

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN INGENIERÍA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO**



**EL PASTOREO COMO FACTOR DE CAMBIO EN EL USO DE SUELO Y
SU IMPACTO EN EL CONTENIDO DE NITRÓGENO Y CARBONO
DEL PASTIZAL SEMI ARIDO.**

POR:

ONORIO AGUIRRE GARCÍA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN SUELOS

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, OCTUBRE 2011

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO

EL PASTOREO COMO FACTOR DE CAMBIO EN EL USO DE SUELO Y SU
IMPACTO EN EL CONTENIDO DE NITRÓGENO Y CARBONO DEL PASTIZAL
SEMI ARIDO

POR:

ONORIO AGUIRRE GARCÍA

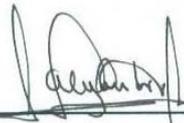
TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

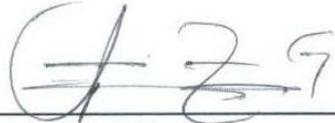
INGENIERO AGRÓNOMO EN SUELOS

APROBADA


DR. RUBÉN LÓPEZ CERVANTES
PRÉSIDENTE DEL JURADO


MC. ALEJANDRO CARDENAS BLANCO


DR. ALVARO F. RODRÍGUEZ RIVERA


MC. LUIS RODRÍGUEZ GUTIERREZ
COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA



Unidad de
Ingeniería

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO, OCTUBRE 2011

ÍNDICE

Concepto	Página
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	3
Hipótesis	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Infiltración (definición)	4
Estudio a nivel de cuencas hidrológicas	11
Cilindros	11
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Sitio de estudio	16
Metodología para la determinación de los factores de la evaluación	16
Infiltrabilidad	16
Muestreo de suelo	17
Estimación de característica del suelo	17
Característica de vegetación	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
Densidad aparente (Da)	21
Porosidad	22
Materia orgánica (MO), nitrógeno (N), y carbono (C)	23
Infiltrabilidad	25
CONCLUSIONES	28
LITERATURA CITADA	29

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Rancho "Los Ángeles" propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, específicamente en el potrero número 18.

El objetivo general del trabajo fue determinar el efecto del pastoreo animal en el suelo, en tres tipos de vegetación con predominancia en cada una de ellas: arbustivas de porte alto, arbustivas de porte bajo y gramíneas.

El objetivo específico fue determinar el efecto del pastoreo animal en el tipo de vegetación con predominancia en; arbustivas de porte alto, arbustivas de porte bajo y gramíneas. Se realizaron cuatro muestreos por cada tipo de vegetación, en cada línea se realizaron determinaciones de infiltración usando los anillos, asimismo de cada estimación de infiltración se tomó muestras de suelo a una profundidad de entre 15 y 20 cm. con sitios de infiltrabilidad bajo dosel en tres tipos de vegetación e inter espacios de las mismas

Las variables consideradas para determinar las características físicas fueron; textura, densidad aparente (D_a), porosidad (P), conductividad eléctrica (CE), pH, también se tomó en cuenta de igual forma la determinación de contenido de materia orgánica (MO), carbono orgánico (CO) y nitrógeno total (NT).

De los resultados obtenidos se concluye que: La mayor conductividad eléctrica (CE) se presentó bajo dosel de la gobernadora ($269.75 \mu S \text{ cm}^{-1}$), y la menor en el inter espacio de la gobernadora ($134.875 \mu S \text{ cm}^{-1}$). La mayor densidad aparente (DA) se presentó en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén (1.07 gr./cm^3) y la menor también fue en el inter espacio del sitio de las plantas de gramíneas (0.52 gr/cm^3). La mayor porosidad se presentó bajo dosel del sitio de las plantas de gobernadora y la menor se presentó en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén y del sitio de las plantas de gramíneas con (60 %) respectivamente. La mayor materia orgánica (MO) se presentó bajo el dosel del sitio de las plantas de hojásén (19.05 %) y la menor se registró en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén (3.09 %). El mayor nitrógeno total (NT) se

presentó bajo dosel del sitio de las plantas de hojásén (0.95 %), y la menor se registró en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén (0.15 %). El mayor contenido de carbono orgánico (CO) se presentó bajo dosel del sitio de las plantas de hojásén (11.05 %), y el menor contenido se registró en el inter espacio del hojásén (1.79 %). El mayor pH del suelo se presento en el sitio de inter espacio de la gramínea (7.74) y la menor se encontró en el hojásén bajo dosel y del inter espacio que fue de (7.50) respectivamente. La tasa de infiltración más alta obtenidas de los sitios muestreados fue la del hojásén bajo dosel (34.72 cm/hr), y la más baja fue la gramínea bajo dosel (25.62 cm/hr).

AGRADECIMIENTOS

- A mis docentes profesores por ayudarme en buscar en mí el objeto del saber, al compartir su pasión por enseñar conocimientos en contenidos teóricos, empíricos, científicos, históricos, matemáticos, técnicos y lingüísticos, en las ciencias de la agronomía y que fueron parte esencial para mi formación profesional.
- A mis amigos y compañeros de carrera y también a los de mis actividades extracurriculares y de formación universitaria.
- A mis asesores por haberme guiado en este trabajo.
- A mi asesor principal Dr. Rubén López Cervantes por su comprensión y sugerencias transmitidas.
- Al MC. Alejandro Cárdenas Blanco por su apoyo en la realización del presente trabajo de investigación
- Al Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera en especial por antes de ser mi maestro es un gran amigo, gracias al apoyo brindado en la Asesoría y elaboración de este trabajo.
- A mi Alma Mater y sus colores por darme la oportunidad de ser un profesionalista en mi vida.

DEDICATORIA

- A mis primeros maestros, mis padres
 - + Rogelio Aguirre Arreazola y Francisca García Pérez por su paciencia y esfuerzo, y brindarme su apoyo moral e incondicional, además de inculcarme a concluir mi estudio profesional.
- En especial este trabajo es en memoria de mi Padre ya fallecido hace 10 meses, que me sigue guiando y brindando las compañías adecuadas para mi futura vida.
- A mi Esposa Zaira Isabel Flores de Aguirre por su comprensión, cariño y apoyo, a mis hijos:
 - Andrea
 - Regina
 - Ernesto

Quienes son los que me dan fuerza y alegría para seguir desarrollándome profesionalmente.

- A mi hermano Francisco y mí cuñada Ana María y a mis sobrinas Meliza y Anneth que son parte esencial en mí Familia.

" De todas las ocupaciones de las que se deriva beneficio, no hay ninguna tan amable, tan saludable y tan merecedora de la dignidad del hombre libre, como la Agricultura".

Cicerón

INTRODUCCIÓN

La urgencia del pastoreo comunal y la descomposición rápida de la fitomasa reducen la cubierta entre espacios de arbustos en el Norte de México y de manera específica en el norte de Coahuila.

Pues no se ha analizado adecuadamente el efecto del pastoreo al inicio y término de la temporada de pastoreo estacional, en el que se considere la causa efecto bajo el dosel de la planta así como en los espacios desnudos entre plantas.

Los factores que determinan la compactación y la erosión del suelo son una consecuencia de interacciones complejas de las características de la vegetación y del suelo (Thurow *et al.*, 1986). La condición hidrológica es reflejada por las tasas de infiltración y la erosión de las regiones intermontanas, que integran dichos factores del suelo y de la vegetación. El pastoreo intenso se ha demostrado por la alteración de las características superficiales del suelo y de la vegetación en una variedad de sitios y de comunidades de la planta (Blackburn *et al.*, 1982).

En algunas partes del mundo se ha tenido que incrementar las poblaciones de ganado como en Somalia, en un intento por resolver las necesidades de la población humana pastoral. Esto ha dado lugar a un uso del pastizal con mayor frecuencia e intensidad del pasto que puede dar lugar a una declinación de la estabilidad relativa entre el disturbio y la recuperación del recurso (Warren *et al.*, 1986a).

Ha sido documentada una disminución en la cubierta y un cambio en la composición de arbustos y hierbas perennes a hierbas anuales consecuencia de la intensidad y severidad de uso de los pastizales a nivel especie vegetal y asimismo en partes de las plantas que sufren severas defoliaciones en Somalia central (Herlocker *et al.*, 1987, 1988). Las tendencias sucesivas en comunidades de plantas son proporcionales a la intensidad de pastoreo, por lo que los cambios más severos ocurren en lugares en los que se realizan pastoreos con carga animal altas (Ellison 1960). Las características hidrológicas de un pastizal están en función de la cubierta vegetal y la cosecha del forraje por el diente animal (Blackburn 1984). La forma de crecimiento de la vegetación es también un determinante importante en la hidrología del pastizal, ya que según se ha observado que la erosión es menor bajo el dosel de los árboles y arbustos, seguidos de las áreas

ocupadas por pastos de porte mediano y después de pastos de porte bajo, y finalmente de las especies de pastos estoloníferos y rizomatosos y por último en las áreas denudadas (Blackburn 1975; Thurow *et al.*, 1986). Cambios en la composición de las especies en los pastizales causan la desaparición de especies de gramíneas u otras de los pastizales los cuales son indicadores importantes de la condición del pastizal (Dyksterhuis 1949), ello se debe a la correlación existente entre la disminución de cobertura vegetal con el incremento de la erosión (Walker, 1974).

Las plantas invasoras reducen la capacidad del ecosistema para proveer los bienes y servicios requeridos por la sociedad, alteran los procesos ecológicos y pueden desplazar especies vegetales deseables, las cuales pueden reducir la calidad del hábitat de la fauna silvestre, el valor económico del pastizal y los retornos netos de la empresa (Walker y Smith, 1997).

El almacenamiento de nitrógeno y carbono en el suelo del pastizal está en función de la producción de mantillo y biomasa radical, pues se ha determinado que la intensidad de pastoreo en carga animal (Mapfumo *et al.*, 2000) y frecuencia de pastoreo afecta las reservas de nitrógeno y carbono (Mapfumo *et al.*, 2002). El cambio de uso del suelo se puede dar por pastoreo, ya sea por carga animal alta o moderada, o bien por la localización del aguaje en el potrero, ya que dependiendo del sistema de pastoreo se causa denudación del suelo por efecto de pisoteo en las áreas alrededor del aguaje (Fusco *et al.*, 1995). Por efecto de fuego al realizar el control de alguna planta indeseable en el pastizal (Gay *et al.*, 1997). Asimismo el pisoteo, el consumo y la deposición de excretas por el animal, dañan el pastizal, por otro lado, la salida de nutrientes por la producción de carne en pastizales afecta el estatus nutricional del mismo (Lavado, *et al.*, 1996). Aunque se ha concluido que el pastoreo tiene efecto positivo sobre la densidad del suelo en comparación con potreros no utilizados (Berg *et al.*, 1997).

Objetivo general

Determinar el efecto del pastoreo animal en suelo, en tres tipos de vegetación con predominancia cada una de ellas: arbustivas de porte alto, arbustivas de porte bajo y gramíneas

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto del pastoreo animal en el tipo de vegetación con predominancia de arbustivas de porte alto
2. Determinar el efecto del pastoreo animal en el tipo de vegetación con predominancia de arbustivas de porte bajo.
3. Determinar el efecto del pastoreo animal en el tipo de vegetación con predominancia de gramíneas

Hipótesis

El efecto del pastoreo en la infiltrabilidad, estará en función del tipo de vegetación y cobertura del suelo, por lo cual bajo el dosel de las plantas, las tasas de infiltrabilidad serán mayores y en áreas de suelo desnudo serán menores.

Palabras Claves: Cambio uso suelo, pastoreo animal, mineralización, carbono

REVISION DE LITERATURA

Infiltración (Definición)

La infiltración es el movimiento o paso del agua a través de la superficie del suelo. Lo cual es un proceso muy importante en los estudios relacionados con el manejo de pastizales, ya que las tasas de infiltración o como se definió anteriormente, cantidad de agua absorbida por el suelo por unidad de tiempo, determinan el contenido de humedad en el suelo, lo cual es un parámetro muy importante que puede satisfacer o no las necesidades hídricas para el mejor desarrollo de las plantas (Wood y Blackburn, 1981b).

La infiltración es un proceso por medio del cual el agua pasa del medio ambiente externo al interior del suelo a través del mismo. (Gutiérrez y Dueñez, 1988). Por otra parte la tasa de infiltración es la cantidad de agua absorbida por el suelo por unidad de tiempo (Branson *et al.*,1981).

Es muy común la utilización de la tasa de infiltración en gran parte de los estudios que se relacionan con la infiltración y se ha determinado que está en función del porcentaje de humedad contenida en el suelo en un momento determinado, siendo por lógica la tasa de infiltración, mayor, cuando el suelo está seco y por lo tanto menor cuando aumenta el contenido de humedad del suelo, hasta llegar a un valor final y muy pequeño denominado infiltración básica, o infiltración final. (Hillel, 1971), señalan que el conocimiento de los procesos de infiltración se determina por las propiedades del suelo y por la eficiencia del manejo del agua y del suelo.

Horton (1933), menciona que la capacidad máxima de infiltración para cualquier evento dado ocurre al comienzo de la misma, y generalmente la tasa de infiltración es alta cuando el suelo esta seco, y decrece rápidamente debido a los cambios de estructura de la superficie del suelo por el incremento de contenido de humedad del suelo.

El porcentaje de humedad disponible para las plantas esta en función del proceso de infiltración, además juega un papel importante en la cantidad de agua que pueda producir una cuenca bajo condiciones de aridez, por lo cual su conocimiento básico para un manejo eficiente del suelo y agua (Hillel, 1971; Gutiérrez *et al.*,1979).

La capacidad del suelo de absorber el agua de lluvia es lo más importante en la producción de forraje y en el control de la erosión en las épocas de avenidas. Las características del suelo y del pasto así como del apacentamiento por manejo de ganado y su acción sobre la cobertura vegetal, son los factores más importantes en la determinación de la infiltración. Estos factores asociados con el clima predominante de la región, determinan la cantidad de lluvia que podrá ser absorbida y retenida por el suelo (Dyksterhuis *et al.*,1972).

La infiltración juega un papel muy importante en la determinación de la cantidad de agua que puede producir una cuenca como recarga de humedad en el suelo (Kramer, 1969). Además, las tasas de infiltración, determinan la cantidad de agua que entra en el suelo, así como también la cantidad de exceso de lluvia que producirá escurrimiento, por eso el conocimiento del proceso de infiltración es necesario para el manejo eficiente del agua y del suelo (Gutiérrez *et al.*,1979).

Gutiérrez y col. (1986), señala que la infiltración en el pastizal mediano abierto del Rancho "Los Ángeles" es influenciada por el porcentaje de materia orgánica, contenido de humedad y porcentaje de arena. Cuando la intensidad de la lluvia de un evento de precipitación, excede la infiltración del suelo en un tiempo dado se genera un exceso de agua en la superficie que causa el escurrimiento superficial al rebasar el micro relieve en el sentido de la pendiente (Gutiérrez *et al.*,1996).

Dee y col. (1966), encontraron que los rangos de infiltración varían para las diferentes comunidades de plantas. En áreas dominadas por *Bouteloua gracilis*, absorbieron mayor cantidad de agua en dos horas (21.33cm.), que en otras áreas donde crecieron hierbas anuales y otros zacates como *Chloris verticillata* Nutt. (14.22cm.), y *Buchloe dactyloides*. (12.29 cm), además, menciona que la profundidad de la infiltración fue mayor en las especies *Andropogon sacharoides* (6.17 cm/hr), *Sporobolus cryptandrus* (5.28 cm/hr) y *Bouteloua gracilis* y menor en *Buchloe dactyloides* (2.13cm/hr) y otras especies.

Los cambios en el tipo de vegetación, las modificaciones en la cubierta y las intensidades de pastoreo también pueden dar como resultado cambios correspondientes en el régimen hidrológico. Estos cambios pueden ser beneficiosos o desastrosos. Los cambios beneficiosos son más conducentes al pastoreo máximo de ganado en forma sostenida que los cambios desastrosos. En general, la infiltración aumenta y el escurrimiento y la erosión disminuyen con el mejoramiento de la condición del pastizal.

Leithead (1959) encontró que el escurrimiento aumentaba en el área del "Davis Mountain Big Band" en Texas, a medida que se deterioraba la condición del pastizal y se hacía más lenta la absorción de la humedad por el suelo. Se llegó a la conclusión de que un sitio de pastoreo en buenas condiciones podía absorber humedad entre cinco y seis veces más rápido que el mismo sitio en malas condiciones. Allred (1950) demostró que la tasa de infiltración de lluvia disminuía drásticamente con la reducción de la cubierta vegetal y de materia orgánica (cuadro 12). La tasa de infiltración en el suelo desnudo sólo alcanzó a 0,5 pulgadas por hora en comparación con una tasa de 1,0 pulgada por hora en tierras de pastoreo protegidas por 750 libras de forraje y material orgánico por acre, y 9,4 pulgadas por hora en tierras de pastoreo con 5.800 libras de material vegetativo por acre.

La infiltración se define como el proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas inferiores. Muchos factores del suelo afectan el control de la infiltración, así como también gobiernan el movimiento del agua dentro del mismo y su distribución durante y después de la infiltración. Si se aplica agua a determinada superficie de suelo, a una velocidad que se incrementa en forma uniforme, tarde o temprano se llega a un punto en que la velocidad de aporte comienza a exceder la capacidad del suelo para absorber agua y, el exceso se acumula sobre la superficie, este exceso escurre si las condiciones de pendiente lo permiten (Vélez et al, 2002).

Entonces la capacidad de infiltración conocida también como "infiltrabilidad del suelo" es simplemente el flujo que el perfil del suelo puede absorber a través de su superficie, cuando es mantenido en contacto con el agua a presión atmosférica. Mientras la velocidad de aporte de agua a la superficie del suelo sea menor que la infiltrabilidad, el agua se infiltra tan rápidamente como es aportada, esto nos dice que la velocidad de aporte determina la velocidad de infiltración (o sea, el proceso es controlado por el flujo). Sin embargo existe también la posibilidad que la velocidad de aporte exceda la infiltrabilidad del suelo y en ese mismo momento ésta última es la que determina la velocidad real de infiltración; de ese modo el proceso es controlado por las características del perfil (Gurovich, 1985).

Muchos investigadores han tratado de modernizar el fenómeno de infiltración, a través de formulaciones matemáticas usando algunos supuestos y simplificaciones entre los que se puede mencionar a Horton (1933 - 1939), Green y Ampt (1911), Kostiaikov (1932), citados por Baver *et*

al. (1973). Entre las fórmulas propuestas por estos investigadores, se destaca la ecuación de Kostiaikov:

La velocidad de infiltración depende de muchos factores, como ser el espesor de agua empleado para el riego o lluvia, la temperatura del agua y el suelo, la estructura y la compactación, textura, estratificación, contenido de humedad, agregación y actividades microbianas (*Gavande et al.*, 1972), además los distintos manejos que se le imponen al suelo modifican a estos factores y por ende las labranzas modifican la velocidad de entrada de agua al perfil de suelo. Cuando los pastoreos modifican la distribución del tamaño de los poros, en la capa arable, se produce un incremento en la capacidad del suelo para retener agua a bajas succiones lo que hace que incremente la infiltración, por debajo de la capa arable la capacidad de retención de agua es menor por lo que hace disminuir la infiltración, esto es debido a los cambios en la geometría del espacio poroso (compactación, piso de arado) inducidos por las labranzas (*Pla Sentis*, 1994).

El pastoreo modifica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, y afecta los procesos hidrológicos, el ciclo de nutrientes y la producción vegetal de las áreas de pastizal (*Whisenant*, 1999; *Beukes y Cowling*, 2003; *Tate et al.*, 2004). Se ha consignado (*Gifford y Hawkins*, 1978; *Wood et al.*, 1978; *Blackburn*, 1983), que el uso racional del pastizal, favorece la recuperación de la cobertura vegetal posterior a un período de corte o consumo (pastoreo) y promueve mayor captación de la humedad vía el mejoramiento de las condiciones de infiltración del agua en el suelo. Otros estudios (*Blackburn*, 1983; *Blackburn*, 1984), han mostrado los efectos positivos o negativos de diferentes intensidades de pastoreo o la supresión temporal del mismo, sobre la producción de sedimentos en las áreas de pastizal. Además, el efecto del pastoreo sobre las condiciones del suelo puede ser diverso entre diferentes tipos de vegetación (*Blackburn et al.*, 1982), por lo que los procesos que ocurren en el sitio podrían ser afectados por diferentes factores que dependen del tipo de comunidad vegetal (*Pierson et al.*, 2002) y manejo.

Una de las formas de manejo que se han usado para mejorar la condición de los sitios de pastizal en zonas áridas, las cuales tradicionalmente se han pastoreado de manera continúa, son los sistemas de pastoreo rotacional. El uso de estos sistemas, promueve la recuperación de la cobertura vegetal y el mejoramiento de las condiciones del suelo, vía la exclusión temporal del pastoreo en un potrero, mientras que el resto de los potreros continúan pastoreándose. Los períodos de descanso y uso se van distribuyendo en

espacio y tiempo hasta que finalmente, se llega a un período de recuperación por potrero, en donde la vegetación y el suelo se beneficiaron de una menor presión por parte del ganado (Holechek *et al.*,1995; Wood y Blackburn, 1984).

En estudios realizados en regiones semiáridas (Wood y Blackburn, 1984; McGinty *et al.*,1979; Wood y Blackburn, 1981), donde se probaron varios sistemas de pastoreo, se mostró que el pastoreo rotacional ha dado las respuestas más favorables en cuanto al mejoramiento de la hidrología del sitio de pastizal, ya que incrementó la infiltración de agua en el suelo y redujo la producción de sedimentos, en comparación a los sistemas de alta intensidad-baja frecuencia, el pastoreo continuo con alta carga animal y el pastoreo continuo con carga animal moderada. Además, el pastoreo rotacional mejoró las condiciones del suelo, ya que incrementó el contenido de materia orgánica y la estabilidad de los agregados del suelo (Wood y Blackburn, 1984).

El cambio, en las condiciones del suelo y los procesos ecológicos asociados (hidrología, ciclo de nutrientes y producción vegetal) son posteriores a cambios significativos en la vegetación del sitio de pastizal (Herrick *et al.*, 2002); de tal forma, que la presión de uso de la vegetación por el ganado en el pastoreo, puede conducir a la degradación física del suelo. No obstante, el nivel de daño debido al pastoreo no siempre será igual al aplicar una misma presión de uso sobre el pastizal, debido a que algunos suelos continuarán funcionando después del disturbio, o bien, recuperarán su función después de un tiempo (Seybold *et al.*, 1999); mientras que otros, no se recuperarán, a menos que se aplique un aporte significativo de recursos externos (Herrick *et al.*, 2002; Bestelmeyer *et al.*, 2003).

Puesto que la transformación del paisaje causada por el pastoreo es tan variada, sus impactos medioambientales pueden ser igualmente diversos. Es importante tener en cuenta que los impactos son tanto directos como indirectos, y que los procesos asociados a la ganadería causan impactos ambientales adicionales a aquellos de la transformación del paisaje. La intensidad de los impactos directos depende tanto del sistema de pastoreo como de las características de los ecosistemas en los cuales dichos sistemas son implementados. Si se tiene en cuenta que los impactos específicos de todos estos procesos no han sido totalmente evaluados, es preciso entender que la imagen negativa de la actividad ganadera en términos ambientales se deriva de la combinación de múltiples factores y no únicamente de la ganadería en sí misma (Naranjo, 2003).

Trabajos de investigación realizados en Brasil (Roth, 1985) también muestran, que el porcentaje de cobertura del suelo con residuos vegetales es el factor más importante que influye sobre la infiltración de agua en el suelo. Mientras la infiltración fue prácticamente total cuando el suelo estaba 100% cubierto con residuos vegetales, se verificó un escurrimiento superficial de 75 a 80% del agua, de una lluvia de 60 mm/hora en caso de suelo descubierto.

Los productos hidrológicos de los ecosistemas de bosques, tierras arbustivas y pastizales han sido investigados mediante diversos métodos por varios años en los EE.UU. Sin embargo, existen dificultades para comparar la información, porque en los estudios no se ha aplicado ningún grado de uniformidad de métodos para analizar el producto. No obstante, existe una gran cantidad de evidencia para señalar los impactos hidrológicos negativos del pastoreo intenso o abusivo en términos de una infiltración reducida y mayores tasas de compactación asociados con ese nivel de utilización. Lo que se comprende menos es el rol que jugarían estrategias de pastoreo debidamente balanceadas en la condición hidrológica, a largo plazo, de las cuencas con tierras de pastoreo (Gaither y Buckhouse, 1981).

Dentro de los procesos de cambio que se presentan en la vegetación a través del tiempo pueden diferenciarse dos componentes básicos: uno de tipo cíclico y otro sucesional. En los cambios cíclicos tipos similares de vegetación se repiten en el mismo lugar en diferentes intervalos de tiempo como parte de la dinámica interna de la comunidad (Fowler, 1988; Maarel, 1988). Las fluctuaciones estacionales de la vegetación, como las que se presentan en las regiones secas, donde las plantas efímeras provocan marcados cambios en la vegetación por un corto período de tiempo después de la aparición de lluvias ocasionales, son consideradas como fenómenos cíclicos (Miles, 1987).

Contrariamente, en los cambios sucesionales se presenta una alteración progresiva y direccional en la estructura y composición específica de la vegetación a través del tiempo (Grime, 1982). Los cambios cíclicos y sucesionales no muestran una separación clara, ya que se encuentran superpuestos dentro de la dinámica global de las comunidades vegetales en el tiempo, lo cual ha originado que las fluctuaciones cíclicas en la vegetación no pocas veces hayan sido confundidas o interpretadas como fenómenos sucesionales (Maarel, 1981). Los elementos climáticos ejercen una influencia determinante en ambos componentes de la dinámica de la vegetación siendo,

sin embargo, más evidente su efecto sobre los cambios que se presentan anualmente (Miles, 1987).

El estudio de la influencia del clima en la vegetación ha sido abordado, principalmente, a través de metodologías estadísticas tradicionales que intentan explicar el comportamiento de una sola variable aleatoria (e.g. análisis de regresión simple o múltiple). Con base en este esquema de análisis univariable diversos estudios han demostrado, por ejemplo, la importante relación que los factores climáticos guardan con la productividad de los pastizales (Smoliak, 1956; Currie y Peterson, 1966; Shiflet y Dietz, 1974; Le Houérou y Hoste, 1977; Wisiol, 1984; Smoliak, 1986; Melvin et al., 1989).

El desarrollo de modernas técnicas de análisis ecológico permite orientar los estudios sobre la dinámica de comunidades desde una nueva perspectiva, examinando las relaciones especies-ambiente de una manera directa y considerando todas las especies simultáneamente, i.e., un análisis de gradiente directo enfocado bajo un esquema multivariable. Una de estas técnicas de ordenación denominada Análisis Canónico de Correspondencia (ACC) supone un modelo unimodal en la respuesta de las especies a los factores ambientales y genera un acomodo de las muestras y las especies a la luz de las variables ambientales consideradas (Ter Braak, 1986). Una modalidad de este método de ordenación desarrollada posteriormente, Análisis Canónico Parcial de Correspondencia (ACPC), permite adicionalmente, eliminar o reducir el efecto de covariables (Ter Braak, 1988a), entendidas éstas como fuentes de variación que, si bien afectan las relaciones especies-ambiente, no son de interés primario en un estudio particular, por lo que es deseable reducir o eliminar su influencia.

Estudio a nivel de cuencas hidrológicas

Cilindros

Este método consiste en el empleo de anillos de los cuales existen muy diversos tamaños, los cuales son enterrados a una profundidad aproximada de entre 5 a 60 cm., dependiendo de las características físicas del suelo y tratando de no causar disturbio en el sitio de muestreo con un golpeteo muy fuerte al enterrar los anillos, evitando que el agua se fugue o brote a la superficie, se llenan de agua a alturas predeterminadas y se hacen las lecturas a intervalos de tiempo con el fin de estimar el agua que ha penetrado al suelo, este método se considera como una técnica muy pobre

por algunos autores, pero recomendado por otros autores para obtener índices confiables con un método rápido y relativamente sencillo que señale la importancia del uso que se le da al suelo. (Lonsdale, 1999)

Las plantas invasoras reducen la capacidad del ecosistema para proveer los bienes y servicios requeridos por la sociedad, alteran los procesos ecológicos y pueden desplazar especies deseables. Ellas también pueden reducir la calidad del hábitat de la fauna silvestre, la integridad de las áreas ribereñas, el valor económico del pastizal y los retornos netos de la empresa (Walley, et al., 1996). El proceso de invasión es regulado por las características de las plantas invasoras y la comunidad que esta siendo invadida. La presencia y dispersión de las plantas invasoras a menudo es un síntoma de problemas de manejo que deben ser corregidos antes de que se logren mejoras aceptables de largo plazo en el pastizal. El disturbio parece ser importante al inicio del proceso de invasión porque crea nichos vacantes que las plantas invasoras pueden ocupar. El control de plantas invasoras puede solo abrir nichos para el establecimiento de otras plantas indeseables, a menos de que estén presentes plantas deseables para llenar los nichos vacantes, en muchos casos los pastizales se han deteriorado al punto de que las especies deseables o no están presentes o están en una abundancia tan baja que la recuperación de la comunidad es lenta o no ocurrirá sin revegetación después de que las plantas invasoras han sido controladas (Wedin, 1996). El manejo integrado de maleza emplea el uso secuencial planeado de tácticas múltiples (por ejemplo, medidas de control químico, biológico, cultural y mecánico) para mejorar la función del ecosistema (flujo de energía y reciclaje de nutrientes) y mantener el daño de las plantas invasoras abajo de niveles económicos, y enfatiza el manejo de la función del ecosistema de pastizal para cumplir con los objetivos en lugar de enfatizar en una maleza en particular o un método de control específico. (Braithwaite, 1989)

El efecto del pastoreo del ganado en la el contenido de C y N el suelos de pastizales no esta bien definido. En este estudio se realizo en pastizales arenosos en el oeste de Oklahoma, donde muestreamos 8 pastizales moderadamente pastoreados por ganado vacuno y 8 pastizales adyacentes no-pastoreados por ganado vacuno durante 50 años. *Artemisa filifolia* (L.) fue controlado por herbicidas durante el estudio (Briske, 1991; Gill, et al., 1998). Las concentraciones de C y N en la superficie del suelo (5 cm), producción de materia vegetal y cantidad total de N absorbido por la vegetación fue similar ($P > 0.05$) en pastizales pastoreados y los no pastoreados. Concentraciones de C y N en los suelos muestreados a una

masa constante y a una profundidad de 5cm no fue diferente ($P > 0.05$) a concentraciones determinadas en suelos muestreados a una profundidad constante de 5 cm. Calculados en las bases de composición, el pastoreo incremento ($P < 0.001$) la densidad del suelo (1.35 g cm^3) comparando a los pastizales no pastoreados (1.19 g cm^3), además tubo un efecto significativo ($P < 0.01$) en el C y N en la superficie del suelo (5 cm). (Ferrell *et al.* 1998).

El almacenamiento de nitrógeno (N) y carbón (C) en los suelos de pastizal esta en función de la producción de mantillo y biomasa radical. Hay una escasez de investigación respecto a como los zacates anuales, comparados con los perennes, producen biomasa aérea y subterránea y las contribuciones a la reserva de C del suelo bajo praderas manejadas (Parton y Rasmussen, 1994). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la intensidad de apacentamiento en el mantillo y la biomasa de raíces de los zacates perennes, "*Smooth brome grass*" (*Bromus inermis* L.) y "*Meadow brome grass*" (*Bromus riparius* Rhem.) y de la especie anual de triticale invernal. (X Triticosecale Wittmack) y en las reservas de C y N. (Walter *et al.* 1997).

Las estrategias sustentables del manejo integrado de plantas invasoras requieren de evaluar los impactos de las plantas, entender y manejar el proceso que influye en la invasión, el conocimiento de la ecología y biología de la planta invasora y son basados en principios ecológicos (Whitehead, 1990). Los programas de manejo de plantas invasoras deben ser compatibles e integrados dentro del plan y objetivos generales de manejo de los recursos del pastizal. Debido a la complejidad del manejo de las plantas invasoras es imperativo que la información ecológica y económica relevante sea sintetizada en sistemas de soporte de toma de decisiones amigables para el usuario (Bron *et al.* 1999.)

León, (2008) al investigar el impacto del pastoreo encontró mayores datos de: conductividad eléctrica, porosidad, materia orgánica, nitrógeno total, carbono orgánico e infiltración bajo dosel.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho "Los Ángeles" propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio

Localización geográfica: Se encuentra al sur en el municipio de Saltillo, Coahuila a 34 Km. por la carretera # 54, Saltillo-Concepción del Oro, Zacatecas en el Km. 319 y por el camino de terrecería que va hacia el ejido "La Hedionda" se recorren 14 Km. Las coordenadas geográficas son; 100°58'07" y 101°04'14" de longitud W y entre los 25°02'12" y 25°08'51" latitud N (DETENAL, 1970) (Figura 1).

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 (Figura 2). La superficie total de este predio es de 6184 Ha divididas en 20 potreros de diferentes dimensiones (Figura 3), 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 y col., 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 más recientes y que se depositan en las depresiones (sinclinales) que se forman entre los anticlinales, se encuentran cubiertas por aluvi3n (Medina y De la Cruz, 1976).

Suelos: Los suelos de los valles se caracterizan por ser aluviales, se estima que existe una variaci3n en la profundidad de estos desde 2 hasta 25 metros aproximadamente. Los suelos que se hallan en las laderas y pie de montes son coluviales y los de los llanos son diferentes, esto es debido a que el agua percolante tiene una movilizaci3n de una manera lateral y no a trav3s del perfil del suelo mismo en forma perpendicular; por ello son los m3s susceptibles a la erosi3n. As3 mismo los suelos que se ubican en la parte alta de la sierra que corresponden al tipo de vegetaci3n del bosque piñonero, por sus caracter3sticas propias, son suelos forestales con altos contenidos de materia org3nica y humus (Sierra, 1980).

Los suelos se hallan dentro de la clasificación cerozem, 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).

Hidrología: En el área experimental no existen corrientes superficiales permanentes. El grado de erosión en las laderas de las sierras no es muy 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. (Figura 4).

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: BSkW (é)

BS: Es el más seco de los BS (seco o estepario, dividido en dos sub tipos 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 °C. 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. (é) Oscilación de temperatura mayor de 14°C, el cual se designa muy extremo.

Vegetación: La vegetación ha sido reportada por (Sierra, 1980; Arredondo, 1981, (Figura 5).

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 40x20x7 m., dos casas habitación y una para visitas de estudiantes y otros.

Sitio 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. (Figura 6)

Metodología para la determinación de los factores de la evaluación

Infiltrabilidad

En el Rancho "Los Ángeles" se realizaron muestreos de suelo e infiltrabilidad en tres tipos de vegetación, dominancia de arbustivas de porte alto, dominancia de arbustivas de porte bajo, dominancia de gramíneas. En relación a suelo, se muestreó 10 centímetros de la superficie, para determinar características físicas y químicas. Para ello, se consideró hacerlo en la base de una planta y otro en inter espacios entre planta y planta.

En cuanto a los muestreos de infiltrabilidad se efectuaron de manera análoga y anexo a los muestreos de suelo, igualmente bajo el dosel de la planta y en los espacios entre planta y planta. De acuerdo a lo mencionado se efectuaron tres muestreos de suelo e infiltrabilidad por cada tipo de vegetación. Se estimó de cobertura para cada muestreo y se correlacionó con resultados de suelo e infiltrabilidad. Mismas que se realizaron con el técnica de los anillos, el cual consistió en colocar una cinta graduada en el cilindro interior, se llenó de agua y tomó el tiempo, luego a un tiempo determinado se volvía a tomar la lectura y registrar el volumen infiltrado, así se iba registrando y rellenando el cilindro hasta un período de dos horas, (Alcántar y col., 1992).

El diseño experimental fue parcelas divididas, por último, el análisis estadístico realizado fue un análisis de varianza.

En cada línea se realizaron determinaciones de infiltración, asimismo de cada estimación de infiltración se tomó muestras de suelo a una profundidad de entre 15 y 20 cm. y a una distancia de 2 m. del anillo a cada lado respectivamente. La colecta de las muestras de suelo se realizó en cada anillo haciendo un total de 9 muestras por los 9 anillos.

Se colectaron muestras de suelo, para la posterior determinación de propiedades físicas y propiedades químicas de las muestras en los laboratorios del Departamento de Suelos de nuestra Universidad. La línea de muestreo estuvo orientada de norte a sur.

Muestreo de Suelo

Estimación de características del suelo:

Densidad aparente: Se determinó por el método de la probeta el cual consiste en colocar un poco de suelo seco a la estufa en una probeta previamente secada y pesada luego se deben dar aproximadamente treinta golpes verticales a una frecuencia de aproximadamente uno por segundo con una franela, después se toma el volumen que queda al suelo y se elimina el peso de la probeta vacía y se utiliza la fórmula $D_a = m_s / v_t$ donde D_a : Densidad aparente, m_s : Masa de los sólidos y v_t : es el volumen final del suelo compacto (Gandoy, 1991).

Densidad de sólidos: Se determinó por el método del picnómetro el cual consiste en pesar 10gr. de suelo seco a la estufa a una temperatura de 64°C durante 48 hr. después añadir agua destilada hasta completar aproximadamente la mitad del volumen del picnómetro, calentar en la parrilla eléctrica y dejar enfriar posteriormente llenar el picnómetro con agua destilada y tomar la temperatura tapar, secar el picnómetro y pesar, la formula utilizada fue $D_s = m_s / v_s$, donde m_s : es la masa de sólidos y v_s : es el volumen de los sólidos. (Gandoy, 1991).

Contenido de materia orgánica: Se aplicó el método de Walkey y Black, (titulación con ácido sulfúrico), el cual consiste en pesar 1 gr. de suelo seco a la estufa, y colocarlo en un matraz Erlen Meyer de 500ml. agregar 10 mililitros de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$ 1N) y 20ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, dejar enfriar y agregar 200ml de agua destilada y 4 gotas de indicador ortofenantrolina, titular con $FeSO_4$. (Aguilar, y col., 1987).

Textura: Se determinó por el método del hidrometro Bouyoucus, el cual consiste en: secar la muestra de suelo en estufa, calibrar el hidrometro con el hexametafosfato y agua destilada, pesar 40 gr. de suelo seco, agregar 50 mililitros de hexametafosfato y agitar durante 5 min. Pasar la muestra a un

cilindro de sedimentación (probeta de 1000 ml.), y aforar a 1000 ml. Agitar con agitador manual y a los treinta segundos introducir el hidrometro y registrar la lectura y temperatura, esperar 120 min. y tomar la segunda lectura y temperatura. (Gandoy, 1991), Los datos se interpretan utilizando la fórmula: $P = \frac{(R+AR)-(Rc+ARc)}{W} (100)$

W

Dónde: R: lectura del hidrometro.

AR: Corrección por temp. En la probeta.

Rc: Lectura del hidrometro en solución dispersora.

Arc: Corrección por temperatura En el cilindro de sedimentación con solución dispersora.

W: Peso seco de la muestra

pH: Utilizando un potenciómetro, en vasos de precipitado se coloca aproximadamente 40gr. de suelo y llenar hasta la mitad del volumen del vaso con agua destilada y posteriormente tomar la lectura con el potenciómetro. (Aguilar y col., 1987).

Presencia de carbonatos: Se determinó por titulación con hidróxido de sodio. Primero se pesan 5 gr. de suelo seco a la estufa, colocar en un vaso de precipitado, agregar 100ml de ácido clorhídrico 1N, cubrir con un vidrio de reloj y agitar, dejar reposar 3 hr. Tomar 20ml del líquido y colocar en un matraz de 250ml. agregar 6 ó 8 gotas de bromotimol-azul y titular con hidróxido de sodio. (Aguilar y col., 1987).

Espacio Poroso: Por la fórmula $E=1-Da/Ds$, dónde Da: es densidad aparente y Ds: es densidad de sólidos.

Nitrógeno Total: utilizando la siguiente Fórmula:

$\% NT = \% MO / 20$, dónde; % MO: Por ciento de materia orgánica.

Capacidad de intercambio cationico: utilizando la siguiente fórmula:

$CIC = (\% Arcilla * 0.5) + (\% MO * 2)$,

Dónde: %MO: Por ciento de materia orgánica.

Características de Vegetación

Se determinó la cobertura vegetal con la técnica de wheel point (rueda de bicicleta), para lo cual se efectuó la lectura de diez líneas de 20 metros cada una, siendo en total mil quinientos puntos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Conductividad eléctrica (CE)

Con relación a la conductividad eléctrica obtenida en tres sitios de vegetación, bajo dosel la gobernadora fue mayor ($269.75 \mu\text{S cm}^{-1}$), se asume es debido a un mayor contenido de sales en el suelo; seguido por la gramínea ($249.25 \mu\text{S cm}^{-1}$) y por último el hojasén ($242.75 \mu\text{S cm}^{-1}$). Con respecto al interespacio el que presentó mayor CE fue entre las plantas de gramínea ($240.25 \mu\text{S cm}^{-1}$), seguido por el sitio entre plantas de hojasén ($192.5 \mu\text{S cm}^{-1}$) y por último el sitio comprendido entre plantas de la gobernadora ($134.875 \mu\text{S cm}^{-1}$). Resumiendo en bajo dosel de los tres sitios de vegetación se obtuvieron mayores cantidades de conductividad eléctrica, resultados similares obtuvo (Cowling, 2003) quien menciona que el pastoreo modifica las propiedades químicas del suelo (Figura 1).

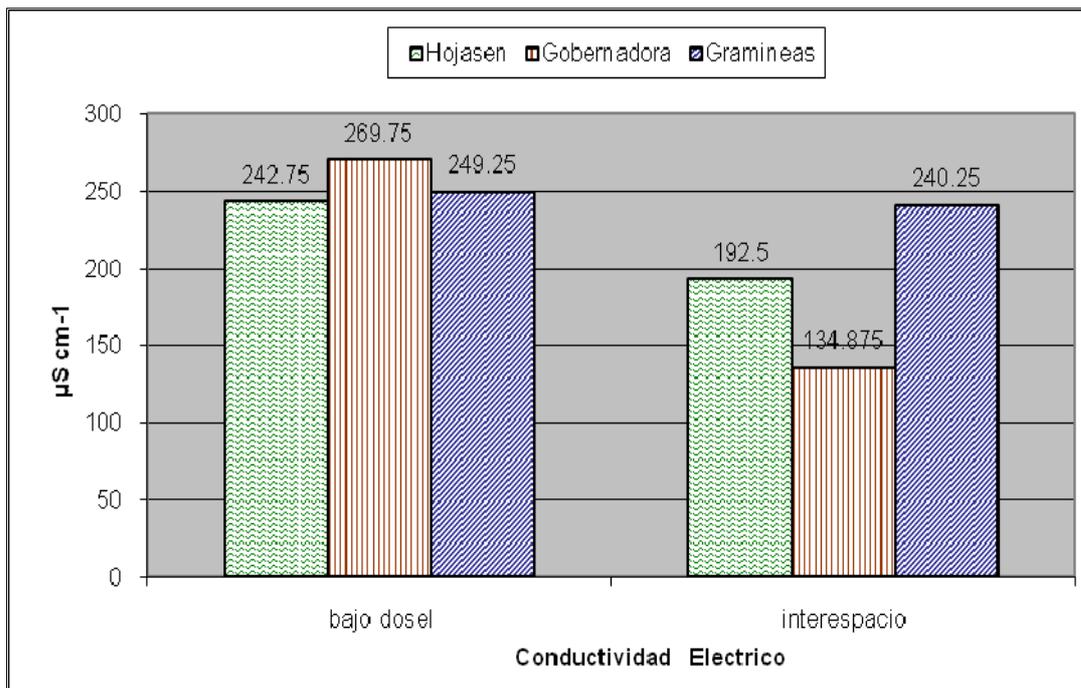


Figura 1. Conductividad eléctrica, bajo el dosel e inter espacio en plantas de hojasén, gobernadora y gramíneas en un pastizal mediano abierto en el Rancho " Los Angeles " en el municipio Saltillo.

Densidad Aparente (DA)

La densidad aparente es menor en los sitios bajo el dosel de gobernadora (1.0025 gr/cm³) seguido de los sitios bajo dosel, de las plantas de hojaseén (1.01 gr/cm³) y por último de los sitios bajo dosel, de las plantas en gramíneas (1.05 gr/cm³), en contraste a los inter espacios los primeros dos fueron superiores al de bajo dosel, en el hojaseén (1.07 gr/cm³) y gobernadora (1.04 gr/cm³). En el interespacio la gramínea presentó (0.52 gr/cm³) de DA, esto es debido a que tuvo mayor MO, está menos compacto y por lo tanto tuvo mayor infiltrabilidad que la del bajo dosel. Con relación a los que presentaron mayor DA en el interespacio, esto es debido a que el suelo en esos sitios está mas compacta y por lo tanto presentó menor infiltrabilidad comparado con el de bajo dosel. La densidad es consecuencia de una mayor carga animal o bien una inapropiada distribución del pastoreo animal, resultados similares obtuvo Ferrell *et al.*, 1998), pues determinó que en pastizales pastoreados existió una densidad del suelo de (1.35 gr/cm³) comparando a los poteros no pastoreados (1.19 g cm³), lo cual provoca un efecto significativo ($P < 0.01$) en el C y N en la superficie del suelo (figura 2).

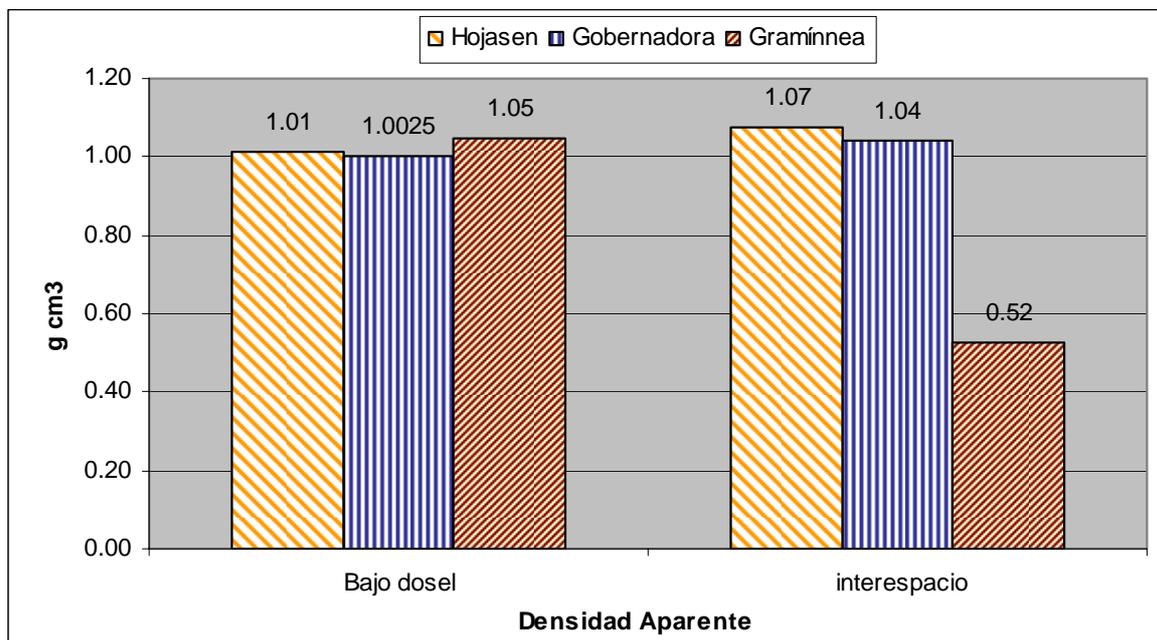


Figura 2. Densidad aparente, bajo el dosel e inter espacio en plantas de hojaseén, gobernadora y gramíneas en un pastizal mediano abierto en el Ranch " Los Angeles " en el municipio Saltillo.

Porosidad

La porosidad fue mayor en los sitios bajo el dosel de las plantas de gobernadora (62.25 %), seguido de los sitios bajo dosel en las plantas de hojasen (62 %) y por último de los sitios bajo dosel en las plantas de la gramínea con (60.25 %), esto se debe a que el suelo tiene más MO, está menos compacta y por lo tanto hay mayor infiltrabilidad de agua al suelo a excepción de la gramínea que tubo menor MO y por lo tanto menos infiltrabilidad. Con relación al interespacio se obtuvieron menor porosidad, en la gobernadora (61%), hojasen y la gramínea se obtuvo (60%) respectivamente, esto es debido a que hay menor contenido de MO, mayor compactación en el suelo desnudo por el pisoteo animal, hay menos espacio poroso y por lo consiguiente hubo menor infiltrabilidad de agua al suelo a excepción de la gramínea que se encontró mayor MO y por lo tanto mayor infiltrabilidad. Cuando los suelos están muy compactos y por lo tanto presenta menor porosidad y por consecuencia menor infiltrabilidad y coincide con lo que dice (Handreck *et al.*, 1994), que la compactación además reduce la velocidad de infiltración de agua, causa disminución en el drenaje, reduce la disponibilidad de agua y abastecimiento de aire y oxígeno utilizado por las raíces. También (Krzic *et al.*, 1999), demostraron a través de la observación del efecto del pastoreo que con inadecuadas cargas animal la densidad aparente es mayor en 6% en cargas animal moderadas que en cargas animal altas. Asimismo las tasas de infiltración se vieron afectadas en función a mayor carga animal, el cambio de uso del suelo por inapropiadas cargas animal permite que la erosión del suelo a través de la denudación del mismo sea progresiva (Figura 3)

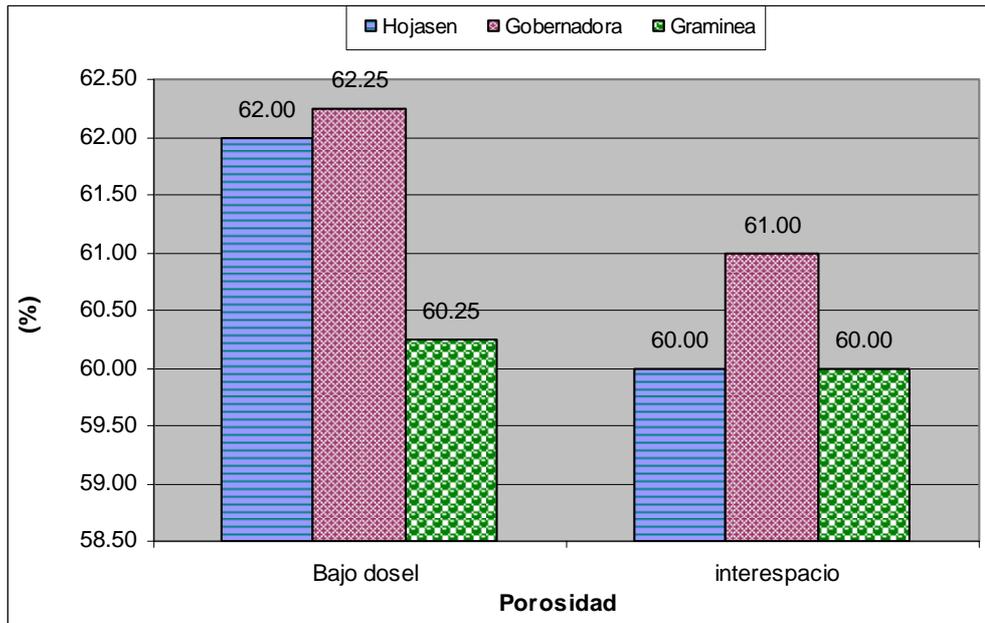


Figura 3. Porosidad, bajo el dosel e inter espacio en plantas de hojasén, gobernadora y gramíneas en un pastizal mediano abierto en el Rancho " los Angeles " en el municipio Saltillo.

Materia orgánica (MO), Nitrógeno (N) y carbono (C)

La MO en los sitios bajo dosel fueron superiores al de interespacio ya que se obtuvieron los siguientes resultados, en el hojasén (19.05 %), seguido por la gramínea (4.91 %), por último fue la gobernadora con (4.29 %), esto es debido a que la materia muerta que desprende la planta y se descomponen para posteriormente incorporarse al suelo, excepto en la gobernadora y la gramínea presentaron menor MO bajo el dosel, esto se debe que los animales consumen gran parte de ella o es pisoteado y son establecido en los interespacio y con relación a la gobernadora debido a que desprende poco desechos vegetales muertas ya que es una planta que tiene poca área foliar. Longland y Bateman (2002), discuten en relación a los beneficios de las islas de nutrientes, en especial a la arbustiva *Artemisia tridentata*, que provee un refugio importante a especies de plantas y animales, Esto explica que las islas de la fertilidad (bajo el dosel) permite mayores tasas de infiltrabilidad que en áreas denudadas (inter espacios), lo que permite por ende el que los contenidos de materia orgánica, nitrógeno y carbón sea mayor en dichas areas. El interespacio presentó menor MO en el hojasén (3.09 %) excepto la gobernadora (4.46%) y la gramínea (5.47%) que fue mayor que los del bajo dosel. El contenido de NT bajo dosel del hojasén fue de (0.95 %), seguido por la gramínea (0.25%) y por último la gobernadora (0.21%), debido a que gran parte del NT es obtenido de la descomposición de los desechos vegetales y como el hojasén es el arbusto

que más área foliar presenta, por lo tanto incorpora más nitrógeno al suelo, según (Lavado *et al.*, 1996), observaron que se mostró una estructura espacial de C y N solamente en áreas no pastoreadas. En el interespacio la gobernadora (0.22%) y la gramínea (0.27%) presentaron mayor NT que en bajo dosel y el hojasen fue menor (0.15 %). Con respecto al CO fue algo similar esto es debido que en la gobernadora (2.58) y la gramínea (3.17) fueron mayores en el interespacio excepto el hojasén (1.79). También, (Baron *et al.*, 2002) observaron que la intensidad de pastoreo tendió a incrementar la concentración de nitrógeno y a disminuir las concentraciones de fibra del forraje disponible (Figura 4)

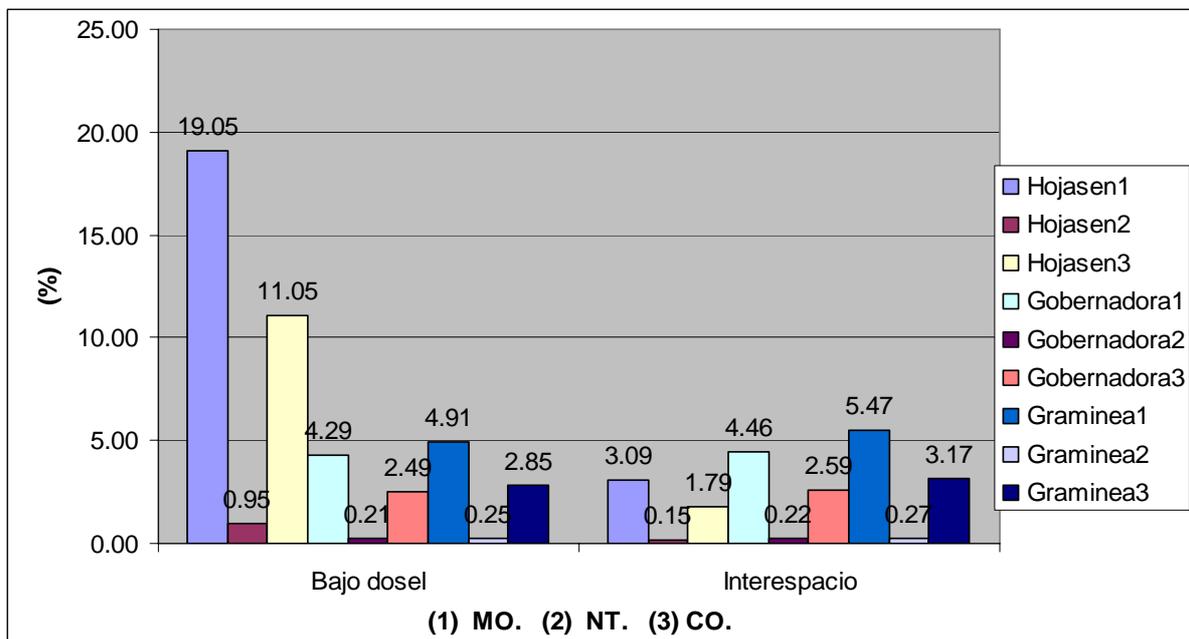


Figura 4. Por ciento de materia orgánica, nitrógeno total y carbono, bajo el dosel e inter espacio en plantas de hojasén, gobernadora y gramíneas en un pastizal mediano abierto en el Rancho " Los Angeles " municipio Saltillo.

En los sitios bajo dosel de las plantas de hojasén se obtuvo el menor pH (7.50) por el contrario en los sitios bajo dosel de las plantas de gramíneas se obtuvo el mayor pH (7.66), ya que fue el mismo pH bajo el dosel y en el interespacio, se puede considerar como un suelo alcalino, a excepción en los sitios bajo dosel de la gobernadora (7.58) y en los sitios bajo dosel de las gramíneas (7.66) resultaron ser menor que los sitios del interespacio de las plantas de gobernadora (7.66) y los sitios del interespacio de las plantas del hojasén fue de (7.76) y son los dos mas alcalino. Según (Cowling, 2003) el pastoreo modifica las propiedades químicas del suelo.

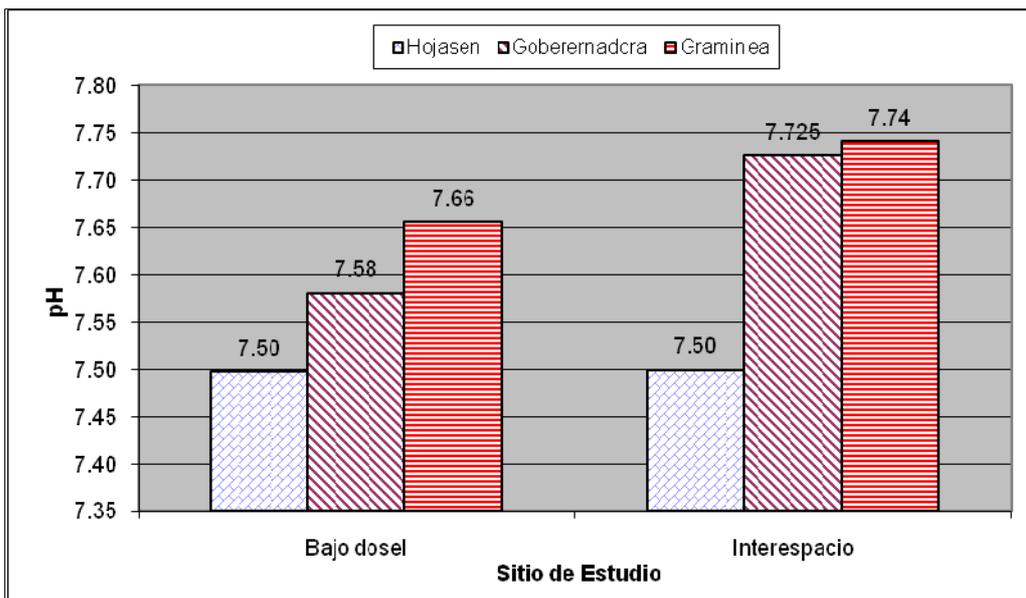


Figura 5. pH bajo el dosel e inter espacio en plantas de hojasén, gobernadora y gramíneas en un pastizal mediano abierto en el Rancho " Los Angeles" en el municipio Saltillo.

Infiltrabilidad

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tasa de infiltración, se concluye que la que mayor infiltrabilidad presentó de los seis tratamientos utilizados fue la gobernadora bajo dosel (34.72 cm/hr), hojasén bajo dosel (34.36 cm/hr) y la gobernadora sin dosel (36.13 cm/hr) son los tres que presentaron casi la misma curva de infiltrabilidad. De acuerdo los que menos infiltrabilidad obtuvieron fueron la gramínea bajo dosel (25.62 cm/hr), hojasén sin dosel (27.72 cm/hr) y la gramínea sin dosel (26.95 cm/hr) ya que presentaron la tasa de infiltrabilidad muy similares. Según (Tate *et al.*, 2004) el pastoreo modifica las propiedades hidrológica. También (Herrick *et al.*, 2002); señala que el cambio, en las condiciones del suelo y los procesos ecológicos asociados (hidrología, ciclo de nutrientes y producción

vegetal) son posteriores a cambios significativos en la vegetación del sitio de pastizal. Guillen y Sims (2002), observaron que al incrementar la carga animal la producción vaca-becerro disminuyó la producción vaca de 206 kg a 144 kg, pero, en becerro se incrementó de 22.6 a 31.7 kg., al determinar cargas animal apropiadas a los pastizales naturales conlleva el que la producción vaca-becerro se incremente, esto es, el que la sustentabilidad de los pastizales se siga adecuadamente. (Figura 6, tabla 1).

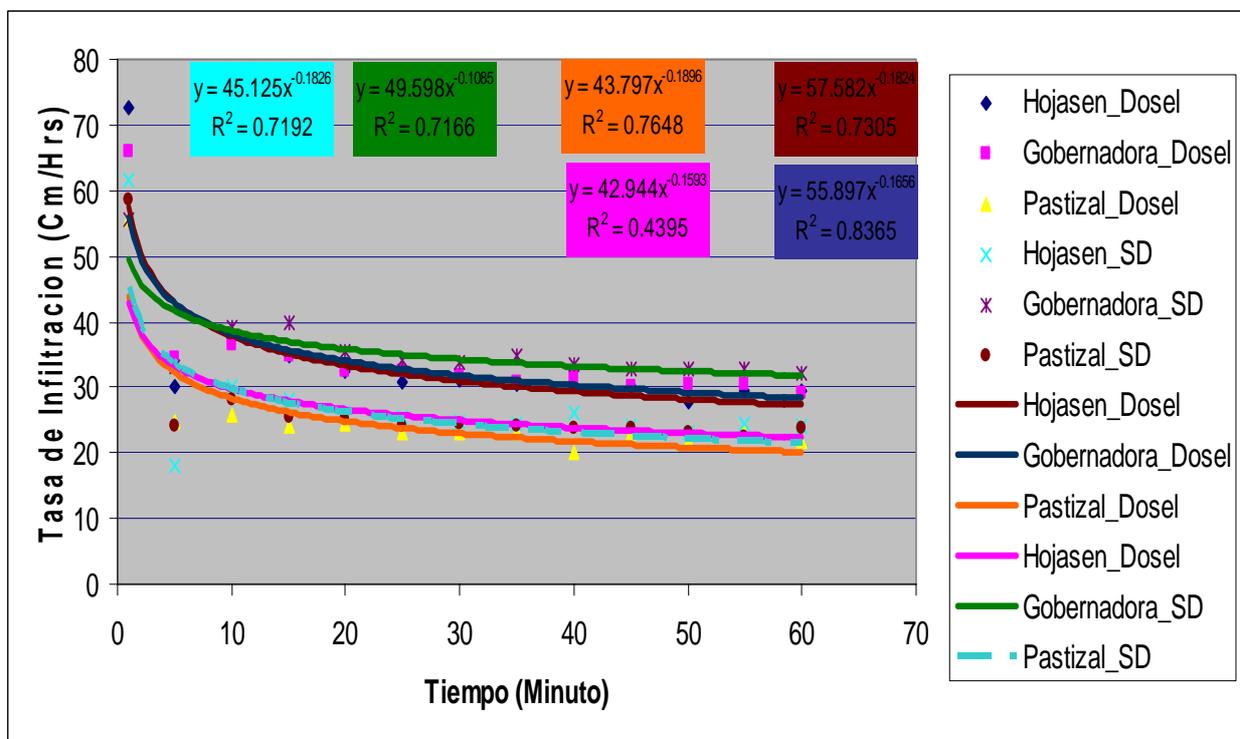


Figura 6. Tasa de infiltrabilidad, bajo el dosel e inter espacio en plantas de hojasén, gobernadora y gramíneas en un pastizal mediano abierto en el Rancho "Los Angeles " en el municipio Saltillo.

Tiempo	Hojasén Dosel	Gobernadora Dosel	Gramínea Dosel	Hojasén SD	Gobernadora SD	Gramínea SD
1	72.75	66	55.5	61.5	55.5	58.5
5	30	34.5	24.75	18	33	24
10	37.35	36.6	25.65	30	39.3	28.2
15	34.65	34.8	24.15	28.2	39.9	25.5
20	32.4	32.55	24.3	26.1	35.4	25.2
25	30.9	32.55	23.1	25.5	34.2	24
30	31.05	31.65	23.25	24.9	33.9	24.3
35	30.6	30.75	22.95	24.6	34.8	24
40	30.15	31.35	19.95	26.1	33.6	23.7
45	30.15	30.15	23.1	24	32.7	23.7
50	27.75	30.6	21.75	23.1	32.7	23.1
55	29.55	30.6	22.95	24.3	32.7	22.5
60	29.4	29.25	21.6	24	32.1	23.7

Tabla 1. Tasas de infiltración (cm/hr), en los meses de agosto y septiembre 2007, bajo el dosel e inter espacio en plantas de hojásén, gobernadora y gramíneas en un pastizal mediano abierto en el Rancho "Los Ángeles" en el municipio Saltillo.

CONCLUSIONES

1. La mayor conductividad eléctrica (CE) se presentó bajo dosel de la gobernadora ($269.75 \mu\text{S cm}^{-1}$), y la menor en el inter espacio de la gobernadora ($134.875 \mu\text{S cm}^{-1}$).
2. La mayor densidad aparente (DA) se presentó en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén (1.07 gr./cm^3) y la menor también fue en el inter espacio del sitio de las plantas de gramíneas (0.52 gr/cm^3).
3. La mayor porosidad se presentó bajo dosel del sitio de las plantas de gobernadora y la menor se presentó en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén y del sitio de las plantas de gramíneas con (60 %) respectivamente.
4. La mayor materia orgánica (MO) se presentó bajo el dosel del sitio de las plantas de hojásén (19.05 %) y la menor se registró en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén (3.09 %).
5. El mayor nitrógeno total (NT) se presentó bajo dosel del sitio de las plantas de hojásén (0.95 %), y la menor se registró en el inter espacio del sitio de las plantas de hojásén (0.15 %).
6. El mayor contenido de carbono orgánico (CO) se presentó bajo dosel del sitio de las plantas de hojásén (11.05 %), y el menor contenido se registró en el inter espacio del hojásén (1.79 %).
7. El mayor pH del suelo se presento en el sitio de inter espacio de la gramínea (7.74) y la menor se encontró en el hojásén bajo dosel y del inter espacio que fue de (7.50) respectivamente.
8. La tasa de infiltración más alta obtenidas de los sitios muestreados fue la del hojásén bajo dosel (34.72 cm/hr), y la más baja fue la gramínea bajo dosel (24.62 cm/hr).

LITERATURA CITADA

- Berg, W.A., Brad, J.A. and Simms P.L. Long-term soil nitrogen and vegetation change on sandhill rangeland. *Journal of Range Management*. 50: 482 -486
- Braithwaite, R.W., Lonsdale, W.M and J.A. Estbergs . 1989. Alien vegetation and native biota in tropical Australia: the spread of *Mimosa pigra*. *Biol. Conserv.* 48: 189-210.
- Briske, D.D. 1991. Developmental morphology and of grasses, p. 85-108. In: R.K. Heitschmidt and J.W. Stuth (eds), *grazing management: an ecological perspective* . Timber press, Portland ore.
- Bron V.S, E. Mapfumo, M.A. Neth, and D.S. Chanasyk. 1999. Sustainable grazing systems for perennial and annual forages on sloped lands. *Canada - Alberta Environ. Sustainable Agr. Agreement Final Rep.* 161 p.
- De la Orden, E.A, Quiroga, A. 2006. Efecto de sobrepastoreo en un pastizal de altura. [http:// www.revistaecosistemas.net/pdfs/450.pdf](http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/450.pdf). 15 de noviembre de 2007
- Derpsch Rolf. 10 diciembre de 2007. Entender el proceso de la erosión y de la infiltración de agua en el suelo. <http://www.rolfderpsch.com/erosion-es.html>.
- Echavarría , C.F., Serna, P.A. Degradación física de los suelos de pastizal bajo pastoreo extensivo. [http:// www.inifapzac.sagarpa.gob.mx/zacatecas/publicación](http://www.inifapzac.sagarpa.gob.mx/zacatecas/publicación).
- Ferrell, M.A., T.D. Whitson, D.W. Koch, and A. E. Gade, 1998. Leafy spurge (*Euphorbia esula*) control with several grass species. *Weed Technol.* 12: 374-380.
- Fusco, M., Holechek, J., Tembo, A., Alpiayou, and Cardenas, M. 1995. Grazing influences on watering point vegetation in the chihuahuan desert. *Journal of Range Management*. 48: 32-38.

- Gay, D.L., Engle, E.R., Allen, and J.F. Stritzke . 1997. Nitrogen and biomass dynamics following brush control in the cross timbers. *Journal of Range Management*. 50:55-61.
- Gill, S.I., M.A. Neath, D.S. Chanasyk, and V.S. Baron. 1998. Runoff and sediment yield from snowmelt and rainfall as influenced by forage type and grazing intensity. *Can. J. Soil. Sci.* 78: 699.- 706.
- Gutiérrez, C.J., Beltrán, L.A. y Zárata, L.A. 1990. Efecto de los tipos de vegetación y suelo sobre la infiltrabilidad y la producción de sedimentos en el sureste de Coahuila. *Revista científica UAAAN* Vol.6.
- [http:// www.fao.org/docrep/X5320S/x5320s0a.htm](http://www.fao.org/docrep/X5320S/x5320s0a.htm). Influencia del pastoreo y la vegetación en los rendimientos de agua y en la erosión . 23 de enero de 2008.
- Lavado, R.S., Sierra, J.O. and Hashimoto, P. N Impact f grazing on soil nutrients in a pampean grassland. *Journal of Range Management*. 49: 452- 457.
- Lonsdale, W.M. 1999. Global patterns of plant invasions and the concept of invisibility. *Ecol.* 80:1522-1536.
- Mapfumo, E., Chanasyk, D.S., Baron V.S. and Neath, M.A. Grazing impacts on selected soil parameters under short-term forage sequences. *Journal of Range Management*. 53: 466-470.
- Mapfrumo, E., Neath, M.A., Baron, V.S., Dick A.C and Chanasyk, D.S. Grazing impacts on litter and roots: perennial versus annual grasses. *Journal of Range Management*. 55:16-22.
- Maters, R.A. and Sheley, R.L. 2001. Invited synthesis paper: principles and practices for managing rangeland invasive plants. *Journal of Range Management*. 54:502-517.
- ones/Degradación fiscal de los suelos.pdf. 15 de noviembre de 2007.
- Parton, W.J. and P.E. Rasmussen. 1994. Long-Term effects of crop management in wheat-fallow: II. Century model simulations. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 58:530-536.

Ruiz, E.F., Crispín A.V. Infiltración de agua en el suelo con diferentes usos.

<http://www.inta.gov.ar/lasbrenas/info/documentos/rn/A-070.pdf>. Citado en 10 de diciembre de 2007.

Walker, L.R. and S.D. Smith. 1997. Impacts of invasive plants on community and ecosystem properties. p. 69-86. In: J.O. Luken and J.M. Thieret (eds.), *Assessment and Management of plant invasions*. Springer, New York, N.Y.

Walker, L.R. and S.D. L.R. and S.D. Smith. 1997. Impacts of invasive plants con community and ecosystem properties. p. 69-86. In: J.O. Luken and Management of plant invasions. Springer, New York, N.Y.

Walley, F.L., G.O. Tomm, A. Matus, A.E. Slinkard, and C. Van Kessel. 1996. Allocation and cycling of nitrogen in an alfalfa-bromegrass sward. *Agron. J.* 88:834-843.

Wedin, D.A. 1996. Nutrient cycling in grasslands: an ecologists perspective, p. 29-44. In: R.E. Joost and C.A. Roberts (eds.), *Proc. Nutrient Systems Conf. 1996*, Columbia, Mo.

Whitehead, D.C. 1990. Amounts, sources and fractionation of organic nitrogen in soils, p. 82-107. In: D.C. Whitehead (ed.) *Grassland nitrogen*. CAB International, Wallingford. U.K.