

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

División de Ciencia Animal

Departamento de Recursos Naturales Renovables



**Efecto de Pisoteo, Pendiente e Infiltrabilidad en Características de Suelo
y Vegetación del Municipio Saltillo**

POR:

LUCIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

***Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:***

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Marzo de 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

División Ciencia Animal

Departamento Recursos Naturales Renovables

**Efecto de Pisoteo, Pendiente e Infiltrabilidad en Características de Suelo
y Vegetación del Municipio Saltillo**

POR:

LUCIO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera
Presidente

Dr. Miguel Mellado Bosque
Sinodal

Dr. Jorge Galo Medina Torres
Sinodal

Dr. Rubén López Cervantes
Sinodal

Dr. Ramón Florencio García Castillo
Coordinador de la División Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo de 2006

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS

Por darme la oportunidad de llegar en esta vida y además superarme, formándome como profesionista, mil gracias.

Al Dr. Álvaro Fernando Rodríguez Rivera, por su apoyo incondicional y sus ánimos conmigo para que este trabajo saliera adelante, mil gracias.

Al Dr. Rubén López Cervantes, que en este trabajo colaboró incondicionalmente conmigo, para lo cual fue posible terminarlo.

Al Dr. Miguel Mellado Bosque por apoyarme en este trabajo.

MIS PRIMOS (AS)

Jesús, con el que siempre he tenido la amistad y confianza en los buenos y malos momentos de mi vida. A Francisco, el Pancho, que en algún momento me apoyó incondicionalmente en mis estudios, a Magdalena, que igualmente me apoyó en mis estudios cuando más lo necesité. A mi prima cuñada, Juanita, esposa de Pancho, que juntos me apoyaron.

A MIS AMIGOS(AS)

Al M.C. Lorenzo López Barbosa, Ing. Alberto Moyeda Dávila, Dr. Carlos de Luna, Ing. Reginaldo de Luna, Ing. Rafael De la Rosa, Ing. Bulmaro Méndez, Ing. María de Lourdes Moreno, Gracias por su amistad.

A mi querida Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que siempre lo busqué, y me formó, gracias por ser uno más de sus profesionistas.

A todos los maestros de la división de Ciencia Animal, que en algún momento de mi formación profesional interfirieron con sus conocimientos, muchas gracias.

A todos mis compañeros de la generación C, por su amistad mil gracias.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

A mi querido padre, al Sr. José Hernández Ramos, por ayudarme en todos mis estudios en las buenas y en las malas con su consejo, sus ánimos, sus anécdotas, su amor de padre, su confianza en mí, y que me animó ser un gran profesionalista, mil gracias.

A mi querida madre, Sra. María Magdalena Hernández, por su confianza, amor, consejo, y que siempre me dijo que le hechara muchas ganas en la escuela, mil gracias, mamá.

A MIS HERMANOS:

A mi hermana Eduarda Hernández que en algún momento me apoyó y que tuvo confianza en mí, durante mi carrera, muchas gracias.

A mi hermano José, que siempre confió en mí, en los buenos y malos momentos, siempre no las ingeniamos para salir adelante, mil gracias, por su apoyo incondicional.

A Victorina, Martín, a Juanita; la nana de la casa, a Evaristo, Genaro, que siempre los he querido mucho, mil gracias por su convivencia conmigo, y plena confianza y esperanza en que iba a formarme profesionalmente y que luego soy su guía para que ellos salgan adelante .

A MIS TÍOS:

A mi Tía María, que siempre nos ha visitado en casa y que siempre me ha visto como un sobrino de esperanza en la vida profesional.

A mi Tío Diego, Alías el Huenchito, que en algún momento lo molestamos, para que me apoyara en mis estudios.

A mi Tía Juanita y mi Tío José, que cada vez que los visito, me animan, aconsejan, para que le heche muchas ganas en mi vida, también a mi Tío Neto.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
ÍNDICE	III
RESUMEN	V
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
HIPÓTESIS	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Infiltración	3
Estudio a nivel de cuencas hidrológicas	3
Otros factores que afectan la infiltración.....	3
Infiltrabilidad y escurrimiento	4
Efecto de pastoreo de ganado en tasas de infiltración	4
Producción de sedimento	6
Materia orgánica	7
Sistemas de Pastoreo.....	8
Efecto de estación y estado de sistema de pastoreo rotacional en las condiciones del ciclo hidrológico de pastizales	8
Impacto de pastoreo de ovejas en pastizales semiáridos con pendientes... 9	
Efecto del caminamiento de animales en la pérdida de suelo e infiltración de agua.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS	13
Materiales de campo.....	14
Materiales de laboratorio	15
Reactivos y Soluciones	15
Determinación de Densidad aparente.....	15
Porosidad.....	16
pH	16
Conductividad eléctrica	16
Carbono Orgánico.....	16
Materia orgánica	17
Textura.....	17

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
Velocidad de infiltración	19
Características físicas y químicas de suelo	19
CONCLUSIONES	23
LITERATURA CITADA	24
ANEXO CUADROS	34
ANEXO GRÁFICAS	42

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Ejido San Juan de la Vaquería, que está al sur del municipio Saltillo, en Coahuila. El objetivo del trabajo fue determinar la influencia del pastoreo de cabras en los factores de infiltración, compactación y nutrientes en el suelo sobre los procesos de desertificación, para lo cual se medirá la infiltrabilidad, compactación así como el contenido de nutrientes en el suelo en un gradiente con heterogéneos por cientos de pendientes en dos comunidades de vegetación distintas (gobernadora-hojasén y gramíneas) con uso ganadero diferente, en el Ejido San Juan de la Vaquería. Lo cual genere información que permita el desarrollo sustentable del caprinocultor en su medio rural. Asimismo la hipótesis planteada fue que las menores tasas de infiltración se darán en los suelos con mayor pendiente y que el mayor nivel de fertilidad de suelo estará en función de mayor contenido de materia orgánica.

La cual una vez que se obtuvo los datos de campo, se procesaron mediante fórmulas para obtener velocidades de infiltración y lámina acumulada, para lo cual se seleccionaron dos líneas de estudio en perfiles similares en los terrenos del ejido, cada línea consistió en 10 pruebas de infiltración haciendo un total de 20 por las dos, y dos muestreos de suelos en cada sitio de evaluación de infiltración a los laterales a 5 metros del punto sumando en total 40 muestras de suelo.

Para la evaluación, se efectuaron varios análisis suelos en laboratorio donde se determinó las características físicas y químicas. Para poder determinar e interpretar los sitios de infiltrabilidad en cada línea de muestreo. Las variables consideradas para determinar las características físicas de suelo, fueron; textura, densidad aparente (DA) en g/cm^3 conductividad eléctrica expresado en milisiemens, espacio poroso (E) en por ciento y para determinar las características químicas fueron; contenido de materia orgánica (MO), contenido de carbonatos (CO_3), expresados en porcentaje y pH solamente en valor absoluto.

De los resultados obtenidos mas resaltantes fueron que: en la línea 1 el valor mas alto fue en el sitio 6 en el minuto 2 (60 cm/hr) y el mas bajo fue en el sitio 7 en el minuto 10 (2.4 cm/hr), se correlacionan estos datos de infiltrabilidad, con el alto contenido de arena en un 43 %, así como un 0.58 % de materia orgánica.

Asimismo las tasas de infiltración variaron con la textura del suelo en donde el contenido de arena es menor (17.6%) que arcilla (40%) y limo (42.4%), datos similares obtuvo Baron y col. (2001), con promedios de: arena (26.7%), arcilla (32.1%) y limo (42.4%) (ver anexo cuadros 5 y 6; graficas 7 y 8).

De manera general, se puede establecer que Carbono (CO), materia orgánica (MO), Conductividad Eléctrica (CE) y Densidad aparente (DA) presenta los

menores valores en la línea 1, en los sitios de muestreo más alejados a la colina y las texturas más arenosas, en donde las tasas de infiltración son de hasta 24 centímetros durante los primeros quince minutos

Los contenidos de materia orgánica, en la línea dos superaron a la línea 1, en todos los sitios de muestreo, asimismo, el menor valor se presentó, en la línea 1, del sitio 10B (0.05 %), mientras que el mayor fue en el sitio 9B (4.19 %). Por otro lado en la línea dos, el menor valor fue en el sitio 3A (0.08 %) y el valor superior fue en el sitio 6A (5.53 %)

La conductividad eléctrica en la línea 1, el valor superior fue en el sitio 10A (495 Milisiemens/cm), mientras que el menor valor fue de 157 Milisiemens, asimismo, en la línea dos se caracteriza porque el mayor valor se presentó en el sitio 6A (1257 Mili siemens/cm)

El menor valor de densidad aparente fue en la línea 1 fue en el sitio 10B (1.00g/cm^3) y el mayor lo presentó el sitio 1B (1.13g/cm^3), pero, en la línea dos, el menor valor fue en el sitio 8B (0.99g/cm^3), y el mayor valor en el sitio 5B (1.13g/cm^3). La porosidad de los sitios más alejados de la colina fue el de mayor porcentaje que de los sitios más cercanos a ella

El mayor valor de pH fue en la línea 1 del sitio 9B (9.22) y el menor valor fue en el sitio 7B (7.12), asimismo, en la línea 2, el más alto valor fue en el sitio 2A (9.08) y el valor más bajo en el sitio 9A (7.54)

INTRODUCCIÓN

El uso del recurso natural en los ecosistemas de los estados del norte de México por las diversas especies animal, dado las características de pastoreo trashumante en este medio rural, el cual ha resultado inadecuado en que el ecosistema vaya en detrimento consecuencia de ello el desarrollo sustentable, de la región no se ha cuidado. Los estudios respecto a la determinación de la capacidad de infiltrabilidad de los recursos naturales es desconocido ya que las últimas investigaciones realizadas en Coahuila datan de los años ochentas, pero no en relación a determinar el efecto del pisoteo animal en las características de suelo y vegetación. Este tipo de estudios se justifica ya que el deterioro del pastizal dada la mentalidad utilitarista del mismo a través del hocio del animal, esto es, el uso del pastizal solamente de extracción y no devolver al ecosistema a través de acciones que permita la recuperación del mismo, ya sea por sí sólo o por medio de las acciones del ser humano. Por otro lado llegar a determinar la capacidad de infiltrabilidad de los potreros a nivel ejidal, permitirá diseñar programas de utilización apropiada del recurso pastizal, y por ende llevar a cabo un desarrollo sustentable del ecosistema en el sureste de Coahuila. El uso extensivo del pastizal depende por completo del uso directo del forraje, vía especies animal domesticado y silvestre.

Considerando la importancia de la vegetación, como medio de subsistencia de los organismos vivos, en el ecosistema, la cual para su buen crecimiento y desarrollo sin excepción alguna, requiere de la acción de otros factores como suelo, agua, la temperatura y otros, no es excluyente mencionar que el suelo es la base de la planta, otro recurso natural de suma importancia para la vida de los seres vivos.

La relación suelo-vegetación es insoslayable, porque es un elemento que participa activamente en la evolución o transformación del suelo, que puede ser desde mala hasta una buena calidad, otros factores que interrelaciona son: clima, temperatura, lluvia, escurrimientos superficiales, velocidad del viento, y microorganismos desintegradores entre otros bacterias y hongos factores coadyuvantes en la descomposición de la materia vegetal, mismos que influyen directamente para el mejoramiento del suelo así como el deterioro del mismo por un manejo inadecuado, además con la falta de vegetación, los suelos se ven afectadas de manera muy acelerada, siendo en ocasiones irreversible.

En Coahuila, el clima es semiárido, la vegetación es escasa, la lluvia errática con períodos de recurrencia alterados. Aún así, para la sobre vivencia de los pobladores, pastorean sus animales domésticos tal como ganado caprino, ovino, equino y bovino, pero, la falta de conocimiento sobre el manejo de éstos animales, dentro del proceso de pastoreo consiguen como resultado, un sobre pastoreo en los pastizales, lo que redunde en disminución de la cobertura vegetal, mal manejo del suelo, por ésta acción, la mala alimentación de los animales y como resultado una mala producción, en términos de rentabilidad.

Lo mencionado con anterioridad, permite que se haya contemplado la factibilidad de efectuar investigación inherente a la determinación del efecto

que causa el pisoteo animal en las características de vegetación, suelo e infiltrabilidad, que conlleve a la proyección de uso racional del recurso natural y que de acuerdo a la política ecológica se efecto el desarrollo sustentable de la región, y de permitirlo así la reconversión ecológica.

Objetivo

Determinar la Influencia del pastoreo de cabras en los factores de infiltración, compactación y nutrientes en el suelo sobre los procesos de desertificación, para lo cual se medirá la infiltrabilidad, compactación así como el contenido de nutrientes en el suelo en un gradiente con heterogéneos porcentos de pendientes en dos comunidades de vegetación distintas (gubernadora-hojasén y gramíneas) con uso ganadero diferente, en el Ejido San Juan de la Vaquería. Lo cual genere información que permita el desarrollo sustentable del caprinocultor en su medio rural.

Hipótesis

Las menores tasas de infiltración se darán en los suelos con mayor pendiente. El mayor nivel de fertilidad de suelo estará en función de mayor contenido de materia orgánica.

REVISIÓN DE LITERATURA

Infiltración

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). También conceptualizada como el 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 y col., 1984).

Dentro de las técnicas para estimar infiltración, se mencionan los siguientes: estudios de parcela, algunos son estudios mediante lisímetros, parcelas de inundación en áreas confinadas y los llamados mecanismos de aspersion (Wood y Blackburn, 1981b); o bien por medio de simuladores de lluvia ó pruebas de infiltración bajo lluvia natural

Estudio a nivel de cuencas hidrológicas

Existen diversas técnicas, estas son: a) Uso de cilindros, consiste en el empleo de anillos de diversos tamaños, que son enterrados a una profundidad aproximada de entre 5 a 60 cm. (Gutiérrez y col., 1996), b) Simuladores de lluvia, técnica que aplica agua en parcelas, de manera similar a la lluvia natural, usada en estudios de erosión, infiltración y escurrimiento (Neef, 1979), y c) Infiltrómetros, de tipo inundación los cuales producen una infiltración constantemente mayor que los tipos de simulación de lluvia (Musgrave, 1955).

Otros factores que afectan infiltración

Se agrupan en las siguientes categorías: a) Propiedades físicas: textura, estructura, densidad aparente, temperatura, Cobertura del suelo: vegetal, piedras y grava b) Propiedades químicas: CIC, PSB, etc., c) Factores bióticos: Cobertura vegetal, Flora en general, fauna, así como la situación del agua en el suelo, (porcentaje de humedad, capacidad de retención, etc.), d)

Condiciones climáticas: Estación del año, temperatura, precipitación etc., y e) Fisiografía del área: Pendiente del terreno, etc. (Musgrave, 1955). Otro autor considera la existencia de seis factores que afectan a la infiltración: a) La cobertura del suelo, con sus porcentajes de hojarasca, piedras y grava; b) Características físicas del suelo de textura, estructura, densidad aparente y contenido de humedad; c) Características químicas del suelo, como es materia parietal, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de saturación de bases y contenido de sodio; d) Factores bióticos de tipo de vegetación, cobertura vegetal, densidad de la vegetación, actividad microbiana, tipos y cantidad de fauna en el suelo; e) Condiciones climáticas, estación del año, intensidad, forma y duración de la precipitación, y la velocidad del viento; f) Fisiografía del área, pendiente del terreno, exposición de la superficie y altitud del lugar. (Moore y col., 1979; Branson y col., 1984)

Infiltrabilidad y escurrimiento

Efecto de pastoreo de ganado en tasas de infiltración

Las tasas de infiltración varían en tiempo y espacio debido a normales en clima, vegetación e intensidad del uso de ganado (Gifford y Hawkins, 1978), aunque pocos estudios han procurado explicar estas variaciones naturales, por otro lado, pocas investigaciones han estudiado los impactos estacionales de sistemas de pastoreo o manejo del pastizal (Blackburn y col., 1982).

Se ha realizado diversos estudios sobre el impacto de distintos sistemas de pastoreo sobre tasas de infiltración en las llanuras de Edwards en Texas, los cuales indican que la infiltración bajo sistema de pastoreo de rotación diferida fue similar a las exclusiones y una mayor infiltración que en alta carga animal, (Branson y col. 1984), que en sistemas con pastoreo de mínima frecuencia o moderado continuo a los de pastoreo pesado (Blackburn, 1981). Los índices de infiltración en el sistema de pastoreo de alta intensidad y baja frecuencia fue similar a pastoreo con carga animal moderada en áreas continuamente pastados (Wood y Blackburn 1981a; Blackburn y col., 1982). El pastoreo de ganado puede alterar índices de infiltración de los suelos de los ranchos quitando la cubierta protectora de la planta por pisoteado (Azooz y Arshad, 1996). La cobertura vegetal y el abono orgánico, sirve para proteger la superficie del suelo contra el impacto de las características del suelo y de la influencia de las gotas de lluvia (Bergkamp, 1998; o bien de las propiedades de la superficie del suelo tal como densidad, contenido de materia orgánica y agregación (Osborn 1954; Copeland 1963; Blackburn 1975; Meeuwigand Packer 1976). La reducción de las tasas de infiltración como resultado del pastoreo animal ha sido atribuido a: 1) Pérdida de cobertura vegetal 2)

disminución de la cobertura de l tter. 3) disminución de forraje en pie y cobertura. 4) Incremento del suelo desnudo y 5) Incremento de la densidad como resultado de pisoteo (Alderfer y Robinson 1947; Knoll y Hopkins 1959; Branson y col., 1962; Copeland 1963; Dee y col., 1966; Rauzi y Hanson 1966; Smith 1967; Blackburn y col., 1982). Por otro lado se menciona que el tipo de vegetación es importante en la determinación de las tasas de infiltración (Blackburn, 1975), asimismo las tasas de infiltración son consistentemente más altas en áreas donde domina los pastos de porte medio que en las áreas donde dominan las especies de pastos de porte bajo (Blackburn y col., 1980; Wood y Blackburn 1981a). El pastoreo animal ha sido el impacto más fuerte en los pastos de porte medio. No sólo son éstos comúnmente las especies con mejor forraje sino que son las especies de mayor capacidad al pastoreo con cargas animal alta que en los pastos de porte bajo (Wood y Blackburn 1981a).

Debido a las prácticas de manejo de pastizales a través de sistemas de pastoreo el mesquite ha resultado en un aumento de población (*Prosopis glandulosa*), esto es alrededor de 34 millones de acres con una infestación moderada, en otros ranchos pesadamente y moderadamente infestados actualmente ha disminuido el potencial de la producción de forraje (Fisher y col., 1973), por lo que existe información relacionada con el mezquite y control de las tasas de infiltración y producción de sedimento, de lo cual, se tiene incrementos significativos en tasas de infiltración y disminución de la erosión (Rosa y Tigerman 1951; Row y Reimann 1961; Dragoun 1969; Blackburn y Skau 1974).

En Estados Unidos los bosques del Sureste producen más de la mitad de la madera que suministra la nación y es un área de mejor potencial para productor de ganado (Ursic 1975, Grelen 1978). Los efectos de la silviculturra y prácticas de manejo de pastoreo de ganado, de la infiltración, erosión por pequeños arroyos y calidad del escurrimiento del agua, es prácticamente inducomentado. Tal información es necesaria para que el estado y las agencias federales puedan tomar la decisión del estudio de manejo del pastizal.

Las prácticas de manejo intensivo de bosques, árboles cosechados, sitios de preparación y pastoreo de ganado ha sido identificado como un potencial de causas de declinación de sitios de productividad (Bormann y col., 1968; S ller y Kimmins 1984; Patric y Helvey, 1986). Las tasas de erosión natural en los suelos forestales en el SW se ha ido incrementando en kg/ha/año (Schreiber y col., 1980; Yoho 1980; Blackburn y col 1986). El corte de árboles y preparación de sitios aumentó el potencial de la erosión del suelo y transporte de nutrientes por la disminución de las capas superficiales de suelo, así se reduce la tasa de infiltración y aumento del escurrimiento superficial (Moehring y Rawls 1970; Hewlett y Troendle 1975; Douglass 1975; Blackburn

y col., 1986). Bhark y Small (2003), reportaron tasas de infiltrabilidad altas, de un corte de bosque de robles en 150 tipos de alturas y éste un corte fuerte adyacente del bosque.

Producción de sedimento

Renner (1936), adopta el término de erosión en la cuenca hidrológica de la rivera Boison, lo cual fue correlacionado con intensidad de pastoreo, de lo que se obtuvo algunos efectos en la erosión. Asimismo posteriormente, Dunford (1949), observó la erosión para un bosque de Pinos en Colorado, obteniendo un cambio significativo en erosión del pastoreo moderado en comparación al pastoreo con carga animal alta, obteniendo índices de erosión más de lo normal, contrastando esto con el área no pastoreada, años después, (Johnston 1962), encontró pérdidas de suelo no tan serios en pastoreo mediano, moderado, pesado, en el SE de Estados Unidos en Texas.

Esta es influenciada por el Ganado en pastoreo en las planicies de Texas, en donde, algunas de las erosiones que se ha desarrollado en los pastizales es un problema en el Oeste de EUA, muchos de estos problemas resulta por la influencia combinada de inadecuada proporción de pastoreo y pobre número de animales distribuidos, es error de la clase de el inadecuado manejo animales y uso de época (Emmerich y Heitschmidt, 2002). Asimismo, se ha observado que también se producen sedimentos de erosión geológica que es un componente natural de los pastizales y su alto nivel de frescura y la más alta concentración del sedimento puede ocurrir por fenómenos naturales y que puede extenderse Frederickson y col. (1998). Blackburn y col., (1978), observó que el sedimento no es necesariamente una contaminación y/o asentamiento cuando se haya en exceso en los llanos y por otro lado que interfiera con el uso beneficioso del agua, lo cual es un acierto en la producción de la cantidad total de sedimento y cuidado de la necesidad de nutrientes y más agua en el mantenimiento de la productividad.

Algunos expertos han estudiado la erosión (Kieft y col., 1998) y la producción de sedimento (McDaniel y col., 1997) resultando para diferentes cargas animal de pastoreo con diversidad y clases de ganado en una continua épocas estacional básica (O'Dea y Guertin, 2003). Por otro lado existen muy pocos estudios en relación a la producción de sedimento para algunos sistemas de pastoreo (Schlesinger y col., 1999; Schlesinger y col., 1996).

White y Loftin, (2000), observaron diferentes producciones de sedimentos de suelos húmedos de 211, 134 y 160 kg/ha, como resultado de cargas animal

altas, tres sistemas de pastoreo de rotación diferida y a 30 años de exclusión de ganado, de lo cual obtuvo que la producción de sedimento creció con los estándares de disminución de fitomasa y la profundidad de los sitios del rancho.

Tasa infiltración y producción de sedimento influenciado por sistemas de pastoreo en las llanuras de Texas

El manejo de pastoreo es definido por la manipulación del apacentamiento del ganado lo que resulta de una decisión complicada (SRM,1974), si bien es una herramienta indispensable para el crecimiento del rancho (Stoddart y col.,1975). La predominancia de mayores tasas de infiltración en una cuenca hidrológica es evidenciado más favorable por la composición de la especies de plantas (White y col., 2004), creciendo la planta y favoreciendo la cobertura de la capa del suelo y el aumento del vigor de la planta (Wilcox, 1994). El sistema de pastoreo afecta la condición de la cuenca por alterar la cobertura de la vegetación y la permanencia de la misma., la densidad de masa, contenido de materia orgánica y agregación de la estabilidad de suelos (Cannon y col., 1998). Así también se han tenido estudios previos, en donde se tuvo generalmente la demostración de la declinación de cobertura vegetal (Chambers, 2001), disminución de las tasas de infiltración de agua e incremento de la producción de sedimento (Covington y DeBano, 1990; Davenport y col., 1998). Igualmente en relación al tamaño de la densidad de aumento del suelo (DeBano, 2000), decrecimiento de la tasa de infiltración y aumento de producción de sedimento (McGinty y col., 1979; Gruell, 1999). Por consiguiente, el manejo de estrategias de pastizal es el reforzar la cubierta vegetal cuidando así el tamaño de la densidad del suelo e incrementar con ello la materia orgánica del suelo y estabilidad de agregación reforzando por consecuencia la condición hidrológica (Hester y col., 1997).

Materia orgánica

El efecto del pastoreo con diversas cargas animal impacta en la presencia de materia verde en oxidación y materia orgánica en el suelo, en ecosistemas donde se hayan diversas especies de gramíneas en tamaño y habito de crecimiento en ecosistemas de pastizales, así por ejemplo, en los grandes llanos del norte de Canadá, la materia vegetal oxidada acumulada se extiende de 0.28 a 1.24 kilogramos por m², en tierras de pastizal con Festuca (Johnston 1961, Willms y col., 1986), y de 0.06 a 0.09 kg/m² en praderas mezcladas.(Smoliak 1965, Willms y col., 1986). El pastoreo reduce la cantidad de materia verde oxidada con cargas animal altas (Miller y Wigand, 1994; Miller y Tausch, 2001). Algunos estudiosos encontraron que el pastoreo no afecta la materia orgánica del suelo (Dormar y col., 1977; Neary y col., 1999). Otros investigadores encontraron que el pastoreo fuerte reduce el carbono total en Horizontes Ah en algunas praderas (Smoliak y col., 1972, Dormar y

col., 1977). También en los suelos secos sobre la superficie, la materia orgánica puede disminuir bajo pastoreo (Coupland y col., 1960, Smoliak 1965) o incrementar (Johnston 1961, Smoliak y col., 1972), con cambio significativos mayores en la capa de 15 cm del perfil del suelo.

Sistemas de pastoreo

La infiltración del agua y la distribución por debajo de la superficie del suelo (permeabilidad), es uno de los procesos más importantes del ciclo hidrológico y es de importancia crítica para el manejo del ranchos (Johnson 1978). La influencia de los índices de infiltración y el contenido de agua del suelo satisface los requerimientos de evapotranspiración de plantas en crecimiento; y la acción del agua es solvente y disolvente para los nutrientes de las mismas. Las tasas de infiltración por influencias de vegetación suelo clima y edafología de los vegetales. Quizás sea la mas fácilmente manipulada por los manejadores del pastizal. El tipo de vegetación y cantidad de cobertura pueden modificar la relación suelo agua de un sitio. Los sistemas de pastoreo son a menudo usados para mejorar la cobertura vegetal así como las tasas de infiltración(Pierson y col., 2002). Los impactos hidrológicos, incluyendo tasa de infiltración, pastoreo y prácticas de mejoramiento de pastizales, es de mucho interés para la ciencia de manejo de los ranchos, en muchas áreas, el sistema de pastoreo es parcialmente justificado por las demandas de mejorar la condición de las cuencas hidrológicas (Reiner, 2004).

La influencia de las propiedades de suelo y tasa de infiltración es evaluado por varios estudios (Gifford 1968; Branson y col., 1972; Blackburn 1975). Las diferencias de tasas de infiltración es atribuido por la textura del suelo, estructura, profundidad, contenido de materia orgánica, corteza, microorganismos, antecedentes de humedad, compactación, tiempo de uso, cobertura rocosa, y la cantidad de exposición de suelo desnudo (Lane y col., 1997). La influencia de pastoreo e infiltración han sido estudiados primeramente a la relación tiempo de pastoreo por año y la tasa de infiltración tiene que ser negativamente correlacionado con la tasa de abastecimiento (Reed y Peterson 1991; Llacos 1992). McGinty y col.(1979), encontraron tasas de infiltración similares en 4 pastas en tres sistemas de pastoreo, asimismo, la exclusión de animales fue similar y fueron altamente significativos en el pastoreo pesado.

Efecto de estación y estado sistema de pastoreo rotacional en las condiciones del ciclo hidrológico de pastizales

El mal manejo de pastoreo, especialmente el sobre pastoreo, causa degradación de los pastizales (Bentley 1898; Box, 1967; Dregne 1978). Antaño al pastoreo moderado era designado el utilizar aproximadamente a la mitad de la producción actual de forraje, aceptado como un manejo de pastoreo proporcional (Stoddard y col., 1975), sin embargo, el ganado podía sobre utilizar áreas específicas, incluso el consumo de especies de forrajes de plantas individuales, o bien especies claves de manejo, por lo que se implementó un sistema de pastoreo rotacional. Metas adicionales de sistemas de pastoreo incluye el mantenimiento y estudio de los forrajes y aumento de la producción animal, sobre esta base en décadas pasadas fue renovado la actividad del interés de pastoreo intensivo asociada con la alta densidad de pastoreo aumento de tasas de infiltración por lluvias dentro del suelo y la reducción de la erosión, incluso el índice de pastoreo moderado fue doble y triple, (Goodloe 1969; Savory 1978; Savory y Parsons 1980). La mayoría de los estudios sobre sistema de pastoreo intensivo han mostrado una tasa de disminución de infiltrabilidad y aumento de producción de sedimento (Blackburn 1984; Gamougoun y col., 1984; McCalla y col., 1984a, 1984b; Pearson y col., 1975; Pluchar 1984).

Los efectos de pastoreo de ganado en la hidrología de los ranchos ha sido estudiado por muchos años, sin embargo, los estudios obtenidos y documentados de los modelos hidrológicos de varios ranchos e índices de alimentación no son continuos (Osterkamp y Toy, 1997).

La forma de crecimiento de la vegetación es una determinación importante de la tasa de infiltración y erosión por escurrimiento, además, la tasa de infiltración es usualmente alta y la erosión por escurrimiento es más baja si se compara el habito de crecimiento de los árboles con el habito de crecimiento de los arbustos, por otro lado, disminuye la alta biomasa de pasto y se incrementa el suelo desnudo (Blackburn 1975; Wood y Blackburn, 1981a; Knight y col., 1984; Thurow y col., 1986). Así la tasa de infiltración y erosión de suelo es afectado por la frecuencia e intensidad del pastoreo, afectando también, la cantidad y tipo de cobertura e impactos físicos del suelo (Smith, 1967; Skovlin y col., 1976; Rhoades y col., 1964; Hanson y col., 1973; Ellison 1960; Blackburn 1975; Thurow y col., 1986; 1988b; Warren y col., 1986a; Warren y col., 1986b).

Impacto del pastoreo de ovejas en pastizales semiáridos con pendientes

Los procesos hidrológicos en los ranchos y los efectos de uso de éstas tierras son consecuencia de mucha atención que se están entendiendo hasta ahora, desde hace 30 años, dependiendo esto en su inmensa mayoría por la realización de investigaciones en donde se aplica como herramienta principal la técnica de simulación de lluvia (Archer y col., 1987). La simulación de lluvia se ha estudiado especialmente como herramienta para la evaluación del

manejo de pastoreo (Pringle y Landsberg, 2004), sin embargo se ha sido una limitante sobre pendientes con menos de 10 % (Flores, 1999).

Por la remoción de la cobertura de plantas y pisoteo, el pastoreo puede resultar en aumento de la compactación de suelo y encostrando por impacto de la lluvia, asimismo, la materia orgánica de suelo y agregación puede también ser reducido, de lo cual resulta la baja infiltrabilidad y alta producción de sedimento (Wilcox y Word, 1986). Busby y Gifford, (1981), sugirieron que el impacto de pastoreo es más acumulativo en forma instantánea, también encontraron que la vegetación simple es sujeto por recuperación y no resultando el aumento inmediato de la tasa de infiltración. En un estudio de pastoreo con cargas animal altas, se obtuvo que, causa reducción de la infiltración y disminución de la producción de sedimento (Warren y col., 1986c). Obteniéndose datos similares de los impactos hidrológicos de pastoreo moderado y medianamente ligero (Gifford y Hawkins 1978). En muchos casos la producción de sedimento e infiltración en situaciones de pastoreo moderado, ligero y un sólo potrero tiene diferencias minoritarias (Blackburn y col., 1982). El sistema de pastoreo especializado no tiene generalmente demostraciones hidrológicas ventajosas sobre pastoreo continuo (Gifford y Hawkins 1978; Warren y col., 1986a). Podría ser una pregunta razonable, es la pendiente, hidrológicamente sensible a la presión de pastoreo?. Se ha generalizado lo aprendido sobre los estudios previos de pastoreo en pendiente?. Éstas son especialmente preguntas importantes en montañas donde pastorean ovejas en las pendientes o laderas más cuando están lactando (McDaniel y Tiedeman 1981).

Las garantías del pastoreo de animales indican el impacto físico de los suelos y vegetación en los potreros de los ranchos, así también; clase de animal, estacionalidad, intensidad de pastoreo, características de suelo e influencia de tipo y grado de impacto (Guenter y Detling, 2003). Los pastoreos efectuados en largos tiempos afectando por excesivo impacto físico de la pezuña del animal (Lull 1959; Reynold y Packer 1963; Blackburn y col., 1983; Blackburn 1984; Kotliar y col., 1999). Los expertos de sistemas de pastoreo rotacional indican efectos beneficiosos de aumento por intensidades (Milchunas y col., 1995).

La acción de la concentración de animales, se asume que logra un mejoramiento de las características hidrológicas del suelo, rompiéndose la superficie de la corteza e incrementándose la infiltración, de esta manera se refuerza la emergencia de la semilla (Savory y Parson 1980; Walter 1984). Estudios recientes de sistema de pastoreo rotacional, demostraron el impacto detrimental de las propiedades hidrológicas del agua, tasa de infiltración, producción de sedimento y escurrimiento (Blackburn 1984; Thurow y col., 1986; Warren y col.,1986a; Warren y col.,1986b; Warren y col.,1986c; Weltz y Wood 1986).

La habilidad de la emergencia de una semilla depende del vigor de las raíces y la relación compactación-dureza del suelo (Milchunas y col., 1995), así como las condiciones apropiadas de humedad y temperatura (Hanks y Thorp 1957, Taylor 1971; Jensen y col.,1972; Winter y col., 2002). Mientras que la superficie del suelo se seca, disminuye el crecimiento de la planta (Stephens 1980; Whicker y Detling, 1988). El pisoteo puede incrementar la emergencia de algunas especies pero, disminuye la emergencia de otras (Stephens 1980; Wood y col., 1982; Dahl 1986; Eckert y col., 1986b; Norton y Owens 1986; Abrahams y col., 1994). Otros factores de pisoteo también influencia en la emergencia de las semillas (Al-qinna y Abu-Awwad, 1998).

(Dahl, 1986; Stephens, 1980; Eckert y col.,1986b), consideran que la presencia o ausencia de vegetación, determina las características de micro sitio de suelos lo cual permite establecer la emergencia, asimismo, la humedad de suelo antes de la germinación, variedad de la especie de planta y habilidad de condiciones de germinación de la misma especie puede también ejercer mayor influencia que el pisoteo (Graff 1983; Dahl 1986; Azooz y Arshad, 1996).

Efecto del caminamiento de animales en la pérdida de suelo e infiltración de agua

Los daños en la vegetación, ocurre en potreros pastoreados con alta densidad lo que no permite el cuidado adecuado del suelo, particularmente cuando el pastoreo es pesado o el que sean grandes pastas en suelos húmedos (Sheath y Boom 1997; Betteridge y col., 1999). La pérdida de la cobertura vegetal y de la materia orgánica en oxidación es causado por alta densidad de pastoreo (Warren y col., 1986a; Warren y col.,1986b; Thurow y col.,1986), lo que permite el impacto directo de las gotas de lluvia en el suelo (Lal y Elliot 1994). El aumento de la densidad del suelo resulta del pisoteo de suelos húmedos, reduciendo la infiltración en el suelo (Warren y col., 1986c), la combinación de éstos efectos aumenta la cantidad del agua superficial y ocasiona pérdida de sedimento (Thurow y col., 1986; Thurow y col.,1988a, Warren y col., 1986a).

En adición a los daños ocasionados, a la cobertura de la superficie de suelo y aumento de la densidad de volumen de suelo, también aumenta la superficie inútil (Betteridge y col., 199), además el aumento de las superficies inútiles del suelo desnudo, puede reducir la pérdida de sedimento y escurrimiento bajado por energía cinética del agua superficial y actuando como una trampa para las partículas separadas del suelo (Warren y col., 1986a), sin embargo, en pendientes pronunciadas, puede exceder el flujo de agua escurrida, mitigando los efectos de acortamiento de longitud de la pendiente y crecimiento de capacidad de pisoteo y daños de la superficie, aumentando así la erosión.

El pastoreo define el impacto del comportamiento en la hidrología de los ecosistemas del rancho, sabido que el pastoreo por animales domésticos o silvestres pueden alterar el potencial de infiltración y tasas de erosión en un área por la reducción de la vegetación, materia orgánica en verde y compactación del suelo, en resumen la relación de intensidad de pastoreo e infiltración (Gifford y Hawkins, 1978).

La cobertura de gobernadora se ha incrementado en el último siglo en muchas áreas de manera predominante en los pastizales desérticos del desierto chihuahuense (Buffington y Herbel, 1965; Grover y Musick, 1990; Van Auken, 2000; Perkins, 2003), este cambio de dominancia de gramíneas a comunidades dominantes de arbustivas leñosas ha cambiado primordialmente la distribución espacial y temporal de los recursos del suelo (Schlesinger y col., 1990), así como la alteración de los procesos hidrológicos (Abrahams y col., 1994; Quinton y col., 1997; Dunkerley y Booth 1999; Parizek y col., 2002), en comunidades donde dominan las arbustivas, los recursos orgánicos se han concentrado comúnmente bajo las arbustivas y el agua y el viento ha removido el material orgánico de las inter espacios de estas gramíneas. Las tasas de infiltración se han incrementado directamente entre los doseles de las plantas que son usualmente mayores que en los inter espacios o entre las arbustivas (Dee y col., 1966; Tromble y col., 1974; Thurow y col., 1986). En general el incremento de plantas y cobertura orgánica reduce el impacto de las gotas de lluvia y mejora la infiltración del agua, mientras que una disminución en cobertura de plantas incrementa el escurrimiento y las tasas de erosión del suelo (Bergkamp, 1998).

A través de todo lo amplio del paisaje la proporción relativa de gramíneas a cobertura de arbustivas es comúnmente un factor clave que afecta el escurrimiento y erosión del suelo, aunque si bien esto no es siempre el caso (Martin y Morton, 1993; Parizek y col., 2002). Tromble y col. (1974), reportó bajo escurrimiento en comunidades de gobernadora en comparación con pastizales nativos, pero Abrahams y col., (1994), reportó altas tasas de escurrimiento en áreas que cambiaron de comunidades de gramíneas a comunidades con dominancia de gobernadora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el ejido San Juan de la Vaquería, Municipio de Saltillo, en Coahuila, es una región con escasa vegetación y precipitación, suelos erosionados muy notables en ciertas partes. Este ejido se encuentra localizado al Sur- Oeste del Municipio, Por la Carretera Saltillo a Zacatecas a

20 km, una desviación a mano derecha que es la Carretera a General Cepeda, a 10 km aproximadamente, se encuentra el ejido.

En el trabajo de Campo consistió en ; trazar dos líneas imaginarias de este a oeste de acuerdo a la topografía del terreno. En cada línea imaginaria se ubicó 10 sitios de muestreo, primero, fue; toma de datos de infiltrabilidad, muestreo de suelos la última solo se tomaron una sola vez, la primera, se tomaron dos veces, una primera y la segunda se tomó a los 15 días, sin precipitación durante la toma de datos, es decir, suelos secos, soleados.

La distancia entre sitio y sitio de muestreo fue de 300 metros, de tal manera que en 10 sitios, son 3 kilómetros, la distancia entre una línea y otra fue de 400 metros.

El muestro de suelos, fue de la siguiente manera; una muestra A y una muestra B en cada sitio, estos es, se ubicaba un sitio para prueba de infiltración, a la parte norte a 5 metros se tomó la muestra A y la parte sur la muestra B, para lo cual fueron, 40 muestras en un total de 20 sitios en las dos líneas, se ilustra en el anexo gráfico 1 y 2.

La Infiltración, se tomó utilizando, un tubo PVC de 30 cm y 4 “, primeramente, se enterró a los 10 cm, se llenaron de agua hasta el nivel del tubo, inmediatamente se calibraba el cronómetro para registrar la primera lectura a los 60 segundos hasta los 5 minutos, después de este tiempo, se tomaron lecturas cada 5 minutos hasta completar 60 minutos.

Así se realizó la toma de datos de infiltración en cada sitio en las dos líneas. Después de los datos de campo, se calcularon las velocidades de infiltración en cm/hr en base a la fórmula general siguiente:

Fórmula

$$VI = Kt^n$$

En donde: V.I. = es la Velocidad de Infiltración en cm/hr

K = es la coeficiente de infiltración por unidad de tiempo en cm/hr

T = Tiempo en minutos

n = Exponente negativo encontrado al medir la pendiente de la gráfica que 0<n<1.

Posterior a esto, se obtuvo las sumatorias de Velocidad de Infiltración (V.I), y el tiempo, para después poderlos procesar con las fórmulas que me muestran posteriormente

$$n = \frac{L \sum XY - \sum X \sum Y}{L \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$\text{Log}.K = \frac{\sum Y - n \sum X}{L}$$

$$K' = \frac{K}{(n+1)60}$$

Hidrómetro
Matraz de 250 ml
Oster
Piceta de 100 ml
Piceta de 250 ml
Pipeta de 10 ml
Pipeta de 30 ml
Potenciómetro
Probeta de 1000 ml
Probeta de 20 ml
Suelos tamizados y secos
Termómetro
Varilla manual de metal
Vaso de precipitado
Vasos de unisel 150 ml

Reactivos y Soluciones

Ácido Sulfúrico Concentrado
Agua destilada
Dicromato de Potasio
Hexametáfosfato
Indicador ortofenantrolina
Soluciones Buffer, pH 4, 7, 10.
Sulfato Ferroso

Para determinar densidad Aparente (Técnica de la Probeta)

Se efectuaron los siguientes pasos
Se pesaron 50 gr de suelo completamente seco a sol.
Posteriormente se vaciaron en una probeta de 100 ml
Con apoyo de una franela, en una mesa se dieron 20 golpes a base de la probeta, para posteriormente a la lectura
Se registró la lectura de la probeta graduada. después de los 20 golpes efectuadas

Cálculos

$$D_a = M/V$$

D_a = Densidad aparente

M = Masa de suelo.

V = Volumen ocupada de suelo dentro de la probeta.

Porosidad (E)

La porosidad se determinó con datos de D_a , y con la siguiente fórmula y expresada en %.

$$E = 100 (D_r - D_a) / D_r.$$

Donde :

E = Porosidad

D_r = Densidad real y este es igual a 2.65.

pH (Técnica de Potenciómetro)

Para el pH, se realizó de la siguiente Manera:

Se pesaron 5 gr de suelo completamente seco.

Se vació en un vaso de precipitado.

Se le agregó 10 ml de agua destilada. Agitando la suspensión durante 20 minutos

Mientras transcurría este tiempo, se estandarizó el potenciómetro.

Se volvía a agitar cada muestra antes de su lectura inmediato. A una temperatura promedio de 19 °C . Previo a esto, con agua destilada, se enjuagaba el electrodo y se secaba con papel filtro.

Conductividad eléctrica (Método de Conductivímetro)

Una vez, efectuada, las lecturas de pH, se agitaron las maestras, calibrado el potenciómetro, Marca Orión, Modelo 105 en (MS), se tomaron las lecturas de CE y respectivas temperaturas.

Carbono Orgánico (CO)

Técnica de Walkey y Black

Se usó el método de Walkey y Black, (titulación con ac. sulfúrico). el cual consiste en pesar 5 gr de suelo seco a la estufa, y colocarlo en un matraz erlenmeyer de 500ml. agregar 10 ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$ 1N) y 20ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, dejar enfriar durante 10 minutos y agregar 200ml de agua destilada y 4 gotas de indicador ortofenantrolina, titular con $FeSO_4$

$$CO = \text{Meq } K_2Cr_2O_7 - \text{Meq } FeSO_4(.39)/(g \text{ de muestra})$$

$$CO = \frac{\text{Meq } .K_2Cr_2O_7}{g. \text{ de muestra}}$$

Donde:

Meq.K₂Cr₂O₇ = mili equivalente de Dicromato de Potasio

MeqFeSO₄ = Mili equivalentes de Sulfato Ferroso.

$N \text{ FeSO}_4 = \text{MI Gastado de FeSO}_4 / \text{Gasto de K}_2 \text{ Cr}_2 \text{ O}_7$

N = Normalidad.

**Materia Orgánica (MO)
Técnica de Walkey y Black**

Los suelos, con características importantes, tiene que ver con el grado o contenido de materia Orgánica . Para la determinación de éste; se efectuó el siguiente paso.

Usando el mismo método que para el análisis de CO. Walkey y Black, (titulación con ac. sulfúrico). el cual consiste en pesar 5 gr de suelo seco a la estufa, y colocarlo en un Matraz Erlenmeyer de 500ml. agregar 10 ml de dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇ 1N) y 20ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado, dejar enfriar durante 10 minutos y agregar 200ml de agua destilada y 4 gotas de indicador ortofenantrolina, titular con FeSO₄ Para obtener materia orgánica sólo se multiplicó con la constante 1.72 por CO. El resultado es el porcentaje de MO.

MO = CO (1.72)

Textura (Técnica del Hidrómetro)

Para la determinación de la textura, se trabajó de la manera siguiente,

Se pesaron 50 g de suelo bien tamizado y seco.

Una vez pesado el suelo, se tomó el Vaso del Oster, agregándole agua hasta el nivel de la primera raya del vaso, aproximadamente 50 ml, y 20 ml de de Hexametáfosfato.

Se encendió el Oster durante 5 minutos para la mezcla completa.

Pasado los 5 minutos, la mezcla se vertió a en una probeta de 1000 ml, aforando con agua hasta el nivel de 1000 ml y con una varilla metálica manual se agitó durante 1 minuto.

Inmediatamente después del minuto, se calibraba el cronómetro y se introducía el hidrómetro durante 40 segundos y se registraba la lectura.

Mientras pasaban los 40 segundos, se tomaba la temperatura de la muestra, y se registraba.

Después de una hora, se repitió la misma operación (del paso 5 al 7) para registrar la lectura dos.

Cálculos

Se utilizaron las siguientes fórmulas;

$$P = \frac{(R+AR)-(Rc+ARc)}{W} \cdot (100)$$

Dónde:

R: lectura del hidrómetro.

AR: Corrección por temp. En la probeta.

Rc: Lectura del hidrómetro en solución dispersora.

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

W: Peso seco de la muestra

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Velocidad de Infiltración

En la línea 1 el valor mas alto fue en el sitio 6 en el minuto 2 (60 cm/hr) y el mas bajo fue en el sitio 7 en el minuto 10 (2.4 cm/hr), se correlacionan estos datos de infiltrabilidad, con el alto contenido de arena en un 43 %, así como

un 0.58 % de materia orgánica, durante el primer período de muestreo. Por otro lado en la línea 2 los valores de mas alto nivel de infiltrabilidad fueron en el sitio 3 minuto 2 (90 cm/hr), siendo el valor mas bajo en el sitio 8 del minuto 10 (4.8 cm/hr), la correlación en cuanto a contenido de arena fue de (56.4%) y el de materia es de 2.21% de materia orgánica. Se asume que las tasas altas de infiltración se correlacionan con altos porcentajes de materia orgánica y contenido de carbonatos, así como con altas cargas animal como en este estudio se observó en cuanto a caprinos, resultados diferentes obtuvo Chaneton y Lavado (1996), en sitios de pastoreo bajo condiciones similares a las nuestras en tipos de suelo, en donde la proporción C/N es 2:1 con valores de 11.43 ± 0.121 , en áreas pastoreadas con bovinos en el sur de Texas. Por otro lado se observó que las tasas de infiltración si bien se incrementaron durante los primeros 30 minutos hasta 18 centímetros de profundidad y después tendieron a disminuir, hasta los 60 minutos en 8.4 centímetros de profundidad, datos similares en infiltración obtuvo Takar y col. (1990), pero con diferentes profundidades de hasta 30 centímetros (ver anexo cuadro 1, 2, 3, 4 y graficas 3, 4, 5 y 6)

Asimismo las tasas de infiltración variaron con la textura del suelo en donde el contenido de arena es menor (17.6%) que arcilla (40%) y limo (42.4%), datos similares obtuvo Baron y col. (2001), con promedios de: arena (26.7%), arcilla (32.1%) y limo (42.4%) (ver anexo cuadros 5 y 6; graficas 7 y 8).

Características físicas y químicas de suelo

De manera general, se puede establecer que Carbono (CO), materia orgánica (MO), Conductividad Eléctrica (CE) y Densidad aparente (DA) presenta los menores valores en la línea 1, en los sitios de muestreo más alejados a la colina y las texturas más arenosas, en donde las tasas de infiltración son de hasta 24 centímetros durante los primeros quince minutos. (Flores, 1999), observó datos diferentes a los reportados aquí ya que no existió diferencia entre ladera y valle en cuanto a los contenidos de carbono, materia orgánica conductividad eléctrica y densidad aparente

Materia orgánica

Los contenidos en la línea dos superaron a la línea 1, en todos los sitios de muestreo, asimismo, el menor valor se presentó, en la línea 1, del sitio 10B (0.05 %), mientras que el mayor fue en el sitio 9B (4.19 %). Por otro lado en la línea dos, el menor valor fue en el sitio 3A (0.08 %) y el valor superior fue en el sitio 6A (5.53 %), se asume que la presencia de materia orgánica en estas cantidades es debido al tipo de uso del pastizales en la comunidad ejidal, en el cual no se permite la recuperación del mismo. Datos similares encontraron

Wheeler y col., (2002), ya que debido a sobre pastoreo se encontró que el contenido de materia orgánica y densidad aparente disminuyeron, como consecuencia de la carga animal alta, destacando que la densidad aparente se incrementó a profundidades de 5-10 y 10-15 cm de profundidad (Cuadro 5, 6 grafica 7,8). Ortiz y Ortiz, 1990, efectuaron una categorización de contenido de materia orgánica en suelos minerales se interpreta de acuerdo a niveles tal como: menos de 1.0 (muy pobre), 2.0 a 3.0 pobre; 2.5 a 3.0 Medio, 3.0 a 5.0 Rico y > 5.0 muy rico. Indicando entonces que de acuerdo a los porcentajes de materia orgánica mencionados en cuadro 1, se obtuvo suelos con materia orgánica ricas y pobres.

Conductividad eléctrica

En la línea 1, el valor superior fue en el sitio 10A (495 Milisiemens/cm), mientras que el menor valor fue de 157 Milisiemens, asimismo, en la línea dos se caracteriza porque el mayor valor se presentó en el sitio 6A (1257 Mili siemens/cm) mientras que la Conductividad eléctrica y la densidad aparente son similares en ambos sitios. Asimismo se observa que ésta, disminuye conforme se aleja en distancia de la colina hacia el valle, datos similares encontró Flores (1999). Tal como se aprecia en el cuadro 5, 6 y en la gráfica 7, 8).

Densidad aparente

El menor valor de la línea 1 fue en el sitio 10B (1.00g/cm^3) y el mayor lo presentó el sitio 1B (1.13g/cm^3), pero, en la línea dos, el menor valor fue en el sitio 8B (0.99g/cm^3), y el mayor valor en el sitio 5B (1.13g/cm^3). La porosidad de los sitios más alejados de la colina fue el de mayor porcentaje que de los sitios más cercanos a ella, en ambas líneas y sitios de muestreo, tal como se puede observar en el cuadro (5, 6 y grafica 7,8) Se asume que el contenido de materia orgánica se apareja con el contenido de densidad aparente, dadas las características de manejo del pastoreo en dicha comunidad, Rawls y col. (1998), encontró que debido a la carga animal alta de animales en pastoreo la densidad aparente de los suelos en cuestión, disminuyó debido al tipo de vegetación existente por predominancia de especies arbustivas. Asimismo se encontró que el espacio poroso está inversamente relacionado a densidad aparente, resultados iguales a los que obtuvo (Wheeler y col., 2002)

pH

Una característica química del suelo, determinante para el desarrollo vegetal es el pH, de lo cual se observó el mayor valor en la línea 1 del sitio 9B (9.22) y el menor valor fue en el sitio 7B (7.12), asimismo, en la línea 2, el más alto

valor fue en el sitio 2A (9.08) y el valor más bajo en el sitio 9A (7.54). Esta información se muestra en el cuadro 1 y 2 de la línea uno y dos de los mismo. Cabe señalar que si bien el pH tuvo variaciones no significativas en las diferentes estaciones de muestreo, si existió diferencia entre las estaciones de muestreo cercanas a la colina (7.21) y las alejadas de la colina (9.26), ver 5, 6 y grafica 7,8). Datos contrarios encontraron (Camping y col., 2002), en donde la remoción de cobertura vegetal no afecta la estabilidad del suelo en su pH así obtuvo pH de 6.63 en praderas pastoreadas y un pH de 6.02 en praderas no pastoreadas. Por otro lado (Dormaar y Willms, 1998), encontraron que la disminución del diámetro de los agregados está en función del incremento de la carga animal, lo cual pone en peligro la sustentabilidad del ecosistema, por reducción de la fertilidad del suelo y la misma capacidad de retención del agua.

Textura

La textura predominante en el área de estudio fue franco arenosa en las dos línea trazadas y en los 7 sitios de muestro más cercanos a la colina, mientras que en los tres restantes la textura fue franco arcillosa, es decir; en los lugares más alejados de la montaña (ver cuadro 3), Ortiz y Ortiz,(1990), mencionan que las texturas arenosas de suelos presentan tasas de infiltración mayor en suelos con mayor cantidad de arena, coincidiendo con los datos que se obtuvo en el presente trabajo, ya que la mayor parte de los sitios son suelos arenosos y con tasas de infiltración altas. Mencionan también que los suelos arenosos son más porosos y permiten una más rápida infiltración del agua, sin embargo, los suelos arcillosas son de mayor capacidad de retención de agua, debido a su mayor área superficial, tienen un mayor espacio poroso total que los suelos arenosos. Esta diferencia se debe al mayor número de micro poros que funcionan en la retención del agua. En los suelos arenosos hay más macro poros que funcionan en el movimiento del aire y del agua.

La lámina acumulada de agua de la línea 1, sitios 1,2,3,4,7,8 y 9 en los primeros 10 minutos, fue de manera rápida, sin embargo de ahí a los 45 minutos la infiltración fue lenta y hasta los 60 fue rápida. En los sitios 5, 6 y 10, la situación se presentó totalmente a la inversa.

En la línea 2 la lámina acumulada y velocidad de infiltración sitios 2, 3, 6, 7, y 9 tienen los mismos comportamientos que los de la línea 1, altos a los primeros 10 minutos y de manera lenta del minuto 10 al 45 y hasta los 60 minutos, rápida. Mientras que los sitios 1, 4, 5, 8, y 10, inician con infiltración medianamente alta y hasta los 45 minutos alcanza su velocidad más baja y a los sesenta minutos inicia a incrementar muy lentamente.

Lo anterior se corrobora en el cuadro 9, 10 de lámina acumulada.

La magnitud de movimiento del agua en la infiltración son por; porcentaje de arena, limo, arcilla en el suelo. La estructura del suelo, la cantidad de materia orgánica, en altas proporciones en el suelo sin descomponer propicia que una

mayor cantidad de agua entre al suelo, profundidad del suelo, cantidad de agua en el suelo y temperatura del suelo (Ortiz y Ortiz, 1990). Con respecto a lo anterior, las tasas de infiltración variables, se menciona que, existe una similitud de resultados con Blackburn y col., (1982), encontraron que las tasas de infiltración varían en tiempo y espacio debido a variaciones normales en clima, vegetación e intensidad del uso del ganado

CONCLUSIONES

Las características físicas y químicas mas resaltantes fueron:

- 1. El mayor porcentaje de materia orgánica fue de 5.53**
- 2. El mayor porcentaje de conductividad eléctrica fue de 1257 Mili siemens/cm.**
- 3. El mayor contenido de densidad aparente fue de 1.13 gr/cm³**
- 4. El mayor por ciento de espacio poroso fue de 65.70**
- 5. El pH mas alto fue de 9.22**
- 6. De las características físicas fue que el mayor por ciento de arena fue de 69.2 %, arcilla de 42.8 y limo fue de 54.8%**

7. Las tasas de infiltración variaron con la textura del suelo en donde el contenido de arena es menor (17.6%) que arcilla (40%) y limo (42.4%)

LITERATURA CITADA

- Abrahams, A. D., J. Parsons, and J. Wainwright. 1994. Resistance to Overland Flow on semiarid grassland and Hill slopes, Walnut Gulch, Southern Arizona. *Journal of Hydrology* 156:431-446.
- Alderfer, R.B., and Robinson. 1947. Runoff from Pastures in Relation to Grazing Intensity and Soil Compactation. *Amer. Soc. Agron. J.* 29:948 – 958.
- Archer, S., M. Garrett, and J. K. Detling. 1987. Rates of Vegetation Change Associated with Prairie Dog (*Cynomys ludovicianus*) Grazing in North American Mixed-Grass Prairie.

- Azooz, R. H., and M.A. Arshad. 1996. Infiltration and Hydraulic Conductivity Under Long-term no-tillage and Conventional Tillage Systems. *Canadian Journal of Soil Science* 76:143-152.
- Baron, V.S; A.C. Dick, E.Mapfumo, S.S. Malhi, M.A. Naeth, and D.S. Chanasyk .2001. Grazing Impacts on Soil Nitrogen and Phosphorus Under Parkland Pastures. *Journal of Range Management* 54:704-710.
- Bergkamp, G. 1998. A Hierarchical View of the Interactions of Runoff and Infiltration with Vegetation and Micro topography in Semiarid Shrub lands. *Catena* 33:201-299.
- Betteridge, K., A.D. Mackay, D.J. Barker, T.G. Shepherd, P.J. Budding, B. P. Devantier, and D.A. Costall. 1999. Effect of Cattle and Sheep Treading on Surface Configuration of a Sedimentary Hill Soil. *Aust. J. Soil Res.* 37:743-760.
- Bhark, E. W., and E. Small. 2003. Association Between Plant and the Spatial Patterns of Infiltration in Shrub Land and Grassland of the Chihuahuan desert, New Mexico. *Ecosystems* 6:185-196
- Blackburn, W. H. 1975. Factors Influencing Infiltration and Sediment Production of Semiarid Rangelands in Nevada. *Water Resour. Res.* 11:929-937.
- Blackburn, W. H. 1984. Impacts of Grazing Intensity and Specialized Grazing Systems on Watershed Characteristics and Responses, p. 927–983. In: *Developing Strategies for Rangeland Management*. Nat. Res. Council/ Nat. Acad. Sci. Westview Press. Boulder. Colo.
- Blackburn, W. H., C. A. Hickman, J. E. de Steiguer, B.D. Jackson, T.A. Blume, and M.G. DeHaven. 1978. Silvicultural Activities in Relation to Water Quantity in Texas. *Texas Water Resour. Inst. Tr-97*. Texas A & M Univ. 266p.
- Blackburn, W. H., J. C. Wood, and M. G. DeHaven. 1986. Storm Flow and Sediment Losses From Site-Prepared Forestland in East Texas. *Water Resour. Res.* 22:776 – 778.
- Blackburn, W.H. 1983. Livestock Grazing Impacts on Watersheds. *Rangelands* 5:123–125.
- Blackburn, W.H., R.W. Knight. M. K. Wood and L.B. Merrill.1981. Watershed Parameters as Influenced by Grazing. *Proc. Symp. On Watershed Management*. Amer.Soc. Civil Eng. Boise, Ida.
- Blackburn, W.H., R.W.Knight, M.K. Wood. 1982. Impact of Grazing on Watersheds: a State of Knowledge. *Texas Egr. Exp. Sta. Pub. MP-1496*.
- Blackburn,W.H., and C. M. Skau. 1974. Infiltration Rates and Sediment Production of Selected Plant Communities in Nevada. *Journal of Range Management* 27:476 – 480.
- Bormann, R. H., G. E. Likens, D. W. Fisher, and R. S. Pierce. 1968. Nutrient Loss Accelerated by Clear Cutting of a Forest Ecosystem. *Sci.* 159:882–884.

- Box, T.W. 1967. Range Deterioration in West Texas. Southwestern Historical Quart. 9:37-45.
- Branson, F.A. 1984. Evaluation of "Impacts of Grazing Intensity and Specialized Grazing Systems on Watershed Characteristics and Responses".pp. 985-1000. In: Developing Strategies for Rangeland Management. NRC/NAS. Westview Press/Boulder and London.
- Branson, F.A., G.F. Gifford, and J. R. Owen. 1972. Rangeland Hydrology. Soc. For Range Management, Range Science Series No. 1. 84p.
- Branson, F.A., R.F. Miller, and J.S. McQueen. 1962. Effects of Contour Furrowing, Grazing Intensities and Soils on Infiltration Rates, Soil Moisture and Vegetation near Ft. Peck, Mont. Journal of Range Management 15: 151- 158.
- Buffington, L. C., and C.H. Herbel. 1965. Vegetational Changes on a Semi Desert Grassland Range From 1958 to 1963. Ecological Monographs 35:139-164.
- 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.
- Camping, J.T., R.A. Dahlgren, K.W. Tate and W.R. Horwath. 2002. Changes in Soil Quality Due to Grazing and Oak Tree Removal in California Blue Oak Woodlands. USDA. Forest Service Gen. Tech. Rep.-GTR-184.
- Cannon, S. H., P.S. Powers, and W. Z. Savage. 1998. Fire-Related Hyper Concentrated and Debris Flows on Storm King Mountain, Glenwood Springs, Colorado, USA. Environmental Geology 35 (2-3):210-218.
- Chambers, J.C. 2001. *Pinus Monophylla* Establishment in Expanding *Pinus-Juniperus* Woodland: Environmental Conditions, Facilitation and Interacting Factors. Journal of Vegetation Science 12:27-40.
- Chaneton, E.J., and R.S. Lavado. 1996. Soils Nutrients and Salinity After Long-Term Exclusion in a Flooding Pampa Grassland. Journal of Range Management 49(2): 182-187.
- Copeland, O.L. 1963. Land Use and Ecological Factors in Relation to Sediment Yields. In: Proc., Fed. Interagency Sedimentation Conf., USDA Misc. Pub. 980: 72 – 84.
- Coupland, R.T., N.A. Skoglund, and A.J. Heard. 1960. Effects of Grazing in the Canadian Mixed Prairie. Proc. Eight Internat. Grassl. Congr. Pp. 212-215.
- Dahl, B.E. 1986. The West Texas Experience in Short Duration Grazing p. 103 – 106. In: Tiedeman (ed.), Short Duration Grazing: Proc. Short Duration Grazing and Current Issues in Grazing Manage. Short course Wash. State Univ., Pullman.
- Davenport, D.W., D.D. Breshears, B.P. Wilcox and C. D. Allen 1998. Viewpoint: Sustainability of Piñon-Juniper Ecosystems—a Unifying

- Perspective of Soil Erosion Thresholds. *Journal of Range Management* 51:231-240.
- DeBano, L.F. 2000. The Role of Fire and Soil Heating on Water Repellency in Wild Land Environments: a Review. *Journal of Hydrology* 231-232: 195-206
- Dee, R. F., T. W. Box. And E. Robertson, Jr. 1966. Influence of Grass Vegetation on Water Intake of Pullman Silty Clay Loam. *Journal of Range Management* 19:77-79.
- Douglass, J. E. 1975. Southeast Forest and the Problem of Non-point Sources of Water Pollution, p. 29-44. In: P.M Ashton and R.C. Underwood (eds.), *Proc. Southeastern Regional Conf. Virginia Water Resour. Res. Center, Blacksburg, Va.*
- Dragoun, F. J. 1969. Effect of Cultivation and Grass on Surface Runoff. *Water Resour. Res.* 5:1078-1083.
- Dregne, H.E. 1978. Desertification: Man's Abuse of the Land. *J. Soil and Water Conserv.* 33:11-14.
- Dunford, E.G. 1949. Relation of Grazing to Runoff and Erosion on Bunchgrass Ranges. U.S. Dep. Agr. Forest Serv., Rocky Mt. Forest and Range Exp. Sta. Res. Note 7. 2p.
- Dunkerley, D. L., and T.L. Booth. 1999. Plant Canopy Interception of Rainfall and its Significance in a Banded Landscape. *Arid Western New South Wales, Australia. Water resources research* 35: 1581-1586.
- Eckert, R.E., F.F. Peterson, and J.T. Belton. 1986a. Relation Between Ecological Range Condition and Proportion of Soil Surface Types. *J. Range. Manage.* 39: 409-413.
- Eckert. R.E., Jr. F.F. Peterson, M.S. Meurisse, and J.L. Stephens. 1986b. Effects of Soil Surface Morphology on Emergence and Survival of Seed-lings in Big Sagebrush Communities. *Journal of Range Management* 39: 414 - 420.
- Ellison, L. 1960. Influence of Grazing on Plant Succession of Rangelands. *Bot. Rev.* 26:1-78.
- Emmerich, W.E., and R. K. Heitschmidt. 2002. Drought and Grazing: II. Effects on Runoff and Water Quality. *Journal of Range Management* 55:229-234.
- Fisher, C.E., G. O. Hoffman, and C.J. Scifres. 1973. The Mesquite Problem, p. 5-9. In: *Mesquite: Growth and Development, Management, Economics, Control and Uses. Texas Agr. Exp. Sta., Res. Monogr. 1.*
- Flores, K.J.G. 1999. La infiltrabilidad con factores de pendiente y sus efectos sobre suelos ganaderos. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento Recursos Naturales Renovables 92 pp.
- Frederickson, E., K. M. Havstad, R. Estell, and P. Hyder. 1998. Perspectives on Desertification: South-Western United States. *Journal of Arid Environments* 39:191-207

- Gamougoun, N. D., R.P. Smith, M.K. Wood, and R.D. Pieper 1984. Soil, Vegetation, and Hydrologic Responses to Grazing Management at Fort Stanton, New Mexico. *Journal of Range Management* 37:538–541.
- Gardner, W.H. 1965. Water Content In: C. A. Black (ed.), *Methods of Soil Analysis*. Amer. Soc. Agron. Series No. 9. Madison, Wis.
- Gifford, G.F. 1968. Rangeland and Watershed Management – a Review. Univ. of Nevada Agr. Exp. Sta. Paper R-52. 50 p.
- Gifford, G.F., and R. H. Hawkins. 1978. Hydrologic Impact of Grazing on Infiltration: a Critical review. *Water Resour. Res.* 14:304 –313.
- Goodloe, S. 1969. Short-Duration Grazing in Rhodesia. *Journal of Range Management* 22:369–373.
- Graff, P.S. 1983. Trampling Effect on Seedling Production and Soil Strength Under Short-Duration and Dcontinuous Grazing. M.S. Thesis. Texas Tech. Univ., Lubbock.
- Grelen, H. E. 1978. Forest Grazing in the South. *Journal of Range Management* 31:244 – 250.
- Grover, H. D., and H.B. musick. 1990. Shrubland Encroachment in Southern New México, U.S.A.: an Analysis of Desertification Processes in the American Southwest. *Climatic Change* 17:305-330.
- Gruell, G.E. 1999. Historical and Modern Roles of Fire in Pinyon-Juniper. In: S.B. Monsen and R. Stevens [Comps.]. *Proceedings: Ecology and Management of Pinyon-Juniper Communities in the Interior west*. Proceedings RMRS-P-9. Ogden, UT:USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. P. 24-28
- Gutiérrez, C.J., A. Zárate L., L.A. Natividad B. J.A. Díaz G. Y J.G. Medina T. 1988. Infiltración y producción de sedimentos en tres tipos de suelo ocupados por pastizal mediano abierto. *Manejo de pastizales*. SOMMAP. Vol. 2(1). Saltillo, Coahuila, México.
- Gutiérrez, C.J., and I.I. Hernandez. 1996. Runoff and interill erosion as affected by grass cover in a semiarid rangeland of Northern México. *Journal of Arid Enviroments*. 34:287-295.
- Hanks, R.J., F.C. Thorp. 1957. Seedling Emergence of Wheat, Grain Sorghum, and Soybeans as Influenced by Soil Crust Strength and Moistures Content. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21:357-359.
- Hanson, C.L., H.G. Heinemann, A.R. Kuhlman, and J.W. Neuberger. 1973. Sediment Productions From Small Rangeland Watersheds in Western South Dakota. *Journal of Range Management* 26: 215-219.
- Hester, J.W., T.L. Thurow, and C.A. Taylor 1997. Hydrologic Characteristics of Vegetation Types as Effected by Prescribed Burning. *Journal of range management* 50:199-204.
- Hewlett, J. D., and C. A Troendle. 1975. Nonpoint and Diffused Water Sources: a Variable Source Area Problem, p. 21-46. In: *Proc. Of*

Watershed Management Symp. Irrig. And Drain., Amer. Soc. Civil Engin., Logan, Utah.

- Jensen.E.H., J.R. Fredlich, and R.O. Gifford. 1972. Emergence Force of Forage Seedlings. *Agron. J.* 64:635-639.
- Johnston, A. 1961. Comparison of Lightly Grazed and Ungrazed range in fescue grassland of Southwestern Alberta. *Can. J. Plant Sci.* 41: 615-622.
- Johnston, A. 1962. Effects of grazing intensity and cover on water intake rate of Fescue Grassland. *Journal of Range Management* 15:79-87.
- Kieft, T.L., C.S. White, S.R. Loftin, R. Aguilar, J.A. Craig, and D.A. Skaar. 1998. Temporal Dynamics in Soil Carbon and Nitrogen Resources at a Grassland-Shrubland Ecotone. *Ecology* 79:671-683.
- Knight, R.W., W.H. Blackburn, and L.B. Merrill. 1984. Characteristics of Oak Motes, Edwards Plateau, Texas *Journal of Range Management* 37: 534 – 537.
- Knoll, G., and H.H. Hopkins. 1959. The Effect of Grazing and Trampling Upon Certain Soil Properties. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 62:221–231.
- Kotliar, N. B., B. W. Baker, and A. D. Whicker. 1999. A Critical Review of Assumptions About the Prairie Dog as a Keystone Species. *Environmental management* 24:177-192.
- Lal, R. and W. Elliot 1994. Erodibility and Erosivity pp. 181-208. In: *Soil Erosion Research Methods* (2nd ed.) R. Lal (ed.) Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Ia.
- Lane,L.J.,M. Hernandez, and M.H. Nichols. 1997. Processes Controlling Sediment Yield from Watersheds as Functions of Spatial scale. *Environmental Modeling and Sfware* 12:355-369.
- Liacos, L.G. 1962. Water yield as Influenced by Degree of Grazing in the California Winter Grasslands. *Journal of Range Management.* 15: 34-42.
- Lull, H.W. 1959. Soil Compactation in Forest and Range Lands. USDA Misc. Pub. 768.
- Martin, S.C., and H.L. Morton. 1993. Mesquite Control Increases Grass Density and Reduces Soil Loss in Southern Arizona. *Journal of Range Management* 46:170-175.
- McCalla, G.R., W.H. Blackburn and L.B. Merril. 1984a. Effect of Livestock Grazing on Infiltration Rate. Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management.* 37:265-269.
- McCalla, G.R., W.H. Blackburn and L.B. Merril. 1984b. Effect of Livestock Grazing on Sediment Production. Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management.* 37:291-294.
- McDaniel, K.C., and J.A. Tiedeman. 1981. Sheep use on Mountain Winter Range in New Mexico. *Journal of Range Manegement* 34: 102-104.
- McDaniel, K.C.,C.R. Hart, and D. B. Carroll. 1997. Broom Snakeweed Control With Fire on New Mexico Blue Grama Rangeland. *Journal of Range Management* 50(6):652-659.

- McGinty, W.A., F.E. Siemens and L.B. Merrill. 1979. Influence of Soil, Vegetation and Grazing Management on Infiltration Rates and Sediment Production of Edwards Plateau rangeland. *Journal of Range Management*. 32:33-37.
- Milchunas, D.G., A. S. Varnamkhasti, and W.K. Lauenroth. 1995. Forage Quality in Relation to Long-Term Grazing History, Current-Year Defoliation and Water Resource. *Oecologia* 101: 366-374.
- Miller R.F , and P.E Wigand. 1994. Holocene Changes in Semi Arid Pinyon-Juniper Woodlands: Response to Climate, Fire and Human Activities in the U.S. *Great Basin Bioscience* 44:465-474.
- Miller, R.F., and R.J. Tausch. 2001. The Role of Fire in Juniper and Pinyon Woodlands: a Descriptive Analysis. In: K.E. M. Gallet and T.P. Wilson [Eds.]. *Proceedings of the Invasive Species. Workshop: The Role of Fire in the Control and Spread of Invasive Species*. Tallahassee, FL: Tall timbers research Station Miscellaneous publications No. 11. p 15-30.
- Moehring, D. M., and I. W. Rawls. 1970. Detrimental Effects of Wet Weather Logging. *J. Forest*. 68: 166- 167.
- Moore, E.E., J.F. Kinsinger., R. Pitney, and J. Sainsberry. 1979. Livestock grazing Management and water quality protection (State of the art reference document). EPA-91019-79-67. U.S. Bureau of land Management. Denver, Colorado USA. 147 p.
- Musgrave, G.W. 1955. How much of the rain enters the soil. In: *Water United States Department of Agriculture. Yearbook*. 155-159p.
- Neary, D.G., C.C. Klopatek, L. F. deBand, and P.F. Ffolliott. 1999. Fire Effects on Belowground Sustainability: a Review and Synthesis. *Forest Ecology and Management*. 122:51-71
- Neef, E.L. 1979. Why Rainfall Simulation. In USDA (ed). *Proceedings of the Rainfall Simulators Workshop. Science Reviews and Manuals*. ARM-W-10. United States of America.
- Norton, B. E., and Owens, M. D. 1986. Studies in Short Duration Grazing on Crested Wheatgrass Pastures in Utah, p. 83-90. In: J.A. Tiedeman (ed.) *Short duration Grazing: Proc. short Duration Grazing and Current Issues in Grazing Management*. Shortcourse, Washington State Univ., Pullman.
- O'Dea, M.E., and D.P. Guertin. 2003. Prescribed Fire Effects on Erosion Parameters in a Perennial Grassland. *Journal of Range Management* 56:27-32.
- Osborn, B. 1954. Soil Splash by Raindrop Impact on Bare Soils. *J. Soils and Water Conser*. 9: 33- 38
- Ortiz, V.B. y S.C. Ortiz 1990. *Edafología*. Edit. Uach.

- Osterkamp, W.R., and T.J. Toy. 1997. Geomorphic Considerations for Erosion Prediction. *Environmental Geology* 29:152-157.
- Parizek, B., C. M. Rostagno, and R. Sottini. 2002. Soil Erosion as Affected by Shrub Encroachment in Northeastern Patagonia. *Journal of Range Management* 55:43-48.
- Pearson, G. A., G.A. Jung, R.E. Fowler, and D.M. Mitchell. 1975. Effects of Grazing on Infiltration Rates and Waste Water Spray Fields. *Proc. Soil Sci.Soc. Amer.* 29: 954-957.
- Perkins, S. R. 2003. Effects of Chemical Creosotebush (*Larrea tridentata*(D.C) Cov.) Control on Vegetation Composition, Adaphic Properties, and Hydrologic Processes as Influenced by Successional Stage[dissertation]. Las cruces, NM: New Mexico State University. 197 p.
- Pierson, F.B., D.H. Carlson, and K.E. Spaeth. 2002. Impacts of Wildfire on Hydrological Properties of Steep Sagebrush-Steppe Rangeland. *International Journal of Wildland Fire* 11: 145-151.
- Pluchar, J.J. 1984. Hydrologic Impacts of Selected Grazing Systems on the Texas Rolling Plains. M.S. Thesis, Texas A & M Univ., College Station.
- Quinton, J. N., G. M. Edwards, and R.P.C. Morgan 1997. The Influence of Vegetation Species and Plant Properties on Runoff and Soil Erosion: Results From a Rainfall Simulation Study in South East Spain. *Soil Use and Management* 13: 143-148.
- Rauzi, F., and Hanson. 1966. Water Intake and Runoff as Affected by Intensity of Grazing. *Journal of Range Management* 19: 351 – 356.
- Reed, M.J., and R. A Peterson. 1961. Vegetation, Soil and Cattle Responses to Grazing on Northern Great Plains Range. *USDA Tech. Bull.* 1252.
- Reiner, A.L. 2004. Fuel Load and Understory Community Changes Associated with Varying Elevation and Pinyon-Juniper Dominance [master's thesis]. Reno, NV: University of Nevada Reno.
- Renner, F. R. 1936. Conditions Influencing Erosion on the Boise River Watershed. *U.S. Dep. Agr. Tech. Bull. No. 528.* 32p.
- Rhoades, E.D., L.F. Locke, H.M. Taylor, and E.H. McIlvain. 1964. Water-Intake on a Sandy Range as Affected by 20 Years of Differential Cattle Stocking Rates. *Journal of Range Management* 17: 185-190.
- Rosa, J.M. and M.H. Tigerman. 1951. Some Methods for Relating Sediment Production to Watershed Condition. *U.S. Dep. Agr. Forest Serv., Intermountain Forest Range Exp. Sta., Res. Pap. No. 26.*
- Savory, A. 1978. A holistic Approach to Range Management Using Short Duration Grazing. P. 555 – 557. In: D.N. Hyder (ed.), *Proc., First Int. Rangeland Cond., Society for Range management.*
- Savory, A., and S. D. Parsons . 1980. The Savory Grazing Method. *Rangelands* 2: 234-237.
- Schlesinger, W. H., A. D. Abrahams, A. J. Parsons, and J. Winwright. 1999. Nutrient Losses in Runoff From Grassland and Shrubland Habitats

- in Southern New Mexico I. Rainfall Simulation Experiments. Biogeochemistry 45:21-34.
- Schlesinger, W. H., J. F. Reynolds, G.L. Cunningham, L.F. Huenneke, W. M. Jarrell, R.A. Virginia, and W. G. Whitford. 1990. Biological feedbacks in global desertification. Science 247: 1043-1048.
- Schlesinger, W. H., J.A. Raikes, A. E. Hartley, and A. F. Cross. 1996. On the Spatial Pattern of Soil Nutrients in Desert Ecosystems. Ecology 77:364-374.
- Schreiber, J. D., P. D. Duffy, and D.C. McClurkin. 1980. Aqueous – and Sediment-Phase Nitrogen Yields From Five Southern Pine Watersheds. Soil Sci. Soc. Amer. J. 44: 401 – 407.
- Sheath, G.W. and C.J. Boom. 1997. Impact of Cattle Grazing Systems on Treading Damage and Forage Supply. Proc. New Zeland Grassl. Assoc. 59: 87-92.
- Skovlin, J.M., R.W. Harris. G.S. Strickler, and G.A. Garrison. 1976. Effects of Cattle Grazing Methods on Ponderosa Pine – Buchgrass Range in the Pacific Northwest. USDA Forest Service Tech. Bull. 1531.
- Smith, D.R. 1967. Effects of Cattle Grazing on Ponderosa Pine- Puncturegrass Range in Colorado. USDA Tech. Bull 1371.
- Smoliack, S., J.F. Dormar, and A. Johnston 1972. Long-Term Grazing Effects on *Stipa-Bouteloua* Prairie Soils. Journal of Range Management 25:246 – 250.
- Smoliak, S. 1965. A Comparison of Ungrazed and Lightly Grazed *Stipa - Bouteloua* Prairie in Southeastern Alberta. Can. J. plant Sci. 45:270-275.
- Society of Range Management. 1974. A Glossary of terms used in range management. Soc. Range Manage. Denver, Colo.
- Stephens, J.L. 1980. Seedling emergence on vesicular crusted surfaces affected by artificial and natural cattle trampling. M.S. Thesis. Univ. Nevada-Reno.
- Stoddard, L.A., A.D. Smith, and T.W. Bow. 1975. Range Management. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Stoeckler, J. H. 1959. Trampling by Livestock Drastically Reduces Infiltration Rate of Soil in Oak and Pine Woods in Southwestern Wisconsin. USDA For. Serv., Lake State Forest. Exp. Sta. Tech. Note 556.
- Takar A.A., J.P. Dobrowolski, and T.L. Thurow. 1990. Influence of Grazing, vegetation Life-Form, and Soil Type on Infiltration Rates and Interrill Erosion on a Somalian Rangeland. Journal of Range Management 43(6).
- Taylor, H.M. 1971. Effects of Soil Strength on Seedling Emergence, Root Growth, and Crop Yield, p. 292-305. In: K.K. Barnes, et al. (eds.), Compactation of Agricultural soils. Amer. Soc. Agr. Eng. Monogr. No. 1
- Thurow, T.L., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor. 1986. Hydrologic Characteristics of Vegetation Types as Affected by Livestock

- Grazing Systems, Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management* 39: 505-509.
- Thurow, T.L., W.H. Blackburn and C.A. Taylor, Jr. 1988a. Some Vegetation Responses to Selected Livestock Grazing Strategies, Edwards Plateau Texas. *J. Range Manage.* 41:108-114.
- Thurow, T.L., W.H. Blackburn and C.A. Taylor, Jr. 1988b. Infiltration and Interrill Erosion Responses to Selected Livestock Grazing Strategies, Edwards Plateau, Texas. *Journal of Range Management* 41: 296-302.
- Tromble, J. M., K.G. Renard, and A.P. Thatcher. 1974. Infiltration for Three Rangeland Soil-Vegetation Complexes. *Journal of range Management* 27:318-321.
- Ursic, S. J. 1975. Harvesting Southern Forests: A Threat to Water Quality p. 145 – 151. In: P. M. Ashton and R.C. Underwood (eds.), *Proc. of Southeastern Reg. Conf. Virginia Water Resour. Res. Cen. Blacksburg, Va.*
- Van Auken, O. W. 2000. Shrub Invasions of North American Semiarid Grasslands. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31:197-215.
- Walkley, A., and A.I. Black. 1934. An Examination of the Deqjtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 37:29-38.
- Warren, S.D., T.L. Thurow, W.H. Blackburn, and N.E. Garza. 1986a. The Influence of Livestock Trampling Under Short-Duration Grazing on Soil Hydrologic Characteristics. *Journal of Range Management* 39:491-495.
- Warren, S.D., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1986b. Effects of Season and Stage of Rotation Cycle on Hydrologic Conditions of Rangeland Under Rotation Grazing. *Journal of Range Management* 39: 486-491.
- Warren, S.D., W.H. Blackburn, and C.A. Taylor Jr. 1986c. Soil Hydrologic Response to Number of Pastures and Stocking Density Under Intensive Rotation Grazing. *Journal of Range Management.* 39:500-504.
- Weltz, M., and M.K. Wood. 1986. Short Duration Grazing in Central New Mexico: Effects on Infiltration Rates. *Journal of Range Management* 39: 365 – 368.
- Wheeler, M.A., M.J. Trlica, G.W. Frasier and J.D. Reeder. 2002. Seasonal Grazing Affects Soil Physical Properties of a Montane Riparian Community
- Whicker, A. D., and J. K. Detling. 1988. Ecological Consequences of Prairie Dog Disturbances. *BioScience* 38: 778-784.
- White, C.S., and S.R. Loftin 2000. Response of 2 Semiarid Grasslands to Coolseason Prescribed fire. *Journal of Range management* 53:52-61.

- White, C.S., D.I. Moore, and J.A. Craig. 2004. Regional-Scale Drought Increases Potential Soil Fertility in Semiarid Grasslands. *Biology and Fertility of Soils* 40:73-78.
- Wlicox, B.P. 1994. Runoff and Erosion in Enter Canopy Zones on Pinyon-Juniper woodlands. *Journal of Range Management* 47:285-295.
- Willms, W. D., S. Smoliak and A. W. Bailey. 1986. Herbage Production Following Litter Removal on Alberta Native Grasslands. *Journal of Range Management* 39:536 – 540.
- Winter, S.L., J. F. Cully, and J.S. Pontius. 2002. Vegetation of Prairie Dog Colonies and Non-Colonized Short-Grass Prairie. *Journal of Range Management* 55:502-508
- Wood, M.K., and W. H. Blackburn. 1981a. Sediment Production as Influenced by Livestock Grazing on the Texas Rolling Plains. *Journal of Range Management* 34:228-231.
- Wood, M.K., and W.H. Blackburn. 1981b. Grazing Systems: Their Influence on Infiltration Rates in the Rollin Plains Texas. *J. Range. Manage* 34:331-335.
- Wood, M.K., R.E. Eckert, Jr., W.H. Blackburn, and F.F. Peterson. 1982. Influence of Crusting Soil Surfaces on Emergence and Establishment of Crested Wheatgrass, Squirreltail, Thurber Needlegrass, and Fourwing Saltbush. *Journal of Range Management* 35: 282-287.

Anexo

Cuadros

Cuadro 1. Comportamiento de Velocidad de infiltración de los sitios de la línea 1, primera lectura en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo.

Tiempo (min)	Sitios									
	L1S1	L1S2	L1S3	L1S4	L1S5	L1S6	L1S7	L1S8	L1S9	L1S1
1	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	30.00	12.00	48.00	36.00	36.00	60.00	12.00	48.00	30.00	36.00
3	18.00	30.00	24.00	12.00	36.00	18.00	36.00	36.00	60.00	36.00
4	30.00	12.00	24.00	36.00	18.00	42.00	12.00	54.00	30.00	24.00
5	12.00	12.00	30.00	6.00	30.00	18.00	6.00	48.00	36.00	24.00
10	10.80	10.80	10.80	13.20	14.40	20.40	2.40	42.00	30.00	7.20
15	13.20	9.60	19.20	15.60	10.80	22.80	4.80	32.40	27.60	7.20
20	10.80	10.80	12.00	12.00	10.80	15.60	6.00	27.60	21.60	8.40
25	13.20	7.20	8.40	15.60	13.20	16.80	4.80	20.40	22.80	13.20
30	8.40	7.20	14.40	16.80	10.80	16.80	3.60	21.60	21.60	10.80
35	10.80	13.20	9.60	12.00	13.20	16.80	6.00	27.60	18.00	10.80
40	10.80	10.80	7.20	9.60	9.60	8.40	6.00	25.20	19.20	10.80
45	7.20	9.60	10.80	20.40	10.80	10.80	4.80	19.20	34.80	10.80
50	10.80	7.20	12.00	10.80	9.60	7.20	4.80	19.20	30.00	2.40

55	8.40	9.60	4.80	8.40	13.20	3.60	3.60	32.40	43.20	13.20
60	10.80	6.00	8.40	13.20	7.20	8.40	9.60	37.20	25.20	10.80

Cuadro 2. Comportamiento de Velocidad de infiltración de los sitios de la línea 2, primera lectura en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo..

Tiempo (min)	Sitios									
	L2S1	L2S2	L2S3	L2S4	L2S5	L2S6	L2S7	L2S8	L2S9	L2S10
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	48.00	48.00	90.00	42.00	18.00	54.00	60.00	36.00	36.00	30.00
3	24.00	90.00	48.00	30.00	12.00	42.00	36.00	42.00	36.00	6.00
4	36.00	18.00	60.00	30.00	30.00	48.00	30.00	48.00	30.00	12.00
5	18.00	9.60	48.00	30.00	12.00	54.00	24.00	24.00	30.00	18.00
10	14.40	42.00	40.80	12.00	9.60	34.80	24.00	4.80	30.00	16.80
15	18.00	40.80	50.40	6.00	8.40	38.40	19.20	37.20	15.60	18.00
20	15.60	27.60	33.60	12.00	13.20	33.60	16.80	16.80	19.20	18.00
25	14.40	24.00	48.00	12.00	4.80	28.80	18.00	27.60	13.20	13.20
30	18.00	22.80	54.00	9.60	4.80	22.80	13.20	20.40	26.40	14.40
35	13.20	34.80	60.00	8.40	4.80	22.80	8.40	20.40	10.80	14.40
40	8.40	54.00	30.00	9.60	4.80	33.60	25.20	16.80	16.80	13.20
45	7.20	18.00	24.00	14.40	6.00	28.80	9.60	19.20	10.80	12.00
50	7.20	18.00	36.00	18.00	4.80	37.20	15.60	13.20	7.20	14.40
55	3.60	18.00	54.00	13.20	20.40	34.80	8.40	22.80	16.80	9.60
60	8.40	18.00	18.00	16.80	18.00	30.00	13.20	10.80	13.20	8.40

Cuadro 3 .Comportamiento de Velocidad de infiltración de los sitios de la línea 1, segunda lectura en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo.

Tiempo (min)	Sitios									
	L1S1	L1S2	L1S3	L1S4	L1S5	L1S6	L1S7	L1S8	L1S9	L1S1
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6.00	30.00	54.00	48.00	30.00	24.00	30.00	102.0	72.00	6.00
3	18.00	24.00	42.00	54.00	18.00	18.00	30.00	90.00	54.00	18.00
4	12.00	18.00	18.00	48.00	24.00	18.00	12.00	60.00	60.00	18.00
5	30.00	18.00	30.00	24.00	48.00	18.00	30.00	72.00	54.00	0.00
10	13.20	8.40	21.60	33.60	12.00	16.80	21.60	50.40	12.00	13.20
15	8.40	10.80	20.40	21.60	13.20	14.40	12.00	54.00	56.40	12.00
20	13.20	16.80	20.40	22.80	16.80	12.00	13.20	25.20	31.20	8.40
25	8.40	14.40	20.40	13.20	7.20	10.80	13.20	30.00	38.40	9.60
30	12.00	13.20	14.40	13.20	12.00	12.00	10.80	66.00	24.00	9.60
35	10.80	12.00	13.20	13.20	16.80	12.00	15.60	39.60	18.00	7.20
40	9.60	10.80	14.40	19.20	12.00	10.80	14.40	32.40	18.00	8.40
45	8.40	7.20	13.20	14.40	7.20	10.80	22.80	33.60	24.00	8.40
50	10.80	10.80	12.00	21.60	12.00	13.20	14.40	20.40	22.80	10.80
55	3.60	8.40	12.00	18.00	10.80	9.60	14.40	24.00	10.80	8.40
60	10.80	9.60	20.40	22.80	8.40	10.80	15.60	42.00	18.00	7.20

Cuadro 4. Comportamiento de Velocidad de infiltración de los sitios de la línea 2, segunda lectura en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo.

Tiempo min.	Sitios									
	L2S1	L2S2	L2S3	L2S4	L2S5	L2S6	L2S7	L2S8	L2S9	L2S10
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	18.00	36.00	108.00	30.00	12.00	96.00	24.00	78.00	36.00	18.00
3	12.00	24.00	90.00	30.00	24.00	42.00	54.00	78.00	30.00	24.00
4	12.00	42.00	84.00	24.00	12.00	54.00	18.00	84.00	30.00	24.00
5	18.00	24.00	84.00	18.00	12.00	66.00	30.00	48.00	24.00	24.00
10	6.00	20.40	64.80	12.00	12.00	50.40	21.60	55.20	48.00	8.40
15	0.00	22.80	67.20	9.60	10.80	38.40	20.40	34.80	19.20	8.40
20	9.60	14.40	50.40	7.20	12.00	30.00	14.40	33.60	25.20	15.60
25	9.60	18.00	57.60	8.40	10.80	48.00	10.80	26.40	19.20	9.60
30	8.40	14.40	54.00	8.40	10.80	30.00	9.60	32.40	16.80	10.80
35	15.60	13.20	43.20	7.20	7.20	48.00	13.20	30.00	16.80	10.80
40	9.60	12.00	22.80	9.60	7.20	33.60	8.40	21.60	15.60	8.40
45	14.40	10.80	38.40	10.80	8.40	24.00	10.80	27.60	14.40	9.60
50	10.80	10.80	40.80	4.80	8.40	32.40	8.40	21.60	14.40	10.80
55	12.00	9.60	22.80	7.20	8.40	26.40	8.40	24.00	14.40	3.60
60	9.6	9.60	18.00	8.40	8.40	34.80	7.20	38.40	14.40	6.00

Cuadro 5. Características físicas y químicas de suelo de los diferentes sitios de muestreo de la línea 1, en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo.

Muestra	CO(%)	MO(%)	CE(μS)	Da (gr/cm ³)	E (%)	pH.
L1S1MA	0.242	0.416	215	1.08	59.25	7.23
L1S1MB	0.179	0.306	179.6	1.13	57.36	9.05
L1S2MA	0.97	1.66	158.1	1.08	59.25	7.99
L1S2MB	0.767'	1.32	172	1.04	60.75	6.43
L1S3MA	1.44	2.47	195.7	1.04	60.75	7.75
L1S3MB	1.13	1.95	189.7	1.03	61.13	7.25
L1S4MA	0.239	0.411	248	1.02	61.51	7.03
L1S4MB	0.223	0.386	183.2	1.08	59.25	7.24
L1S5MA	0.096	0.113	495	1.11	58.11	7.22
L1S5MB	1.93	3.31	240	1.11	58.11	7.83
L1S6MA	0.33	0.58	190	1.08	59.25	7.75
L1S6MB	0.141	0.244	182	1.13	57.36	9.11
L1S7MA	0.209	0.359	168.1	1.02	61.51	8.22
L1S7MB	0.278	0.48	275	1.04	60.75	7.12
L1S8MA	2.09	3.59	177.6	1.06	60.00	7.23
L1S8MB	0.33	0.57	198.4	1.08	59.25	7.15
L1S9MA	0.14	0.24	244	1.04	60.75	8.01

L1S9MB	2.44	4.19	190.1	1.02	61.51	9.22
L1S10MA	0.27	0.463	157	1.08	59.25	7.26
L1S10MB	0.032	0.055	187.9	1	62.26	8.08

Cuadro 6. Características físicas y químicas de suelo de los diferentes sitios de muestreo de la línea 2 en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo.

Muestra	CO(%)	MO(%)	CE(μS)	Da (gr/cm³)	E (%)	pH.
L2S1MA	0.268	0.462	223	1.08	59.25	7.77
L2S1MB	0.251	0.432	228	1.08	59.25	7.68
L2S2MA	0.48	0.823	293	1.02	61.51	9.08
L2S2MB	0.17	0.3	314	1.11	58.11	8.82
L2S3MA	0.05	0.08	265	1.1	58.49	8.13
L2S3MB	1.67	2.87	251	1.08	59.25	8.84
L2S4MA	0.115	0.198	155.6	1.08	59.25	7.81
L2S4MB	1.84	3.16	147	1.06	60.00	7.32
L2S5MA	1.71	2.94	231	1.06	60.00	7.65
L2S5MB	1.93	3.33	300	1.13	57.36	7.69
L2S6MA	3.21	5.53	1257	1.02	61.51	7.87
L2S6MB	0.65	1.13	158.2	1.08	59.25	7.72
L2S7MA	1.29	2.2	218	1.1	58.49	7.70
L2S7MB	0.97	1.69	186.2	1.11	58.11	8.37
L2S8MA	1.06	1.82	173.7	1.08	59.25	7.70
L2S8MB	1.14	1.96	163.3	0.909	65.70	9.02
L2S9MA	1.04	1.78	189.6	1.08	59.25	7.54
L2S9MB	2.11	3.62	370	1.02	61.51	8.66

L2S10MA	0.07	0.12	208	1.08	59.25	7.54
L2S10MB	2.16	3.71	214	1.06	60.00	8.27

Cuadro 7. Textura de suelo de los sitios de muestreo, en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo, línea 1

Sitios	%Arena	% Arcilla	% Limo
L1S1MA	40,8	16.00	43.20
L1S1MB	42.80	19.20	38.00
L1S2MA	35.00	36.80	28.00
L1S2MB	50.40	24.00	25.60
L1S3MA	60.80	6.80	32.40
L1S3MB	69.20	2.00	28.80
L1S4MA	51.20	12.00	36.80
L1S4MB	62.80	12.80	24.40
L1S5MA	41.20	4.00	54.80
L1S5MB	40.80	18.40	40.80
L1S6MA	38.80	20.00	41.20
L1S6MB	46.00	21.60	32.40
L1S7MA	40.80	18.00	41.20
L1S7MB	62.40	17.60	20.00
L1S8MA	60.80	12.00	27.20
L1S8MB	50.00	21.60	28.40
L1S9MA	17.60	40.00	42.40
L1S9MB	28.80	42.80	28.40
L1S10MA	33.60	38.00	28.40
L1S10MB	38.80	38.00	23.20

Cuadro 8. Textura de Suelos Ejido San Juan de la Vaquería Mpio. Saltillo línea 2.

Sitios	%Arena	% Arcilla	% Limo
L2S1MA	32.80	34.00	33.20
L2S1MB	37.20	18.00	44.80
L2S2MA	60.80	18.00	21.20
L2S2MB	29.20	30.40	40.40
L2S3MA	56.40	15.60	28.00
L2S3MB	42.00	19.60	38.40
L2S4MA	56.00	15.60	28.40
L2S4MB	14.00	57.60	28.40
L2S5MA	53.60	14.00	32.40
L2S5MB	38.80	34.40	26.80
L2S6MA	58.80	13.20	28.00
L2S6MB	52.80	23.20	24.00
L2S7MA	42.00	19.60	38.40
L2S7MB	41.20	26.00	32.80
L2S8MA	56.80	18.80	24.40
L2S8MB	25.20	38.00	36.80
L2S9MA	33.20	20.80	46.00
L2S9MB	46.80	20.80	32.40
L2S10MA	46.40	23.20	30.40
L2S10MB	48.80	22.80	28.40

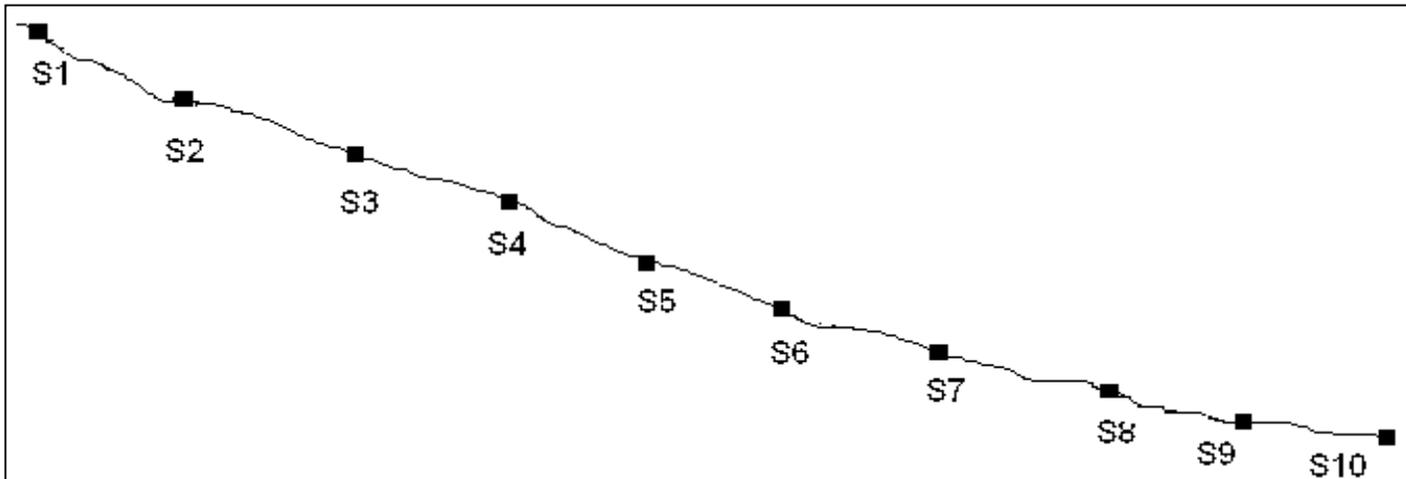
Cuadro 9. Lámina acumulada de la primera y segunda lectura de la línea 1 en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo

SITIOS	LECTURA 1	(cm/hr)	LECTURA 2	(cm/hr)
L1S1	$LA = 0.03T^{1.41}$	0.03 a 9.64	$LA = 0.09T^{1.13}$	0.09 a 9.19
L1S2	$LA = 0.10T^{1.08}$	0.10 a 8.32	$LA = 0.13T^{1.12}$	0.13 a 12.74
L1S3	$LA = 0.23T^{0.94}$	0.23 a 10.79	$LA = 0.20T^{1.07}$	0.20 a 15.98
L1S4	$LA = 0.11T^{1.15}$	0.11 a 12.19	$LA = 0.23T^{1.08}$	0.23 a 19.14
L1S5	$LA = 0.20T^{0.99}$	0.20 a 11.51	$LA = 0.18T^{1.02}$	0.18 a 11.72
L1S6	$LA = 0.26T^{0.94}$	0.26 a 12.2	$LA = 0.12T^{1.11}$	0.12 a 11.29
L1S7	$LA = 0.12T^{0.97}$	0.12 a 6.36	$LA = 0.13T^{1.16}$	0.13 a 15.01
L1S8	$LA = 0.20T^{1.19}$	0.20 a 26.12	$LA = 0.35T^{1.14}$	0.35 a 37.25
L1S9	$LA = 0.15T^{1.26}$	0.15 a 26.09	$LA = 0.31T^{1.06}$	0.31 a 23.77
L1S10	$LA = 0.21T^{0.94}$	0.21 a 9.86	$LA = 0.05T^{1.24}$	0.05 a 8.01

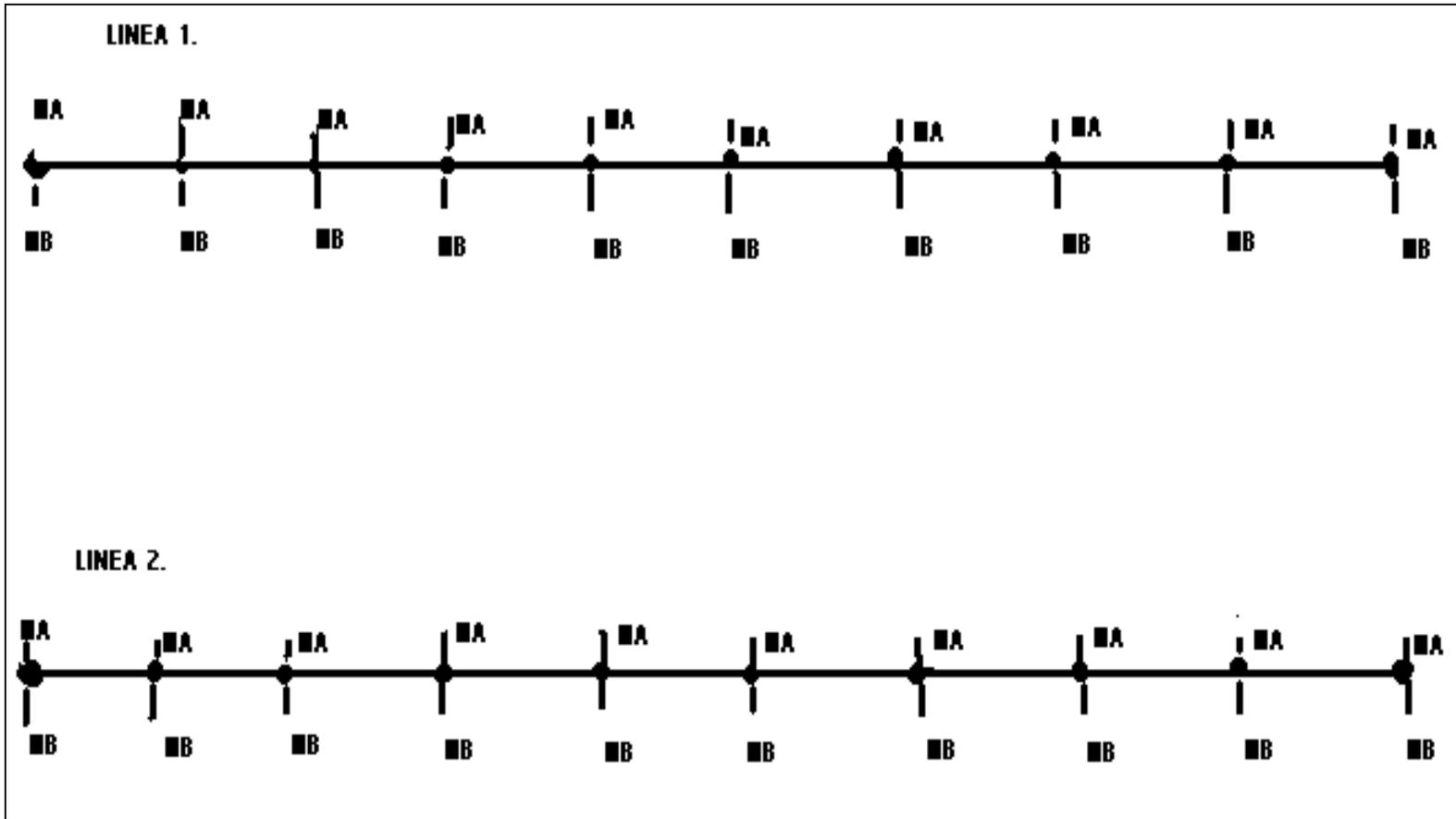
Cuadro 10 . Lámina acumulada de la primera y segunda lectura de la línea 2 en el Ejido San Juan de la Vaquería en Mpio. Saltillo..

SITIOS	LECTURA 1	(cm/hr)	LECTURA 2	(cm/hr)
L2S1	$LA = 0.26T^{0.92}$	0.26 a 11.24	$LA = 0.08T^{1.18}$	0.08 a 10.3
L2S2	$LA = 0.16T^{1.22}$	0.16 a 23.63	$LA = 0.21T^{1.02}$	0.21 a 13.67
L2S3	$LA = 0.25T^{1.22}$	0.25 a 36.9	$LA = 0.4T^{1.12}$	0.4 a 39.22
L2S4	$LA = 0.18T^{1.04}$	0.18 a 12.72	$LA = 0.14T^{0.94}$	0.14 a 6.57

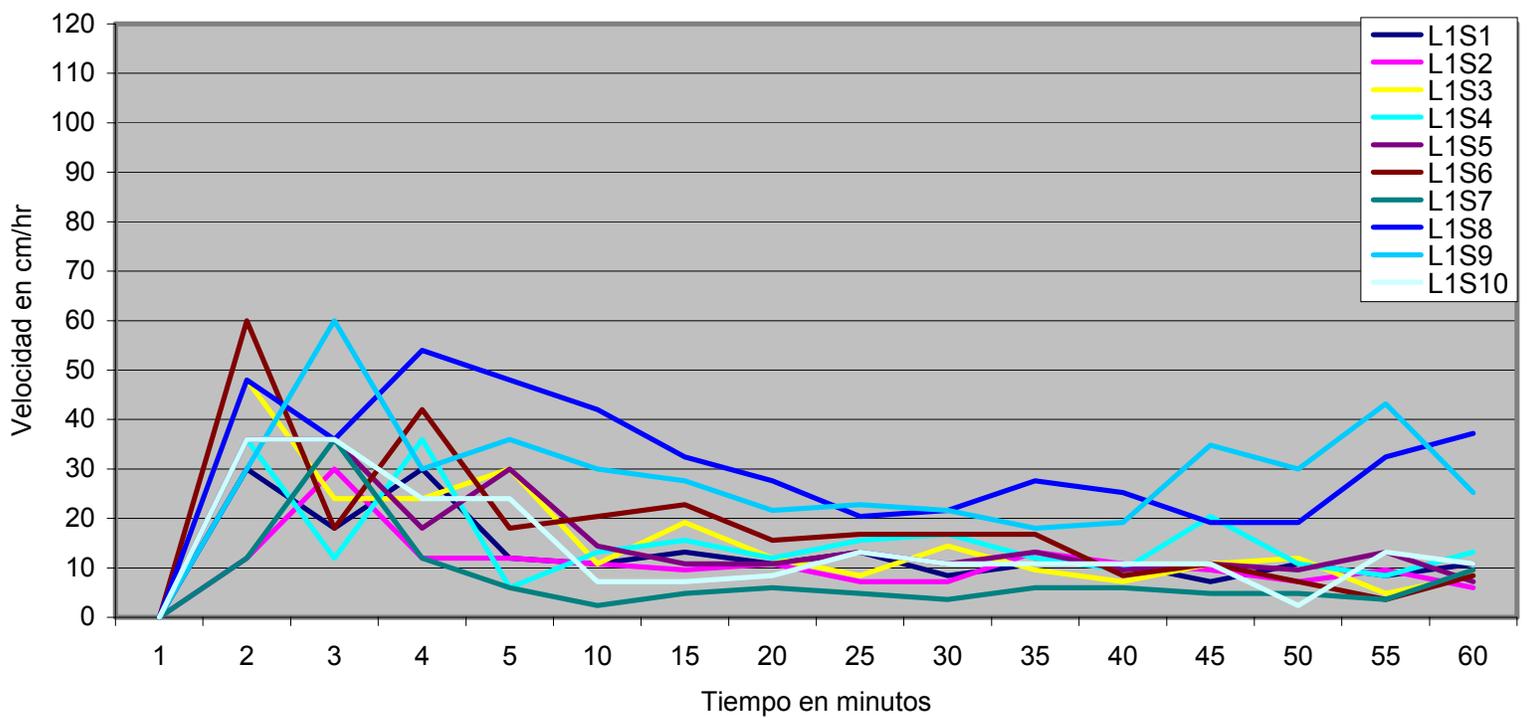
L2S5	LA = 0.11T^{1.04}	0.11 a 7.77	LA = 0.10T^{1.10}	0.10 a 9.03
L2S6	LA = 0.19T^{1.24}	0.19 a 30.45	LA = 0.25T^{1.2}	0.25 a 34
L2S7	LA = 0.19T^{1.009}	0.19 a 11.82	LA = 0.19T^{1.03}	0.19 a 12.88
L2S8	LA = 0.17T^{1.14}	0.17 a 18.09	LA = 0.33T^{1.11}	0.33 a 31.06
L2S9	LA = 0.21T^{1.05}	0.21 a 15.46	LA = 0.19T^{1.11}	0.19 a 17.88
L2S10	LA = 0.08T^{1.20}	0.08 a 10.80	LA = 0.15T^{0.99}	0.15 a 8.63



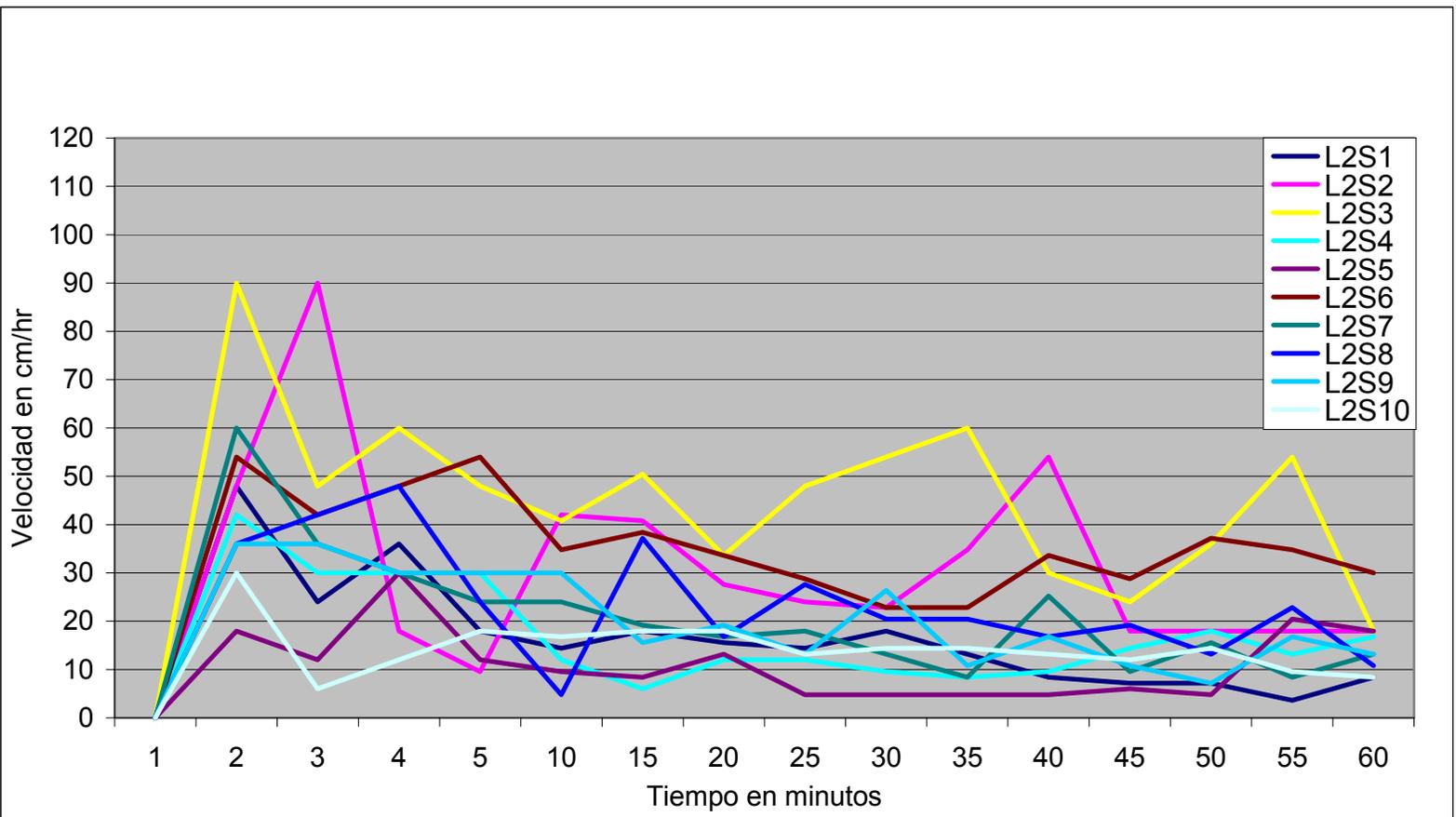
Gráfica 1. Muestra de la pendiente y los sitios muestreados de infiltrabilidad



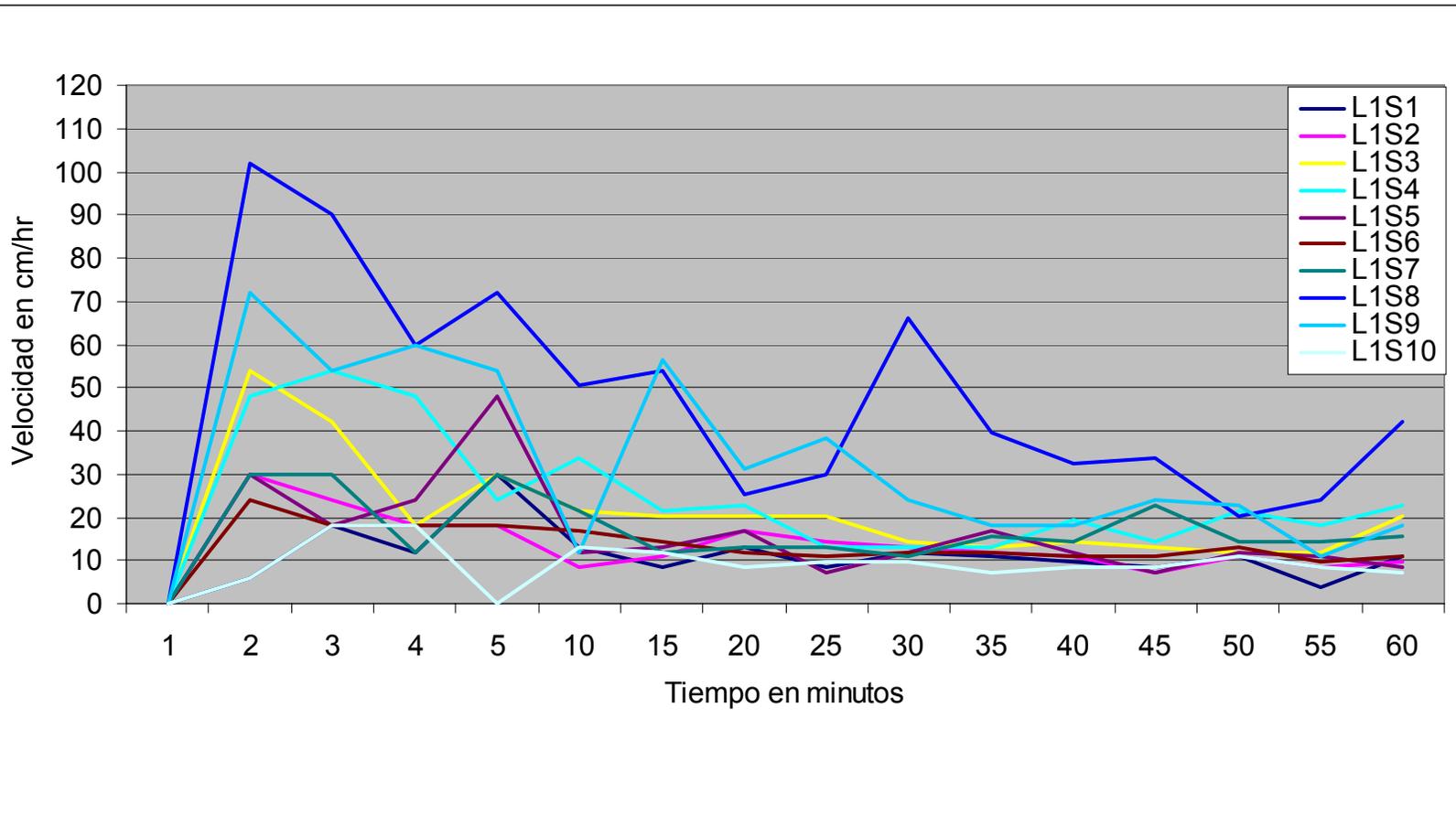
Gráfica 2. Muestra de tomas de muestreo de infiltrabilidad en cada punto del sitio y muestras de suelos A y B en línea 1 y 2.



Gráfica 3. Comportamiento de velocidad de infiltración (cm/hr) de la línea 1, en lectura 1, en el Ejido San Juan de la Vaquería, Mpio. Saltillo.

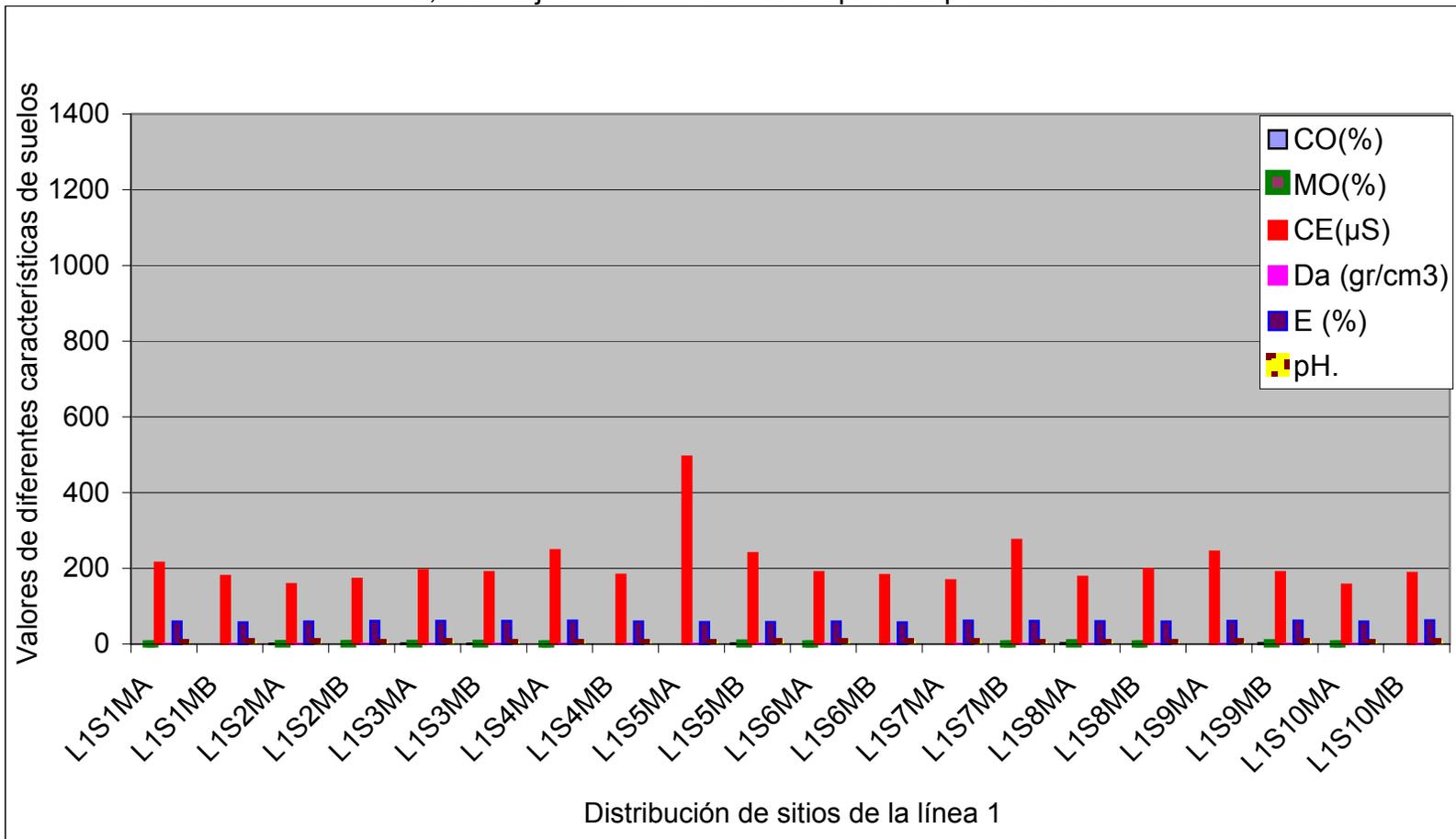


Gráfica 4. Comportamiento de la velocidad de infiltración en la línea 2, lectura 1, ejido San Juan de la Vaquería, Mpio. Saltillo

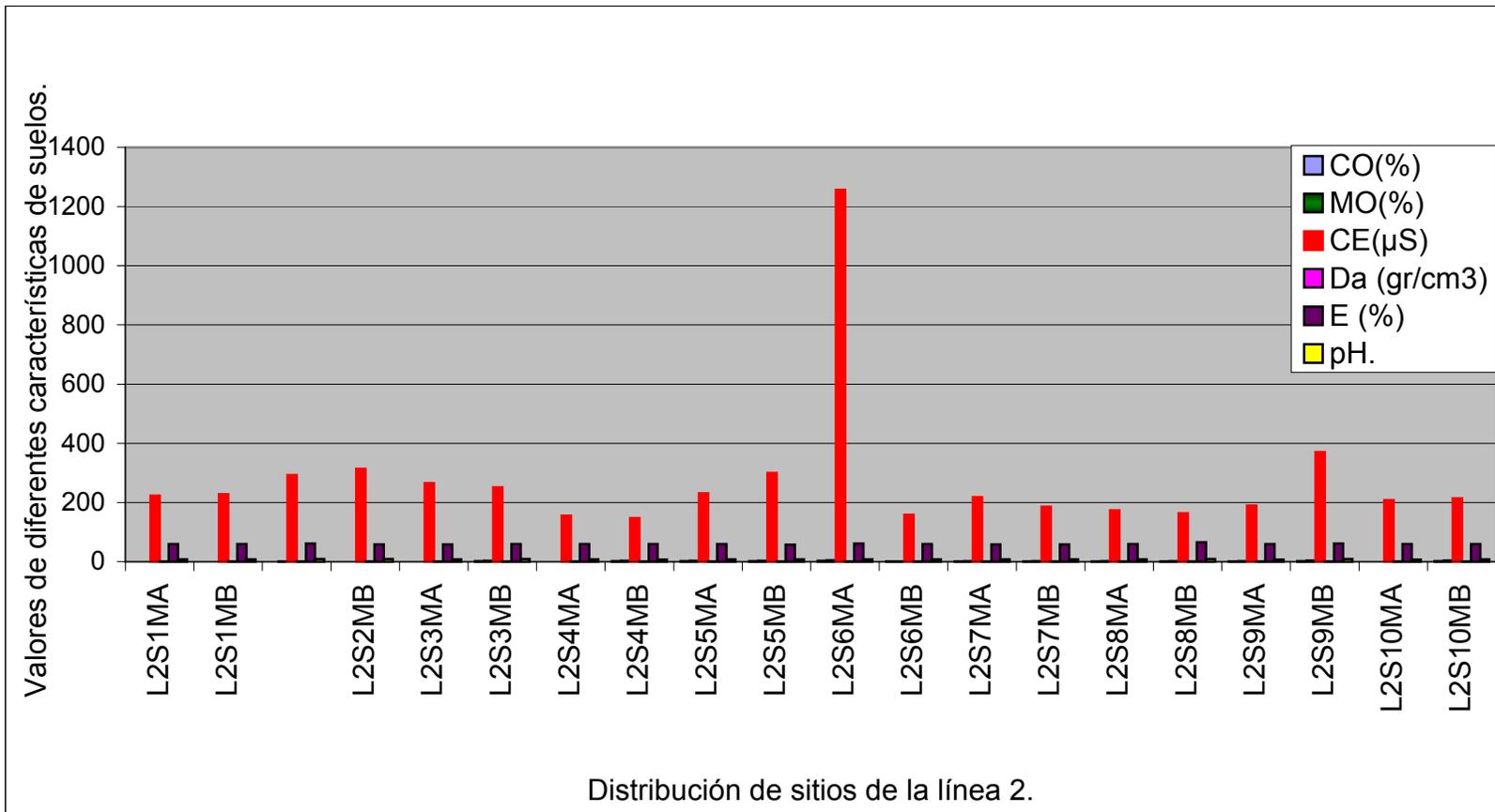


Gráfica 5. Comportamiento de velocidad de infiltración (cm/hr) de la línea 1, en lectura 2, ejido San Juan de la Vaquería, Mpio. Saltillo

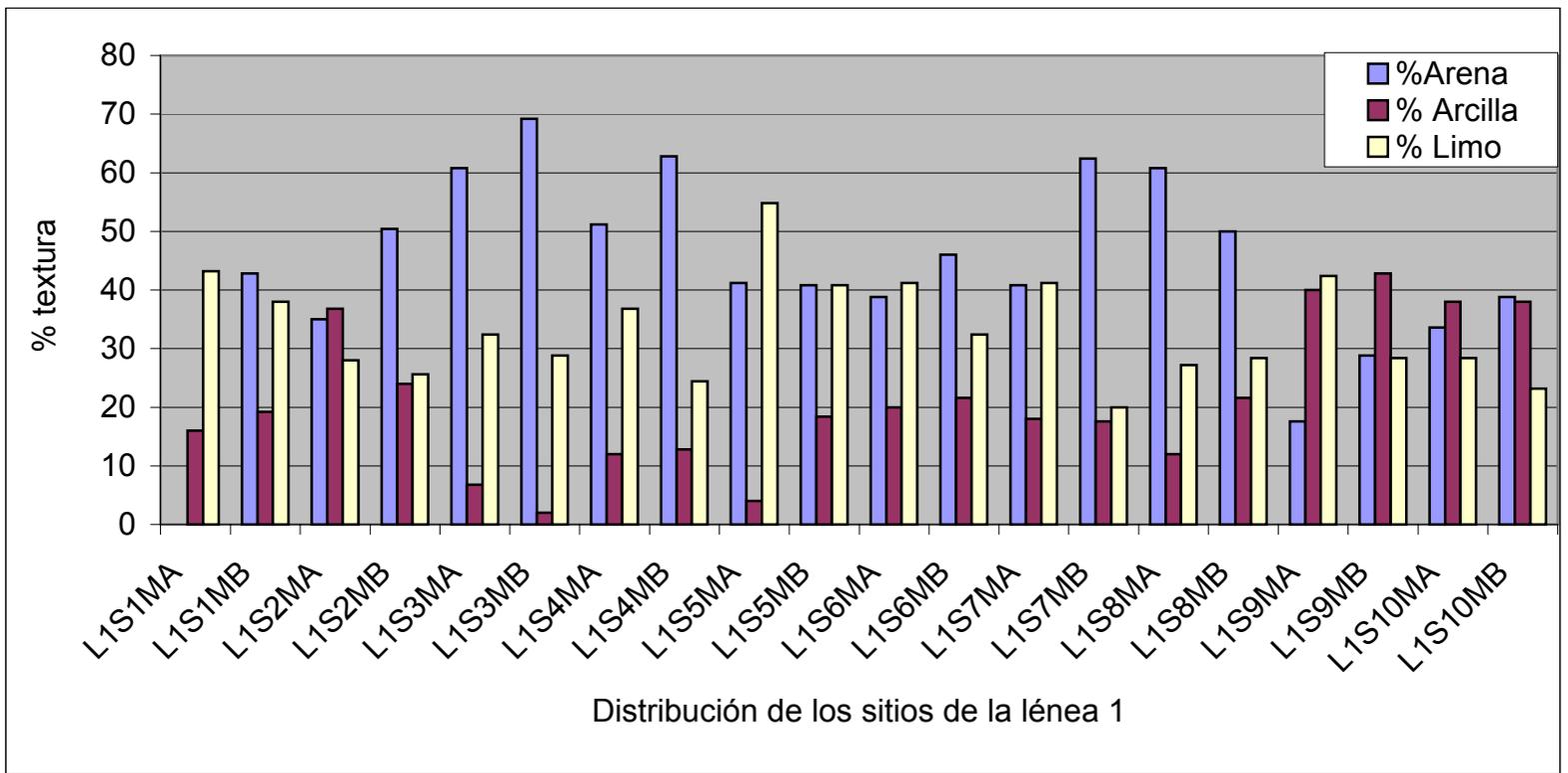
Gráfica 6. Comportamiento de velocidad de infiltración (cm/hr) línea 2, lectura 2, en el Ejido San Juan de la Vaquería Mpio Saltillo



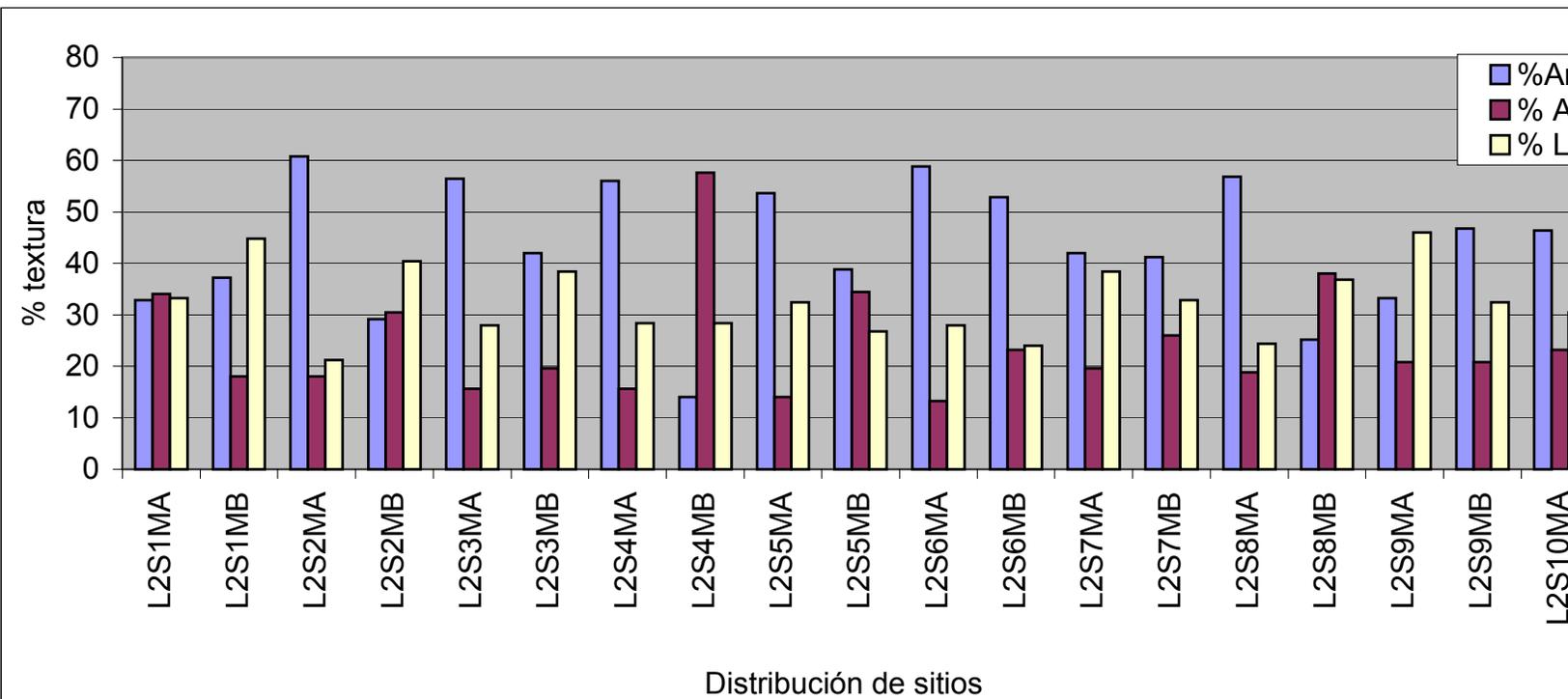
Gráfica 7. Características físicas y químicas del suelo, en la línea 1.



Gráfica 8. Características física y químicas de los diferentes sitios de suelos en el ejido San Juan de la Vaquería



Gráfica 9. Porcentaje de textura de suelos de la línea 1.



Gráfica 10. Porcentaje de textura de suelos de la línea 2

