron en el mismo índice: *Artemisia tridentata* incrementó dentro y fuera de la exclusión en áreas no cercadas después de 25 años con pastoreo y sin

pastoreo de 30 a 40%, mientras que los pastos mostraron una disminución similar. En tanto Smith y Schmutz (1975) en un pastizal del desierto en Arizona compararon cambios vegetativos (1941-1969) entre un área protegida y un área pastoreada, encontraron que el mesquite (*Prosopis juliflora* var *Velutina*) invadió rápidamente ambos agostaderos en casi igual índice (protegida: de 17.4% a 47.7%; pastoreada: de 8.9 a 55%), al mismo tiempo la especie leñosa dominante *Haplopappus tenuisectus* disminuyó (protegida: de 52.1% a 21.2%; pastoreada: de 74.9 a 23.8%) y concluyen que sin un cambio en el manejo, el mesquite continuará incrementándose en ambos agostaderos. Una explicación podría ser lo que se menciona en un estudio, (Smeins *et al.*, 1976) que los cambios en la vegetación sobre 25 años han sido principalmente un ajuste en la dominancia relativa de especies más bien que a la adición o pérdida de especies y concluyen que las especies leñosas una vez establecidas, tienden a incrementar hasta un punto de estabilización bajo completa protección. De igual forma, Turner (1971) comparó zonas pastoreadas por ovinos y bovinos en invierno en un matorral desértico de arbustivas con exclusiones de diez años (1953-1963); encontró que la cobertura del suelo en la zona pastoreada disminuyó. Consecuentemente, se incrementó el suelo desnudo, mientras que la composición vegetal dentro de las exclusiones fue la misma al principio y al final del estudio. Esto nos indica que el mejoramiento de agostaderos en estos tipos de vegetación dominados por leñosas no necesariamente se realiza (o que son demasiado lentos) después de la exclusión del ganado y que otros factores (tales como el fuego) son necesarios para controlarlos. Holechek y Stephenson (1983) mencionan que el control de *Artemisia* asociado con una repoblación utilizando una mezcla de pastos, hierbas y arbustos parece ser la medida mas practica de mejoramiento para estos agostaderos. De acuerdo con esto Holechek *et al.* (1998) menciona que en estas situaciones los tratamientos mecánicos, con herbicidas, fuego y/o resiembras probablemente será necesario para obtener una comunidad de plantas más deseables dentro de un periodo de tiempo razonable. Para realizar lo anterior se debe tener cuidado, ya que como lo menciona Vallentine (1989) en agostaderos pastoreados en forma severa, cuando los pastos sobreviven sólo bajo la protección de los arbustos, la remoción de estos sin un ajuste en el pastoreo, puede también eliminar después las plantas deseables.

En el caso de la vegetación dominada por *Artemisia* se piensa que no hay mejoras en los agostaderos, debido a que simplemente es un mejor competidor, la ausencia de fuegos, tiempo insuficiente para los pastos para incrementar a una densidad que provea una fuente de semilla para el rápido desarrollo, también la herbivoría por liebres y conejos mantienen las poblaciones de pastos bajos en abundancia y vigor tal que ellos raramente se reproducen, otra posibilidad es que los pastos no son un componente importante de la vegetación estable en el área de estudio (West *et al.*, 1984). Otros mencionan que la aridez y la pobre condición inicial pueden alargar el tiempo de recuperación antes que puedan ser detectados mejoramientos evidentes (Anderson y Holte, 1981). Mientras que Turner (1971) atribuye que la vegetación sin pastoreo no mejoró debido a que el potencial fue bajo en los suelos y también a causa de la sequía, y concluyó, que los efectos del sitio, clima, y pastoreo todos son importantes y ninguno debe ser pasado por alto, cuando se evalúa la condición de los agostaderos de arbustos del desierto-salado. Otro factor puede ser la variación en la historia de la exclusión y la variada historia de la presión de pastoreo a las cuales fueron sometidas las áreas externas a las exclusiones (Rice y Westoby, 1978). Molinar *et al.* (2001) reportan que el mantillo de especies leñosas (como la *Artemisia tridentata*), inhibe la germinación y crecimiento de pastos.

Sin embargo, hay estudios donde se han observado incrementos en la cobertura vegetal con la exclusión al pastoreo en agostaderos de *Artemisia*-gramíneas. Robertson (1971) realizó un estudio, en un área de exclusión (30 años) en un agostadero erosionado de *Artemisia*-gramíneas en el norte de Nevada. El autor encontró que la cobertura vegetal de hierbas perennes se incrementó en casi el 85% y solo disminuyó la cobertura en hierbas anuales, al mismo tiempo el promedio de altura de Sagebrush disminuyó tres pulgadas. El autor también menciona que el incremento en hierbas perennes y la disminución en hierbas anuales pueden reflejar un proceso continuo de sucesión secundaria en el cual el balance formado entre las formas de vida está siendo restaurado después del cese del pastoreo de ovinos. También menciona que si bien se han observado mejoras con el descanso (30 años), estos resultados pueden ser más rápidos y superiores mediante el control de arbustos y resiembras. De igual forma Austin y Urness (1998) en un estudio realizado en Utah (1948-1982) encontraron que big sagebrush (*Artemisia tridentata* spp.

Vaseyana) disminuye con la exclusión al pastoreo y se incrementa la cantidad de pastos perennes y hierbas. Por su parte Scifres *et al.* (1971) realizaron un estudio en Texas utilizando un área de exclusión al pastoreo por 27 años. Se encontró que el número de plantas de mezquite, dentro de la exclusión, fue solo 14% del número original y sugieren que la competencia de los zacates disminuye el índice de invasión de las especies leñosas.

En un estudio más reciente, Anderson (1994) evaluó el efecto del pastoreo y pisoteo sobre la composición de la cobertura vegetal en tres exclusiones; dos en Arizona y una en Utah (15 años; 36 años y 27 años) en áreas ligeramente pastoreadas (evidenciada por estudios de utilización y comparación de la vegetación dentro y fuera de las exclusiones), concluyó que: 1) la cobertura de la vegetación es ligeramente mayor fuera (en pastoreo) de las exclusiones que dentro (no pastoreada), 13.4% y 12.7% respectivamente; 2) la cobertura de musgos es ligeramente mayor en la condición pastoreada (4.6%) versus la condición no pastoreada (4.2%); por lo que, parece que el efecto del pastoreo en esta zona durante los pasados veinte años, ha sido ligero y no ha afectado el desarrollo de musgos.

En México, diversos autores han realizado observaciones sobre la recuperación de agostaderos mediante el uso de exclusiones temporales. En los valles centrales de Oaxaca, López y Díaz (1987) presentaron resultados de un año de exclusión, encontrando que, en el área excluida, en promedio la densidad de población de la mayoría de las especies deseables fue 69% mayor y su distribución fue más homogénea, tanto en colonias como en forma aleatoria. La cobertura basal fue mayor en 4.7% y la del mantillo en 4.5%. La producción de materia seca fue mayor en 155 kg/ha dentro que fuera de la exclusión.

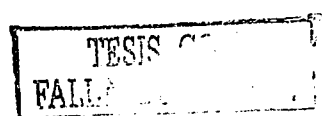
En un pastizal mediano abierto (González, 1987) evaluó la respuesta de la vegetación bajo condiciones de exclusión, encontró cambios significativos en la cubierta de gramíneas de 36% en 1978 a 46% en 1981, posteriormente disminuyó en 1986 hasta 22%; en el área de pastoreo se siguió la misma tendencia. Los valores de cubierta de las

hierbas se incrementaron de 7.9% en 1978 a 20% en 1986. La producción de forraje se incrementó de 65 a 320 g/m².

En los llanos de Ojuelos Jal, en tres exclusiones de seis años, dos de ellas sometidas a pastoreo moderado y una tercera a pastoreo excesivo, se observó un cambio no significativo en la cobertura de los pastos; sin embargo, los pastos sometidos a sobrepastoreo mostraron en general una menor producción. También en los tres sitios de estudio, el pastoreo del ganado promovió una mayor diversidad de especies (Aguado *et al.*, 1987). Esto puede deberse a que la diversidad es mayor en pastizales sujetos a frecuentes y severos disturbios, como resultado del incremento de especies invasoras, en áreas en donde no se presentan disturbios las especies nativas son más vigorosas y eliminan a las invasoras (Molina *et al.*, 1990).

En algunas ocasiones el no pastoreo puede ser la mejor opción para el manejo de un agostadero, sin embargo es esencial considerar que cuando no se aprovecha la vegetación por los animales en pastoreo, se pueden tener plantas decadentes o inactivas (pérdida de calidad), incrementándose los riesgos de incendios que pueden devastar el agostadero (Anderson, 1993). Por lo cual, se pueden tener consecuencias económicas y ecológicas no deseables.

Un impacto nocivo al agostadero con la utilización de las áreas de exclusión es que muchas veces tiende a incrementar el sobrepastoreo, ya que comúnmente el ganado que se retira de las áreas de exclusión se concentra en la superficie restante del agostadero, durante meses o años, y si se quiere evitar el sobrepastoreo en el área restante del agostadero, se debe vender ganado para disminuir la carga o realizar un gasto extra al suplementar el ganado en pastoreo. Si el ganado se estabula completamente, los costos de alimentación son demasiado elevados y no es rentable el sistema, ya que el alimento más barato para el ganado es el forraje que obtiene del agostadero.



6 UTILIZACION DEL NOPAL COMO FORRAJE DE EMERGENCIA

La falta de disponibilidad de forraje para la alimentación del ganado durante todo el año, principalmente en las zonas áridas y semiáridas, ha frenado el desarrollo de la ganadería, actividad que año tras año sufre los efectos del estiaje y periódicamente los estragos de la sequía. Además uno de los mayores problemas encontrados en las zonas secas del país es la naturaleza estacional de la producción de forraje, bajo estas condiciones climatológicas el nopal adquiere especial importancia forrajera, sobre todo cuando escasean los pastos o cuando otros alimentos son costosos y resulta antieconómico proporcionarlos al ganado.

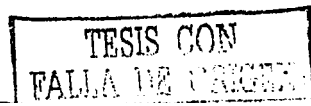
Un problema común por parte de los ganaderos, es la aversión a reducir la carga animal, y si a esto le agregamos, que cada vez se necesita incrementar la cantidad de productos del agostadero, ante una población creciente, podemos darnos cuenta que la situación es crítica. Una forma de incrementar la cantidad de productos que se obtienen del agostadero es la utilización del nopal como forraje, durante todo el año, pero sobre todo durante las secas e invierno, ya que durante estas épocas, el nopal es la única fuente disponible de materia seca, además de que provee de energía digestible, agua y vitamina A. Por eso se menciona que el nopal desespinado es consumido de buena gana en el invierno cuando los forrajes están secos y lo evitan en el verano, cuando forrajes más deseables están disponibles (Mueller y Forwood, 1994). A pesar de que el nopal se aprovecha en varias formas, como forraje, hortaliza, fruta, cercos, colorante, combustible, ceremonial, ornamental, medicinal y es una alternativa ecológica (para detener el proceso de desertificación), es un hecho que casi todos los nopales pueden ser utilizados como forraje.

En los agostaderos semiáridos de México, el suministro actual de forraje es inadecuado para la actual población de ganado, por lo que existe el sobrepastoreo en grandes extensiones de agostaderos del país. Por lo cual, el número de animales se debe reducir o incrementar la cantidad de forraje. Si consideramos la creciente demanda por carne y

leche, incrementar la producción de forraje podría ser la mejor opción, para de esta forma aumentar los ingresos y con ello mejorar el nivel de vida del productor.

El cultivar nopal en los agostaderos de las zonas áridas y semiáridas es la mejor forma de incrementar la capacidad de carga animal y por tanto, la producción y los ingresos de los ganaderos de estas áreas, además plantar nopal en estas zonas es una forma de mejorar la condición de los agostaderos y conservar el suelo. Sin embargo, el nopal natural en las zonas áridas ha sido sobreexplotado, por lo que en muchos estados del país tiende a desaparecer, entre las causas de esta sobreexplotación se menciona la utilización como fuente de forraje para el ganado estabulado (establos lecheros del norte y centro del país) y como forraje de emergencia durante la sequía para el ganado bovino, ovino y caprino en pastoreo. Por su importancia económica y ecológica principalmente para las zonas secas de México es necesario hacer estudios de investigación sobre el nopal. Si bien en relación a su valor nutritivo y a los factores que lo afectan existe información relevante, se hace necesario desarrollar formas de utilización y sistemas de producción animal que involucren al nopal como elemento importante (Flores y Bauer, 1977). Otro factor que motiva su estudio es el alto potencial productivo de esta planta.

Se ha observado que después de cuatro a seis años, con manejo se pueden obtener 100 000 kg de nopal fresco por hectárea. Con un consumo diario de 50 kg/animal/día, una hectárea con 100 000 daría una reserva de 2, 000 animales/día de alimentación (5.5 animales/año). Así, las reservas de nopal pueden prevenir las pérdidas económicas asociadas con la venta de ganado durante la sequía. También sería posible plantar nopal sin tener ganado, comprar ganado a precio bajo en la mitad de la época seca, y después vender el ganado al final de la sequía a precio alto (Felker, 1995). Palomo (1963) cita (Anónimo, 1962) que aproximadamente 2, 650 plantas ocupan una hectárea de terreno y considerando una promedio de producción de 8 kg de pencas por planta, se tendría un rendimiento anual aprovechable como forraje de 21, 200 kg/ha. En caso de que el ganadero se viera obligado a alimentar a sus animales proporcionándoles solamente nopal, se calcula que una res adulta requeriría para su mantenimiento 40 kg de nopal/día; la cantidad en cuatro meses (120 días) se elevaría a 4 800 kg pudiéndose alimentar a



cuatro animales adultos con el rendimiento antes mencionado, durante la parte más crítica del año.

Hanselka y Falconer (1994) mencionan que una vaca consume 10% o más de su peso corporal en nopal/día, ella necesita de 9.07-11.33 kg de materia seca en su dieta diaria. Consumiendo 50.79 kg (peso fresco del nopal) diariamente provee estas necesidades. Los agostaderos soportan 56.05 ton/ha de nopal lo cual provee para las necesidades de una vaca por año. Esto incluye el factor que solo 66% de la planta de nopal será ramoneada durante el año y que se requiere un periodo de tres años de recuperación para que la producción de la planta sea sostenible.

Flores (1990) menciona las siguientes ventajas y desventajas de la utilización del nopal como forraje. Dentro de las ventajas menciona que: a) el gasto por heno es menor durante el invierno en ranchos sobrepastoreados o en años de sequía; b) el costo de transporte de heno se reduce si el ganado utiliza nopal chamuscado en el campo; c) el nopal puede prevenir la erosión del suelo en pastizales de condición pobre; d) ofrece protección a zacates deseables que pueden sobrevivir y producir semillas en agostaderos en condiciones desfavorables; e) resulta beneficiada la fauna silvestre. Los pequeños animales y las aves se refugian en las nopaleras. Otras ventajas del nopal son que disminuyen drásticamente los requerimientos de agua del ganado, sobre todo cuando los cladodios son la mayor parte de la dieta y también tienen muchas utilidades en la industria. Dentro de las desventajas se mencionan: a) la producción de pasto disminuye si se toma en cuenta que el nopal emplea suelo, humedad y nutrientes para producir forraje de menor calidad; b) se requieren grandes cantidades de materia verde para suplementar un mínimo de las necesidades diarias del animal, y es necesario complementar con alimentos proteínicos, henos y zacates secos; c) se dificulta la utilización del forraje, y el manejo y movimiento del ganado en áreas con nopaleras; d) al consumirlo, las espinas causan heridas internas y externas que provocan costosos gastos en curaciones; e) topos, ratas y otros animales que dañan el pastizal encuentran protección en las nopaleras y dificultan su control. Por las desventajas antes señaladas trabajos de investigación anteriores, realizaban evaluaciones de tratamientos para combatir al nopal

(Dodd, 1968; 1972), pero en los últimos años la investigación ha dado un giro, y despertado el interés sobre el cultivo y aprovechamiento del nopal, sobre todo en los agostaderos de las zonas secas (McMillan *et al.*, 2002; Sawyer *et al.*, 2001), y en pobres condiciones, ya que muchas veces el nopal representa la única opción para retener suelo y si se erradica su cultivo, se tendrían grandes pérdidas de suelo por erosión. Como forraje de emergencia, durante las sequías que cada vez son más periódicas y severas, durante estos periodos es la única fuente de alimento disponible de materia seca. Otras de sus cualidades poco reconocidas es su elevado contenido de vitamina A. Se ha observado que la remoción del nopal no incrementa la cantidad de forraje, lo que sí hace es que haya más forraje disponible para el ganado, la ilusión de que la abundancia del nopal va asociada al apacentamiento intenso, se debe a que los nopales de los pastos con apacentamiento ligero quedan disimulados por el pasto no consumido. En los pastizales más intensamente utilizados, el pasto es más corto y los animales lo han consumido hasta las inmediaciones de los conglomerados de los nopales, lo que a su vez, hace que estos últimos parezcan mucho más abundantes que en los lugares en los que esta presente más hierba intacta (Bement, 1968, 1972).

Por lo cual se recomienda la utilización del nopal forrajero, debido a sus características peculiares, que le permiten almacenar agua en abundancia, así como carbohidratos en zonas de escasa precipitación. Russell y Felker (1987) mencionan que los nopales presentan una alta eficiencia en la conversión de agua a materia seca, por lo que son de cuatro a cinco veces más eficientes que las gramíneas.

7 MATERIALES Y METODOS

7.1 Descripción del área de estudio

7.1.1 Localización

El estado de Jalisco se localiza en la parte central-occidental de México, y cuenta con una superficie de 8, 013, 700 hectáreas, alrededor del 4% del área total de México (Soltero-Gardea y Negrete-Ramos, 1997).

El municipio de Ojuelos, Jalisco está ubicado en las coordenadas $21^{\circ} 33' 00''$ y $22^{\circ} 02' 00''$ latitud norte y entre los $101^{\circ} 02' 30''$ y $101^{\circ} 53' 00''$ longitud oeste, a una altitud de 2 100 msnm. Limita al norte con los estados de Zacatecas y Aguascalientes; al sur con Guanajuato, al este con los estados de Zacatecas, San Luis Potosí y Guanajuato y, al oeste con el municipio de Lagos de Moreno. Está constituido por 71 localidades, de las cuales, las más importantes son Ojuelos, Matanzas, Matancillas, Chinampas, Guadalupe Victoria, La Paz y Vaquerías (Anónimo, 1988).

El rancho en que se realizó el estudio se denomina Las Papas, propiedad del Sr. Fernando Torres Romo. Es una pequeña propiedad que se encuentra a una altitud de 2, 307 msnm y a una distancia aproximada de 14 km de la cabecera municipal. El rancho cuenta con 220 has (130 sin nopal y 90 con nopal). Con un tipo de pastizal mediano abierto dominado por zacate navajita (*Bouteloua gracilis*). La infraestructura del rancho consiste de casa habitación, bodega, corrales, bordo para almacenamiento de agua, cerca perimetral y para dividir potreros así como tractor y equipo complementario, así como camionetas para transporte y carga. Toda la superficie del rancho es utilizada por ovinos, si bien existe un potrero el más cercano al aguaje, reservado para bovinos. El rancho cuenta además con algunos equidos para carga y tiro. En general el área ha sido sobrepastoreada; durante el periodo de estudio se llegó a observar una carga de 2 UA/ha cuando lo recomendable, a juzgar por el potencial del sitio, debe ser al menos de 20 ha/UA.

7.1.2 Clima

De acuerdo con García (1988), Ojuelos Jal. tiene un clima BS_kw (e) g, que corresponde a Climas secos o áridos (BS), los menos secos de los climas BS con cociente P/T mayor de 22.9 ($542.2/16.6= 36.66$), templado con verano cálido, temperatura media anual entre 12 y 18 °C (16.6), temperatura media del mes más frío entre -3 y 18 °C (Enero 12.1 °C) y temperatura media del mes más caliente sobre 18 °C (Mayo 20.7 °C). Con régimen de lluvias en verano; por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo que en el mes más seco (Marzo 7.7 mm), extremoso; oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 7 y 14 °C (Mayo 20.7 y Enero 12.1- 8.6 °C), marcha de la temperatura tipo Ganges; el mes más caliente (Mayo 20.7 °C) se presenta antes del solsticio de verano (22 de junio); la temperatura media anual es de 17.5°C con una precipitación media de 542.2 milímetros. El régimen de lluvias es de Junio, Julio y Agosto, con siete meses secos.

7.1.3 Suelos

La presencia de los diversos tipos de suelo, en la subprovincia de los llanos de Ojuelos, esta determinada por su topografía, litología (rocas volcánicas altas en sílice) y clima (semiseco-semicálido, templado subhúmedo y semicálido). En estos suelos, es clara la dominancia del Feozem háplico, que se encuentra en cinco de los sistemas de topoformas, caracterizado por una capa superficial oscura y suave, rica en materia orgánica y nutrientes. Se presentan además otros suelos: el xerosol háplico, con una capa superficial de color claro, muy pobre en humus, y debajo de ella una capa rica en arcilla; y el Litosol, suelo con una profundidad menor a 10 cm, limitado por roca, tepetate o caliche. También se encuentran, en menor proporción e importancia Planosol eutricto y Feozem lúvico (Anónimo, 1981).

En el rancho Las Papas se tiene un tipo de suelo Xerosol háplico, de textura franco arcillosa: arena 26%, limo 44.72% y arcilla 29.28%, profundidad de 34 cm: 24 cm en

horizonte A y 11 cm en horizonte B. Pendiente de sur a norte, de 5%, en los sitios mayor conservados, como es el área de exclusión.

7.1.4 Vegetación

En el municipio de Ojuelos, Jalisco, existen cinco tipos de vegetación (Cervantes *et al.*, 1979): 1) el pastizal mediano abierto en los llanos de Ojuelos con navajita azul, *Bouteloua gracilis* y zacate lobo *Lycurus phleoides*; 2) el pastizal mediano abierto en planos de Villa Hidalgo, Ojuelos de Jalisco y Encarnación de Díaz con navajita azul *Bouteloua gracilis* y zacate navajita *Bouteloua scorpioides*; 3) el pastizal mediano abierto en lomeríos suaves de Ojuelos de Jalisco con navajita azul *Bouteloua gracilis* y zacate lobo *Lycurus phleoides*; 4) el bosque aciculi-esclerófilo en cerriles de los altos con piñonero *Pinus cembroides* y encino *Quercus depressipes*; y por último, 5) el bosque latifoliado esclerófilo caducifolio en cerriles de los altos, con encino *Quercus grisea* y *Quercus depressipes*. El tipo de vegetación que predomina en el rancho es el pastizal mediano abierto dominado por zacate navajita azul *Bouteloua gracilis* y *Lycurus phleoides*.

7.1.5 Exclusión

Para la evaluación de los cambios en la condición del agostadero se construyó en mayo de 1998 un área de exclusión de 37 500 m², en un tipo de vegetación de pastizal mediano abierto dominado por zacate navajita azul *Bouteloua gracilis* y zacate lobo *Lycurus phleoides*, con un perímetro de 780 m, cercado con malla borreguera y postes de madera cada 3 m, para evitar el pastoreo de herbívoros domésticos (bovinos, ovinos, caprinos y equinos). Además se implementaron prácticas vegetativas y mecánicas de conservación del suelo y agua. Las prácticas mecánicas consistieron de 16 surcos-bordos (con contras, bordos perpendiculares en la zanja, cada cinco metros), perpendiculares a la pendiente, a 11.5 m de distancia entre surcos contra la pendiente principal y en curvas de nivel (Figura 1). Estas fueron complementadas con prácticas vegetativas, con la plantación en los surcos de plantas de nopal espaciadas a 1 m, las variedades utilizadas fueron Copena

F1, Copena V1, Milpa Alta y Atlixco, todas ellas sin espinas y para producción de nopalito, y la taponá que es una variedad nativa con espinas (Figura 2). La plantación se realizó en junio de 1998 después de iniciadas las lluvias, para evitar que el nopal plantado fuera consumido por los herbívoros silvestres (conejos, liebres, ratas y ratones).



Figura 1. Construcción de las curvas de nivel y plantación de nopal.



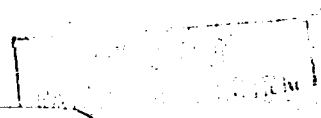
Figura 2. Captación de agua durante la época de lluvias de 1998.

7.2 Muestreo de la vegetación

El Rancho Las Papas cuenta con una extensión total de 220 ha, divididas en cuatro potreros:

- 1) un potrero que fue excluido al pastoreo en mayo de 1998 (3.75 ha);
- 2) otro con un manejo regular (La Presa con una extensión de 8 ha);
- 3) un potrero sobrepastoreado por ovinos (110 ha);
- 4) un área con nopalera (90 ha), de donde se obtuvo el nopal para el experimento de alimentación suplementaria de ovinos, y cuyo principal uso es la producción de tuna.

En el agostadero que fue excluido al pastoreo se delimitaron dos áreas (1), con y sin obra de conservación de suelo y agua. En esta área se establecieron tres líneas Canfield y una en el área sin obras. Además, se estableció una línea en la vecindad de la exclusión, que correspondió al área sobrepastoreada por ovinos (110 ha). Se efectuaron tres muestreos



de la vegetación. Un muestreo por año (al final de la época de lluvias), durante tres años (1998-2000) en el mes de octubre (final del periodo de crecimiento vegetativo), en cada uno de los tratamientos (potreros). Esto con el propósito de evaluar el efecto del pastoreo y de la exclusión sobre la cobertura vegetal.

Se utilizó el método de línea Canfield como método de muestreo de la vegetación. La línea Canfield es definida como un método de muestreo de la vegetación, basado en las medidas de todas las plantas interceptadas por el plano vertical de todas las líneas ubicadas al azar de igual longitud (Canfield, 1941). Una de las particularidades de esta metodología es que se puede utilizar con base en puntos fijos para determinar los cambios en la vegetación a través del tiempo. Este método ha sido utilizado con mayor frecuencia en los pastizales que han sido muy degradados. La longitud puede variar entre cinco, 10, 20 m, según la escasez o abundancia de las plantas y el grado de heterogeneidad en su distribución influye la longitud de la línea. De igual forma el número de líneas varía con la heterogeneidad de la vegetación más bien que con el tamaño de área. En las condiciones del presente estudio, esta longitud se define en 20 m, como lo más adecuado. Las mediciones se realizaron para vegetación herbácea determinando su cobertura basal, centímetro a centímetro. Posteriormente se determinó el porcentaje de la longitud total interceptada de hierbas, gramíneas, mantillo y suelo desnudo, y la longitud de la línea.

Las estimaciones obtenidas en la medición de la vegetación, se calcularon por muestra (las cuatro líneas dentro de la exclusión y una fuera de ésta) individual, así como para el componente formado por las especies anuales y el de las especies perennes.

Se utilizaron líneas de 20 m de longitud, muestreándose centímetro por centímetro. Las líneas se colocaron de sur a norte del agostadero y en contra de la pendiente. Con la finalidad de evaluar los cambios en la vegetación, por efecto de la exclusión al pastoreo de ganado, se realizaron las comparaciones de los datos registrados, dentro y fuera de la exclusión y por año de exclusión. Las variables que fueron consideradas para su evaluación fueron: La vegetación (cobertura basal), mantillo (material vegetal muerto que

cubre la superficie del suelo) y suelo desnudo (suelo no ocupado por cobertura herbácea, mantillo o especies leñosas).

Para la realización de las mediciones antes señaladas, se utilizó un par de varillas, un martillo, un cordón de 20 metros de longitud, una cinta métrica de 50 m de longitud, y una libreta de campo arreglada de tal forma, para registrar la fecha, lugar, tratamiento y número de línea, lista de especies y sus valores estimados. Otra actividad realizada fue la colecta de material botánico, con la finalidad de reconocer las plantas al momento de la medición, estas plantas fueron identificadas en el herbario de zootecnia de la UACh.

7.3 Registros climáticos.

La información climática empleada se obtuvo de una caseta meteorológica cercana al rancho (7 km aproximadamente), donde se encuentra el experimento, que es el campo experimental "Vaquerías-INIFAP-SAGAR", que cuenta con registros diarios de temperatura (máxima, mínima y ambiental), precipitación, evaporación y dirección e intensidad del viento, de los cuales solo se utilizaron los registros diarios de precipitación del año de 1998-2000 (Cuadro 2 y figura 3).

El Cuadro 2 y la figura 3 muestran los registros de precipitación mensual en los tres años del periodo de estudio. En estos tres años, las precipitaciones registradas estuvieron por debajo de la media de largo plazo 542.2 mm (García, 1988); sin embargo, el año de 1999 fue extremadamente seco con una precipitación anual de 228.12 mm.

Cuadro 2. Registro de precipitación (mm) en el área de estudio de la estación meteorológica campo experimental vaquerías INIFAP-SAGAR-CIPEJ.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1998	0	14.5	13.48	0	2.0	52.9	70.6	85.7	105.0	86.3	0.5	0	430.98
1999	0	0	0	7	0	69.8	80.6	37.5	27.52	5.7	0	0	228.12
2000	0	0	0	1.2	90.8	113.1	85.5	80.8	15	31.4	6.5	21.5	445.8

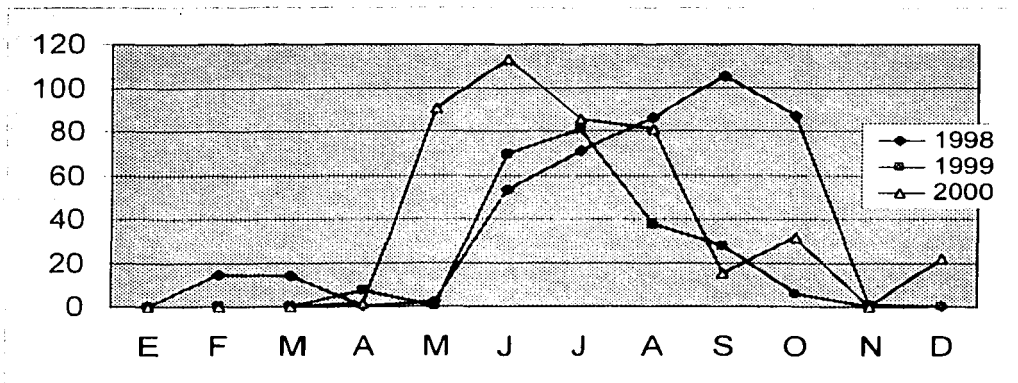


Figura 3. Registro y distribución de precipitación en el área de estudio.

7.4 Ensayo con animales en estabulación

Se utilizaron 12 borregas primíparas por corral; aunque algunas resultaron preñadas. Cada corral media 32 m² (8 m de largo y 4 m de ancho), con los siguientes tratamientos de alimentación:

Tratamiento 1. Se ofrecieron 0.5 kg de alimento + 5 kg de nopal forrajero (*Opuntia ficus-indica.*)/borrega/día.

Tratamiento 2. Se ofrecieron 0.5 kg de alimento + 5 kg de nopal Burrón (*Opuntia sp.*)/borrega/día.

Tratamiento 3. Se ofrecieron 0.5 kg de alimento + 5 kg de nopal silvestre (apalillo o larguito; *Opuntia chavena* Griffiths.)/borrega/día.

Tratamiento 4. Se ofreció un kg de una dieta mixta (testigo, sin nopal) por borrega/día.

Tratamiento 5. Consistió de la observación de animales en pastoreo diurno que recibían pollinaza a libertad.

Los ingredientes seleccionados para las dietas de mantenimiento (testigo) y las dietas con nopal se presentan en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Dieta mixta para ovejas (sin nopal).

Ingredientes	%	Proteína bruta %	Energía Mcal/kg	Costo\$/kg
Sorgo	45	9	3.0	1.42
Harinolina	5	40	2.5	2.40
Alfalfa	5	20	2.0	1.40
Pollinaza	10	30	2.0	.30
Rastrojo	35	4	1.5	1.0
Total	100	11.4	2.30	1.21

Cuadro 4. Dieta mixta a base de nopal para ovejas.

Ingredientes	%	Proteína bruta %	Energía Mcal/kg	Costo\$/kg
Sorgo	25	9	3.0	1.42
Harinolina	5	40	2.5	2.40
Alfalfa	10	20	2.0	1.40
Pollinaza	10	30	2.0	0.30
Nopal (5 kg/ borrega/día)	50	4.0	1.5	0.10
Total	100	11.25	2.02	1.13

También se asignaron minerales marca COMFOSA (20 g/animal/día, aproximadamente).

Para el análisis de resultados se utilizó un diseño completamente al azar. El modelo empleado para el análisis estadístico fué:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de la variable de respuesta correspondiente al i -ésimo tratamiento en la repetición j .

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento, $i=1,2,3,4$.

E_{ij} = Error experimental $E = NI (0, s^2)$

Para el experimento de estabulación, lo primero que se realizó fue la división de un corral de piedra ubicado en el agostadero, el cual se dividió en cuatro secciones, con una superficie de 32 m², dejando un pasillo por el cual se transportaba el concentrado y el nopal con la carretilla, los animales alimentados con nopal tuvieron un periodo de adaptación de 15 días, en tanto que los animales alimentados con la dieta mixta (sin nopal), no tuvieron periodo de adaptación, se desparasitó a todos los animales, tanto interna como externamente al principio del periodo de adaptación y 15 días después.

Para la utilización del nopal en la alimentación de los ovinos, se cortaba el nopal en la tarde en la huerta, se macheteaba el nopal (nunca se corto una planta en forma total, para permitirle a la planta su recuperación) y con un tubo que cuenta en una orilla con un par de ganchos (chamuscador), se levantaba la rama cortada y se colocaba en una carreta jalada por un burro, y era transportado a una bodega adjunta a los corrales de engorda, donde se procedía a chamuscar por la mañana (5 kg de nopal/borrega/día, por lo cual se necesitaba una cantidad de 180 kg de nopal/día). Para chamuscar las pencas en la mañana, se juntaba leña en el agostadero (debido a lo caro del gas), se prendía fuego y con el chamuscador, se ponía cada penca en la flama por ambos lados, hasta que se chamuscaban las espinas y se iban haciendo montones de nopal, hasta lograr una cantidad considerable. Se procedía a pesar el nopal (60 kg de cada variedad/corral); una vez libre de espinas y pesado, se picaba en forma manual con un machete, de tal forma que los trozos cayeran en una carretilla, en la cual se le transportaba al corral correspondiente. Cabe aclarar que se picaban 180 kg de nopal/día, pero solo se chamuscaban 120 kg de nopal/día, debido a que la variedad de nopal Copena F1 no tiene espinas, por lo cual no necesita ser chamuscada. Se ofrecía el concentrado a las 9:30 am y se esperaba que las ovejas terminaran de consumir el concentrado, para proporcionarles 5 kg de nopal/borrega/día que consumían a lo largo del día. A los animales que no se les asignaba nopal, se les ofrecía un kg de alimento/borrega/día a la misma hora que se les asignaba el concentrado a las borregas alimentadas a base de

nopal. Por la mañana, antes de ofrecer alimento fresco se retiraba el alimento rechazado. Se pesaron las borregas cada catorce días, para el pesaje, se diseñó una trampa en forma rustica, con lo cual a las borregas se arrinconaban y se iban sacando de una por una, para ser pesadas en una caja, en donde se acomodaban, con las patas hacia arriba y al ser pesadas, no se movían; una vez realizado lo anterior, se descontaba el peso de la caja. Todas las borregas en estabulación se pesaban el mismo día.

7.5 Ensayo con animales bajo libre pastoreo

Los animales manejados por el productor fueron pesados cada mes, debido a que no se tenía corral de manejo, se lazaban y se pesaban (en la forma antes descrita), para conocer su comportamiento con relación al peso vivo, registrando las prácticas de manejo, tanto en pastoreo, como en estabulación durante la época crítica. Las ovejas en libre pastoreo siguieron el manejo tradicional por parte del pastor y se les asignaba pollinaza *ad libitum* cuando estas llegaban al corral en la tarde (6-7 pm).

Para la evaluación económica se procedió de la siguiente forma, primero se obtuvo el precio de los ingredientes en una forrajera (COMFOSA. 27 de Octubre. No. 318. Lagos de Moreno, Jalisco.), una vez obtenido los precios de los ingredientes, se formuló una dieta de mantenimiento para borregas a mínimo costo, después se midió el consumo de alimento por corral, y se obtuvo el costo total por alimentación. Por último, se obtuvo el costo por kg de aumento de peso con los diferentes tratamientos de alimentación.

8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Áreas de exclusión

El modelo sucesional o Clementsiano establece que para determinadas condiciones climáticas fijas, la vegetación podría retornar, después de la perturbación, a un estado estable previsible o clímax. La perturbación ocasionada por el pastoreo o sequía puede cambiar la vegetación clímax a estados serales tempranos, los cuales, a través de la sucesión eventualmente pueden retornar al estado clímax (Milton *et al.*, 1994). Sin embargo, cambios en la vegetación, de áreas previamente pastoreadas, dependen de factores tales como condiciones del suelo, vegetación dominante, presencia de fuego y disponibilidad de agua en el suelo para germinación y crecimiento (Roundy y Jordan, 1988). Hill *et al.* (1992) mencionan que los cambios sucesionales dependen fuertemente del suelo y de la vegetación inicial del sitio.

El presente estudio de áreas de exclusión incluyó tres años de evaluación (1998-2000). Al respecto del periodo utilizado en observaciones experimentales obtenidas en otros países, los primeros tres años fueron suficientes para poner de manifiesto el potencial forrajero del área (Hernández X., 1960) y, en México, también se observaron respuestas favorables de la vegetación en cuatro años de exclusión (Cruz, 1988; Del Hoyo *et al.*, 1991). Además, largos periodos de descanso no son una forma usual, económicamente aceptable de rehabilitación (McLean y Tisdale, 1972).

8.1.1 Evolución de la cobertura vegetal

Los resultados que a continuación se presentan corresponden al sitio de agostadero en el que se delimitaron y establecieron tres áreas: (a) bajo exclusión con obras de conservación; (b) bajo exclusión sin obras de conservación; (c) en pastoreo continuo. Al analizar la evolución de la cobertura vegetal, se puede observar (Cuadro 5) que la cobertura de gramíneas, no presentó cambios notables. Si bien es cierto, se observó una tendencia decreciente.

Cuadro 5. Evolución de la cobertura vegetal total en el área excluida y bajo condiciones de pastoreo.

%	1998			1999			2000			C. V.
	Excluido		Pastoreo	Excluido		Pastoreo	Excluido		Pastoreo	
	Con O.	Sin O.		Con O.	Sin O.		Con O.	Sin O.		
Gramíneas	21.81	16.15	13.62	21.27	21.92	19.55	16.13	19.3	17.65	24.29
O. Hierbas	11.50	6.20	0.72	1.31	1.27	1.05	3.41	7.75	0.15	98.69
Mantillo	7.21	0.55	2.40	10.0	19.55	1.80	21.05	16.05	2.95	76.41
Cobertura total	40.52	22.90	16.75	32.58	42.75	22.40	40.60	43.10	20.75	31.77
Suelo desnudo	59.47	77.10	83.25	67.42	57.25	77.60	59.40	56.90	79.25	16.35
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Con O, Con obra; Sin O, Sin Obra.

Estos resultados confirman que el zacate navajita *Bouteloua gracilis* (H.B.K) Lag ex Steud, que es la especie dominante en el agostadero estudiado (Apéndice 1), es una especie resistente a la sequía. Esto también ha sido observado por otros investigadores (Albertson y Tomanek, 1965; Tomanek, 1995; Milchunas *et al.*, 1988 Willms *et al.*, 2002). Si bien es cierto que en el 2000 disminuyó la cantidad de gramíneas en el área excluida, esto pudo deberse a que la acumulación de mantillo probablemente disminuyó la fotosíntesis de las coronas de las gramíneas, provocando envejecimiento de las cepas y escasa renovación de las mismas (González y del Real, 1991). Willms *et al.* (2002) observaron disminución en la cobertura de *Bouteloua gracilis*, en un periodo de 70 años, en la zona semiárida de pradera mixta en las grandes llanuras del norte en el sudeste de Alberta, Canadá; la cobertura pasó de 55% en 1929 a 8 y 21% de cobertura en el área protegida y pastoreada respectivamente. Los mismos autores mencionan que la elevada proporción de *B. gracilis* en 1929 pudo haber sido el resultado del efecto de una previa presión de pastoreo severa, sequía, o ambas y que estas condiciones favorecieron a la especie de *B. gracilis* y demeritaron el desarrollo de los pastos C3.

Por otro lado, en el área no excluida al pastoreo, las gramíneas incrementaron aún en el año seco, lo cual confirma que *Bouteloua gracilis*, también es resistente al pastoreo (Holechek, 1983; Smoliak, 1974; Ring II *et al.*, 1985; Milchunas *et al.*, 1988; Manley *et al.*, 1997; Hart *et al.*, 1993; Dormaar *et al.*, 1994; Willms *et al.*, 2002), por lo que se menciona que esta especie evolucionó bajo una presión de pastoreo severa (Holechek, 1983).

También otros investigadores han encontrado mayores incrementos en la cobertura del dosel de *Bouteloua gracilis* fuera de las exclusiones (Holechek y Stephenson, 1983). Por lo que, se menciona que el pastoreo moderado tiene efectos benéficos sobre la cobertura de *Bouteloua gracilis* (Schuster, 1964; Holechek y Stephenson, 1983; Olson *et al.*, 1985) y de la vegetación en general (Holechek, 1980;). Canfield (1948) menciona que cuando la productividad de un agostadero no ha sido grandemente dañada por periodos prolongados de sobre uso y erosión, el índice de recuperación del agostadero bajo pastoreo conservador es aproximadamente igual al índice obtenido bajo total protección de los animales domésticos. Otro factor que puede haber determinado que no se notara una drástica disminución en la cantidad de gramíneas en el área pastoreada, es que aunque en el rancho se utilizaba un sistema de pastoreo continuo, también se contaba con un pastor que evitaba pastorear esta área durante la época de crecimiento. De acuerdo con esto, Eckert y Spencer (1987) mencionan al pastoreo pesado durante la época de crecimiento, como la causa principal de restricciones en el crecimiento basal y la falta de reproducción de gramíneas, y que esta presión severa de pastoreo durante la época de crecimiento, puede impedir el mejoramiento de agostaderos aún con un apropiado sistema de pastoreo.

En términos generales, las gramíneas se incrementaron en el primer año de estudio, tanto dentro como fuera del área excluida, después de fuertes cambios entre años. Esto también fué observado por González *et al.* (1988b), González y del Real (1991) y Aguado (1993).

Además las mayores cantidades de gramíneas se observaron en el año seco, lo cual también fue observado por Aguado (1993); Si bien González *et al.* (1988b) no observaron una relación clara entre la tendencia de la cobertura de gramíneas y la precipitación pluvial, por lo que lo atribuyen a la disponibilidad de semilla. Livingstone (1991) explica que la cobertura de gramíneas perennes es mucho menos susceptible a variaciones en precipitación. Aguado-Santacruz y García-Moya (1998) confirman lo anterior.

En el caso de las hierbas se observa una cobertura ascendente, ya que las hierbas predominantemente anuales, muestran una mayor respuesta a las variaciones en precipitación. En el primer año de muestreo se observó una mayor cobertura de las hierbas en el área excluida con obra, sin obra vs. Área de pastoreo (11.50, 6.20, 0.72% respectivamente). Posteriormente en el año seco (1999) disminuyó y se incrementó nuevamente en el año con mayor precipitación. Esto nos indica que las hierbas anuales son poco resistentes a la sequía y que cuando la estación de crecimiento es corta, su crecimiento es fugaz. Omar (1991) menciona que las especies anuales y los grupos de plantas que muestran una significativa correlación con la precipitación estacional, parecen ser más susceptibles a la sequía que otras especies de plantas. Selva *et al.* (1999) realizaron un estudio de tres años en dos parcelas excluidas al pastoreo, en la sierra de Segura (Albacete, España), encontraron que las leguminosas herbáceas prácticamente duplican la cobertura respecto al testigo pastoreado por ovinos y caprinos, ellos mencionan que este incremento de cobertura es de esperarse por la elevada presión ganadera a la que es sometida la zona. Cabe hacer la aclaración que la precipitación media anual donde se realizó este estudio oscila de 500-600 mm, en el caso de los suelos estos son profundos y bien nutridos.

Por otro lado, en el área no excluida, se observó una ausencia casi total de hierbas, lo cual pudo ser debido a las preferencias alimenticias de los ovinos y al pastoreo severo al que estuvo sometido el agostadero. La falta casi total de hierbas en agostaderos sobrepastoreados por ovinos también fue observada por Holechek y Stephenson (1983). Igualmente Bock *et al.* (1984) encontraron una mayor cobertura de hierbas en el área excluida que la sometida a pastoreo (12 vs 5.6%, respectivamente).

En el caso del mantillo, se registró una tendencia de mayor acumulación en el área excluida en comparación con la no excluida, esto también fue observado por otros investigadores (Rauzi, 1963; Hughes, 1983; Brand y Goets, 1986; Del Hoyo *et al.*, 1991; Schultz y Leininger, 1990), ya que se produjo un importante aumento en la cobertura de mantillo entre el primer año de muestreo en el área con obra de conservación y sin obra y el último año de muestreo del área excluida. Lo cual fue síntoma de recuperación del

agostadero, ya que se ha indicado que un agostadero en condición excelente tiene una mayor cantidad de mantillo que un agostadero en condición regular (Dyksterhuis y Schmutz, 1947). En el caso del área pastoreada, no se observa una acumulación de mantillo, lo cual es un síntoma del uso rasante al que esta siendo sometido el agostadero por los ovinos.

La cobertura total en el año de 1998, fue mayor en el área excluida al pastoreo con obra de conservación de agua (40.52%), que para el año de 1999 (32.58%), para volver a incrementarse en el 2000 a 40.60% (Cuadro 5). Estos cambios pueden atribuirse a la sequía de 1999. Resultados similares de cobertura total a los encontrados en el presente estudio son los reportados por Aguado (1993), en áreas de exclusión cercanas al área de estudio, quien obtuvo la menor cobertura total en el año más seco (1989; 248.1 mm), mientras que la mayor cobertura vegetal total la observó en el año más lluvioso (1991; 736.2 mm). Por otro lado, se puede observar, que para el área excluida pero sin obra de conservación, se nota un incremento en el área excluida al pastoreo en la cobertura total, una explicación a lo anterior, podría ser que en el área excluida sin obra, se observó que el agua corría libremente, mientras que en el área con obra de conservación de agua, esta se almacenaba en los bordos y la vegetación era más abundante en el bordo y surco, mientras que en el área excluida sin obra de conservación la vegetación se encontraba mejor distribuida.

Otro aspecto que también se puede indicar es que la cobertura total al final del periodo de estudio fue también mayor en el área pastoreada. Esto también fue observado por Brady *et al.* (1989) en dos áreas de estudio en Arizona. Quienes obtuvieron que en la primer área, después del cese al pastoreo, se observó un incremento en la cobertura vegetal de 29.2% (1969) a 85.3% (1984), de igual forma en las áreas de pastoreo vs no pastoreo (1984). Sin embargo, a pesar de la diferencia entre la cobertura total del área pastoreada (63.0%) vs excluida (85.7%), ambas áreas mostraron incrementos comparados con los datos de cobertura total de 1971 (40%). Por lo que sugieren que otros factores quizás diferentes del pastoreo, entre ellos la precipitación como el más importante, pueden ser factores más determinantes de este cambio. Albertson y Tomanek (1965) realizaron un

estudio en tres comunidades vegetales de zacates cortos durante 30 años en Kansas, donde las severas sequías causaron una drástica reducción en la cobertura basal total de 93% en 1932 a 30% en 1937. La cobertura basal incrementó con la humedad favorable, en 1941-1942 ésta fue de nuevo 93%, pero durante la sequía de 1954 de nuevo fue reducida a menos de 30%. La comunidad de *Andropogon scoparius* tenía una cobertura basal total alrededor de 25% al inicio del estudio, pero ésta disminuyó durante la sequía de los años 30 a menos de 10%. Posteriormente se incrementó rápidamente en años buenos a 43% en 1944, aunque de nuevo disminuyó a 17% en la sequía de 1956, para luego incrementarse la cobertura a 36% en 1961. Por último, en la comunidad de *Andropogon scoparius-Andropogon gerardi*, la cobertura basal al comienzo del estudio (1932) fue 47.3%, considerables reducciones en cobertura ocurrieron durante la sequía de los años 30, alcanzando niveles bajos de 14.9% en 1936 y 17.5% en 1940. Los pequeños incrementos en cobertura después de 1936 fueron debidos a un incremento en los pastos subdominantes; Sin embargo, la cobertura de las especies dominantes disminuyó. Al final del estudio (1961) la cobertura fue casi la misma que la de 1932. Omar (1991) realizó un estudio en Kuwait, en el cual encontró que en diez años de exclusión hubo un incremento en la cobertura vegetal en años con precipitaciones arriba de la media, en tanto que en periodos secos se observó lo contrario (disminución de la cobertura vegetal, y por consiguiente, incrementos en el suelo desnudo), para todo el estudio. Informó una disminución en la cobertura vegetal, la cual atribuyó a factores ambientales como sequía, acumulación de arena y/o erosión eólica. Por lo que, mencionó que la baja precipitación influyó la cobertura vegetal y la erosión del suelo y, por lo tanto, reduce la condición de la exclusión en el agostadero. En un estudio realizado en New México por Navarro *et al.* (2002), durante 48 años (1952-1999), en el que determinaron la condición ecológica de los pastizales bajo pastoreo del desierto Chihuahuense, encontraron que los cambios más notorios en la condición ecológica se debieron a las fluctuaciones de la precipitación pluvial. Los rangos de condición ecológica aumentaron debido al incremento de la precipitación. Sin embargo, la sequía provocó que disminuyeran los porcentajes de la condición ecológica. Cid *et al.* (1991) mencionan que la dirección del cambio en la vegetación, después de la remoción de los apacentadores,

depende de las condiciones climáticas, composición de especies de plantas, y la intensidad y duración del pastoreo previo.

Olson *et al.* (1985) investigaron los cambios en la cobertura basal de la vegetación en respuesta a la variación en la precipitación e intensidad de pastoreo. Los datos fueron recopilados durante un período de 25 años (1932-1956). Las cargas animales fueron 0.76 ha/unidad animal/mes (ha/UA/M), para pastoreo intenso, 0.92 ha/UA/M para pastoreo moderado y 1.24 ha/UA/M para pastoreo ligero, durante seis meses (de mediados de mayo a mediados de noviembre de cada año). Un cuarto tratamiento fue un área excluida al pastoreo dentro de los potreros individuales. Se encontró que se pueden presentar cambios continuos en la cobertura basal de la comunidad vegetal, en la medida en que los regímenes de precipitación cambien, mientras que, una intensidad de pastoreo moderado (0.92 ha/UA/M), parece ser más adecuada para mantener la cobertura vegetativa que es deseable para la producción de ganado. Los mismos autores mencionan que no han sido emprendidos intentos que evalúen la respuesta de la cobertura vegetal a la fluctuación en la precipitación e intensidad de pastoreo.

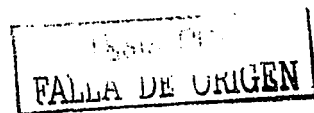
En forma general podemos mencionar que la cantidad total de vegetación tiene una relación directa con la cantidad total de precipitación. Si bien es cierto que en el Cuadro 4 no se nota una reducción en forma significativa de la cobertura total en el área excluida en el año de 1999, ésto podría deberse a la acumulación de mantillo.

Otro factor (aparte de la precipitación) importante que puede estar influenciando el hecho que no se encontraron cambios notables en el área de estudio, puede ser el corto tiempo de exclusión y la condición inicial del agostadero en que se trabajó. La cual puede considerarse como pobre, ya que en agostaderos excluidos con una superficie de suelo desnudo inicial de un 23-24% en tres años disminuyó a un 7-9% donde se tenían de 500-600 mm de precipitación media anual (Selva *et al.*, 1999). En este sentido, McLean y Tisdale (1972) realizaron un estudio para comparar siete áreas de exclusión, encontraron diferencia en tiempos (de 20 a 40 años) para la rehabilitación de los agostaderos. Ellos mencionan que esta diferencia en tiempo requerido para el mejoramiento de agostaderos,

no esta relacionado a suelos, clima, competencia entre especies, y semilla disponible. Siendo mayor el tiempo de recuperación de una condición pobre a regular que de regular a buena. Por su parte, Tukel (1984), en un estudio realizado en Turquía, encontró mayores incrementos en la cobertura total vegetal en agostaderos excluidos al pastoreo durante 30 años (26.7%) vs. apacentados en forma pesada y continua (12.5%). Sin embargo, el autor menciona que la sucesión secundaria aun después de este tiempo esta teniendo lugar en los agostaderos protegidos.

Por último, en la cantidad de suelo desnudo (Cuadro 5), presente en esta investigación, se observó que la cantidad de éste en el área excluida con obra de conservación se mantuvo constante, en tanto que en el área excluida sin obra de conservación la cantidad de suelo desnudo disminuyó del primer año 77.10% al ultimo año de estudio a 56.90%. Esto es un reflejo de los factores antes mencionados, en el apartado de cobertura total, en el que se hace referencia a la distribución de la precipitación, en el área excluida con y sin obra de conservación de agua. Por otro lado, en el área no excluida la cantidad de suelo desnudo, en el primer año (1998) de 83.25% disminuyó a 77.6% (1999), en el último año se incrementó a 79.25%. Tal vez estos últimos resultados parezcan contradictorios: (disminución de la cantidad de suelo desnudo de 1998-1999 en el área pastoreada), sin embargo, se debe tomar en cuenta que con el apacentamiento algunos de los cambios originan una reducción de la cobertura vegetal, y otros originan una cobertura mayor, pero de especies de nulo o menor valor forrajero (Smoliak, 1974). Además, estos resultados están evidenciando lo que se mencionó en forma anterior, en relación a *Bouteloua gracilis*, la resistencia a la sequía de la gramínea dominante en el área de estudio, le permitió mantenerse o reducir muy poco su cobertura, no así en el caso de las hierbas y mantillo, las cuales evidenciaron una clara reducción en su cobertura.

Con la finalidad de entender el comportamiento de la tendencia de la cobertura vegetal en el presente estudio, cada uno de sus componentes se estudió por separado (gramíneas, hierbas, mantillo y suelo desnudo o cobertura total).



8.1.2 Gramíneas

En el presente estudio, se observó que la cobertura de gramíneas fue poco afectada por las variaciones espaciales y temporales de la precipitación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cambios en la cobertura (%) de gramíneas en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).

Año	Línea A	Línea B	Línea C	Línea D	Línea E	C.V.
1998	16.45	20.65	28.35	16.15	13.62	30.35
1999	15.30	29.05	19.47	21.92	19.55	24.04
2000	14.65	19.40	14.35	19.30	17.65	83.00

En otros estudios realizados en la misma zona de Ojuelos, Jalisco, en cuatro exclusiones (Aguado, 1993), y en el norte de Durango (exclusión vs pastoreo) con un mismo tipo de vegetación (Gonzalez y del Real, 1991), obtuvieron resultados similares a los arriba señalados. De hecho, Aguado (1993) reportó que las gramíneas mostraron sus incrementos más significativos cuando las condiciones de humedad no fueron las más altas. En tanto que González y del Real (1991) obtuvieron un incremento en la cobertura del zacate navajita azul en el área excluida de 1978 a 1986, el cual, disminuyó en forma drástica en 1987. Olson *et al.* (1985) observaron el mismo comportamiento para esta especie, que muestra la mayor cantidad de cobertura bajo condiciones extremas y menores cantidades bajo condiciones normales de precipitación o por arriba del promedio, y explican que la reducción en la cobertura en esta especie, bajo consistentes disminuciones de precipitación promedio, puede probablemente ser atribuida a la competencia de especies, las cuales son favorecidas por fluctuaciones de precipitación menos extremas.

Por otro lado, los resultados que se muestran en el Cuadro 6, indican un incremento, de gramíneas en el área pastoreada (E) en los años 1998 y 1999, los cuales disminuyeron en el 2000, siguiendo la misma tendencia general observada en el área excluida. Esto también fue observado por González *et al.* (1988b) y González y del Real (1991). De igual

forma Pieper (1968, 1972) al realizar un estudio de 12 años para comparar tres áreas pastoreadas vs. protegidas, dominadas por *Bouteloua gracilis* (la misma especie dominante del área de estudio en cuestión), concluyó que aún cuando la producción fue menor en las áreas pastoreadas en los tres sitios, no hubo una reducción en la cobertura de *Bouteloua gracilis* en las áreas pastoreadas, en dos de los sitios (colinas pedregosas y suelo seco limoso), e inclusive, menciona que en el lugar de colinas pedregosas, la cubierta de navajita en realidad puede estar aumentando al estar bajo apacentamiento, y disminuir cuando se pone bajo protección y, que por lo visto, la producción más baja en condiciones de apacentamiento es el resultado del vigor y el crecimiento disminuidos de las distintas plantas, y de la sustitución de navajita por especies de rendimiento más bajo, más bien que de una disminución de la cobertura. De igual forma Hart *et al.* (1993) mencionan que al aumentar la carga animal, se incrementa la cantidad de retoños de *Bouteloua gracilis*; Rauzi (1963) en su estudio confirma lo anterior, ya que comparó un área pastoreada en verano durante 44 años con una carga animal pesada (3.08 UAM/ha); otra área pastoreada en verano durante 46 años, con una carga animal moderada (1.23 UAM/ha) y por último una área en exclusión la cual fue pastoreada en forma severa (2.94 UAM/ha) durante los primeros 23 años del periodo de 44. En este estudio se observó un porcentaje mayor de *Bouteloua gracilis* en el área pastoreada en forma pesada (74.7%) vs pastoreada en forma moderada (53.5%) vs la exclusión (1.7%). Por otra parte, Smoliak (1974) realizó un estudio en una pradera *Stipa-Bouteloua* pastorada con ovejas con tres cargas animales (2.05, 2.47 y 3.08 UAM/ha) en un periodo de 19 años (1951-1969). Los resultados mostraron que la cobertura basal de *Bouteloua gracilis* incrementó en el área pastoreada con la carga mas alta (2.2% a 3.6%); en el área pastoreada en forma moderada los porcentajes de cobertura fueron de 2.9% a 2.8%, en tanto que para el pastoreo ligero se observó una disminución en la cobertura de 2.8% a 2.4%. De igual forma Sims y Gillen (1999) en un estudio de diez años con tres cargas animales de 41, 53, y 82 UA/ha definidas como carga animal ligera, moderada y pesada respectivamente, encontraron que la cobertura basal de *Bouteloua gracilis*, en la carga animal pesada, incrementó de 1.96 en 1941 a 4.18, 5.16 y 7.26% en 1942, 1949 y 1951, respectivamente. Lo anterior esta de acuerdo con los resultados de este estudio que se muestran en el cuadro 6, en donde se observa un incremento de la cobertura de

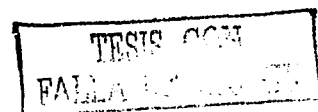
gramíneas en el área pastoreada en forma pesada. En el cuadro 6 también se observa una disminución en la cobertura de las gramíneas para todas las líneas excluidas (A, B, C, D) y no excluidas (E), en el primer caso (excluidas) la disminución en la cobertura de *Bouteloua gracilis* puede ser debido a que como se mencionó anteriormente, con el pastoreo se incrementa la cantidad de esta especie; Frank *et al.* (1995) observaron una disminución en la cobertura de *Bouteloua gracilis* en un área excluida al pastoreo, comparada con un área pastoreada en forma moderada y un área pastoreada en forma severa, la cobertura foliar de *Bouteloua gracilis* fue 25% y 15% en 1916 en el área pastoreada en forma severa y moderada. En 1994 la cobertura foliar fue de 86% y 16% respectivamente, los datos de la exclusión correspondientes a 1916 no estuvieron disponibles, pero en 1949 tenía una cobertura de 12% y en 1994 la presencia de esta especie fue de 0%. El pastoreo es un factor importante para el establecimiento de *Bouteloua gracilis*, pero puede desaparecer a partir de cierta carga animal. García y Villa (1977) mencionan que la actividad antropogénica -agricultura de secano aleatoria y pastoreo libre- fueron los responsables de la reducción de la extensión del pastizal de navajita y de la pérdida de vigor de las plantas, propiciando con ello el incremento de otras de menor valor forrajero, así como la invasión de arbustivas indeseables en el altiplano potosino. Con referencia a lo anterior Schuster (1964) realizó un estudio durante 17 años en Colorado en un agostadero dominado por *Muhlenbergia montana* (Nutt) Hitchc y *Festuca arizonica* Vasey; así como por el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*). En dicho estudio se comparó un área de exclusión, un área pastoreada moderadamente, y un área pastoreada con fuerte pastoreo. En términos generales, se encontró una reducción en el porcentaje de cobertura de todos los pastos en el área apacentada en forma severa, en tanto que en el área pastoreada en forma moderada se encontró un mayor porcentaje de cobertura de gramíneas comparada con el área excluida, con excepción de la especie dominante *Muhlenbergia montana* (Nutt) Hitchc, la cual mostró una reducción en su porcentaje de cobertura en el área pastoreada en forma moderada (17.3, 7.5, 9.0). Por su parte, el zacate navajita *Bouteloua gracilis* mostró un porcentaje de cobertura de 1.7, 10.1, 7.2 % para el área excluida, pastoreada en forma moderada y en forma severa, respectivamente. Se pudo observar que el zacate navajita fue la especie más resistente al pastoreo. El mismo autor concluye que un zacate corto como *Bouteloua*

gracilis, el cual escapa al uso rasante debido a su baja altura, puede ser favorecido por el uso severo de los pastos altos. Sin embargo, cuando el pastoreo se realiza en forma pesada, *Bouteloua gracilis* al ser pastoreada en forma excesiva, también reduce su sistema de raíces y coronas.

En el presente estudio, se observó un incremento en la cobertura de *Bouteloua gracilis* del primer al último año de estudio, en el área apacentada (línea E), lo cual pudo deberse a que el zacate navajita también se ve favorecido por el pastoreo continuo, como el que se tiene en el rancho. White *et al.* (1991) compararon dos sistemas de pastoreo (continuo vs. corta duración). Los resultados fueron que el porcentaje de cobertura de *Bouteloua gracilis* permaneció sin cambios en el sistema de pastoreo continuo del primer al segundo año (7.08-7.28), en tanto que en el sistema de corta duración, la cobertura por *Bouteloua gracilis* disminuyó de 10 a 8.78%. Mientras que Gardner (1950), en un área de exclusión de 30 años ubicada en un pastizal del desierto en New México dominada por *Bouteloua gracilis* (H. B. K) Lag., encontró que se incrementó la cobertura de los pastos en la exclusión, pero sin cambios substanciales en la composición de especies.

8.1.3 Hierbas

En lo referente a las hierbas, se observó en forma clara un aumento de cobertura en el área excluida (A, B, C, D), en comparación con el área no excluida (E), en el primer año de muestreo de la vegetación, para disminuir en el año seco (1999), e incrementarse de nuevo en el 2000, año con mayor precipitación (Cuadro 7). Esto nos indica que las anuales responden rápidamente a la cantidad de lluvia. Aguado (1993) durante su estudio de once años observó los menores porcentajes de hierbas en el año más seco (1989), y la mayor cobertura de hierbas (asociado estrechamente con un musgo no identificado) asociada con una mayor precipitación tanto anual como durante la época de crecimiento. En tanto que para todos los demás años se observó que el porcentaje de la cobertura de hierbas fue menor al 4%. Este resultado está de acuerdo con los presentados en el cuadro 7, ya que se pueden observar valores muy bajos en el porcentaje de hierbas, sobre todo en el año de 1999. Por su parte, González y del Real, (1991) concluyeron que



las condiciones favorables de precipitación permitieron un incremento marcado de la cubierta de hierbas, tanto en el área de exclusión como en el área de pastoreo, y que aunque los valores de correlación no fueron muy satisfactorios para explicar el comportamiento de la cobertura vegetal en todos los casos, se puede señalar que la precipitación es un factor muy importante en los cambios de la vegetación. Sims y Gillen (1999) mencionan que las hierbas anuales o perennes responden más rápidamente a las condiciones favorables de precipitación, a través de la germinación de semillas y establecimiento de plantas, que los zacates perennes. Esto también ha sido observado por Aguado *et al.* (1996) y Aguado-Santacruz y García-Moya (1998), quienes mencionan que las especies anuales fueron abundantes en años lluviosos. Velásquez y Gutiérrez, (1987; 1990) y González *et al.* (1988b) mencionan que la humedad del suelo y precipitación se correlacionan positivamente con la cobertura basal de las hierbas. También se demuestra una estrecha relación entre la producción de forraje y la precipitación (González y Jalavera, 1990), siendo la distribución y no la cantidad el factor crítico (González, 1990).

Por otro lado, en el área no excluida, observó un ligero incremento en la cobertura herbácea de 1998 a 1999, para después disminuir en el 2000 (Cuadro 7), lo cual puede ser debido a las preferencias alimenticias de los ovinos. Esto último también ha sido observado por Smoliak (1974) y Holechek y Stephenson (1983) en condiciones de pastoreo severo como al que estuvieron sometidas.

Cuadro 7. Evolución de la cobertura (%) de hierbas en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).

Año	Línea A	Línea B	Línea C	Línea D	Línea E	C. V.
1998	10.85	13.80	9.85	6.2	0.72	60.66
1999	1.35	0.70	1.87	1.27	1.05	34.40
2000	4.25	4.10	1.9	7.75	0.15	78.74

8.1.4 Mantillo

En el caso del mantillo, se notó mayor acumulación en el área excluida (A, B, C, D) que en la no excluida (E) (Cuadro 8). Este importante aumento de cobertura del mantillo se notó del primer al último año de muestreo, en el área excluida. Un dato relevante es que en el área excluida sin obra de conservación de agua (D), el incremento de 1998 a 1999 fue de 0.55% a 19.55, para disminuir en el último año a 16.05%, esto puede deberse a lo que se ha mencionado en forma anterior de la distribución de la precipitación en el área sin obra de conservación de agua. En términos generales se observó un aumento en la cobertura de mantillo en el área excluida (A, B, C, D), comparada con el área en pastoreo (E). Esto también fue observado por (Rauzi, 1963) quien comparó un área pastoreada en verano durante 44 años con una carga animal alta; otra área pastoreada en verano por 46 años con una carga animal moderada y por último una exclusión (21 años de no pastoreo), la cual fue pastoreada en forma severa durante los primeros 23 años de un periodo de 44 años, encontró una cantidad de 383 kg/ha, 1598.46 kg/ha y 4653.58 kg/ha de mantillo, respectivamente.

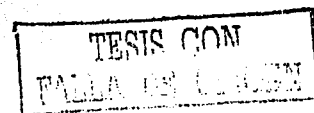
Cuadro 8. Evolución de la cobertura del mantillo (%) en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).

Año	Línea A	Línea B	Línea C	Línea D	Línea E	C. V.
1998	5.30	4.27	12.05	0.55	2.40	89.19
1999	6.50	10.90	12.60	19.55	1.80	64.93
2000	15.05	27.30	20.8	16.05	2.95	54.52

En el caso del área fuera de la exclusión, no se observó esa tendencia de aumento en la cantidad de mantillo acumulado, lo cual fue un síntoma del uso rasante al que esta siendo sometido el agostadero por la presión de pastoreo de los ovinos, lo cual conlleva en última instancia al deterioro del agostadero (disminución en la cobertura), ya que la pérdida de cubierta vegetal deja al suelo sin la posibilidad de acumular mantillo y con ello, la temperatura de la superficie del suelo es más alta que la temperatura ambiente en varios grados; la evaporación directa también se eleva, e impide la existencia de una

cama adecuada para la germinación de las semillas. Esto se traduce en la reducción de la cobertura vegetal, exponiéndolo a los efectos de la erosión eólica e hídrica. Maass *et al.* (1988) realizaron un estudio en la costa de Jalisco para examinar la pérdida de suelo en estos agro-ecosistemas. Observaron el bosque no perturbado (testigo), maíz, maíz con hojarasca del bosque como mantillo protector, zacate guinea (*Panicum maximum* Jacq) y zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.), encontraron que la erosión del suelo en las parcelas del bosque fue insignificante (menos de $0.20 \text{ ton/ha}^{-1}/\text{año}^{-1}$), pero fue mucho mayor en el tratamiento de maíz (hasta $130 \text{ ton/ha}^{-1}/\text{año}^{-1}$). Las pérdidas de suelo tendieron a ser mayores con el zacate buffel que con el zacate guinea, pero las diferencias no fueron significativas. El tratamiento más exitoso para reducir la erosión fue el uso de mantillo en los campos de maíz, ya que redujo la erosión por más de 90% ($5.8 \text{ ton/ha}^{-1}/\text{año}^{-1}$) e incrementó la producción de maíz por casi 30%. Se menciona que la razón más importante para las diferencias en erosión de suelo entre el maíz y las parcelas con mantillo, fue la mayor cobertura inicial del suelo en el tratamiento con mantillo. Esta diferencia fue también la responsable para la mayor productividad del maíz bajo el tratamiento con mantillo. Sin embargo, se han reportado menores porcentajes de mantillo en el área excluida. En el altiplano potosino, Lemus (1983) realizó un estudio en un área excluida y otra pastoreada, encontró que en el área excluida el porcentaje de mantillo fue menor comparado con el área no excluida (3.83% vs 11.73%, respectivamente). Esa reducción del mantillo en la superficie excluida fue inesperada, sin embargo el autor la atribuyó a que la mayor cantidad de mantillo en el área sin excluir, se debió a la vegetación cortada y esparcida en el suelo por el ganado, y a que la medición de la condición del suelo coincidió con el aporte de hojas y tallos de especies anuales al suelo.

El incremento de mantillo en los agostaderos de las zonas áridas es importante, debido a que en términos generales, el mantillo incrementa la tasa de infiltración y capacidad de almacenamiento de agua del suelo, reduce el impacto de la lluvia, provee una pequeña reserva de nutrimentos para las plantas, reduce la evaporación del suelo, y reduce el escurrimiento y la erosión; además, mejora las condiciones de hábitat para las poblaciones de microbios del suelo (Molinar *et al.*, 2001).



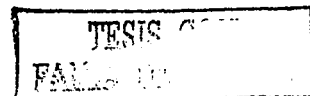
Sin embargo, cocomo se menciona popularmeee todo exceso es malo, ya que si se analiza cuidadosamente el cuadro 6 comparado con el cuadro 8, se puede observar que a mayor incremento en la cobertura de mantillo, hubo disminución en la cantidad de gramíneas. Esto también fue observado por González y del Real (1991). Quienes mencionan que una disminución en la cantidad de gramíneas en el área excluida, puede deberse a que la acumulación de mantillo y material muerto en pie, parece disminuir la fotosíntesis de las coronas de las gramíneas, provocando un envejecimiento de las cepas y una escasa renovación de las mismas. García y Villa (1977) también obtuvieron una disminución de *Bouteloua gracilis* en un área de exclusión en el altiplano potosino, y la explicación que dieron a dichos resultados fue: 1) el pastoreo ligero a que estuvo sometido el sitio durante seis años y; 2) la ausencia de pastoreo a partir del cercado de la parcela de estudio durante dos años; dichos periodos se consideraron suficientes para que una especie, al no recibir el estímulo del pastoreo, disminuya su área basal, pierda vigor y se inicien los síntomas de senectud evidenciados por la presencia de porciones muertas en el interior de la cepa en forma de anillos. Velásquez y Gutiérrez, (1987; 1990) señalaron una correlación entre la cantidad de gramíneas con la cantidad de mantillo. Por los factores antes expresados, se menciona que el pastoreo controlado tiene un efecto benéfico sobre la vegetación, ya que remueve la vegetación excesiva que puede afectar negativamente la fijación neta de carbohidratos e incrementa las pérdidas de agua por transpiración; el pastoreo controlado incorpora materia orgánica al perfil de suelos, lo cual acelera el desarrollo de humus, recicla nutrientes y hace algunos de éstos más disponibles, mantiene un óptimo índice de área foliar del tejido de las plantas, inoculan partes de las plantas con saliva que pueden estimular el rebrote de las mismas y reduce acumulaciones excesivas de vegetación muerta en pie y mantillo, que pueden químicamente y físicamente inhibir crecimiento nuevo, reducción de problemas por fuego, insectos y roedores; resultado de acumulaciones de vegetación (Holechek, 1980).

Hooper y Heady (1970) recomiendan para los pastizales anuales de California, como una medida económica y ecológica, mantener una carga animal que deje 560.53 kg/ha de mantillo. Los autores concluyen que es peligroso extrapolar estas conclusiones a otros suelos y otras áreas geográficas. Esto no será aplicado en forma directa a pastizales

perennes. Bartolome *et al.* (1980) para los pastizales anuales de California mencionan que en pastizales con un número significativo de gramíneas perennes y más de 150 cm de precipitación promedio anual, la máxima producción de forraje se alcanza cuando en el suelo existen más de 1.120 kg/ha de mantillo, en tanto que en pastizales conteniendo las anuales *Bromus mollis* and *Erodium botrys* y entre 100 y 65 cm de precipitación anual, esta máxima producción se alcanzó con 840 kg/ha de mantillo. Por último, la cantidad de forraje no se afectó en las regiones dominadas por *Bromus rubens* y *Erodium cicutarium*, recibiendo menos de 250 mm de precipitación media anual. Por lo anterior, se puede decir que la cantidad de mantillo que se debe dejar en los agostaderos, depende de la composición de este y la precipitación, y esto nos conduce a diferentes estrategias de manejo (cantidad de mantillo que se deje) en cada agostadero.

8.1.5 Suelo desnudo

Las superficies (expresadas como porcentajes) de suelo desnudo que se muestran en el Cuadro 9, indican, por un lado, que en el área de pastoreo (línea E), al principio del estudio (1998), se tenía el mayor porcentaje de suelo desnudo (83.25%), pero éste disminuyó en el año seco a 77.6% (1999); para volverse a incrementar en el último año (79.25%); Lo anterior es el reflejo del incremento en la cantidad de gramíneas en el año seco (Cuadro 6). Ya que como se discutió en el apartado 8.1.1 y 8.1.2, la especie dominante en el agostadero, es resistente a la sequía y al pastoreo. Otros investigadores también observaron menor cantidad de suelo desnudo en las áreas excluidas al pastoreo. Bock *et al.* (1984) informaron una menor cantidad de suelo desnudo en el área excluida vs pastoreada (17.6 vs. 34.6%). De igual forma Schulz y Leininger (1990) en un ecosistema ribereño encontraron después de 30 años de exclusión, que el área pastoreada tuvo aproximadamente cuatro veces más cantidad de suelo desnudo que la de exclusión (33% vs 7%, respectivamente). Por lo tanto, se tuvo una mayor cantidad de cobertura vegetal en el área excluida en relación a la pastoreada. Del Hoyo *et al.* (1991), en un pastizal en la región norte del estado de Durango, también observaron una disminución en la cantidad de suelo desnudo, en un área excluida al pastoreo durante cuatro años, en 1984. Se tenía una cantidad de suelo desnudo de 32.7% y en 1986



reportaron una cantidad de 18.2%. Los autores concluyen que la exclusión, aunada al mejoramiento de la precipitación pluvial, estimulan la cobertura basal y, por consiguiente reducen la cantidad de suelo desnudo.

Cuadro 9. Cambios en el Suelo desnudo (%) durante el periodo de estudio en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).

Año	Línea A	Línea B	Línea C	Línea D	Línea E	C. V.
1998	67.4	61.275	49.75	77.1	83.25	19.43
1999	76.85	59.35	66.05	57.25	77.6	14.12
2000	66.05	49.2	62.95	56.9	79.25	17.19

En el cuadro 9, se puede observar que la línea (D), correspondiente al área de exclusión sin obra de conservación, en que hubo una mayor disminución en la cantidad de suelo desnudo (20.2%) que paso de 77.1% a 56.9%; vale la pena mencionar que ésta es la línea que tenía la mayor cantidad de suelo desnudo, al principio del estudio, dentro del área de exclusión. Al parecer la obra de conservación de suelo y agua afectó negativamente la recuperación de la vegetación al menos, durante el periodo de observación; fue notorio durante el periodo de estudio que la distribución del agua de lluvia fue peor dentro del área con obra de conservación. Por ultimo, en las líneas con obra de conservación de suelo y agua (líneas A, B, C), en términos generales, se puede decir que aumentó la cantidad de suelo desnudo en el año seco (con excepción de la línea B), después disminuyó la cantidad de suelo desnudo en el 2000, que fue el año con mayor precipitación durante el periodo de estudio. Esto es la inversa de los resultados que se obtuvieron en cobertura total (Cuadro 10).

Cuadro 10. Cambios en la cobertura total (%) durante el periodo de estudio en el área de exclusión con obra de conservación de agua y suelo (líneas A, B, C), sin obra de conservación (D) y fuera de la exclusión (E).

Año	Línea A	Línea B	Línea C	Línea D	Línea E	C. V.
1998	35.60	38.72	50.25	22.90	16.75	40.84
1999	23.15	40.65	33.95	42.75	22.40	29.23
2000	33.95	50.80	37.05	43.10	20.75	30.13

Los resultados observados no son concluyentes para definir una tendencia general, en relación a cambios en cobertura o superficie de suelo desnudo; al existir solo un número limitado de observaciones no podríamos inferir sobre una tendencia general en las variables observadas.

8.1.6 Importancia de mantener una cobertura vegetal

Se menciona que el principal método para controlar el rápido escurrimiento superficial del agua y del efecto sobre la erosión del suelo es el mantenimiento de una adecuada cobertura vegetal. La cobertura vegetal es fundamental para disminuir los escurrimientos, incrementar la infiltración y reducir la erosión del suelo. El dosel de las plantas intercepta las gotas de lluvia, disminuye su tamaño y su velocidad antes de caer al suelo, y disipan la energía en las gotas de lluvia, permitiendo al agua alcanzar el suelo sin dañarlo. Además, los tallos de las plantas, raíces y materia orgánica ayudan a controlar el escurrimiento y favorecen la infiltración del agua en el suelo (Pimentel *et al.*, 1987). Banister (1991) encontró que el escurrimiento superficial puede llegar a ser del 70%, para una lluvia de una intensidad de dos pulgadas por hora, con solo 10% de la cobertura del suelo, pero que este escurrimiento puede llegar a ser de solo el 10%, cuando la cobertura del suelo es de 70%. Hernández *et al.* (1993) mencionan que para maximizar la infiltrabilidad de un suelo de pastizal en épocas de crecimiento, se requiere de una cobertura superior al 50%. Una cobertura superior al 80% fue necesaria para maximizar la infiltración de un suelo de pastizal en épocas de letargo, en Coahuila. Renard *et al.* (1991) indicaron que con un 50% de cobertura se pueden reducir las pérdidas de suelo de 65 a 95%. En México también se han realizado trabajos con el objetivo de cuantificar las pérdidas de suelo y agua; González *et al.* (1988a) realizaron un trabajo en agostaderos de Durango, encontraron pérdidas de agua de 3.5% de la lluvia y 75 kg/ha de suelo bajo condiciones de exclusión, con coberturas mayores al 70%, en tanto que con 42% de cobertura y bajo condiciones de exclusión. Estos parámetros alcanzaron un 46% de escurrimiento superficial y una pérdida de suelo de 5.2 ton/ha. También se ha observado que con una adecuada cobertura vegetal se reducen las pérdidas de nutrimentos del suelo.

8.2 Ensayo con animales

Para el experimento con animales, en el cuadro 11 se muestran los resultados de ganancias de peso y el análisis económico.

CUADRO 11. Comportamiento de las borregas con dietas para mantenimiento durante los 56 días que duro el experimento

Variables	Tratamiento				
	Nopal forrajero	Nopal Burrón	Nopal silvestre	Dieta mixta	Pastoreo
Peso Inicial	26.783	25.841	26.133	27.833	25.566
Peso Final	31.091	29.166	30.166	31.816	28.044
Días de Alimentación	56	56	56	56	-- ¹
GDP (g)	76.71	59.98	71.64	70.90	44.25
GTA (kg)	4.256	3.304	4.032	3.976	2.478
CTA/animal/d (kg)	0.909	0.883	0.945	0.91	0
CostoT/A/d (\$)*	1.02	0.99*	1.06*	1.10	0
Costo/kg/A*	13.29	16.50*	14.80*	15.51	

GDP, ganancia diaria de peso. GTA, Ganancia total por animal; CTA, Consumo total de alimento; Costo T/A/d Costo total por animal/día; Costo/kg/A, Costo por kg de aumento. --¹ Libre pastoreo; *no se incluyó el costo del gas.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos del nopal, testigo y en libre pastoreo. Los animales que mejor respondieron a los tratamientos fueron los alimentados con el nopal forrajero Copena F1, con una ganancia diaria de peso de 76.71 g/animal/día, seguidos por los ovinos alimentados con el nopal silvestre (apalillo) con una ganancia diaria de peso de 71.64, los animales de la dieta mixta mostraron una ganancia de peso de 70.90 g/animal/día, en tanto que los animales alimentados con el nopal burrón, fueron los que exhibieron el peor comportamiento de los animales en estabulación al presentar ganancias de 59.98 g/animal/día. La ganancia de los animales alimentados en libre pastoreo fue de 44.25 g/animal/día.

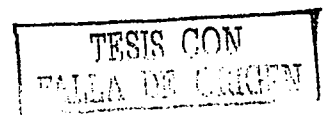
Si se toma en cuenta la ganancia total y diaria de peso se puede observar que el tratamiento con Nopal forrajero Copena F1, es la opción más viable de alimentación durante la época de secas. No se observaron ganancias de peso mayores debido a que la dieta fue elaborada, sólo un poco arriba de los requerimientos para mantenimiento (NRC, 1985). Estos experimentos se realizaron, para atenuar el impacto de la sequía, la

cual se presenta en forma periódica en las zonas áridas y semiáridas, ya que como es sabido, los animales requieren reunir sus necesidades de mantenimiento, para que puedan producir un excedente. Una gran cantidad de animales en los agostaderos solo pueden cubrir sus necesidades de mantenimiento, pero no de producción.

A continuación se presenta una breve discusión de las ventajas y desventajas de cada uno de los tratamientos con nopal, sin nopal y libre pastoreo, en el comportamiento de los animales.

Por otro lado, aun cuando la diferencia de las ganancias del Nopal forrajero Copena F1 (tratamiento 1), con los otros tratamientos donde se utilizo nopal burron y apalillo o larguito (dos y tres), es mínima, en el aspecto económico (su principal ventaja) es donde se marcó la diferencia a favor de la utilización de este nopal forrajero, ya que el nopal burron y el nopal apalillo o larguito debido a su cantidad de espinas, requirieron ser chamuscados, lo cual la hace una alternativa mas cara; con un tanque de gas de 30 l, que costaba \$160.00 se chamuscaban 960 kg de nopal (8 días), por lo que el costo por chamuscar un kg de nopal es de \$0.16; como se asignaban 5 kg de nopal/animal/día, esto dio un costo del gas de \$0.83/animal por día, con lo cual, el costo total por animal/día, de los ovinos alimentados con nopal burron y nopal apalillo o larguito, fue de \$1.82 y \$1.89, respectivamente. En tanto que el costo total por animal/día con la utilización del nopal forrajero Copena F1, fue de \$1.02.

En el caso del nopal con espinas que crece en forma silvestre, se tiene la ventaja de que no requiere protección para su desarrollo. Otra de las ventajas del nopal que crece en forma silvestre y sin que se le preste ningún cuidado es su mayor producción de materia seca, sin olvidar que en términos generales los nopales presentan menor cantidad de materia seca características que otros forrajes (como en el caso del maiz). Sin embargo, no es necesario un gran capital para su establecimiento, sus costos de producción son bajos, no necesita de muchos cuidados en el transcurso de su desarrollo, y la principal ventaja es que no demanda cantidades elevadas de agua, para su establecimiento, ya que sus requerimientos son mínimos.



Si bien es cierto que con el nopal burron se obtuvieron las menores ganancias de peso y el peor desempeño económico, también es cierto que con este tipo de nopal se obtiene fruta, y el material resultante de la poda se puede aprovechar como forraje, no solo de emergencia durante una sequía, si no como una fuente valiosa de forraje de auxilio durante todo el año.

En el caso de las borregas alimentadas con la dieta mixta, en términos generales se puede decir que respondieron en forma intermedia en su comportamiento productivo y económico, pero su principal desventaja es que en un año seco, se incrementan los costos de los ingredientes (como el rastrojo de maíz) y se hace antieconómica la estabulación del ganado.

En el Cuadro 12 y Apéndice 2, se muestran los cambios de peso de los diferentes tratamientos a través de los periodos. Para el tratamiento 1 (nopal forrajero) y 2 (nopal burron) se presentó un incremento de peso en forma lineal. En el caso del tratamiento 3 (nopal apalillo o larguito), los mayores cambios de peso vivo, se observaron en los primeros cuatro periodos, después hubo una disminución en peso vivo en el periodo 4 con relación al periodo 5, el cual será discutido mas adelante. En las borregas alimentadas con la dieta mixta se observó una disminución en el periodo 2 en relación con el periodo uno, esto puede ser explicado por que los animales alimentados con la dieta mixta, no tuvieron un periodo de adaptación como en el caso de los animales alimentados con nopal, los cuales tuvieron un periodo de adaptación de 15 días.

Cuadro 12. Cambios de peso (kg) de los ovinos por periodo.

Periodo	Tratamientos					Promedio
	1	2	3	4	5	
1	26.78	25.84	26.13	27.83	25.56	26.43C
2	26.87	26.34	26.85	27.38	26.25	26.74C
3	28.91	27.53	28.71	29.97	26.94	28.41B
4	30.53	28.78	30.30	30.80	27.54	29.59A
5	31.09	29.16	30.16	31.81	28.04	30.05A
	28.84 A	27.53A	28.43A	29.56A	26.86A	

Coefficiente de Variación: 3.48

Medias con la misma letra mayúscula por columna no son diferentes ($P > 0.05$)

Medias con la misma letra mayúscula por hilera no son diferentes ($P > 0.05$)

En el Cuadro 13, se muestran las ganancias diarias de peso por animal (g). El peor comportamiento de los animales durante el primer periodo fue para el tratamiento 4 (Dieta mixta). Los animales perdieron peso. La principal razón pudo ser, sin embargo, que estos animales no tuvieron un periodo de adaptación como los animales alimentados con nopal. El comportamiento de los animales alimentados con nopal forrajero (Tratamiento 1) fue el peor de los cuatro periodos. Esto puede deberse a que se presentaron los menores consumos de alimento durante este periodo para los animales alimentados con este nopal. Si se observa con cuidado el cuadro 13, podremos observar que en términos generales se presentaron los peores comportamientos en este periodo y en el periodo 4. Una de las posibles explicaciones de las pobres ganancias de peso de los animales alimentados con nopal en el periodo 1, es que durante tres días seguidos llovió (miércoles 27-2000-Viernes 29 dic-2000) en el área de estudio y los animales no tenían protección, lo cual pudo haber afectado su comportamiento. Para el segundo periodo, el nopal forrajero exhibió las mejores ganancias, de los tratamientos con nopal, pero menor con relación a los animales alimentados con la dieta mixta (145 g vs 184 g), los animales en libre pastoreo mantuvieron el peso. Para el tercer periodo hubo una disminución en las ganancias de peso en todos los tratamientos, solamente las borregas alimentadas con el nopal burron (tratamiento 2) se mantuvieron. Por ultimo, en el cuarto periodo la disminución en las ganancias de peso fue drástica en todos los tratamientos con nopal (1,2,3) y sólo el tratamiento con la dieta mixta mostró una ligera mejoría en el comportamiento, con relación al periodo 3. En este periodo 4 hubo pérdida de peso para el tratamiento 3 (nopal apalillo o larguito) en realidad, en este tratamiento, parió una borrega, lo cual no se planeo sucediera así, y perdió 6.6 kg, lo que hace mas drásticos los resultados. En el caso del nopal forrajero Copena F1, la principal desventaja que tiene con los otros nopales, es que por no tener espinas es más consumido por la fauna silvestre y ganado, y para tener plantaciones de este nopal, se necesita de una buena protección con malla, de preferencia para excluir lagomorfos (requiere de mayores inversiones).

CUADRO 13. Ganancia diaria de peso (g) de los animales en estabulación y libre pastoreo.

Periodo	TRATAMIENTO					Promedio
	1	2	3	4	5	
1	6.5	36.83	51.25	-32.08	48.66	22.23B
2	145.41	87.08	132.41	184.58	48.75	119.65A
3	115.16	88.91	118.04	58.83	42.72	84.74A
4	39.75	27.08	-15.16	72.25	35.41	31.87B
PROME	76.71A	59.98A	71.64A	70.90A	43.89A	

Coefficiente de variación: 117.14

Medias con la misma letra mayúscula por columna no son diferentes ($P>0.05$)

Medias con la misma letra mayúscula por hilera no son diferentes ($P>0.05$)

En el tratamiento de libre pastoreo, si bien es cierto que no se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) esto fue debido al corto periodo de estudio y el estado fisiológico de las borrega, ya que como se puede observar empezaban a perder peso en el último periodo de este estudio. Por otro lado, no se observó una drástica disminución en las ganancias de peso de los ovinos en libre pastoreo, ya que estos animales eran suplementados con pollinaza *ad libitum* cuando llegaban al corral en la tarde después de pastorear y se les asignaban 19 costales de gallinaza con un peso de 30 kg aproximadamente/día y se les dejaba durante toda la noche, los animales que se tenían en libre pastoreo eran, 219 borregas, 95 corderos y 34 animales de un año, esto se debe tomar con la reserva del caso, ya que el ganadero vendía borregas, cuando era requerido o compraba, cuando había alguna oportunidad.

El proporcionar nopal en grandes cantidades no es una buena práctica, pero cuando otros pastos y alimentos se escasean sirve de una forma eficaz para evitar que los animales mueran de hambre y sed. Debido a que el nopal es deficiente en proteína, es que no se considera un forraje excelente. Dado que los principales atributos del nopal es su elevado valor energético, digestibilidad y su elevado contenido de agua, es necesario balancear la ración en proteínas y minerales (Felker, 1995). Otra de las formas de incrementar su productividad, es el uso de fertilizantes nitrogenados (González, 1989) y la inmersión de las pencas de nopal en urea (Belasco *et al.*, 1958), para aumentar el contenido de proteína del nopal, y así reducir la necesidad de suplementos proteínicos.

El nopal se ha comparado con otras fuentes de forraje como la alfalfa, y aunque se han encontrado menores niveles de producción con nopal, los costos por unidad de producción no son muchas veces cuantificados. Por tal razón se procedió a realizar un análisis económico de la utilización del nopal como forraje, los resultados se muestran en el Cuadro 11. El análisis económico aunque no permite su análisis estadístico, ofrece una comparación válida desde el punto de vista práctico y económico. Estos beneficios son mayores si se consideran los beneficios para todo el ciclo.

El tratamiento con nopal forrajero Copena F1, fue el más económico para producir un kg de carne (\$13.29), seguido del nopal apalillo o larguito (\$14.80) y la dieta mixta (\$15.51), el tratamiento que exhibió el peor comportamiento económico fue el nopal burron (\$16.50), en estos datos no se incluye el costo del gas. Ya que si se incluye el costo del gas, el costo total por kg de aumento para el nopal burron y larguito sería de \$17.33 y \$15.63 respectivamente. En tanto que para el nopal forrajero, el costo por kg de aumento se mantiene \$13.29. No se evaluó la respuesta económica del tratamiento en libre pastoreo, ya que. Como es sabido el forraje que se obtiene del agostadero es la forma más económica de alimentar el ganado, pero hay pocos estudios que indiquen el costo económico y ecológico del sobrepastoreo, ya que son pocos los estudios que mencionen las pérdidas económicas que se tienen con la reducción en la producción de los agostaderos sobrepastorados, además que, de continuar con esa sobrecarga animal, se corre el riesgo de llegar al grado de volverse improductivo. Ante una sequía severa, se corre el riesgo de grandes pérdidas económicas y ecológicas, también la tendencia actual, más que incrementar la producción es disminuir los riesgos económicos por cuestiones ambientales. El tratamiento con nopal forrajero fue el más económico de los tratamientos de alimentación.

9 CONCLUSIONES.

No se encontraron mejoras significativas en la cobertura basal o área basal en el área excluida al pastoreo comparada con el área apacentada. Esto puede deberse a la sequía, al corto tiempo de observación, a la pobre condición inicial del sitio o a un problema de muestreo, concretamente, al tamaño de muestra.

La cobertura basal de las gramíneas tanto dentro como fuera del área excluida disminuyó.

La cobertura basal de hierbas anuales responde, en forma positiva a la precipitación.

El mantillo se acumuló en forma positiva en el área excluida, lo cual supuso algún impedimento al desarrollo de las gramíneas.

La cobertura basal total se incrementó en el área excluida, mientras que el suelo desnudo se incrementó fuera de la exclusión.

La utilización del nopal como forraje de emergencia es una medida, desde un punto de vista productivo y económica, válida para incrementar la producción y disminuir los riesgos de pérdida por factores ambientales.

10 RECOMENDACIONES

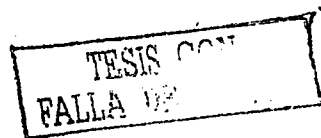
El factor universal que limita la producción de los agostaderos es la falta de una humedad adecuada, aumentar la cantidad de precipitación, es casi imposible, pero es posible incrementar la efectividad de la precipitación, por medio de técnicas de cosecha de agua. Si bien es cierto, que en el presente estudio, se observó una mejor recuperación de la vegetación en el área excluida, sin obra de conservación de suelo y agua, esto pudo deberse a la mejor distribución del agua en el área sin conservación de suelo y agua, aunque los resultados tampoco pueden ser concluyentes debido al corto periodo de estudio. Sin embargo, es recomendable la construcción de curvas de nivel, para permitir una mayor retención de agua en las áreas de pastoreo con escasa y errática precipitación y de esta forma acelerar la sucesión ecológica. Si bien, las áreas de exclusión contribuyen a nuestro entendimiento del papel del ganado en tales cambios, las exclusiones por si mismas no proveen la información necesaria sobre los procesos de cambio en la vegetación; estudios experimentales replicados son necesarios (Bastin *et al.*, 2003). Si bien es cierto, que los cambios son demasiado lentos para la recuperación de los agostaderos en un estado muy avanzado de degradación, la mejor opción de manejo de agostaderos sería evitar el tener que llegar a excluir el ganado, ya que la exclusión del ganado es una medida extrema de recuperación de agostaderos, una medida que se puede utilizar para recuperar la vegetación en un periodo mas corto de tiempo en agostaderos muy deteriorados, pero con una cubierta superior al 10.0-15% de especies forrajeras, es la eliminación de especies no forrajeras sin dañar a las forrajeras. En el último de los casos se recomienda la repoblación artificial.

La práctica de establecimiento de huertas de nopal en Ojuelos de Jal., ha ganado popularidad entre los campesinos de esta región como forma de obtener mayores ingresos, y también como forma de recuperar la vegetación en agostaderos muy deteriorados. Ahora bien, si consideramos que en las plantaciones de nopal, los espacios entre plantas quedan improductivos, en esos espacios se puede sembrar maíz u otras gramíneas y herbáceas. Otro factor que se debe tomar en cuenta es que, los ovinos muestran preferencia hacia herbáceas y gramíneas, por lo que estos animales no

causarían daño a las plantas de nopal. Otra ventaja del establecimiento de huertos de nopal es su grado de éxito para la resiembra en las zonas secas de México, debido a su grado de adaptación en estos ambientes. Para tener éxito en el establecimiento de una plantación de nopal forrajero en las zonas secas, deben considerarse aspectos edáficos y climáticos, debido a que la aplicación de una resiembra requiere de prácticas de preparación del suelo, además demanda condiciones ambientales mínimas, sobre todo de humedad (distribución de la precipitación). No obstante, debido a que en la repoblación de las zonas secas la humedad es el elemento crítico limitante y la presencia de sequía en el mismo año es el mayor riesgo, se consigna que la sequía ha sido el factor más limitante de los programas de repoblación artificial. Maldonado y Zapién (1963) indican que el género *Opuntia* se encuentra distribuido en las diferentes condiciones ecológicas que presenta el país, pero para su óptimo desarrollo requiere una temperatura anual entre los 18 °C y 25 °C, aunque existen algunas especies resistentes a las bajas temperaturas donde pueden soportar hasta 16 °C bajo cero, siempre y cuando no se presenten estas temperaturas por periodos prolongados. El nopal se desarrolla bien en los climas BS (como los del área de estudio) y BW con lluvias en verano; por lo que se refiere a precipitación pluvial es poco exigente, ya que se le encuentra en zonas con lluvias de 125 o más milímetros al año, aunque los excesos de humedad pueden provocar enfermedades fungosas y daños por insectos. Los mismos autores mencionan que por lo que respecta a suelos, se adapta bien a diversas texturas y composiciones, pero se desarrolla mejor en suelos calcáreos, arenosos, de profundidad media, con un pH preferentemente alcalino y a altitudes que varían entre los 800 y 2 500 msnm, aunque también puede encontrarse a altitudes menores cerca de la costa. Medina *et al.* (1986) indican que los insumos técnicos más críticos de los cuales depende el establecimiento y producción óptima de plantaciones de nopal forrajero son: 1) Procedencia vegetativa; 2) Preparación del suelo; 3) Preparación de la planta; 4) Plantación espacial; 5) Plantación temporal; 6) Protección al pastoreo y 7) Prevención de indeseables.

Para incluir el nopal como forraje en un rancho u agostadero, se deben considerar los factores antes mencionados. Por lo que se debe evaluar al nopal en términos económicos, incluyendo los costos relacionados a los problemas de salud del ganado,

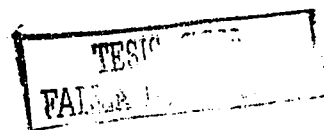
impacto del nopal sobre la producción y utilización del forraje, la relación beneficio-costo de preparación y alimentación del ganado. La principal razón por la que se recomienda incluir al nopal como forraje en este trabajo es para disminuir los riesgos de los efectos climáticos (forraje de emergencia) en los agostaderos de las zonas secas del país e incrementar la carga animal. Es muy probable que en países desarrollados, no se incluya el nopal como ingrediente en dietas utilizadas en sistemas intensivos, pero en países en vías de desarrollo como México y sobre todo en las zonas secas, con métodos menos intensivos, la utilización del nopal como forraje es una alternativa viable de ser utilizada. Se recomienda la utilización de un 50% de nopal en la dieta.



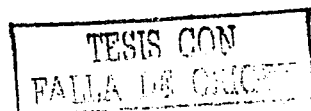
11 LITERATURA CITADA

- Abaye O. A.; Allen V. G and Fontenot J. P. 1997. Grazing sheep and Cattle together or separately: Effect on soils and plants. **Agron. J.** 89:380-386.
- Aguado., S. G. A. 1994. Análisis de algunos efectos del pastoreo en agostadero del altiplano central. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Aguado S, G. A; Fierro G. L. C y Negrete R. L. F. 1987. Respuesta de la vegetación a la exclusión del ganado, en tres pastizales en los Llanos de Ojuelos. En: Resúmenes del III Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP, Durango, Méx. pp. 20.
- Aguado S. G. A. 1993. Efecto de los factores ambientales sobre la dinámica vegetacional en pastizales de los llanos de Ojuelos, Jalisco: Un enfoque multivariable (tesis de maestría), Montecillo, Estado de México, México: Colegio de Postgraduados.
- Aguado-Santacruz G. A y García-Moya E. 1998. Environmental factors and community dynamics at the southernmost part of the North American graminetum. **Plant Ecology.** 135:13-29.
- Aguado S. G. A; García M. E y Flores F. J. L. 1996. Importancia de los elementos climáticos en la variación florística temporal de pastizales semidesérticos. **Acta Botánica Mexicana.** 35:65-81.
- Alanís F. G. J. 1990. Los desmontes mal planificados, su efecto en el deterioro de los recursos naturales en el norte de la república Mexicana. **Revista Manejo de Pastizales.** 4:23-26.
- Albertson, F. W. and Tomanek, G. W. 1965. Vegetation changes during a period 30-year in grassland communities near hays, Kansas. **Ecology.** 46: 714-720.
- Anderson R. 1981. Advance of the Barren Earth. **Rangelands.** 3:47-50.
- Anderson J. L. 1994. Enclosures on the beaver dam slope in Arizona and Utah. **Rangelands.** 16: 184-188.
- Anderson, E. W. 1993. Prescription grazing to enhance rangeland. **Rangelands.** 15:31-35.
- Anderson, J. E and Holte K. E. 1981. Vegetation development over 25 years without grazing on Sagebrush-dominated rangeland in Southeastern Idaho. **J. Range Manage.** 34:25-29.
- Anónimo. 1981. Síntesis geográfica de Jalisco. SPP-INEGI. México, D. F. 306 p.

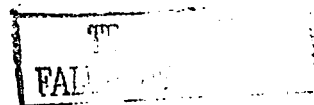
- Anónimo. 1988. Los municipios de Jalisco. Colección: Enciclopedia de los municipios de México. México, D. F. pp. 458-465.
- Anónimo. 1993. Guía para el manejo de ranchos ganaderos en el altiplano central. Publicación especial No 1. CIPEJ. 84 p.
- Austin D. D and Urness P. J. 1998. Vegetal change on a northern Utah foothill range in the absence of livestock grazing between 1948 and 1982. **Great Basin Naturalist**. 58(2):188-191.
- Banister R. 1991. Eight principles of range management. **Rangelands**. 13:85-86.
- Bartolome J. W.; Stroud M. C and Heady H. F. 1980. Influence of natural mulch on forage production on differing California annual range sites. **J. Range Manage**. 33:4-8
- Bastin G. N.; Ludwig J. A.; Eager R. W.; Liedloff A. C.; Andison R. T and Cobiac M. D. 2003. Vegetation changes in semiarid tropical savanna, Northern Australia: 1973-2003. **Rangel. J**. 25:3-19.
- Bazant, J. 1975. Cinco haciendas mexicanas. El Colegio de México. México, D.F. 266 p.
- Belasco I. J.; Gribbins M. F and Kolterman D. W. 1958. The response of rumen microorganisms to pasture grasses and prickly pear cactus following foliar application of urea. **J. Animal Sci**. 17:209-217.
- Bell H. M. 1973. Rangeland management for livestock production. University of Oklahoma Press. U. S. A. 303 p
- Bement R. E. 1968. Plains pricklypear: Relation to grazing intensity and blue grama yield on Central Great Plains. **J. Range Manage**. 21:83-86.
- Bement R. E. 1972. Nopal de los llanos: Su relación con la intensidad de apacentamiento y con rendimiento de la navajita en las grandes llanuras centrales de Estados Unidos. En González H. M. Y R. S. Cambell. 1972. Rendimiento del pastizal. Editorial Pax México. Librería Carlos Cesarman. México, D. F. 37-40 p.
- Bock C. E.; Bock J. H.; Kenney W. R and Hawthorne V. M. 1984. Responses of birds, rodents, and vegetation to livestock enclosure in a semidesert grassland site. **J. Range Manage**. 37:239-242
- Bolaños M. A. 1996. Los agostaderos forestales del occidente del estado de México (tesis de maestría), Montecillo, Estado de México, México: Colegio de Postgraduados .
- Box T. W. 1995. A viewpoint: Range managers and the tragedy of the commons. **Rangelands**. 17:83-84.



- Box, T.W. and R.A. Perry. 1971. Rangelands management in Australia. **J. Range Manage.** 24:167-171.
- Brady, W. W.; Stromberg M. R.; Aldon E. F.; Bonman C. D And Henry S. H. 1989. Response of a semidesert grassland to 16 years of rest from grazing. **J. Range Manage.** 42:284-288.
- Brand M. D and Goetz H. 1986. Vegetation of exclosures in Southwestern North Dakota. **J. Range Manage.** 39:434-437.
- Briske D. D. 1993. Grazing optimization: A plea for a balanced perspective. **Ecological Applications.** 3:24-26.
- Burkhardt, J. W. 1997. Grazing utilization limits: An ineffective management tool. **Rangelands.** 19:8-9
- Canfield, R. H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. **J Forest.** 39:388-394.
- Canfield, R. H. 1948. Perennial grass composition as an indicator of condition of southwestern mixed grass ranges. **Ecology.** 29:190-204.
- Cantú, B. J. E. 1984. Manejo de pastizales (Revisión Bibliográfica). Depto de Producción Animal. UAAAN, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. Méx. 213 p.
- Cervantes M., J.F.; A. Castro S. y G. Villegas D. 1979. Memoria del estado de Jalisco. Tomo 1. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos. COTECOCA. México. 161 p.
- Cid M. S.; Detling J. K.; Whicker A. D and Brizuela M. A. 1991. Vegetational responses of a mixed-grass prairie site following exclusion of prairie dogs and bison. **J. Range Manage.** 44:100-105.
- Claverán A., R. 1993. Perspectivas de investigación, educación y transferencia de tecnología en manejo de pastizales en México. **Revista Manejo de Pastizales.** 6:35-47.
- CONAZA. 1994. Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México (región norte). Saltillo, Coahuila. México. 115 p.
- CONAZA-SEDESOL. 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México (PACD-MEXICO). Saltillo Coahuila, México. 160 p.
- Contreras H. J. R. 1996. Erosión en Yanhuitlan, mixteca alta, Oaxaca: Una estrategia integral de combate. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 194 p.



- Cosper H. R.; Thomas J. R and Alsayegh, A. Y. 1967. Fertilization and its effect on range improvement in the Northern Great Plains. **J. Range Manage.** 20:216-222.
- Cox J. R.; Morton H. L.; Johnsen T. N. Jr.; Jordan G. L.; Martín S. C and Fierro L. C. 1984. Vegetation restoration in the Chihuahuan and Sonoran deserts of North America. **Rangelands.** 6.112-115.
- Cruz C. E. 1988. Áreas de exclusión: Una alternativa en la recuperación del suelo y vegetación en la mixteca Oaxaqueña. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. 82 p.
- Daubenmiere, R. 1940. Exclosure technique in ecology. **Ecology.** 21:514-515.
- De León G. L. L. 1991. La importancia del manejo de los pastizales en la ganadería de Durango. **Revista Manejo de Pastizales.** 4:32-37.
- Del Hoyo G. E.; M. Valencia C.; J. Quiñónez V y E. Castellanos P. 1991. Efecto de la exclusión a ganado domestico en la cobertura y cosecha en pie de gramíneas en el norte de Durango. **Revista Manejo de Pastizales.** 4(2):1-5
- Dodd J. D. 1968. Mechanical control of pricklypear and other woody species on the Rio Grande plains. **J. Range Manage.** 21:366-370.
- Dodd J. D. 1972. Supresión mecánica del nopal y otras especies leñosas en los llanos del Rio Bravo. En González H. M. Y R. S. Cambell. 1972. Rendimiento del pastizal. Editorial Pax México. Librería Carlos Cesarman. México, D. F. 155-160 p.
- Dormaar J. F.; Adams B. W and Willms W. D. 1994. Effect of grazing and abandoned cultivation on a Stipa-Bouteloua community. **J. Range Manage.** 47(1): 28-32.
- Dregne H. E. 1978. Desertification: Man's abuse of the land. **J. Soil and Water Cons.** 33:11-14.
- Dregne H. E. 1983. Desertification of arid lands. Hardwood Academic Publishers. 242 p.
- Dregne H.; Kassas M and Rozanov B. 1991. A new assessment of the world status of desertification. UNEP: **Desertification Control Bulletin.** No. 20:6-18.
- Dyksterhuis E. J and Schmutz E. M. 1947. Natural mulches or "litter" of grasslands: with kinds and amounts on a southern prairie. **Ecology.** 28:163-179
- Echavarría M. S. 1973. Evaluación del comportamiento de 10 especies de zacates nativos e introducidos, sembrados de temporal en la región central de Chihuahua. **Bol. Pastizales.** Vol IV. No.2: 2-8
- Eckert R. E Jr and Spencer J. S. 1987. Growth and reproduction of grasses heavily grazed under rest-rotation management. **J. Range Manage.** 40:156-159.



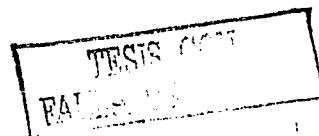
- Ellis J. E. J. and Swift D. M. 1988. Stability of African pastoral ecosystems: Alternate paradigms and implications for development. **J. Range Manage.** 41:450-459.
- Esmail S. H. M. 1991. Multispecies grazing by cattle and Sheep. **Rangelands.** 13:35-37.
- Estrada B. W. J. W y Ortiz S C. A. 1982. Plano de erosión hídrica del suelo en México. **Revista de Geografía Agrícola.** No.3: 23-27.
- Ethridge, D. E.; R. H. Sherwood. R. E. Sosebee and C. H. Herbel. 1997. Economic feasibility of rangeland seeding in the arid southwest. **J. Range Manage.** 50:185-190.
- Felker P. 1995. Forage and fodder production and utilization. In: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. FAO Plant production and protection paper 132. 144-154 p.
- Flores V. C. A y Bauer R. 1977. El nopal (*Opuntia ficus-indica* Var. Copena F1) como forraje. Revista Chapingo. ENA. Chapingo, Edo. de México. **Nueva Época.** No. 7-8:77-83.
- Flores V. C. A. 1990. El nopal, forraje de gran potencial. **Síntesis Lechera.** 30 de Octubre de 1990. p. 9-16
- Fourie J. H.; G. J. Redelinghuys and D. P. J. Opperman. 1984. Influence of stocking rate and grazing system on plant basal cover and botanical composition of veld in the northern cape. **J. Grassl. Soc. Sth. Afr.** 1:20-24.
- Frank A. B. 1996. Evaluating grass development for grazing management. **Rangelands.** 18:106-109.
- Frank A. B.; Tanaka D. L.; Hofmann L and Follett R. F. 1995. Soil carbon and nitrogen of Northern great plains grasslands as influenced by long-term grazing. **J. Range Manage.** 48:470-474.
- Frisina M. R and Mariani J. M. 1995. Wildlife and livestock as elements of grassland ecosystems. **Rangelands.** 17: 23-25.
- Fynn R. W. S. and O'Connor T. G. 2000. Effect of stocking rate and rainfall on rangeland dynamics and cattle performance in a semi-arid savanna, South Africa. **Jour. Appl. Ecol.** 37:491-507.
- Galbraith W. A and Anderson E. W. 1991. Grazing history of the Northwest. **Rangelands.** 13:213-218
- Galo, M. T. J.; De Luna, V. R y Garza, C. H. 1976. Resiembra: estrategia de mejoramiento de pastizales áridos y semiáridos, en: SARH-INIA-CIANOC: Semillas

de plantas forrajeras, algunas experiencias en México. Campo Agrícola Experimental Pabellón. Pabellón, Aguascalientes, México. 9-37 p.

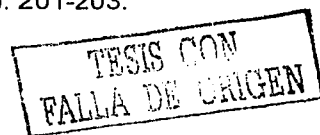
- Galt D.; Mendez G.; Holecchek J y Joseph J. 1999. Heavy winter grazing reduces forage production: An observation. **Rangelands**. 21:18-21.
- García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen. 4a. Edición. UNAM. México, D.F. 217 p.
- García H. M. 1994. Rehabilitación de tierras de cultivo abandonadas para la producción de carne en el altiplano central. SARH. Folleto técnico Núm. 1. 16 p.
- García M. E y Villa V. J. 1977. Factores ambientales que afectan la distribución geográfica y ecológica de *Bouteloua gracilis* (H. B. K.) Lag. ex Steud., en el estado de San Luis Potosí. **Agrociencia**. 28:3-29.
- Gardner J. L. 1950. Effects of thirty years of protection from grazing in desert grassland. **Ecology**. 31:44-50
- Gay, C. 1965. Range Management -How And Why. New Mex. State. Univ. Coop. Ext. Ser. Circ. 376, Las Cruces. New México.
- George M. R.; Brown J. R and Clawson W. J. 1992. Application of nonequilibrium ecology to management of Mediterranean grasslands. **J. Range Manage**. 45(5):436-440.
- Gillen R. L.; McCollum III F. T.; Tante K. W and Hodges M. E. 1998. Tallgrass prairie response to grazing system and stocking rate. **J. Range Manage**. 51(2):139-146.
- Gonzalez C. L. 1989. Potential of fertilization to improve nutritive value of pricklypear cactus (*Opuntia lindheimeri* Engelm.). **Journal of Arid Enviroments**. 16:87-94.
- González M. H. 1965. Inventario de los recursos ganaderos del norte de México. En: Estudio integral preliminar sobre la ganadería en la zona norte de la Republica Mexicana. Centro de Investigación. COPARMEX. México, D.F.
- González J. I. y del Real. 1991. Evaluación de la vegetación en un área de pastizal de navajita excluida al pastoreo. En: Meléndez G. R.; Morelos O. I.; Valdéz C. R. D.; Peña R. R y Mata G. R (Eds). En: Alternativas de manejo y utilización de los recursos de las zonas áridas. Primera edición. Bermejillo, Durango. México. 87-97 p.
- González Q. C. 1990. Las sequías y las heladas y su influencia en la ganadería. **Revista Manejo de Pastizales**. 3:24-28
- González O, R. I. 1987. Respuesta de la vegetación a la exclusión del pastoreo en un pastizal mediano abierto. En: Resúmenes del III Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP, Durango. Méx. Pp. 20.

- González O, R. I. Y R. Jalavera M. 1990. Dinámica de la producción de forraje del estrato herbáceo y su relación con la precipitación en el norte de Durango. **Revista Manejo de Pastizales**. 4:1-4.
- González O, R. I.; R. Jalavera M y J. G. Ochoa G. 1988a. Perdidas de suelo y agua en pastizales del norte de Durango. **Revista Manejo de Pastizales**. 2:19-22.
- González O, R. I.; R. Jalavera M y J. G. Ochoa G. 1988b. Respuesta de la vegetación herbácea en un pastizal mediano arborescente a la exclusión de bovinos en el norte de Durango. **Revista Manejo de Pastizales**. 1:15-21.
- Hanselka C. W and Falconer L. L. 1994. Pricklypear management in South Texas. **Rangelands**. 16:102-106.
- Harrington, G. N. 1981. Grazing Arid and Semi-Arid Pastures. Ch. 10. En: World Animal Science. B1. Grazing Animals. F. H. W. Morley editor. Elsevier. pp. 181-202.
- Hart R. H.; Samuel M. J.; Test P. S and Smith M. A. 1988. Cattle, vegetation, and economic responses to grazing systems and grazing pressure. **J. Range Manage**. 41:282-286.
- Hart R. H.; Clapp S and Test P.S. 1993. Grazing strategies, stocking rates, and frequency and intensity of grazing on western wheatgrass and blue grama. **J. Range Manage**. 46:122-126.
- Heady, H. F. 1971. La explotación de los pastizales de secano. Acribia. Zaragoza, España. 98 p.
- Heady, H. F. 1975. Rangeland management. McGraw-Hill. New York. 460 p.
- Heady H. F and Pitt M. D. 1979. Seasonal versus continuous grazing on annual vegetation of northern California. **Rangelands**. 1:231-232.
- Heitschmidt R. K.; Conner J. R.; Canon S. K.; Pinchak, W. E.; Walker J. W and Dowhower S. L. 1990. Cow/Calf productions and economic returns from yearlong continuous, deferred rotation and rotational grazing treatments. **J. Prod. Agric**. 3:92-99.
- Heitschmidt R. K.; Dowhower S. L and Walker J. W. 1987a. 14- vs. 42-Paddock rotational grazing: Aboveground biomass dynamics, forage production, and harvest efficiency. **J. Range Manage**. 40:216-223.
- Heitschmidt R. K.; Dowhower S. L and Walker J. W. 1987b. 14- vs. 42-Paddock rotational grazing: Forage quality. **J. Range Manage**. 40:315-317.

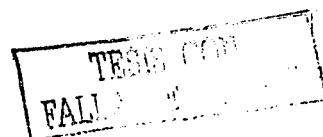
- Heitschmidt R. K.; Dowhower S. L and Walker J. W. 1987c. Some effects of a rotational grazing treatment on quantity and quality of available forage and amount of ground litter. **J. Range Manage.** 40:318-321.
- Heitschmidt R. K and Walker J. W. 1996. Grazing management: Technology for sustaining rangeland ecosystems?. **Rangel. J.** 18:194-215.
- Heitschmidt R and Walker J. 1983. Short duration grazing and the savory grazing method in perspective. **Rangelands.** 5:147-150.
- Hernández X. E. 1960. Cercado experimental: punto de partida para el buen manejo de pastizales. **Agricultura Técnica en México.** N. 10:52-54.
- Hernández X. E. 1979. Los pastos. En: Ciclo de conferencias para conmemorar el XXV aniversario del instituto mexicano de recursos naturales renovables (IMERNAR). México, D.F. pp. 93-124.
- Hernández J. I. I.; J. Gutiérrez C y R. Reynaga V. 1993. Infiltrabilidad de un suelo con diferentes rangos de cobertura de gramíneas en dos épocas del año. **Manejo de Pastizales.** 6:83-89.
- Hill M. O.; Evans D. F and Bell S. A. 1992. Long-term effects of excluding sheep from hill pastures in North Wales. **Journal of Applied Ecology.** 80:1-13
- Holechek J. L. 1980. Livestock grazing impacts on rangeland ecosystems. **J. Soil and Water Cons.** 35:162-165.
- Holechek J. L. 1981. A brief history of range management in the United States. **Rangelands.** 3:16-18.
- Holechek J. L. 1983. Considerations concerning grazing systems. **Rangelands.** 5:208-211.
- Holechek, J. L. 1988. An approach for setting the stocking rate. **Rangelands.** 10:10-14.
- Holechek J. L. 1991. Chihuahuan desert rangeland, livestock Grazing, and sustainability. **Rangelands.** 13:115-120.
- Holechek J. L. 1992. Financial benefits of range management practices in the Chihuahuan desert. **Rangelands.** 14:279-284.
- Holechek J. L. 1996a. Drought and low cattle prices; Hardship for New Mexico ranchers. **Rangelands.** 18:11-13
- Holechek J. L. 1996b. Drought in New Mexico: Prospects and Management. **Rangelands.** 18:225-227.



- Holechek J. L. 1996c. Financial returns and range condition on Southern New Mexico Ranches. **Rangelands**. 18:52-56.
- Holechek J. L. 1994. Financial returns from different grazing management systems in New Mexico. **Rangelands**. 16(6). 237-240.
- Holechek, J. L. 2001a. Western ranching at the crossroads. **Rangelands**. 23:17-21.
- Holechek, J. L. 2001b. A growing population, rangelands & the future. **Rangelands**. 23:39-43.
- Holechek J. L and Stephenson T. 1983. Comparison of Big Sagebrush vegetation in Northcentral New Mexico under Moderately grazed and grazing excluded conditions. **J. Range Manage**. 36:455-456.
- Holechek J. L and Pieper R. D. 1992. Estimation of stocking rate on New Mexico rangelands. **J. Soil and Water Cons**. 47:116-119.
- Holechek J. L and Hess K. Jr. 1996. Grazing lands: Prices, value, and the future. **Rangelands**. 18:102-105.
- Holechek J. L. Berry T. J and Vavra M. 1987. Grazing system influences on cattle performance on mountain range. **J. Range Manage**. 40:55-59.
- Holechek J. L.; R.D. Pieper and C. H. Herbel. 1995. Range Management: Principles and Practices. 2nd. Edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J. 526 p.
- Holechek J. L.; H. Gomez F and Galt D. 1998. Grazing surveys: Problems, Experiences, and ideas. **Rangelands**.20:9-11.
- Holechek J. L.; Gomez H.; Molinar F and Galt D. 1999a. Grazing studies: What We've learned. **Rangelands**.21(2).12-16.
- Holechek J. L.; Thomas M.; Molinar F and Galt D. 1999b. Stocking desert rangelands: What We've learned. **Rangelands**. 21(6):8-12.
- Holechek J. L.; Gomez H.; Molinar F.; Galt D and Valdez R. 2000. Short-Duration grazing: The facts in 1999. **Rangelands**. 22:18-22.
- Hooper J. F and Heady H. F. 1970. An economic analysis of optimum rates of grazing in the California annual-type grassland. **J. Range Manage**. 23:307-311
- Hughes L. E. 1980. Six grazing exclosures with a message. **Rangelands**.2:17-18.
- Hughes L. E. 1983. To no grazing really better than grazing? **Rangelands**. 5:159-161.
- Hughes L. E. 1996. What's in an exclosure?. **Rangelands**. 18(5): 201-203.

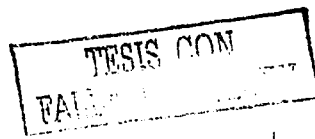


- Jacobs S. J; Carpinelli F. M and Sheley L. R. 1998. Revegetating weed-infested rangeland: What We've learned. **Rangelands**. 20:10-15
- Jaramillo V. V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. COTECOCA, SARH e INCA RURAL. México, D. F. 48 p.
- Jaramillo V. V y R. Méndez I. 1991. Carga animal actual contra capacidad de carga recomendada a nivel nacional. En: Resúmenes del VII congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP, Tamaulipas. Pp. 92.
- Jiménez M. A y Zaragoza R. J. L. 1990. Rehabilitación de praderas y pastizales. Folleto. Chapingo, México. 35 p.
- Jodha, N. S. 1995. Recursos de propiedad común y pobreza rural en las regiones secas de la India. **Unasyuva**. 46:23-29.
- Jurado G. P.; Negrete R. L. F.; García-Holguín M. R y Arredondo M. J. T. 1990. Productividad forrajera de seis gramíneas nativas y ocho introducidas durante diez años en el altiplano jalisciense. En resúmenes del VI Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP. Monterrey N. L. Méx. Pp. 85.
- Kassas, M. 1987. Drought and desertification. **Land use Policy**. 389-400.
- LaBaume J. T and Dahl B. E. 1986. Communal grazing: The case of the Mexican ejido. **J. Soil and water Cons**. 41:24-27.
- Lara B. A.; Salas G. J. M.; Suárez D. H.; Blanco M. F.; A. González M.; Narro J. J. A.; Carrera H. P y de la cruz J. J. 1994. "Efectos de la apertura comercial sobre el sistema de producción vaca-becerro en Zacatecas". En: Schwentesius R. R.; Gómez C. M. A.; Ledesma M. J. C y Gallegos V. C. El TLC y sus repercusiones en el sector agropecuario del Centro-Norte de México. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. México. 201-214 p.
- Laycock, W.A. 1975. Rangeland reference areas. Rangeland Reference Area Committee. Society for Range Management. USA. Range Science No. 3. 65 p.
- Lemus, J. S. 1983. Evaluación de programas oficiales de recuperación de agostaderos en el Altiplano Potosino de México. Tesis profesional. Escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Michoacán. México. 110p.
- Livingstone I. 1991. Livestock management and "Overgrazing" among pastoralists. **AMBIO**. 20:80-85.

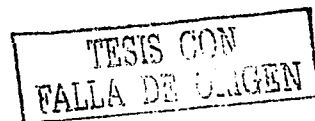


- López-Carmona M; Jiménez-Ferret G. De Jon B; Ochoa-Gaona S y Nahed-Toral J. 2001. El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. **Veterinaria México**. 32:93-102
- López G. J. A y E. Díaz S. 1987. Efecto de la exclusión al pastoreo en un sitio de agostadero, en los Valles Centrales de Oaxaca. En: Resúmenes del III Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP, Durango. Méx. Pp. 19.
- López-Tirado, Q. and J.G.W. Jones. 1991. A Simulation Model to Assess Primary Production and Use of *Bouteloua gracilis* Grasslands. Part II. Experimentation. **Agricultural Systems** 35:209-227.
- Maass M. J. M y. García-Oliva F. 1990. La conservación de suelos en zonas tropicales: el caso de México. **Ciencia y Desarrollo**. XV(90):21-36.
- Maass M. J. M.; Jordan C. F and Sarukhan J. 1988. Soil erosion and nutrient losses in seasonal tropical agroecosystems under various management techniques: **Jour. Appl. Ecol.** 25:595-607.
- Mabbutt, 1985. Desertification of the world's rangelands. **Desertification Control Bulletin**. No 12:1-11.
- McMillan Z.; Scott C. B.; Taylor C. A Jr and Huston J. E. 2002. Nutritional value and intake of prickly pear by goats. **J. Range Manage.** 55:139-143.
- Maldonado L. J y Zapién B. M. El nopal en México. **Ciencia Forestal**. 2(5):36-53.
- Manley, W. A.; R. H. Hart.; M. J. Samuel.; M. A. Smith.; J. W. Waggoner, Jr and J. T. Manley. 1997. Vegetation, cattle, and economic responses to grazing strategies and pressures. **J. Range Manage.** 50(6):638-646.
- McKinney E. 1997. It may be utilization, but is it Management? **Rangelands**. 19: 4-7.
- McLean A and Tisdale E. W. 1972. Recovery rate of depleted range sites under protection from grazing. **J. Range Manage.** 25:178-184.
- Medina T. J, G; Acuña M E.; Espinoza A. J y López G J. J. 1986. Caracterización agroecológica de plantaciones de nopal forrajero en Coahuila, en: Gutiérrez. C., J. (Ed). Manejo de pastizales. Memorias del segundo congreso Nacional. Depto. De recursos Naturales Renovables. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 46-51 p.
- Milchunas D. G.; Sala E. O and Lauenroth W. K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. **Am. Nat.** 132:87-106.
- Milton S. J. Dean W. R. J. Du Pleis M. A. and Siegfried W. R. 1994. A conceptual model of arid rangeland degradation. **BioScience**. 44:70-76.

- Molina M. C.; E. García M.; R. Aguirre R y F. V. González C. 1990. Cambios en la composición florística y cobertura vegetal de un pastizal mediano abierto. En resúmenes del VI Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP. Monterrey N. L. Méx. Pp. 29.
- Molinar F.; Galt D and Holechek J. 2001. Managing for mulch. **Rangelands**. 23(4):3-7.
- Molinar H. F.; Gomez de Souza H.; Holecheck J. L and Valdez R. 1998. México, Macro-Economics, and Range Management. **Rangelands**. 20:16-24.
- Molinar F.; Gomes de Souza H.; Holecheck J. L.; Galt D and Barraza P. L. 1999. Applied range research needs in the next century. **Rangelands**. 21:8-17.
- Mueller D. M and Forwood J. R. 1994. Mechanical despinning of plains pricklypear. **J. Range Manage.** 47(5):410-412.
- Nan-Ting Chou and Dregne H. E. 1993. Desertification control: Cost/Benefit analysis. **Desertification Control Bulletin**. No 22:20-26
- Navarro J. M.; Galt D.; Holechek J.; McCormick J and Molinar F. 2002. Long-term impacts of livestock grazing on Chihuahuan desert rangelands. **J. Range Manage.** 55: 400-405.
- Negrete R. L. F.; Mellink B. E.; Giner C. R. A.; Prado E. O y Arredondo M. J. T. 1981. Evaluación de especies forrajeras nativas e introducidas bajo condiciones de temporal en el norte de Jalisco. **Bol. Pastizales**. Vol. XII. No. 6. 2-6.
- Nelson T.; J. L. Holechek.; R. Valdez and M. Cardenas. 1997. Wildlife numbers on late and mid seral Chihuahuan desert rangelands. **J. Range Manage.** 50:593-599.
- Nolan T and Connolly. 1977. Mixed stocking by sheep and steers –a review. **Herbage Abstracts**. 47:367-374.
- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. (6th Rev. Ed). National Academy Press. Washington, D. C. 99p.
- Olson, K. C.; White R. S and Sindelar, B. W. 1985. Response of vegetation of the Northern Great Plains to precipitation amount and grazing intensity. **J. Range Manage.** 38:357-361.
- Olson K. C.; Brethour J. R and Launchbaugh J. L. 1993. Shortgrass range vegetation and steer growth response to intensive-early stocking. **J. Range Manage.** 46:127-132.
- Omar S. A. S. 1991. Dynamics of range plants following 10 years of protection in arid rangelands of Kuwait. **Journal of Arid Enviroments**. 21:99-111.



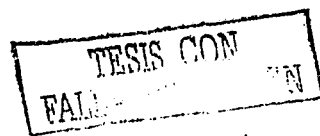
- Palomo G. D. R. 1963. Datos sobre los nopales (*Opuntia* spp) utilizados como forraje en el noreste de México. Tesis. Esc. Agrc. y Gan. Instituto Tecnológico. Monterrey, N. L. México. 63 p.
- Pieper R. D and Heitschmidt R. K. 1988. Is short-duration grazing the answer? **J. Soil and Water Cons.** 43:133-137.
- Pieper R. D. 1968. Comparison of vegetation on grazed and ungrazed pinyon juniper grassland sites in southcentral New Mexico. **J. Range Manage.** 21:51-53
- Pieper D. R. 1972. Comparación de la vegetación de extensiones de tierras de pastos con pino piñonero y enebro, con apacentamiento y sin el, en la parte sur central de Nuevo México; En Gonzalez H. M. Y R. S. Cambell. 1972. Rendimiento del pastizal. Editorial Pax México. Librería Carlos Cesarman
- Pimentel, D.; J. Allen.; Beers A.; L. Guinand.; R. Linder.; P. McLaughlin.; B. Meer.; D. Musonda.; D. Perdue.; S. Poisson.; S. Siebert.; K. Stoner.; R. Salazar and A. Hawkins. 1987. World agriculture and soil erosion. **BioScience.** 37:277-283.
- Pitt M. D and Heady H. F. 1979. The effects of grazing intensity on annual vegetation. **J. Range Manage.** 32:109-114.
- Popp, J. D.; McCaughey, W. P and Cohen, R. D. H. 1997. Grazing system and stocking rate effects on the productivity, botanical composition and soil surface characteristics of alfalfa-grass pastures. **Can J. Anim. Sci.** 77:669-676.
- Powell J. 1998. Supplemental pastures in your ranch management plan. **Rangelands.** 20:31-35.
- Rauzi F. 1963. Water intake and plant composition as affected by differential grazing on rangeland. **J. Soil and Water Cons.** 18:114-116.
- Reardon P. O and Merrill L. B. 1976. Vegetative response under various grazing management systems in the Edwards Plateau of Texas. **J. Range Manage.** 29: 195-198.
- Reed F.; Roath R and Bradford D. 1999. The grazing response index: A simple and effective method to evaluate grazing impacts. **Rangelands.** 21: 3-6
- Renard K. G.; Foster G. R.; Weesies G. A and Porter J. P. 1991. RUSLE, revised universal soil loss equation. **J. Soil and Water Cons.** 46: 30-33.
- Rice, B and Westoby, M. 1978. Vegetative responses of some Great Basin shrub communities protected against jackrabbits or domestic stock. **J. Range Manage.** 31:28-34.



- Rietkerk M.; Ketner P.; Stroonsnijder L and Prins H. H. T. 1996. Sahelian rangeland development; a catastrophe?. **J. Range Manage.** 49:512-519.
- Ring II C. B.; Nicholson R. A and Launchbaugh J. L. 1985. Vegetational traits of Patch-grazed rangeland in West-central Kansas. **J. Range Manage.** 38:51-55.
- Robertson J. H. 1971. Changes on a sagebrush-grass range in Nevada ungrazed for 30 years. **J. Range Manage.** 24:397-400.
- Robinett D. 1992. Drought and recovery in the upper Sonoran desert. **Rangelands.** 14:219-222.
- Rodríguez G. J. A y Garza C. J. 1992. Algunas sugerencias sobre manejo de pastizales y ganado, durante los efectos críticos de una sequía. **Manejo de Pastizales.** 5:125-129.
- Roundy B. A and Jordan G. L. 1988. Vegetation changes in relation to livestock exclusion and rootplowing in southeastern Arizona. **The Southwestern Naturalist.** 33:425-436.
- Rubio H. O.; Wood M. K.; Gomez A and Reyes G. 1996. Native forage quality, quantity, and profitability as affected by fertilization in northern Mexico. **J. Range Manage.** 49:315-319.
- Russell C. E and Felker P. 1987. The prickly-pears (*Opuntia spp.*, Cactaceae): A source of human and animal food in semiarid regions. **Economic Botany.** 41:433-445.
- Savory A and S. D. Parsons. 1980. The savory grazing method. **Rangelands** 2:234-237.
- Savory A. 1983. The savory grazing method or holistic resource management. **Rangelands.** 5:155-159.
- Savory A. 1988. Holistic resource management. Island Press, Washington, D. C.
- Sawyer J. E.; Knox L. A.; Donart G. B and Petersen M. K. 2001. The nutritive quality of cholla cactus as affected by burning. **J. Range Manage.** 54:249-253.
- Schulz T. T and Leininger W. C. 1990. Differences in riparian vegetation structure between grazed areas and exclosures. **J. Range Manage.** 43:295-299.
- Schuster J. L. 1964. Root development of native plants under three grazing intensities. **Ecology.** 45(1):-70
- Scifres C. J.; Brock J. H and R. R. Hahn. 1971. Influence of secondary succession on honey mesquite invasion in North Texas. **J. Range Manage.** 24:206-210.



- Selva D M.; Orozco B. E. Martínez S. J. J y López D. J. A. 1999. Efectos del acotamiento al pastoreo en pastizales de montaña de la sierra del segura (Albacete). **Investig. Agr.: Sist. Recur. For.:** Fuera de serie No 1. 261-272.
- Simanton J. R. 1991. Revegetation of semiarid rangelands: Problems, procedures, and probabilities. **Rangelands**. 13:129-132.
- Sims P. L and Gillen R. L. 1999. Rangeland and steer responses to grazing in the Southern Plains. **J. Range Manage**. 52:651-660.
- Simpson J. R. 1971. Costs and returns in a study of common property range improvements. **J. Range Mange**. 24:248-251.
- Smeins F. E; Taylor T W and Merrill L. B. 1976. Vegetation of a 25-year enclosure on the Edwards Plateau, Texas. **J. Range Manage**.29:24-29.
- Smith D. A and Schmutz E. M. 1975. Vegetative changes on protected versus grazed desert grassland ranges in Arizona. **J. Range Manage**. 28:453-458.
- Smoliak S. 1974. Range vegetation and sheep production at three stocking rates on *Stipa-Bouteloua* prairie. **J. Range Manage**. 27:23-26.
- Society for Range Management. 1989. A Glossary of Terms Used in Range Management (third Ed.). Society for Range Management, Denver, Colo.
- Society for Range Management. 1995. Evaluating rangeland sustainability: The evolving technology. **Rangelands**. 17:85-92.
- Soltero-Gardea S and Negrete-Ramos L. F. 1997. Rangelands of the state of Jalisco and its livestock industry. **Rangelands**. 19:22-25.
- Stiles D. 1988. Arid land plants for economic development and desertification control. **Desertification Control Bulletin**. 17:18-21.
- Stoddart L. A. 1967. What is range management?. **J. Range Manage**. 20:304-307.
- Stoddart, L. A. 1972. ¿Que es el manejo de pastizales?; En Gonzalez H. M. Y R. S. Cambell. 1972. Rendimiento del pastizal. Ed. Editorial Pax México. Librería Carlos Cesarman. México, D. F. 225-228 p.
- Stoddart , L.A; and Smith A.D. 1955. Range Management. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York. 433 p.
- Stoddart , L.A; A.D. Smith and T.W. Box. 1975. Range Management. 3rd ed. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York. 532 p.



- Suárez D. H y López T. Q. 1998. La ganadería bovina productora de carne en México: Situación actual. En: Schwentesius, R. R.; Gomez C. M. A y Williams G. W. TLC y agricultura ¿funciona el experimento?. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. 345-372 p.
- Task group on unity in concepts and terminology committee members. 1995. New concepts for assessment of rangeland condition. **J. Range Manage.** 48:271-282.
- Taylor C. A. Jr.; Garza N. E. Jr and Brooks T. D. 1993a. Grazing systems on the edwards plateau of Texas: Are they worth the trouble?. I. Soil and Vegetation Response. **Rangelands.** 15. 53-56.
- Taylor C. A Jr.; Garza N. E. Jr and Brooks T. D. 1993b. Grazing systems on the edwards plateau of Texas: Are they worth the trouble?. II. Livestock Response. **Rangelands.** 15. 57-60.
- Taylor C. A Jr. Brooks T. D and Garza N. E. 1993c. Effects of short duration and high-intensity, low-frequency grazing systems on forage production and composition. **J. Range Manage.** 46:118-121.
- Tomanek G. W. 1995. Prairies of Kansas. **Rangelands.** 17:151-153.
- Tukel T. 1984. Comparison of grazed and protected mountain steppe rangeland in Ulukisla, Turkey. **J. Range Manage.** 37(2):133-135.
- Turner, G. T. 1971. Soil and grazing influences on a salt-desert shrub range in Western Colorado. **J. Range Manage.** 24:31-37.
- Vallentine, J. F. 1989. Range development and improvements. 3rd ed. Brigham Young University. Provo. Utah. USA. 524 p.
- Van Poolen, H. W and Lacey J. R. 1979. Herbage response to grazing systems and stocking intensities. **J. Range Manage.** 32:250-253.
- Velásquez V. M. A y Gutiérrez L. R. 1987. Factores ambientales que influyen en la cobertura del suelo, de una cuenca pecuaria. En: Resúmenes del III Congreso Nacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP, Durango. Méx. Pp. 22.
- Velásquez V. M. A y Gutiérrez L. R. 1990. Factores ambientales que influyen en la cobertura del suelo, de una cuenca en el sur de Zacatecas. **Revista Manejo de Pastizales.** 3:7-10.
- Villegas D. G. 1999. Agostaderos de México: Retrospectiva, estado actual y perspectivas. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 89 p.



- West N. E.; Provenza F. D.; Johnson P. S and Owens M. K. 1984. Vegetation change after 13 years of livestock grazing exclusion on sagebrush semidesert in west central Utah. **J. Range Manage.** 37:262-264.
- White M. R.; Pieper R. D.; Donart G. B and Trifaro W. L. 1991. Vegetational response to short-duration and continuous grazing in southcentral New Mexico. **J. Range Manage.** 44(4):399-403.
- Williams, R. E.; Allred B. W.; Denio R. M and Paulsen H. A. Jr. 1968. Conservation, development, and use of the world's rangelands. **J. Range Manage.** 21:355-360.
- Williams, R. E.; Allred B. W.; Denio R. M y H. A. Paulsen, Jr. 1972. Conservación, desarrollo y uso de pastizales en el mundo. En González H. M. Y R. S. Cambell. 1972. Rendimiento del pastizal. Ed. Editorial Pax México. Librería Carlos Cesarman. México, D. F. 140-147 p.
- Willms W. D.; Dormaar J. F.; Adams B. W and Douwes H. E. 2002. Response of the mixed prairie to protection from grazing. **J. Range Manage.** 55: 210-216.
- Winder J. A.; Bailey C. C.; Thomas M and Holecheck J. 2000. Breed and stocking rate effects on Chihuahuan desert cattle production. **J. Range Manage.** 53:32-38.
- Workman, J. P. 1995. The value of increased forage from improved rangeland condition. **Rangelands.** 17:46-48.
- Workman J. P and Tanaka J. A. 1991. Economic feasibility and management considerations in range revegetation. **J. Range Manage.** 44:566-573.



APÉNDICE 1. Lista de las especies presentes en el área de estudio.

Nombre científico	Nombre común	Longevidad	
<i>Agrostis sp</i>		Anual	Gramínea
<i>Aphanosteptus ramosissimus</i> DC			Hierba
<i>Aristida divaricata</i> H. & B.	Z tres barbas	Perenne	Gramínea
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Z. navajita banderita		
<i>Bouteloua gracilis</i> (H.B.K.) Lag. Ex Steud	Z. navajita azul	Perenne	Gramínea
<i>Bouteloua hirsuta</i>	Z. navajita velluda	Perenne	Gramínea
<i>Bouteloua scorpioides</i> Lag.	Z. navajita aguja	Perenne	Gramínea
<i>Buddleia scordioides</i> H. B. K.	Hierba del perro	Perenne	Arbustiva
<i>Chloris virgata</i> Sw.	Z. barba de chivo	Aual	Gramínea
<i>Cyperus sp</i>		Perenne	Hierba
<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornen) Link	Zacate amor	Anual	Gramínea
<i>Eryngium heterophyllum</i> Engeln.	Hierba del sapo	Perenne	Hierba
<i>Haploppapus venetus</i> (H. B. K.) Blake	Escobilla, Damiana	Perenne	Subarbustiva
<i>Lycurus pheoides</i> H. B. K.	Zacate lobero	Perenne	Gramínea
<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	Zacate hoz	Perenne	Gramínea
<i>Muhlenbergia rigida</i> (H. B. K.) Kunth.	Zacaton	Perenne	Gramínea

APÉNDICE 2. Cambios de peso (Kg), de los ovinos por período.

