

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
División Ciencia Animal
Departamento Recursos Naturales Renovables**

**Efecto de Apacentamiento de Bovinos Sobre las Características Físico-Químico
de Suelos Ganaderos**

POR:

CIRO GARCÉS FUENTES

TÉSIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

MC. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera

Presidente

MC. Alejandro Cardenas Blanco

Sinodal

MC. José Hernandez Dávila

Sinodal

El Coordinador de la División Ciencia Animal

Ing. José Rodolfo Peña Oranday

Buenavista, Saltillo Coahuila México. Diciembre del Año 2002

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la vida y haberme permitido consolidarme como un profesionalista para llegar a ser una persona de provecho, y portodo lo que a través de mi vida me ha dado.

A mi Alma Terra Mater:

Por la formación recibida, y por tratarme siempre como si estuviera en mi casa todo mi agradecimiento.

A mis padres:

Yolanda y Ciro.

Por haberme traído al mundo, por sus cuidados y atenciones, por sus desvelos y preocupaciones y por todo su apoyo y esfuerzo brindado incondicionalmente el cual nunca terminare de pagarles y agradecerles.

A mi hermana:

Míldred.

Por todas las veces que me explico temas que se me complicaba aprender y por todos los consejos para que fuera cada vez mejor.

A mi esposa:

Lupita.

Por darme los hijos mas hermosos del mundo, darme la oportunidad de ser padre y ser la mujer de quien yo me enamoré, al igual que por su apoyo incondicional para la conclusión de mis estudios profesionales con todo mi amor, cariño y respeto muchas gracias.

A mis hijos:

Sebastián Alonso y Angel David.

Por ser mi máxima motivación de ser alguien en la vida y triunfar; y siempre darme la sonrisa que he necesitado cuando he sentido que ya no puedo más con mucho cariño, gracias hijos.

A mis suegros:

Martha y Homero.

Por haber permitido que fuera parte de su vida y familia y tratarme siempre de la mejor manera, también por siempre haber estado pendiente de mi familia y de mi persona, y por nunca dejarme solo cuando los he necesitado mi más sincero agradecimiento.

A mis compadres:

Marcela y Hugo.

Por su amistad y cariño brindado en todo momento sin excepción alguna e incondicionalmente, mi agradecimiento hacia ustedes.

A mi cuñado y concuña:

Xóchitl y Edgar.

Por todo su apoyo para que yo pudiera realizar mis trabajos, por la ayuda recibida en cuestión de el trabajo y por su amistad y apoyo, gracias.

A mis sobrinos:

Mariana, Edgar y Gabriel.

Por ser la alegría de todos nosotros y por su inocencia y gracia que hace que me esfuerce por salir adelante, gracias.

A todos mis maestros:

A todos ustedes y de los cuales no menciono los nombres por la gran cantidad de ellos mi más sincero agradecimiento.

A mi asesor principal, MC. Alvaro Fernando Rodríguez Rivera por su apoyo brindado para la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos:

Por su amistad y por compartir las enseñanzas de la vida juntos y por los tropiezos y sustos que llevamos con las materias de nuestra carrera y por la ayuda brindada en diferentes momentos y situaciones muchas gracias.

A quienes apoyaron el trabajo de campo Sres: Jesus Cabrera Hernandez (aux. de investigación), Francisco de Asís Martínez (ayudante de laboratorio) y Everardo Lucio Reyes (dibujante)

DEDICATORIAS

A Dios:

A mi Alma Terra Mater:

A mis padres:

Yolanda Fuentes Herrera y Ciro Garcés del Angel.

A mi hermana:

Mildred Garcés Fuentes

A mi esposa:

María Guadalupe Amézquita Carreón.

A mis hijos:

Sebastián Alonso y Angel David Garcés Amézquita.

A mis suegros:

Martha Amada Carreón Bazaldúa y Homero Amézquita Cárdenas.

A mis compadres:

Marcela Amézquita Carreón y Hugo César Gutierrez Guillén.

A mi cuñado y concuña:

Xóchitl Barrios Villarreal y Edgar Homero Amézquita Carreón.

A mis sobrinos:

Mariana Gutierrez Amézquita, Edgar Alejandro y Gabriel Amézquita Barrios.

A todos mis maestros:

A todos mis amigos y compañeros:

Y a todos los que por alguna causa o razón del destino ya no están con nosotros también se los dedico.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| CONCEPTO | Página |
|---|---------------|
| INTRODUCCION | 1 |
| Objetivo General | 3 |
| Hipótesis | 3 |
| REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| Características de los sistemas de pastoreo | 5 |
| 1. Continuo | 7 |
| 2. Rotacional diferido | 7 |
| Efecto del sobrepastoreo Sobre las características Químicas del suelo | 8 |
| Efecto del sobrepastoreo Sobre las características físicas del suelo | 12 |
| Compactación | 18 |
| Producción de sedimento | 20 |
| Densidad del suelo | 24 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 27 |
| Rancho Los Angeles | 27 |
| Localización geográfica | 27 |
| Topografía | 28 |
| Geología | 28 |
| Suelos | 29 |
| Hidrología | 30 |
| Clima | 30 |
| Vegetación | 31 |
| Infraestructura | 31 |
| Area de estudio | 32 |
| Características generales Del Ejido "Tanque de Emergencia" | 32 |
| Metodología | 33 |
| Variables complementarias | 33 |
| Colecta de muestras de suelo | 34 |
| Material utilizado | 35 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 38 |

| | |
|--------------------------------|-----------|
| CONCLUSIONES | 42 |
| LITERATURA CITADA | 43 |

INTRODUCCIÓN

De los diversos factores inherentes al apacentamiento debe considerarse que éste es un sumario de cuasa que ejercen efectos tanto directo e indirecto en el recurso natural. Por lo que el hombre al manipular el recurso al través del apacentamiento debe considerar el minimizar dicho efecto al través de la planeación de diversas estrategias, mismas que no vayan en detrimento del pastizal por el apacentamiento. Sobre la base de lo mencionado es que el manejo del apacentamiento deberá definirse como la aplicación del ganado en forma apropiada para obtener así un resultado de deseacuerdo a las metas trazadas. Cuyo principal objetivo sea maximizar la producción de carne por

unidad de área de los pastizales. Aún así dicho objetivo no siempre se obtiene. Lo cual es el resultado del proceso de sobrepastoreo efectuada por el manejo de una carga animal continua en los pastizales por varias décadas.

Aquí la principal causante, asociado con esta estrategia es que el animal tiene y se le permite la preferencia sobre ciertas plantas y áreas de apacentamiento. Dichas plantas y sitios reciben un excesivo uso, teniendo como consecuencia la degradación del pastizal. Como tal se manifiesta el sobrepastoreo.

En el norte de México muchos de los pastizales presentan un grado avanzado de sobreuso. El impacto del sobrepastoreo en el recurso pastizal se exhiben en una pérdida de plantas palatables, perdida de cobertura, incremento de otro tipo de especies, incremento de poblaciones de roedores y lagomorfos y compactación del suelo entre otros.

Los cambios mencionados con antelación que ocurren sobre la vegetación y otros organismos afectan de alguna manera la estabilidad del suelo. Por ende, los procesos que se realizan en el suelo se desestabilizan. Entre los que se deben considerar, los procesos de infiltrabilidad y nutrientes en el suelo, los que se ven afectados en su tasa de cambio tanto en la escala tiempo-espacio.

Por lo mencionado se consideró pertinente determinar como propósito de este estudio, probar la hipótesis de que el impacto del sobrepastoreo puede afectar la tasa de cambio de las propiedades físicas y químicas del suelo en un 50%.

Objetivo del Trabajo

Justipreciar el efecto de la carga animal al través del sobrepastoreo, esto, sobre las características fisico-químicas del suelo bajo diferentes historiales de apacentamiento.

Hipótesis

El sobrepastoreo por efecto de carga animal, afecta las propiedades físicas y químicas del suelo.

REVISION DE LITERATURA

Del 92 % de la superficie de pastizales existentes, alrededor del mundo, aproximadamente el 73 % de los pastizales se han transformado en presencia y bajo

la influencia del apacentamiento de los ungulados. El supeditar las especies animal a los potreros de manera continua o rotacional en sus diferentes modalidades de los sistemas de apacentamiento ha ocasionado una seria alteración de la composición y/o cobertura de la composición botánica de los potreros (Warren *et al.*, 1986).

La disminución de la productividad del suelo (sitio), se afecta por consecuencia de diversas inconstantes las que inciden de alguna manera en las características del suelo, entre éstas se hayan las que pueden acelerar los procesos de erosión que redundan en la disminución misma de la productividad del sitio, lo cual por ende, incrementa producción de sedimento, disminuye capacidad de infiltración e infiltrabilidad, de los suelos y como consecuencia de ello, aumento en escurrimiento por la desaparición de la cobertura vegetal (Rauzi y Hanson, 1966).

Sánchez (1984), al evaluar los efectos del uso de pastizal por el ganado en áreas arbustivas de la cuenca El Plateado, Zacatecas, señala que las variables más relacionadas al proceso de infiltración fueron la cobertura foliar y la biomasa de zacates, y la presencia de zacates estoloníferos tiende a incrementar la cobertura foliar e indirectamente la infiltración.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO

La evolución de la ciencia del manejo de pastizales como tal, en cuanto a sistemas de pastoreo ha sido una respuesta a las necesidades del hombre por tratar de componer y/o limitar la degradación del recurso natural a través de la deficiente

utilización del mismo por el apacentamiento animal, la cuál tiene lugar por efecto del pisoteo, remoción de follaje en pié ya sea por consumo, paso del animal u otros (Gifford, 1984).

En las épocas actuales, debido al afán delimitacionista en cuanto a sus propiedades, provocó el que los recursos naturales se degradarán, tanto a nivel paisaje como a nivel manchón en los potreros, por lo que al paso del tiempo el hombre ha tenido que retribuir “factores” que se han perdido, dado el inapropiado uso del pastizal (McGinty *et al.*, 1979).

Heady en (1975), menciona que el efecto físico causado por los animales en los ecosistemas de pastizales, llega a ser de manera permanente, así mismo el vigor de los sistemas de pastizales probablemente depende de las condiciones físicas favorables así como de una adecuada cantidad de nutrientes y energía de las especies de plantas dominantes en el pastizal.

Por lo mencionado pudiese decirse que el apacentamiento continuo no debe considerarse como un sistema, dado que este condesciende la estancia de los animales durante todo el año en el potrero. Los sistemas de apacentamiento más comúnmente utilizados son: rotacionales (diferido y estacional), alta intensidad baja frecuencia y administración holística del recurso.

Características de los sistemas de pastoreo.

1. Continuo

En el caso que consintieramos en llamar a éste, como sistema de apacentamiento, las características del mismo es que, permite la estancia de los animales durante todo el año, o sea los 365 días del año, aunado a esto es que los potreros no tienen rotación, ya sea por estación o período alguno, adjudicándose su carga animal en función a la superficie del potrero, producción de forraje, a través del tiempo las cargas animal utilizadas más comúnmente son; alta, media o baja (Heady, 1975).

2. Rotacional diferido

La manera de utilización del pastizal estriba en el uso del pastizal con un descanso posterior por espacio de una estación o bien, que el mismo potrero sea diferido en su uso, es básico que este sistema se use e implemente con al menos tres potreros. Para la capacidad de carga se debe considerar la superficie global del predio, con diferimientos de entre tres a seis meses (Wood y Blackburn, 1981; Wood *et al.*, 1989).

Efecto del Sobrepastoreo sobre las Características Químicas del Suelo.

Rauzi (1960) analizó el impacto del pisoteo animal en un pastizal de Dakota del Norte, en suelos de textura arenosa, donde se tenía una buena y regular condición del pastizal, observándose que en el potrero con buena condición (2.820 lb/acre) y 2.530 lb/acre de materia orgánica es tasas de infiltración 3.02 pulg. /hr. que el potrero con menores producciones de forraje, de esto concluye que las mayores tasas de infiltración están en función de una mayor cobertura vegetal. Así mismo hace una interesante asunción en relación al mantillo, ya que dice que este es el factor primario en determinar la infiltración del agua de lluvia y por ende en prevenir la erosión, y que los potreros con baja condición tienen menores tasas de consumo de agua, esto es debido también al uso pesado de pastoreo el cual disminuye la cantidad de vegetación en pie y de existencia de mantillo, lo que desnuda el suelo, exponiéndolo a la acción de la lluvia.

Warren y col. (1986a), en diversas investigaciones realizadas compararon las tasas de infiltración en pastas sujetas a densidades de carga (Ha/UA/año) variables, y determinadas por el número de utilización que se le dio a cada potrero más que por la intensidad de carga, en un sistema de pastoreo rotacional intensivo. Los resultados mostraron que de una manera general, las pastas con mayor densidad de carga exhiben la menor tasa de infiltración debido a la compactación que tiene lugar en el terreno por parte del ganado; sin embargo los resultados del trabajo no pueden soportar la hipótesis de que, un incremento en la densidad de carga (Ha/UA/año), manipulando tamaño y/o número de potreros tenga consecuencias hidrológicas que sean significativas. En el sistema de pastoreo de rotación intensiva, la infiltración

decrece significativamente después del típico pisoteo periódico de este sistema; el efecto deteriorante del pastizal por parte del ganado generalmente aumenta cuando se incrementa la capacidad de carga y por lógica los daños son mayores cuando el suelo está húmedo.

Lusby (1970), encontró que la disminución de la vegetación en áreas apacentadas, incrementando la cantidad de suelo desnudo, afectaron las tasas de infiltración e incrementaron en los escurrimientos superficiales, con diferencias hasta por un 41 por ciento entre áreas apacentadas y sin apacentar. En un sistema rotacional diferido de 4 pastas, en un sistema continuo y en una exclusión, al estudiar las tasas de infiltración, la vegetación y el manejo de apacentamiento.

Naeth y Chanasyk (1995), determinaron que el sobrepastoreo puede producir un profundo impacto sobre el paso del agua al suelo, lo cual influye sobre la infiltración por el pisoteo y la evapotranspiración por los efectos de defoliación. Mencionan que los cambios hidrológicos en pastizales están frecuentemente asociados con sobrepastoreos, aún cuando estos cambios no se incrementen linealmente con intensidades de apacentamiento.

La importancia del suelo como un reservorio de nutrientes y humedad para la producción de forraje ha sido reconocido desde el principio del manejo de pastizales como una ciencia. (Klemmedson, 1970). Johnston, *et al.*, (1971); estudiaron el efecto que tiene el pastoreo por largos periodos en suelos de pastizales predominantemente de Festuca, a los cuales se les aplicó cuatro tasas de apacentamiento: Ligero (0.8 ha/UAM) moderado (0.6 ha/UAM), fuerte (0.4 ha/UAM) y muy alto (0.2ha/UAM), once años después de haberse iniciado este estudio, el deterioro de la vegetación fue tan fuerte en este último tratamiento, que la estación de pastoreo varió de 2.5-4

meses. El efecto en la vegetación fue la drástica disminución en la producción de forraje y/o número de plantas por m² de gramíneas e incremento de especies arbustivas, favoreciendo esto la denudación del suelo. El efecto del pisoteo en el suelo tuvo un cambio muy significativo en coloración, (negro en pastoreo ligero y claro en pastoreo fuerte) humedad (alta en pastoreo ligero y baja en pastoreo fuerte), temperatura (baja en pastoreo ligero y alta en pastoreo fuerte), materia orgánica y contenido de fósforo (alto en pastoreo ligero y bajo en pastoreo fuerte). Las asunciones al respecto es que la tasa de consumo animal no permite una adecuada reintegración de material foliar al suelo como mulch o mantillo. En este estudio se observó que existe un desarrollo de una biosecuencia de los perfiles del suelo en las áreas pastoreadas, así los suelos fueron cambiando de color de manera progresiva del negro (pastoreo ligero), al gris muy oscuro (pastoreo moderado), café grisáceo muy oscuro (pastoreo fuerte), hasta café oscuro en el pastoreo muy fuerte. El valor tan variable existente está relacionado con alteraciones en el material parental asociado este con la cantidad y distribución de materia orgánica, esto como una función de la interacción de clima-vegetación, dentro de los comentarios importantes dicen que la decoloración del suelo empieza a ser más brillante en la medida en que el pastoreo es más intenso, esto probablemente refleja un incremento en uso de vegetación y pérdida de materia orgánica debido a la lógica presión de pastoreo lo que se refleja en erosión del suelo, por último mencionan que el cambio en las características del suelo en el pastoreo muy fuerte (cambio de color del negro al café oscuro) pH de 5.7 a 6.2 baja en contenido de M.O. y humedad e incremento en la temperatura del suelo, lo cual redundará en disminución de producción de forraje, por ende menos mulch en la

superficie y menor peso de raíces. Concluyendo o dando paso a uno de los dogmas en manejo de pastizales; que el sobrepastoreo de pastizales nativos resulta en la creación de una condición artificial de sequía fuerte.

Efecto del Sobrepastoreo Sobre las Características Físicas del Suelo.

Smoliak *et al.* (1972), estudiaron el efecto de carga animal (ligera, moderada y fuerte) en los cambios de vegetación y suelo determinando, que existe un incremento en el peso de partes de plantas que son incorporados al suelo por efecto de pisoteo, y que en la medida en que se incrementa la presión de pastoreo se incrementa el perfil del suelo en los 0-15 cm. si bien no existe una diferencia significativa en los 15-30 y 30-45 cm. de profundidad, disminuyendo drásticamente en los 45-60 cm. de profundidad, así mismo el porcentaje total de carbono, acidez y la proporción de C/N se incrementó, mientras que porcentaje de humedad, pH del suelo y calcio y sodio intercambiable disminuyó con un incremento en la intensidad de pastoreo, no existió diferencia en color, textura, tensión de humedad, densidad, N y P total y disponible K intercambiable y capacidad de intercambio de cationes. La cantidad de polisacáridos en el horizonte Ah se incrementó de manera significativa con un incremento en la intensidad de pastoreo, concluyendo que un pastoreo fuerte continuado cambia no solamente la composición en especies vegetales del potrero (*Stipa-Bouteloua*), sino también las características del suelo en el horizonte Ah lo cual induce una reducción en la profundidad del desarrollo de las raíces.

Schmutz (1971), menciona que durante la época de crecimiento las tasas de infiltración disminuyeron cuando se tuvo un uso intensivo del pastizal en comparación con un uso mínimo del recurso, atribuibles al efecto del apacentamiento al modificar las condiciones del suelo.

En el este de Nebraska se ha observado una disminución en la productividad de forraje por pastos, en tanto que se tiene un incremento en la población de especies de arbustivas, asimismo se tiene que el caminamiento por animales provoca un cambio en las características físicas del suelo en los potreros, y como consecuencia la tasa de infiltración provoca posteriormente la degradación de la productividad del sitio. Algo similar fue estudiado por McCarty y Mazurak en (1976), en suelos Aquic Argiudoll, con un grosor de 20-30 cm. de buena condición física, de esto se obtuvo que; la densidad del suelo (g/cm^3) fue mayor en suelos bajo el sistema de pastoreo continuo, que en pastoreo rotacional diferido, y descansado (1.23, 1.15, 1.08), el porcentaje de porosidad fue de 52.8, 55.9 y 58.7 para los sistemas de pastoreo continuo, rotacional diferido y descansado respectivamente. El porcentaje de contenido de aire fue de 6.8, 6.3, 7.9 para el continuo, rotacional diferido y descansado respectivamente.

Abdel *et al.* (1987), estudiaron en los sistemas de apacentamiento; continuo, rotacional diferido y corta duración, el efecto del pisoteo animal en la densidad e infiltración del suelo, de lo que determinaron que el sistema de apacentamiento no influencia de manera consistente la densidad del suelo y la infiltración, así mismo la

tendencia en la tasa de infiltración no es igual a las obtenidas por la densidad del suelo, esto parece indicar que la densidad del suelo puede no ser el principal factor que controle las tasas de infiltración, si bien el corta duración puede no tener una clara ventaja en el incremento de la infiltración del agua por la mencionada destrucción de la costra superficial del suelo por efecto del pisoteo animal. Las cargas animal altas, reducen consistentemente la infiltración durante la estación de apacentamiento, lo cual es aliviado durante la estación fría por la baja en actividades del animal.

Dentro del ciclo hidrológico la entrada del agua de manera descendente, (infiltración) en el suelo es uno de los procesos más importantes, y de una importancia por demás crítica para los manejadores de pastizales, ya que la tasa de infiltración del agua influencia el contenido de agua en el suelo, el cual satisface los requerimientos de evapotranspiración para el crecimiento de la planta, ya que el agua actúa como un solvente para la disolución de los nutrientes. Las tasas de infiltración son controladas por características de vegetación, edáficas, climáticas y topográficas, de éstas para el manejador de pastizales la vegetación quizá sea la que mas pueda manipular. El tipo de vegetación y cantidad de cobertura puede modificar la relación suelo-agua de un sitio, en base a lo mencionado, Wood y Blackburn (1981), realizaron un estudio en Seymour Texas, con diversos tratamientos de pastoreo (AIBF, continuo carga moderada y fuerte), para ver el efecto de pastoreo (sistemas de pastoreo) en vegetación, infiltración y suelo, dentro de las variables que influyen la infiltración se incluyen: la estabilidad de los agregados, contenido de materia

orgánica (M.O.), hojarasca, forraje en pié, densidad del suelo, humedad inicial del suelo (capa de 0-3 cm superficiales), cobertura superficial, cobertura de pastos perennes, cobertura total de pastos, de estas las más importantes fueron; la estabilidad de los agregados y contenido de M.O.

McGinty *et al.* (1979) realizaron la evaluación del impacto del pisoteo en las características del suelo en dos sistemas de pastoreo continuo con carga alta (CA) y rotacional diferido con cuatro potreros (RD) y control, los resultados fueron; densidad del suelo 1.28, 1.23, 1.16 para CA, RD y control respectiva/te. El porcentaje de espacio del poro fue 48.6, 50.9, 53.7 % para CA, RD y control respectiva/te. Humedad del suelo fue 19.7, 18.6 y 42.6 % para CA, RD y control respectivamente. Por lo que se concluyó que el pastoreo continuo con carga alta tiene una baja tasa de infiltración y una mayor pérdida de sedimento que el pastoreo rotacional diferido, por lo que se determina que el pastoreo rotacional diferido contribuye a mantener y tal vez a incrementar la condición del pastizal y las condiciones hidrológicas del suelo en el pastizal en comparación al pastoreo continuo con carga alta.

Dormaar *et al.* (1994) estudiaron el efecto del pisoteo en las características del suelo en una comunidad de *Stipa - Bouteloua*, para ello tomaron muestras de suelo a una profundidad de 20 cm. además de la actividad enzimática, de esto se obtuvo que se dio un cambio en especies de vegetación y con ello una subsecuente producción mayor de forraje. En relación a las características del suelo, la humedad fue mayor en el pastizal nativo, en el potrero sin apacentar que en donde se pastoreo (12.7 y 6.6

respectivamente), la densidad en el área apacentada (0-3 cm.) fue mayor que en la área descansada que en el apacentado(1.04 y 0.94 respectivamente). La conductividad eléctrica, el pH, contenido de C, N, NO₃, NO₄ fue mayor en el área apacentado, que en el área descansada (7.8, 7.7, 32.6, 27.9, 2.51,2.12, 5.5,4.6, respectivamente). el contenido de carbohidratos fue mayor en el área sin uso animal que en el usado, la fitomasa de raíces fue de 1350 y 1128 g/cm² para área sin apacentamiento y apacentado respectivamente.

Compactación

Gifford *et al.* en (1977), evaluaron la compactación del suelo apoyándose en varios instrumentos; permeamómetro de aire, medidor de volumen, penetrometro de bolsillo, penetrometro de anillo, y aparato de rayos gamma. Antes de tomar las muestras se compactó el suelo con un aparato adaptado para ello, de los aparatos usados los que ofrecieron más óptimos resultados en la determinación de la densidad del suelo, fueron el permeametro de aire y el penetrometro de anillo. Los resultados fueron; 1.06, 1.22, 1.27, 1.29 gr./cc de densidad en los tratamientos; control, ligero, medio y fuerte respectivamente, obteniéndose los mayores resultados con la aplicación del penetrometro del anillo 22.16, 66.46, 97.58, 115.74, en los tratamientos; control, ligero, medio y fuerte.

La medición de la compactación del suelo es a menudo un problema. La compactación de la fracción mineral en su superficie tiene importantes implicaciones

hidrológicas en términos de reducción en la tasa de infiltración e impacto subsecuente en el crecimiento de la planta. Así se ha observado que el pisoteo del ganado y fauna silvestre puede causar compactación en los suelos de bosques y pastizales. La compactación llega a ser bastante más severa en la primavera cuando el suelo está más húmedo o bien después de las lluvias fuertes. Así cuando la compactación se incrementa, por ende se incrementa el potencial de escurrimiento superficial, con ello el potencial de la erosión se incrementa y en un tiempo dado la composición de las plantas y su cobertura puede cambiar, la compactación del suelo se mide usualmente en términos de la severidad de la compresión del suelo mismo (Gifford *et al.*, 1977)

Producción de Sedimento

Lusby (1970), encontró que la disminución de la vegetación en áreas apacentadas, incrementando la cantidad de suelo desnudo, afectaron las tasas de infiltración e incrementaron los escurrimientos superficiales, claro con algunas diversidades hasta en 41%, entre áreas apacentadas y no apacentadas, esto, bajo un sistema de apacentamiento rotacional diferido de 4 pastas, , además del sistema continuo, y en una exclusión, al estudiar las tasas de infiltración, vegetación y manejo del apacentamiento.

Se ha observado que la arquitectura de las plantas promueve que de alguna manera se dé el pisoteo animal entre los espacios existentes de una planta a otra, dándose este proceso en las diferentes etapas del consumo animal, entre las que se

pueden mencionar; defoliación de las plantas, remoción de nutrientes y redistribución de los mismos a través de la excreta, todo esto da como resultado el que se dé la manipulación mecánica del suelo y material foliar, así en relación a lo anterior Balph y Malecheck (1985), hipotetizan que el ganado Angus prefiere pisar en los espacios existentes entre cada una de las plantas de *Agropyron cristatum* y que esto se debe a la elevación de la superficie del suelo provocada por el tipo de crecimiento de la planta, así mismo entre más elevado es el promontorio menos pisa el animal en ese lugar, de esto se puede asumir que el efecto de pisoteo es mayor en la medida que existan espacios desnudos en el potrero. lo cual promueve una mayor producción de sedimento.

(Blackburn y col., 1981; Busby y Gifford, 1981), señalan que los diversos efectos del uso del recurso natural, ya sea, por efecto de remoción de la misma cubierta protectora y pisoteo animal sobre las propiedades hidrológicas de una cuenca y en un pastizal, tienen un incremento en el impacto de las gotas de lluvia, la disminución del contenido de materia orgánica y de los agregados del suelo, incremento de la costra superficial, dispersión del mantillo y un cambio de las propiedades físicas del suelo, lo cual ocasiona una disminución en la infiltración, esto es, incremento en la producción de sedimento.

Rich y Reynolds (1963) observaron el efecto que tiene el pisoteo en la vegetación esto en base al incremento del escurrimiento en cuatro potreros los cuales tienen una pendiente promedio de 16-25 % con una vegetación mixta de chaparral y

gramíneas, de esto se concluyó que el pastoreo continuo, carga alta y pendientes mayores, reduce la cobertura de los pastos perennes, lo que redundo en una disminución de la infiltración e incremento en el flujo superficial del agua o sea en la producción de sedimento, de lo que se concluye que se tienen menores efectos a menores cargas animal.

Johnston (1962) analizó el efecto de la intensidad del pastoreo y cobertura en la tasa de consumo de agua en un pastizal predominante de *Festuca*, para lo que realizaron pruebas de infiltración, analizaron muestras de suelo (1-6, 6-12, 12-18 pulg.) en cuatro condiciones de pastizal (excelente, muy bueno, bueno, regular), de lo que resultó: la mayor tasa de consumo de agua en 30 minutos fue: 2.24 en la condición excelente y pastoreo ligero y la más baja 1.39 en la condición regular, obteniendo similares resultados en la aplicación de 15 minutos. El total de M.O. fue mayor en la condición excelente y pastoreo ligero 4.9 ton./ha. y la menor en condición regular y pastoreo muy fuerte 1.9 ton. La pérdida de suelo en libras/acre fue mayor en la condición regular y pastoreo muy fuerte (1369) y la menor en la condición buena y pastoreo moderado (18), el contenido de humedad fue 38.1, 30.2, 28.6, 22.4 en la 0-6 pulg. en el pastoreo ligero, moderado, fuerte y muy fuerte respectivamente, disminuyendo ésta en función del incremento de profundidad del suelo. Se observa que se tienen mayores temperaturas en el suelo, siendo éstas en función de una mayor carga animal.

Por otro lado, Warren *et al.* (1986), determinaron el efecto del pisoteo animal en potreros con tres tamaños y cargas animal en la producción de sedimento y tasa de infiltración, de lo que resultó que las tasas de infiltración son mayores y la producción de sedimento es menor, en los interespacios de especies de pastos de porte medio y viceversa en los pastos de porte bajo. Similares resultados se observaron antes de que se permitiera la entrada de los animales al pastoreo en los potreros, cambiando estos resultados posterior a la salida de los animales, dependiendo también estos resultados de las condiciones climáticas de la estación.

Por efecto del pisoteo y tipo de cultura pastoril, se promueve el que la fitomasa en pie existente de herbáceas y arbustivas sea consumida hasta niveles muy por abajo de lo recomendable. por ejemplo, en un trabajo realizado en Pakistán, se observó que la capacidad de infiltración de un suelo estaba en función de la existencia de material foliar, o sea que a 2667, 1434, 1020 y 627 kg./ha de fitomasa se tenía una capacidad de infiltración de 5.22, 4.62, 4.35 y 3.66 cm/hr-1), así también mencionan que el sobrepastoreo afecta no sólo la productividad del sitio, sino también la calidad del agua y la sedimentación de partículas (Bari *et al.* 1993).

Densidad del Suelo

La medición de la densidad del suelo es difícil si el material es grava, piedra u otros materiales presentes en el perfil del suelo. Existe una técnica para estimar ésta en una capa delgada de un centímetro de grueso en suelos no uniformes y con un bajo

contenido de humedad. La técnica consiste en la remoción del suelo en capas poco profundas. En cada capa que es removida, la totalidad de ésta se llena con una cera de parafina derretida para obtener una sola pieza fundida del volumen excavado. La medición de los valores de la densidad obtenido por este procedimiento sirve para comparar los resultados obtenidos por otras técnicas (Frasier y Keiser, 1993).

Lassen *et al.*(1942), citado por Rauzi (1960) menciona que el efecto principal de la compactación del suelo así como de la relación agua-suelo está en función de la reducción del espacio del poro e incremento en la densidad del suelo.

Warren *et al.* (1986), realizaron un trabajo con el fin de comprobar la hipótesis que existe en relación al efecto de hato y la acción de pisoteo en los sistemas de rotación intensiva de pastoreo, para ello el estudio se realizó en un suelo desnudo, para quitar el posible efecto de confusión que pudiera existir en la variabilidad en la cobertura de vegetación y su composición, a lo que aplicaron tres cargas animal (moderado, doble y triple), de lo que determinaron que en los suelos que están desprovistos de vegetación, existe una disminución en la tasa de infiltración e incremento en la tasa de producción de sedimento por efecto del pisoteo típico de estos sistemas de pastoreo, o sea que el dañino impacto del pisoteo se incrementa en la medida en que se incrementa la carga animal, así la densidad del suelo, estabilidad de agregados, distribución del tamaño de agregados y superficie del microrelieve están relacionados a la respuesta hidrológica del suelo por efecto del pisoteo animal.

Gutierrez y col. (1986), señala que la infiltración en un pastizal mediano abierto del Rancho “Los Angeles” se ve influenciada por el porcentaje de materia orgánica, contenido de humedad y porcentaje de arena. Asimismo, cuando la intensidad de lluvia en un evento de precipitación, excede la tasa de infiltración del suelo por unidad de tiempo, entonces se genera un exceso de agua en la superficie la cual provoca que el escurrimiento superficial al rebasar el micro relieve en el sentido de la pendiente (Gutierrez y col., 1996).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho Demostrativo Experimental “Los Ángeles” propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y asimismo en el Ejido “Tanque de Emergencia” los que tienen las siguientes características:

Rancho “Los Ángeles”

Localización geográfica

Se encuentra al sur en el municipio de Saltillo, Coahuila a 34 Km. por la carretera Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas en el Km. 319 y por el camino de terracería que va hacia el ejido “La Hedionda” se recorren 14 Km.

Las coordenadas geográficas son; $100^{\circ} 58'$ y $101^{\circ} 03'$ de longitud W y entre los $25^{\circ} 04'$ y $25^{\circ} 08'$ latitud N (DETENAL, 1970).

Topografía

La altitud dentro del rancho en sus diversos potreros oscila entre los 2100 a 2400 msnm esto es de las partes altas a las más bajas. La superficie total de este predio es de 6184 Ha divididas en 20 potreros de diferentes dimensiones, de una manera general la superficie del rancho está comprendida de aproximadamente por 35% de sierra, 10% de lomeríos y 55% de valles (Arredondo, 1981).

Geología

Sus características principales; zona de rocas sedimentarias, con preponderancia de rocas calcáreas en las colinas y suelos aluviales en el valle. (Serrato, *et al.*, 1983).

La estructura geológica más importante es el anticlinal de carneros, se estima tiene un rumbo este-oeste, con recumbencia hacia el norte. Las formaciones mas

recientes y que se depositan en las depresiones (sinclinales) que se forman entre los anticlinales, se encuentran cubiertas por aluvión (Medina y De la Cruz, 1976).

Suelos

Los suelos de los valles se caracterizan por ser aluviales, se estima que existe una variación en la profundidad de estos desde 2 hasta 25 metros aproximadamente. Los suelos que se hallan en las laderas son coluviales y los de los llanos son diferentes, esto es debido a que el agua percolante tiene una movilización de una manera lateral y no a través del perfil del suelo mismo en forma perpendicular; por ello son los más susceptibles a la erosión. Así mismo los suelos que se ubican en la parte alta de la sierra que corresponden al tipo de vegetación del bosque piñonero, por sus características propias, son suelos forestales con altos contenidos de materia orgánica y humus (Sierra, 1980).

Los suelos se hallan dentro de la clasificación serozem, de origen aluvial de una profundidad somera a profunda (0 a 25 cm). La textura esta entre el rango de franco-arenosa a franco-limosa con estructura laminar, tiene una consistencia ligeramente dura a dura, color gris claro y gris claro en húmedo. El contenido de pedregosidad es aproximadamente de 0-10% y rocosidad de 0-12%, así también existen áreas donde la roca madre llega a aflorar en a la superficie (COTECOCA-SARH, 1979).(figura)

Hidrología

En el área experimental no existen corrientes superficiales permanentes. El grado de erosión en las laderas de las sierras no alto, pues si bien hay cárcavas no son estas profundas, debido tal vez a que la pendiente no es pronunciada y así mismo a una adecuada cubierta vegetal existente.

Clima

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García en 1973, las características climáticas para el área de estudio en el rancho le corresponde la fórmula siguiente:

BSo: Es el más seco de los BS (seco o estepario, dividido en dos subtipos según el tipo de humedad) con un cociente P/T menor de 22.9.

K: Templado con verano cálido, temperatura media anual entre 18 y 22 EC

W: Régimen de lluvias en verano por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco.

Vegetación

La vegetación ha sido reportada por Sierra (1980) y Arredondo (1981).

Infraestructura

Esta es de gran calidad ya que es de postes de tubo y 4 hilos de alambre de púa, en algunas cercas interiores hay postes de madera; en la mayoría de los potreros se cuenta con saladeros bebederos y aguaje. Para manejo de ganado en poca cantidad existe un corral de manejo entre las pastas 5 y 6, se cuenta con una bodega con capacidad aproximada de 40x20x7m., dos casas habitación y una para visitas de estudiantes y otros.

Área de estudio

El presente trabajo se desarrolló en el potrero 20 en el área del pastizal mediano abierto, este es uno de los que colindan con el ejido Tanque de Emergencia y se presta para el propósito de la investigación que nos ocupa.

Características Generales del Ejido “Tanque de Emergencia”

Debido a la similitud existente en lo mencionado con anterioridad para las características del Rancho Experimental Demostrativo “Los Angeles” asimismo a la cercanía en las unidades de muestreo, tanto del Rancho “Los Angeles” como del ejido

es que se considerarán los mismos datos. (excepto de infraestructura).y el área de muestreo se localiza frente al potrero # 18 del Rancho Los Angeles y los cuatro puntos de muestreo en una distancia aproximada de 200 m. a partir de la cerca que los divide.

Metodología

Variables complementarias del muestreo de suelo

Se consideraron factores de; porciento de pedregosidad, pendiente, vegetación dominante, porciento de área desnuda, color de suelo, profundidad del mismo y presencia de canales de erosión en el área de muestreo. (cuadro 1).

Las cantidades de los factores mencionados fueron los siguientes :

Cuadro 1. Variables de muestreo, del suelo en las dos localidades.

| F a c t o r | R. Los Angeles | E. Tanque de Emergencia |
|-----------------------|----------------|-------------------------|
| Pedregosidad (%) | 2 | 4 |
| Suelo desnudo (%) | 25-30 | 65-70 |
| Vegetación dominante | Gramíneas | Gramíneas |
| Color de suelo | Oscuro | Rojizo-oscuro |
| Tamaño de piedra (cm) | 2-4 | 3-6 |
| Afloramiento rocoso | Ninguno | Ninguno |

Colecta de muestras de suelo

Se determinó tomar muestras de suelo a dos profundidades diferentes, de 0-30 centímetros y de 30-60 centímetros y en dos predios distintos para efecto de comparación. Rancho experimental “Los Angeles” y “Ejido Tanque de Emergencia”.

La colecta de las muestras de suelo se realizó en cuatro estaciones de muestreo, localizadas de manera sistemática, en los dos predios, considerándose para cada uno de ellos, similares características de: suelo, se pusieron en bolsas de papel previamente etiquetadas para la posterior realización de las muestras en los laboratorios del Departamento de Suelos de nuestra Universidad.

Dos predios para muestreo, cuatro puntos en cada uno de ellos y muestras de dos estratos de suelo dan un total de 16 muestras a las cuales se les determinó: materia orgánica (M.O. %), nitrógeno total (%) y textura (% arena, % limo, % arcilla).

Material utilizado:

- Bolsas de papel

- Pico y pala
- Papel para anotaciones
- Lápiz

Metodología de muestreo

Para la determinación de la densidad aparente se tomaron otras 16 muestras en los mismos puntos, solo que para ello se utilizó un extractor de núcleos.

Para la realización de los análisis de los suelos se aplicaron las técnicas siguientes:

Para la determinación de materia orgánica y nitrógeno total se aplicó la formula de Walkley-Black:

$$\% \text{ M.O.} = \frac{[\text{K}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{N}) - (\text{vol. FeSO}_4 \times \text{N})]}{\text{gr. Muestra}} \times 0.68$$

La determinación del nitrógeno total se hizo, partiendo de la fórmula anterior, solamente que el porciento de M.O. se divide entre 20 la fórmula es:

$$\% \text{ N.T.} = \frac{\% \text{ M.O.}}{20}$$

La textura se determinó por el método del Higrómetro de Bouyoucos mediante la siguiente fórmula:

$$P = \left[\frac{(1a.lectura EB + R) - (Calib. Temp. + R 2a. lectura)}{gr. Muestra} \right] \times 100$$

Este resultado es el % de Limo + Arcilla, para obtener únicamente Arcilla se aplica la siguiente fórmula:

$$P = \left[\frac{(2a.lectura EB + R) - (Calib. Temp + R 2a.lectura)}{gr. Muestra} \right] \times 100$$

El % de Limo es = (% de Limo + Arcilla) - (% Arcilla).

De igual manera por diferencia se obtiene el % de Arena.

% Arena = 100 - (% de Limo + Arcilla).

Para el cálculo de la D.A. se pesaron previamente las bolsas de papel en las cuales se colectaron las muestras de suelo, se depositaron en la estufa durante 24 horas para su secado; al retirarlas se procedió a pesarlas para luego efectuar los cálculos correspondientes con la siguiente fórmula:

$$D.A. = \frac{\text{Masa de suelo}}{\text{Volumen de suelo}}$$

Donde masa de suelo es = Peso de suelo seco - Peso de la bolsa.

y volumen de suelo es = 133.62 cc. (volumen del extractor de núcleos)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sobre la base de los resultados presentados se observa que existen mayores lixiviaciones de arcillas en función de la profundidad de los suelos, asimismo; en cuanto a localidad de muestreo es mas fuerte en el Rancho “Los Angeles” que en Ejido “Tanque de Emergencia”, según se observa en cuadro 2.

Por otro lado en relación al análisis de densidad aparente, no se obtuvieron diferencias en las dos localidades, respecto al muestreo de 0 a 30 centímetros, asimismo, para el perfil de 30 a 60 centímetros de profundidad (cuadro 2), es por lo tanto que en este espacio de crecimiento radicular (0-30 cm) el mas afectado por el sobre uso del pastizal, por ello, tiene gran importancia en cuanto al desarrollo radicular de las especies de gramíneas y herbáceas dado el tipo de crecimiento de las mismas, aunado ello al tipo de apacentamiento realizado a nivel potrero, en donde debe considerarse la escala espacio-tiempo y factores de tiempo de uso y descanso de acuerdo al sistema de apacentamiento (Holechek 1981).

Por otro lado Flores (1999), encontró resultados similares en densidad aparente (0.9gr/cm^3), de sólidos (2.10gr/cm^3) y espacio poroso, este último se considera en niveles altos y aceptables (54-57%), se asume que esto se debe al alto contenido de materia orgánica en el suelo y es un factor

que propicia el desarrollo vegetal asimismo fue en este sitio donde se presento el menor porcentaje de arcillas el cual fue de 9.38%. Pluhar y col. (1986), obtuvieron resultados similares pues concluyen que este alto porcentaje de arena puede incrementar la entrada al suelo.

Cuadro 2. Características físicas del suelo influenciadas por efecto de sobrepastoreo en un pastizal árido.

| Localidad | Profundidad (cm.) | Arcilla % | Densidad Aparente (g/cc.) |
|----------------------------|-------------------|-----------|---------------------------|
| Rancho Los Angeles. | 00-30 | 8= 40.00 | 8 = 1.20 |
| | 30-60 | 8= 68.12 | 8 = 1.09 |
| Ejido Tanque de Emergencia | 00-30 | 8= 44.40 | 8 = 1.20 |
| | 30-60 | 8= 58.75 | 8 = 1.06 |

Tomando en consideración los resultados aquí obtenidos y en comunión con la tabla de equivalencias que son utilizadas para la interpretación de los datos resultates de los análisis de suelos, en relación al contenido de materia orgánica, es en el Rancho “Los Angeles” donde se encuentra el nivel de medianamente rico en los primeros 30 cm. y mediano en la profundidad 30-60 cm. el ejido “Tanque de Emergencia”, clasificado como rico en el nivel 0-30 cm. y medianamente rico en la profundidad 30-60 cm., (cuadro3).

Resultados similares obtuvo Flores (1999), en relación a la densidad aparente, pues la compactación del suelo fue de (1.0gr/cm³), densidad de sólidos (2.3gr/cm³) y espacio poroso (54%), si bien la textura de la concentración de arcillas fue de un 20.63% la cual se considera una compactación media.

Para el contenido de N total, encontramos al Rancho Los Angeles clasificado como medianamente pobre y pobre, en 0-30 cm. y 30-60 cm. respectivamente. El ejido Tanque de Emergencia clasificado como mediano en los primeros 30 cm. y medianamente pobre en 30-60 cm., (cuadro 3).

Cuadro 3. Características químicas del suelo influenciadas por efecto de sobrepastoreo en un pastizal árido.

| Localidad | Profundidad cm | Materia orgánica % | N total % |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| Rancho "Los Angeles" | 00-30 | 8 = 2.50 | 8 = 0.125 |
| | 30-60 | 8 = 1.69 | 8 = 0.084 |
| Ejido "Tanque de Emergencia" | 00-30 | 8 = 3.08 | 8 = 0.154 |
| | 30-60 | 8 = 2.05 | 8 = 0.102 |

Los resultados de este trabajo en cuanto a la D.A. concuerdan con el estudio realizado por Abdel y colaboradores (1987), quienes estudiaron el efecto del pisoteo animal en los sistemas de apacentamiento continuo, rotacional diferido y corta duración para evaluar entre otras cosas a densidad del suelo, concluyendo al respecto que el sistema de apacentamiento no influencia de manera consistente ésta característica.

En cuanto a las otras características del suelo estudiadas puede observarse que el Rancho Los Angeles está en desventaja y esto puede darse debido a que, en los potreros del Ejido “Tanque de Emergencia”; si bien no tiene en proceso ningún sistema de pastoreo, algunos de los potreros del ejido se hallan en un periodo de recuperación, desde hace aproximadamente 12 años.

CONCLUSIONES

1.-Si bien se observa sobre uso del pastizal a nivel potrero, también se debe aclarar que no existió influencia de manera consistente sobre la densidad del suelo.

2.-En ambas localidades, si existe lixiviación de arcillas a niveles inferiores del suelo por lo que se pronostica la formación de un piso de arado, lo cual tendrá como consecuencia la compactación del suelo.

3.-Dado que en el Rancho “Los Angeles” se utilizan los potreros por largos periodos de apacentamiento o bien el que en los potreros se tenga carga animal alta, se tiene por consecuencia el que las características químicas de estos suelos se encuentran en desventajas en las mismas, lo cual redundará en consideraciones de menor vigor en las plantas.

4.-Que en el Rancho los Angeles existe un mal manejo o que el Ejido Tanque de Emergencia ha sido muy sobre pastoreado y que a la fecha no se encuentre ganado en el área donde se realizó el estudio.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Magid, A., G.E. Schuman, and R.H. Hart. 1987. Soil bulk density and water infiltration as affected by grazing systems. *Journal of Range Management*. 40: 262-264.
- Arredondo, D.G. 1981. Componentes de la vegetación del Rancho Demostrativo “Los Angeles”. Tesis Profesional. UAAAN.
- Balph, D.F., and J.C. Malecheck. 1985. Cattle trampling of crested wheat grass under short duration grazing. *Journal of Range Management*. 38: 226-227.
- Bari, F., M. K. Wood, and L. Murray. 1993. Livestock grazing impacts on infiltration rates in a temperate range of Pakistan *Journal of Range Management*. 46:367-372.
- Blackburn, W.H., R.W. Knight, and M.K. Wood. 1981. Impact of grazing on watershed. National Academy of Sciences Natural Resources. Council Coomitte on developing strategies for rangeland management. El Paso texas. USA. 31p.
- Busby, F.E. and G.F. Gifford. 1981. Effects of livestock grazing on infiltration and erosion rates measured on chained and unchained Pinyon-Juniper sites in Southeastern Utah. *Journal of Range Management*. 34: 400-405.
- COTECOCA-SARH. 1979. Coahuila. 255P.

- Dormaar, J.F., B.W. Adams., and W.D. Williams. 1994. Effect of grazing and abandoned cultivation on a *Stipa-Bouteloua* Community. *Journal of Range Management*. 47:28-32.
- Flores, K. G.J. 1999. La infiltrabilidad con factores de pendiente y sus efectos sobre suelos ganaderos. Tesis Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Dpto. Recursos Naturales Renovables 72p.
- Frasier, G.W., and J. Keiser. 1993. Thin layer measurement of soil bulk density. *Journal of Range Management*. 46:91-93.
- García, E., 1975. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda edición. Instituto de Geografía UNAM México D.F.
- Gifford, G.F. 1984. Vegetation allocation for meeting site requirements In: *Developing Strategies for Rangeland Management*. National research Council/National Academy of Sciences Westview Press. P 35-116.
- Gifford, G.F., R.H. Faust, and G. B. Coltharp. 1977. Measuring soil compaction on rangeland. *Journal of Range Management*. 30:457-460.
- Gutierrez, C.J., y C.M.A., Salazar. 1986. Impacto de la reforestación en la Sierra de Zapaliname sobre las tasas de infiltración. *Agraria, Revista Científica*.2(2): 286-302.
- Gutierrez, C.J., y I.I. Hernández. 1996. Runoff and interrill erosion as affected by grass cover in a semiarid rangeland of Northern Mexico. *Journal of Arid Environment*. 34: 287-295.
- Heady, H.F. 1975. *Rangeland Management*. McGraw-Hill. 460 p.

- Holechek, J.L. 1981. Livestock grazing impact on public lands: A viewpoint. *Journal of Range Management*. 34:251-254.
- Johnston, A. 1962. Effects of grazing intensity and cover on the water-intake rate of Fescue grassland. *Journal of Range Management*. 15:79-82.
- Johnston, A., J.F. Dormaar, and S. Smoliak. 1971. Long term grazing effects on Fescue grassland soils. *Journal of Range Management*. 24: 185-188.
- Klemmedson, J.O. 1970. Needs for soil information in the management of range resources. *Journal of Range Management*. 23: 139-143.
- Lusby, G.C. 1970. Hydrologic and biotic effects of grazing VS non grazing near grand junction Colorado. *Journal of Range Management*. 23(4):256-259
- McCarty, M.K. , and A.P. Mazurak. 1976. Soil Compaction in Eastern Nebraska after 2 years of cattle grazing management and weed control. *Journal of Range Management*. 29: 384-388.
- McGinty, W.A., F.E., Smeins, and L.B. Merrill. 1979. Influence of soil, vegetation, and grazing management on infiltration rate and sediment production of Edward Plateau rangeland. *Journal of Range Management*. 32:33-37.
- Medina, T.,J.G. y J.A. de la Cruz. C. 1976. Ecología y control del perrito de las praderas mexicano (*Cynomis mexicanus* Merriam) en el norte de México. *Monog. Téc. Cientif.* 2(5): 365-414. UAAAN. Buenavista, Saltillo.
- Naeth, M.A. and D.S. Chanasyk. 1995. Grazing effects on soil wather in Alberta Foothills fescue grasslands. *Journal of Range Management*. 48:528-534.

- Rauzi, F. 1960. Water intake studies on range soils at three locations in the Northern Plains. *Journal of Range Management*. 13:179-184.
- Rauzi, F., and C.L. Hanson. 1966. Water intake and runoff as affected by intensity of grazing. *Journal of Range Management*. 19:351-356.
- Rodríguez, R.A.F. 1996. Apuntes Curso de Fotogrametría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Recursos Naturales Renovables. Buenavista, Saltillo Coahuila.
- Sánchez, B.C., 1984. Effects of livestock grazing and exclusion on infiltration rates and sediment yields for different range sites on the Plateado watershed Zacatecas, México. Ph.D. Dissertation. New México State University. Las Cruces, New México.U.S.A. 156p.
- Savabi, M.R., W.J. Rawls, and R.W. Knight. 1995. Water erosion prediction project (WEPP) rangeland hydrology component evaluation on a Texas range site. *Journal of Range Management*. 48: 535-541.
- Scarnecchia, D.L. and M.M. Kothmann. 1982. A Dynamic approach to grazing management terminology. *Journal of Range Management*. 35: 262-264.
- Serrato, S.R., J.G.Medina T. y R.Vasquez A. 1983. Respuesta del pastizal mediano abierto a diferentes sistemas de pastoreo. Monografía Técnico Científica. Serie Recursos Naturales. Vol. 9 Número 1. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 84 p.
- Sierra, T.,J.S. 1980. Identificación de las gramíneas, por sus características vegetativas, del Rancho Demostrativo "Los Angeles". Saltillo, Coahuila. Tesis Profesional.

- Smoliak, S., J.F. Dormaar, and A. Johnston. 1972. Long-term grazing effects on *Stipa- Bouteloua* prairie soils. *Journal of Range Management*. 25: 246-250.
- Schmutz, E.M. 1971. Estimation of range use with grazed class photo guide. Cooperative Extension Service and Agriculture Experiment Station. Bull A-73. The University of Arizona. U.S.A. 15p.
- Warren, S.D., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1986. Soil hydrologic response to number of pastures and stocking density under intensive rotation grazing. *Journal of Range Management*. 39:500-504.
- Warren, S.D., T.L. Thurow, W.H. Blackburn, and N.E. Garza. 1986. The influence of livestock trampling under intensive rotation grazing on soil hydrologic characteristics. *Journal of Range Management*. 39: 491-495.
- Wood, M.K., and W.H. Blackburn. 1981. Grazing systems: Their influence on infiltration rates in the Rolling Plains of Texas. *Journal of Range Management*. 34:331-335.
- Wood, M.K., W.H. Blackburn, and T.K. Hunter. 1989. Infiltration and runoff water quality response to silvicultural and grazing treatment on a Longleaf Pine Forest. *Journal of Range Management*. 42(5): 378-381.

