

EFFECTO DE LOS TIPOS DE VEGETACION Y SUELO SOBRE LA INFILTRABILIDAD Y LA PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN EL SURESTE DE COAHUILA.

Julián Gutiérrez Castillo¹
Sergio Beltrán López²
Alejandro Zárate Lupercio³

RESUMEN

Dentro de los ecosistemas de pastizal, los procesos de infiltración y producción de sedimentos juegan un papel muy importante, por lo tanto, el conocimiento de ambos procesos es crítico para un efectivo manejo de las áreas de agostadero. El objetivo del presente estudio consiste en determinar el efecto de los tipos de suelo y vegetación sobre la infiltrabilidad y la producción de sedimentos.

La investigación se realizó en el Rancho Los Angeles en los meses de marzo y abril de 1988. Para cumplir con el objetivo planteado se utilizó un simulador de lluvias del tipo formadores de gota, con el cual se simuló un lluvia de 13.75 cm/hr sobre cinco parcelas de 1 m², con el fin de estimar la infiltrabilidad, la concentración y la producción de sedimentos en sitios de pastizal mediano abierto, de pastizal amacollado y de matorral micrófilo y en sitios ocupados por suelos del orden Molisol, Aridisol y Entisol. Para comparar los datos obtenidos para los tipos de vegetación, se utilizó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar y para los datos de suelo, se utilizó un análisis de covarianza en un diseño completamente al azar teniendo como covariable el porcentaje de suelo desnudo. Los resultados muestrales señalan que la mayor infiltrabilidad se presenta en el pastizal mediano abierto, mientras que la concentración y la producción de sedimento fue mayor en matorral micrófilo. En el caso de los tipos de suelo no se encontraron diferencias significativas de ambos procesos entre los suelos evaluados. Concluyendo que el tipo de vegetación influye más en la infiltrabilidad y la producción de sedimentos que las características del suelo.

1. Ing. M.S. Maestro-Investigador del Depto. de Recursos Naturales Renovables. Div. de Ciencia Animal. UAAAN.

2 y 3. Tesistas de Maestría en Manejo de Pastizales. UAAAN.

INTRODUCCION

El hombre, a través de los años y con algunas actividades tales como la agricultura nómada, el apacentamiento desordenado, los incendios forestales y la explotación desmedida de los bosques ha causado grandes disturbios a los ecosistemas, lo cual ha originado que la mayor parte de las especies vegetales consideradas como buenas productoras de forraje se encuentren casi totalmente extinguidas en los pastizales del norte del país.

Como resultado de dicho manejo, se han producido también algunas alteraciones al balance del agua de dichas comunidades vegetales y en particular, a algunos procesos hidrológicos que determinan la disponibilidad de agua para las plantas. Con la pérdida de la cubierta vegetal, el suelo ha quedado expuesto a la erosión, por cuyo motivo, en épocas recientes, se ha perdido una gran cantidad de él; además, sin protección vegetal, la redistribución de la precipitación dentro de las cuencas hidrológicas ha dejado de existir al no presentarse el proceso de intercepción y el flujo de agua en ramas y troncos de las especies arbóreas y arbustivas; por otro lado, al presentarse un impacto directo de las gotas de lluvia, el suelo se ha compactado dando como resultado que el agua proveniente de la precipitación no pueda infiltrarse, por lo cual, durante la temporada de lluvias, es frecuente observar grandes cantidades de escurrimiento superficial fluyendo sobre las áreas de drenaje.

Es conveniente mencionar también que, debido a la complejidad de los ecosistemas de pastizales, se hace necesario estudiar sus principales componentes en forma aislada para comprender los procesos que en ellos ocurren e integrarlos posteriormente para poder interpretar mejor el comportamiento del ecosistema; los principales componentes de dichos ecosistemas son el ciclo de minerales, el flujo de energía, la sucesión vegetal y el ciclo hidrológico.

Dentro de los ecosistemas de pastizal los procesos de infiltración y de producción de sedimentos tienen un efecto muy importante; el primero de ellos, al ser el proceso que define la disponibilidad de agua para los vegetales y el segundo, al ser la causa de pérdida de nutrientes que pueden utilizar las plantas. Estos dos procesos se ven afectados por una gran cantidad de factores relacionados con características de la precipitación, de las condiciones de la cubierta vegetal y las propiedades del suelo.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio consiste en determinar la infiltrabilidad y la concentración y la producción de sedimentos en tres tipos de vegetación y tres unidades de suelo del Rancho Los Angeles.

REVISION DE LITERATURA

El conocimiento de los procesos hidrológicos básicos en los ecosistemas de pastizal es crítico para un efectivo manejo de las cuencas hidrológicas ocupadas por pastizales. La infiltración es un proceso fundamental que influye gran-

demente en la hidrología de los pastizales, por lo tanto, el conocimiento de los factores que determinan la infiltración es de suma importancia (Wilcox *et al.*, 1988). El área donde se encuentran localizados los pastizales del norte de México se caracteriza por las lluvias convectivas que producen la mayoría de los escurrimientos superficiales y la erosión del suelo, por ello, el estudio de los factores que afectan la infiltración es clave para un mejor manejo del ecosistema.

El término infiltración se define como el proceso por medio del cual el agua entra al suelo y debe ser considerado como un proceso estrictamente superficial; una vez que el agua entra al suelo el término que debe ser utilizado para referirse al movimiento del agua es el de percolación. La tasa de infiltración (Linsley *et al.*, 1975) se define como la cantidad de agua que es absorbida por el suelo por unidad de tiempo, mientras que a la tasa máxima que puede entrar en un suelo en un punto en particular y bajo una serie de condiciones dadas, se le llama capacidad de infiltración.

Aunque el término capacidad de infiltración es en la actualidad el más utilizado cuando se habla de infiltración, Hillel (1980) señala las desventajas de usar este término, ya que es un vocablo que implica un aspecto meramente extensivo (alguien se refiere a la capacidad de una presa para mencionar su volumen total) y no se refiere a un aspecto intensivo (refiriéndose a una tasa de flujo en términos de volumen por unidad de área y tiempo) lo cual es más adecuado para expresar un flujo. Este autor ha propuesto el término "infiltrabilidad" para designar al flujo de agua que entra al suelo cuando el agua, a presión atmosférica, se encuentra disponible sobre la superficie del suelo, este término evita la contradicción de extensividad-intensividad que existe cuando se utiliza el de capacidad de infiltración.

Cuando no existe cubierta vegetal en un área de drenaje, se pueden presentar dos aspectos; en primer lugar, las gotas de agua que provienen de la precipitación golpean directamente al suelo, por lo cual éste es desprendido fácilmente y queda expuesto a la erosión; en segundo lugar, debido a la intensidad con que se presenta la precipitación y al no haber cubierta vegetal, el agua no se infiltra presentándose los escurrimientos superficiales que arrastran el suelo produciendo sedimentos en la parte baja de las áreas de drenaje. (Branston *et al.*, 1981; Gutiérrez y Dueñez, 1988).

Según Mitchell y Bubbenzer (1980) la erosión del suelo debe definirse como la cantidad total de suelo que es retirado por la acción dispersante de las gotas de lluvia o por el escurrimiento superficial y debe diferenciarse de los términos pérdidas de suelo lo cual consiste en el suelo desprendido en un terreno y "producción de sedimentos" que es la pérdida de suelos depositada aguas abajo en un punto en que está en evaluación dicha pérdida. En otras palabras, debe entenderse que el total de las cuencas hidrológicas presentan irregularidades en su relieve provocando que dentro de ellas se presente tanto la

erosión como la sedimentación, por lo cual, la erosión, en ciertos puntos de la cuenca, difiere de la pérdida de suelos, ya que a menudo ocurre mayor sedimentación en las depresiones con lo cual se reduce la producción de sedimentos real de la cuenca hidrológica.

A través del tiempo se han estado utilizando diversos métodos para estimar la infiltración y la producción de sedimentos en áreas naturales, destacando el uso de los simuladores de lluvia en los últimos años (Gutiérrez y De Luna, 1989). El método de simulación de la lluvia es en la actualidad la técnica más aceptada por los investigadores en hidrología de pastizales, debido a que brinda la oportunidad de controlar las características de la lluvia que se simula y su tiempo de aplicación. Neff (1979) señala que la simulación de la lluvia es una técnica para aplicar agua en parcelas pequeñas de una manera similar a la lluvia natural con el fin de obtener en forma rápida y eficiente los datos necesarios para investigaciones de infiltración, escurrimientos, intercepción, pérdidas de suelo y producción de sedimentos.

En las últimas décadas, el proceso de infiltración ha sido estudiado en los pastizales de otros países con el objeto de conocer los diversos factores que determinan la infiltrabilidad de los suelos de dichos ecosistemas y la influencia que tienen las diferentes prácticas de apacentamiento que a los mismos se aplican. Las tasas a las cuales penetra el agua en el suelo dependen de muchos factores, entre los cuales Wood y Blackburn (1981) señalan a los factores fisiográficos, climáticos, edáficos y principalmente a los vegetativos.

Varios investigadores han estudiado la infiltrabilidad entre comunidades de plantas, por ejemplo, Box (1961) estimó la infiltración en suelos desnudos, suelos cubiertos con pastizal y suelos cubiertos con arbustos en cuatro comunidades y concluye que la infiltrabilidad es mayor cuando los suelos están cubiertos por gramíneas, seguidos por los suelos cubiertos por arbustos y finalmente, los suelos desnudos. Lyford y Qashu (1969) determinaron los efectos de la vegetación desértica sobre la infiltración, encontrando que en áreas abajo de los arbustos o adyacentes a éstos la infiltrabilidad fue tres veces más alta que la obtenida en áreas desnudas. Gutiérrez *et al.* (1979) en un estudio llevado a cabo en el norte de Zacatecas, en el cual incluyeron cuatro asociaciones vegetales, no encontraron diferencias estadísticas en la infiltrabilidad de las asociaciones *Dasylirium-Agave*, *Agave-Parthenium* y *Atriplex-Sporobulus*, sin embargo, la infiltración fue mucho menor en la asociación *Larrea-Flourensia*.

La mayoría de los investigadores coinciden en señalar que las características de la vegetación son el principal factor que controla la infiltrabilidad en un sitio, Pluhar *et al.* (1986) encontraron que la infiltrabilidad es mayor en comunidades de pastizal amacollado que en áreas de pastizal mediano abierto y señalan que la principal variable que define esta diferencia es la cantidad de suelo desnudo, Thurow *et al.* (1986) realizaron un estudio en áreas con mato-

rral de encino, pastizal amacollado y pastizal mediano abierto encontrando que la infiltrabilidad está definida principalmente por el mantillo orgánico.

Después de la cubierta vegetal, las propiedades que presentan los suelos de las zonas áridas y semiáridas tienen gran influencia sobre la infiltración, tal como lo señala Wilcox *et al.* (1988); por tal motivo, los estudios de los factores de suelo que influyen sobre la infiltrabilidad se han estado aumentando en áreas de pastizal; Meewing y Packer (1976) aseguran que la razón por la cual la cubierta favorece la infiltración, es debido a que reduce la cantidad de superficie de suelo que es sellada por las partículas arcillosas. Tromble *et al.* (1979) analizaron la infiltrabilidad en tres tipos de suelo que sustentaban vegetación arbustiva, de pastizales y sin vegetación, encontrando que los suelos de textura fina son los que presentan menor infiltrabilidad. Rauzi y Smith (1973) evaluaron la infiltrabilidad en tres tipos de suelo, básicamente migajones arenosos con diferente posición fisiográfica y niveles de profundidad; encontraron que al inicio de un evento de precipitación la infiltrabilidad es afectada principalmente por el tipo de suelo.

Wilcox *et al.* (1988) encontraron que la infiltrabilidad de áreas montañosas está correlacionada negativamente con la cantidad de piedras que contiene el suelo y en estas áreas la profundidad del suelo es un factor limitante para la infiltración. Blackburn (1975) reporta que las características morfológicas del suelo, especialmente el contenido de arcilla y de materia orgánica, influyen en la infiltrabilidad de los suelos semidesérticos.

Beven y Germann (1982) mencionan que la macroporosidad del suelo ayuda grandemente a determinar la infiltrabilidad, mientras que Wood y Blackburn (1981) atribuyen las diferencias en infiltración a la estabilidad de los agregados que presentan los tipos de suelo de las planicies.

Cuando la intensidad de la precipitación excede la infiltrabilidad de un suelo a cualquier tiempo de dicho evento, se tiene un exceso de agua por unidad de superficie que provoca el escurrimiento superficial (Branson *et al.*, 1981); este proceso hidrológico es un elemento primario de la erosión hídrica y favorece el transporte de sedimentos a través de los cauces de un área de drenaje (Gutiérrez y Dueñez, 1989). El proceso de producción de sedimentos involucra dos fases de la erosión (Mitchell y Bubenzer, 1980), primero el desprendimiento de las partículas del suelo y segundo el transporte de las partículas desprendidas.

Los factores que afectan la producción de sedimentos se pueden incluir en cuatro grandes grupos; factores climáticos, edáficos, fisiográficos y de vegetación; en relación con el último, debe señalarse que la producción de sedimentos está muy relacionada con el tipo de cubierta vegetal (Gutiérrez y De Luna, 1989). Wood y Blackburn (1981) evaluaron la producción de sedimentos en

sitios de planicies arcillosas con áreas cubiertas por mezquite y en los espacios entre plantas de pastizal amacollado y pastizal mediano abierto, encontrando mayor producción de sedimentos en el área de pastizal mediano abierto cuando se comparó con las áreas de mezquite y ligeramente mayor a las áreas de pastizal amacollado.

Osborn *et al.* (1978) al estudiar la producción de sedimentos, encontraron que dicha producción varió significativamente debido a las diferencias de cobertura vegetal presentándose valores 10 veces mayor en áreas con cubierta de arbustivas que en aquéllas dominadas por pastizales. Thurow *et al.* (1986) evaluaron la producción de sedimentos encontrando que la producción está altamente relacionada con la biomasa total área y la cobertura vegetal que presentan las diversas comunidades. La producción de sedimentos está fuertemente influenciada por la interacción de la biomasa en pie y del contenido de materia orgánica en el suelo (Brock *et al.*, 1982) por ello, en áreas con altas densidades de vegetación, se reduce considerablemente esa producción.

En el estudio de la producción de sedimentos un aspecto que debe considerarse de manera importante son las propiedades físicas que presentan los tipos de suelos, ya que las mismas ayudan a definir a dicho proceso. En un trabajo realizado por Wood y Blackburn, (1981) en planicies onduladas, se encontró que las variables de suelo que determinan en mayor grado el arrastre y depósito de los sedimentos, son la estabilidad de los agregados, el contenido de materia orgánica y la densidad aparente del suelo. McGinty *et al.* (1979), al estudiar el efecto de la profundidad del suelo en la producción de sedimentos en sitios con suelos someros, intermedios y profundos, concluyen que no existe diferencia estadística entre las tres profundidades utilizadas en el estudio, pero encontraron que en suelos profundos existe una producción ligeramente menor de sedimentos.

Brock *et al.*, (1982) encontraron que la producción de sedimentos está definida en un gran porcentaje por la estabilidad de los suelos, el contenido de humedad del mismo y el porcentaje de suelo desnudo. Sánchez (1984), trabajando en diferentes sitios de pastizal, encontró que las variables de suelo más fuertemente correlacionadas con este proceso son el contenido de humedad, el microrrelieve del suelo y el contenido de pedregosidad en el suelo.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Rancho Demostrativo Los Angeles, en el Sureste de Coahuila, el cual se encuentra situado en un clima BSokw(e'), con un régimen de lluvias de verano, en cuya época se presenta alrededor del 85% de la precipitación observándose el resto principalmente en los meses de diciembre y enero; la precipitación media anual es aproximadamente de 480 mm;

la temperatura media anual es de 14.3°C, existiendo oscilaciones moderadas todo el año; la evaporación potencial media en el año es de aproximadamente 1800 mm.

Vásquez (1973) reporta siete tipos de vegetación para el Rancho Los Angeles en función de la forma de vida, cobertura, tamaño, forma y textura de las hojas; siendo éstos: pastizal mediano abierto, pastizal amacollado, matorral rosetófilo, izotal, matorral esclerófilo, bosque aciculifolio y matorral de sotol con pastos amacollados. Seis unidades taxonómicas de suelos son reportadas por Valdés *et al.*, (1986), cuatro incluidas dentro del orden de los Molisoles, una entre los Aridisoles y una más entre los Entisoles; en general, los suelos del valle y del pie de monte poseen un horizonte superficial rico en materia orgánica, mientras que los suelos de laderas y montañas presentan afloramientos rocosos y en ocasiones una capa delgada de suelo de color oscuro.

Para cumplir con el objetivo planteado en el presente estudio se utilizaron tres tipos de vegetación siendo estos: 1) pastizal mediano abierto de *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *Buchloe dactyloides* y *Leptochloa dubia* con suelos profundos del valle; 2) pastizal amacollado de *Bouteloua curtipendula*, *Stipa clandestina*, *Aristida* spp. y *Muhlenbergia glauca* con suelos poco profundos y pedregosos del pie de monte; y 3) matorral micrófilo de *Flourensia cernua*, *Parthenium incanum*, *Opuntia imbricata*, *Buchloe dactyloides* y *Bouteloua gracilis* localizados en suelos de poca pendiente y someros.

Los tipos de suelo que se incluyeron en el presente estudio son: a) suelo del orden Molisol, familia Calcixerol arídico arcilloso montmorillonítico térmico, suelos profundos de origen aluvial con horizonte superficial oscuro, arcilloso y rico en materia orgánica; b) suelo del orden Aridisol de la familia Cambortid vértico franco arcilloso montmorillonítico térmico, suelos poco profundos de origen aluvio-coluvial horizonte superficial oscuro, rico en materia orgánica y textura franca; y c) suelo del orden Entisol de la familia Ustortens lítico franco térmico, suelo sin horizonte de diagnóstico con gran afloramiento rocoso y textura franca.

Para estimar la infiltrabilidad y la producción de sedimentos se utilizó un simulador de lluvias basado en los principios y características del diseño reportado por Blackburn *et al.* (1974), (Figura 1). Las pruebas se realizaron en el mes de marzo y abril de 1988, haciéndose corridas en suelo húmedo, estas corridas fueron realizadas en sitios humedecidos 24 horas antes aproximadamente durante una hora, cubriéndose el sitio con polietileno blanco durante ese lapso; la simulación de la lluvia se llevó a cabo aplicando una intensidad de 13.75 cm/hr en cinco parcelas de 1 m² para cada tipo de vegetación y de suelo por un período de 33 minutos. En cada corrida de la lluvia se estimó el escurrimiento superficial cada cinco minutos, a excepción de la primera lectura que se realizó a los tres minutos de iniciado el experimento; las tasas de infiltración se estima-

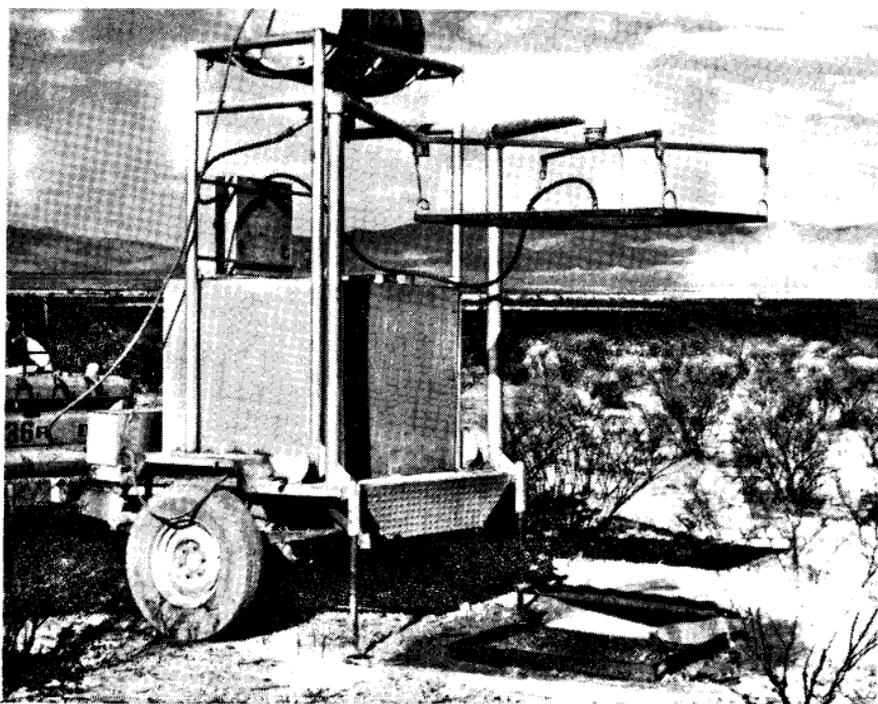


Figura 1. Simulador de lluvias modificado del diseño reportado por Blackburn et al. (1974).

ron como la diferencia entre la lluvia simulada y el escurrimiento obtenido en cada período. Para el cálculo de la producción de sedimentos se tomó una muestra de 1 lt. del total del escurrimiento recolectado durante la prueba, para posteriormente, en el laboratorio, separar y determinar la concentración y producción de sedimentos.

Para evaluar el efecto de los tipos de vegetación sobre la infiltrabilidad y la concentración y la producción de sedimentos en los diferentes tiempos de observación y considerando que los tratamientos se encontraban descansando sobre suelos con las mismas características, se utilizó un análisis de varianza en un diseño completamente al azar de acuerdo a lo propuesto por Ostle (1983), y siguiendo al mismo autor, se realizó una prueba de medias de Tukey. Con el fin de evaluar el efecto de los tipos de suelo sobre la infiltrabilidad y la concentración y producción de sedimentos en los diversos períodos de tiempo definidos, se realizó un análisis de covarianza en un diseño completamente al azar, de acuerdo a la metodología propuesta por Ostle (1990) y Steel y Torrie (1985), teniendo como covariable al porcentaje de suelo desnudo.

RESULTADOS Y DISCUSION

La infiltrabilidad inicial encontrada en los tres tipos de vegetación no son estadísticamente diferentes (Figura 2), lo anterior quizás debido a que dicha propiedad fue estimada como la diferencia entre la lluvia simulada y el escurrimiento recolectado, sin tomar en consideración la lluvia interceptada por la vegetación, ni la detención del agua por el microrrelieve del suelo; al respecto, Tromble *et al.*, (1979) y Thurow *et al.*, (1986) señalan que al inicio de una lluvia las características y cobertura de la superficie determinan las tasas de infiltración inicial.

Por lo anterior, debe mencionarse que la infiltrabilidad inicial esté quizás un poco sobreestimada en alguno de los sitios, por lo cual, las diferencias que se observan entre el pastizal mediano abierto y los otros tipos de vegetación pudieran ser mayores.

A partir de los 18 minutos en que la infiltrabilidad se vuelve más o menos constante y hasta el final de la prueba, se pueden observar diferencias estadísticas entre el pastizal mediano abierto y el matorral micrófilo, sin embargo, durante todo el estudio, el pastizal amacollado no se presentó diferente con res-

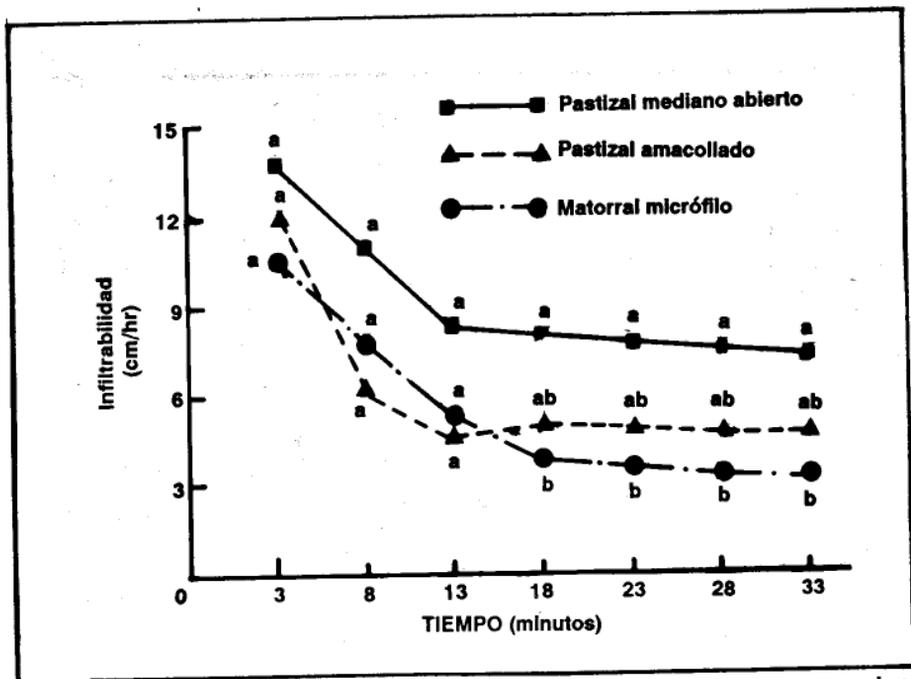


Figura 2. Infiltrabilidad (cm/hr) a diferentes intervalos de tiempo en suelos húmedos ocupados por tres tipos de vegetación del Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

pecto a los otros tipos tratados. Los valores altos de infiltrabilidad encontrados en esta investigación concuerdan con lo reportado por Box (1961), quien señala que la infiltración es mayor en áreas cubiertas con gramíneas que en terrenos con arbustivas; los resultados concuerdan también con lo reportado por Gutiérrez *et al.*, (1979), McGinty *et al.*, (1979) y Wilcox *et al.*, (1988) quienes afirman que la cobertura que presentan las áreas de pastizal ayudan a tener una mayor infiltrabilidad en cualquier sitio.

El análisis estadístico realizado a los datos de infiltrabilidad de los tres tipos de suelo, muestra que esta propiedad no es diferente entre dichos suelos a ningún tiempo (Figura 3), sin embargo, se puede observar que, salvo la infiltrabilidad observada a los ocho minutos de iniciado el trabajo, los suelos del orden Entisol presentan mayores tasas de infiltración seguidos por los suelos del orden Aridisol y finalmente los suelos del orden Molisol. La semejanza encontrada puede ser explicada por la cubierta vegetal, similar en los tres tipos de suelo; a que presentan cierta homogeneidad en cuanto a cobertura aérea y basal y a que algunos factores de suelo que son señalados por Beven y Germann (1982), Blackburn (1975), Brock *et al.* (1982), Gutiérrez y De Luna (1989), McGinty *et al.* (1979) y Wilcox *et al.* (1988) como importantes en la determinación de la infiltración, tales como la densidad aparente, la materia orgánica; la pendiente del terreno y el contenido de humedad al momento de la prueba presentaban poca variación.

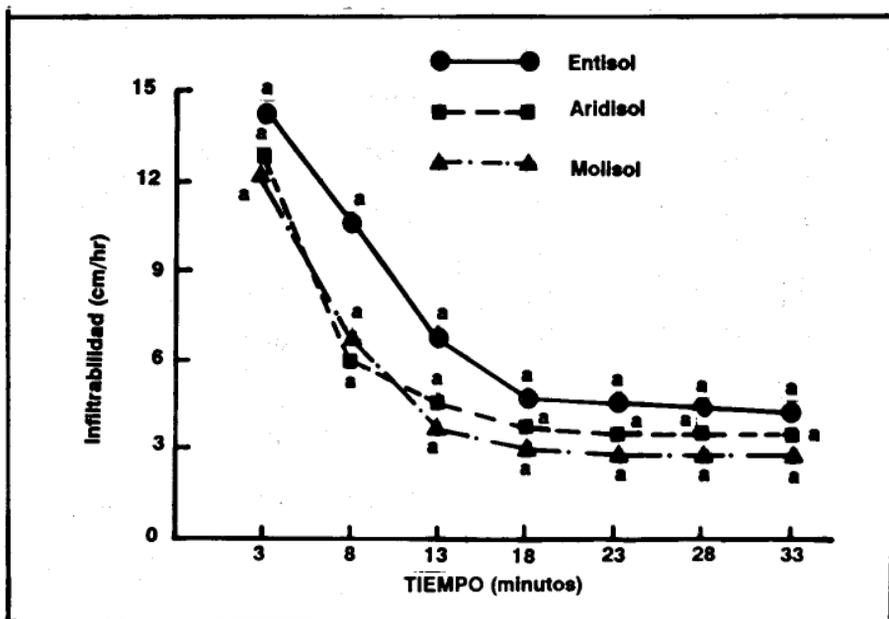


Figura 3. Infiltrabilidad (cm/hr) a diferentes intervalos de tiempo en tres tipos de suelos húmedos ocupados por pastizal mediano abierto en el Rancho Los Angeles.

En relación con la concentración de sedimentos encontrados en los escurrimientos superficiales producidos durante las pruebas, se puede observar en la Figura 4, que la mayor concentración se presentó en el matorral micrófilo, con un valor de 4.55 gr/lit, seguido por el escurrimiento generado en el pastizal amacollado con 2.59 gr/lit y finalmente el pastizal mediano abierto con 1.76 gr/lit; lo cual hace que se observe una diferencia estadística entre el matorral y el pastizal mediano abierto. Esta diferencia es explicable por la poca cubierta basal y aérea presentada por el matorral micrófilo lo cual deja descubierto al suelo y susceptible para ser arrastrado por el escurrimiento, a diferencia de la mayor cobertura basal exhibida por los pastizales, lo cual concuerda con lo señalado por Osborn *et al.* (1978), McGinty *et al.* (1979) y Wilcox *et al.* (1988).

En la Figura 5 se pueden observar las diferentes concentraciones de sedimentos producidos por los tres tipos de suelo en estudio, observándose que no presentan ninguna diferencia significativa, ya que los valores encontrados fueron de 1.88 gr/lit en orden Molisol, 0.91 gr/lit en el orden Aridisol y 0.55 gr/lit

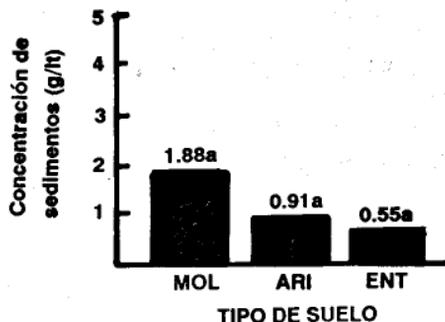
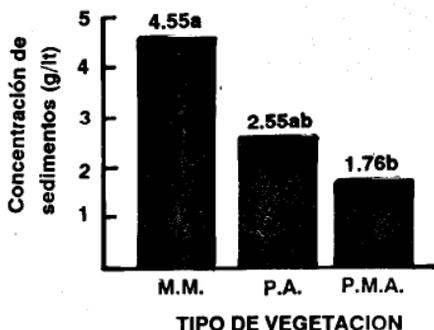


Figura 4. Concentración de sedimentos (g/l) en suelos húmedos de matorral micrófilo (M.M.), pastizal amacollado (P.A.) y pastizal mediano abierto (P.M.A.) en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

Figura 5. Concentración de sedimentos (g/l) en suelos húmedos del orden Molisol (MOL), Aridisol (ARI) y Entisol (ENT) ocupados por pastizal mediano abierto en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

en el orden Entisol. La no existencia de diferencias estadísticas se explica por la cobertura similar de pastizal mediano abierto en los tres sitios, ya que, como lo menciona Blackburn (1975), Thurow *et al.* (1986) y Sánchez (1984), la cobertura vegetal juega un papel más importante en la producción de sedimentos que las propiedades mismas del suelo.

La producción de sedimentos totales del matorral micrófilo fue estadísticamente superior al registrado por el pastizal mediano abierto, mientras que el pastizal amacollado no presentó diferencia significativa con los otros tipos de vegetación (Figura 6); los valores encontrados son del orden de 2282 kg/ha en el matorral micrófilo, 969 kg/ha en el pastizal amacollado y 489 kg/ha en el pastizal mediano abierto. Resultados similares son reportados por Osborn *et al.* (1978) y concuerdan con lo señalado por Branson *et al.*, (1981) y Mitchell y Bubenzer (1980), quienes afirman que la protección que brinda la cubierta vegetal es definitiva en la producción de sedimentos.

Finalmente, en la Figura 7 se representan los resultados encontrados para la producción de sedimentos en los tipos de suelo estudiados, observándose que tampoco en este parámetro existe diferencia entre los suelos del Rancho Los Angeles cuando son cubiertos por el mismo tipo de vegetación; un valor de 960 kg/ha se encontró en el orden Molisol, 468 kg/ha en el Aridisol y 223 Kg/ha en el orden Entisol.

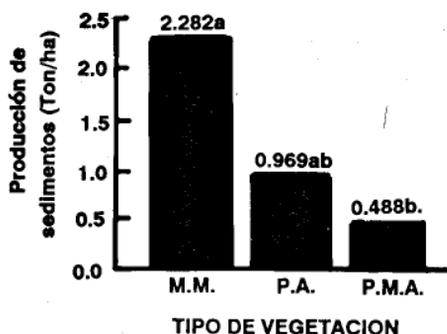


Figura 6. Producción total de sedimentos, (ton/ha) en suelos húmedos de matorral micrófilo (M.M.), Pastizal amacollado(P.A.) y Pastizal Mediano Abierto (P.M.A.) en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

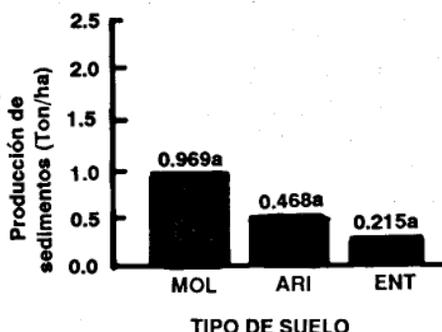


Figura 7. Producción total de sedimentos (kg/ha) en suelos húmedos del orden Molisol (MOL), Aridisol (ARI) y Entisol (ENT) ocupados por pastizal mediano abierto en el Rancho Los Angeles. Abril, 1988.

CONCLUSIONES

1. La infiltrabilidad que presentan los suelos cubiertos por pastizal mediano abierto, pastizal amacollado y matorral micrófilo al inicio de un evento de lluvia, no son estadísticamente diferentes.
2. El pastizal mediano abierto es estadísticamente diferente en su infiltrabilidad al matorral micrófilo después de 18 minutos de iniciada una lluvia.
3. El tipo de suelo no influye estadísticamente en la infiltrabilidad de un sitio cuando es cubierto por el mismo tipo de vegetación.
4. La concentración y la producción total de sedimentos del matorral micrófilo presenta valores estadísticamente diferentes a un pastizal mediano abierto pero no a un pastizal amacollado.
5. La concentración y la producción total de sedimentos no difiere estadísticamente entre los suelos del orden Molisol, Aridisol y Entisol cuando son ocupados por pastizal mediano abierto.

BIBLIOGRAFIA

- Beven, K. and P. Germann. 1982. Macropores and water flow in soils. *Water Resour. Res.* 18:1311-1325.
- Blackburn, W.H. 1975. Factors influencing infiltration and sediment production of semiarid rangelands in Nevada. *Water Resour. Res.* 11:929-937.
- Blackburn, W.H.; R.O. Meewing and C.M. Skau. 1974. A mobile infiltrometer for use on rangelands. *J. Range Manage.* 27:322-323.
- Box, T.W. 1961. Relationships between plants and soil of four range plants communities in South Texas. *Ecology* 42:794-810.
- Branson, F.A.; G.F. Gifford; K.C. Renard and R.H.F. Headley. 1981. *Rangeland Hydrology*. A publication of the Society for Range Management. Kendall/Hunt Publishing Co. 340p. U.S.A.
- Brock, J.H.; W.H. Blackburn and R.H. Haas. 1982. Infiltration and sediment production on a deep hardland range site in North Central Texas. *J. Range Manage.* 35(2):195-198.

- Gutiérrez, C., J.; F.M. Smith y J.G. Medina T. 1979. Caracterización hidrológica de la Cuenca San Tiburcio, Zacatecas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Monografía Técnico Científica. 5(4):212-327. Saltillo, México.
- Gutiérrez C., J. y J. Dueñez A. 1988. Relación tasas de infiltración-edad de la plantación en la zona reforestada Zapalinamé. Agraria. Revista Científica. 4(2):169-180. Saltillo, México.
- Gutiérrez C., J. y M. De Luna R. 1989. Infiltración y producción de sedimentos en un área reforestada con *Pinus halepensis* Mill. Agraria, Revista Científica. 5(2). En prensa. Saltillo, México.
- Hillel, D. 1980. Applications of soil physics. Academic Press. New York, N.Y. 385p U.S.A.
- Linsley, R.K.; M.A. Kohler and J.L.H. Paulhus. 1975. Hydrology for engineers. McGraw-Hill Book Co. New York. N.Y. 482 p. U.S.A.
- Lyford, F.P. and H.K. Qashu. 1969. Infiltration rates as affected by desert vegetation. Water Resour. Res. 5:1373-1376 U.S.A.
- McGinty, W.A.; F.E. Siemens and L.B. Merrill. 1979. Influence of soil, vegetation and grazing management on infiltration rate and sediment production of Edwards Plateau rangeland. J. Range Manage. 32:33-37. U.S.A.
- Mitchell J.K. y G.D. Bubenzer. 1980. Estimación de pérdidas de suelo. En: Kirkby M.J. and R.P.C. Morgan (Comps). Editorial Limusa. pp. 35-88. México.
- Meewing, R.O. and P.E. Packer. 1976. Erosion and runoff on forest and rangelands. In: Proc. Watershed Management on range and forest lands. Utah State University. Water Res. Lab. Logan, Utah. pp 15-22 U.S.A.
- Neff, E.L. 1979. Why rainfall simulation? In: USDA: (Ed). Proceedings of the rainfall simulators workshop. Science reviews and manuals. ARM-W-10. U.S.A.
- Osborn, H.B.; J.R. Simanton and K.G. Renard. 1978. Sediment yields of rangeland. Proceedings of the first international rangeland Congress. pp. 329-330 U.S.A.
- Ostle, B. 1965. Estadística aplicada. Editorial Limusa. 629 p. México.
- Pluhar, J.J.; R.W. Knigh and R.K. Heltschmidt. 1987. Infiltration rates and sediment production as influenced by grazing systems in the Texas rolling plains. J. Range Mange. 40(3): 240-243. U.S.A.

- Rauzi, F. and F.M. Smith. 1973. Infiltration rates: three soils with three grazing levels in Northeastern Colorado. *J. Range Manage.* 26(2):126-129. U.S.A.
- Sánchez, B., C. 1984. Effects of livestock grazing and exclusion on infiltration rates and sediment yields for different range sites on El Plateado Watershed, Zacatecas, México. Ph. D. Dissertation New Mexico State University. Las Cruces, New Mexico. U.S.A. 156 p.
- Steel, G.D. y J.H. Torrie. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Segunda Edición. McGraw-Hill Co. Bogotá, Colombia. 622 p.
- Thurow, T.L.; W. H. Blackburn and C.A. Taylor. 1986. Hydrologic characteristics of vegetation types as affected by livestock grazing systems in Edwards plateau Texas. *J. Range Manage.* 39(6):505-508. U.S.A.
- Tromble, J.M.; K.G. Renard y A.P. Tatcher. 1979. Infiltración del agua en tres complejos de suelo-vegetación de pastizales. *Selecc. del J. Range Manage.* 2(4):210-213. México.
- Valdés O., L.F.; F.J. Sifuentes R.; A. Ilizaliturri V.; J. Gutiérrez C. y L.A. Natividad B. 1986. Levantamiento semidetallado de suelos en el Rancho Los Angeles. En: Gutiérrez C., J. (Ed.) Manejo de Pastizales. Memorias del Segundo Congreso Nacional. DRNR-UAAAN Saltillo, Coah., México. pp 146-150. 146- 150.
- Vásquez A.R., 1973. Plan inicial de manejo de agostaderos en el Rancho Demostrativo Los Angeles. Tesis profesional. ESAAN-UAC. Saltillo, Coah., México. 113 p.
- Wilcox, B. P.; M.K. Wood and J.M. Tromble. 1988. Factors influencing infiltrability of semiarid mountain slope. *J. Range Manage.* 41 (3):197-206 U.S.A.
- Wood, M.K. and W.H. Blackburn. 1981. Sediment production as influenced by livestock grazing in Texas Rolling Plains. *J. Range Manage.* 4(3):228-231. U.S.A.