

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL Y PERDIDA DE SUELO EN PASTIZALES SEMI-ÁRIDOS

Jasso I., Rodolfo⁽¹⁾; Sanchez C., Ignacio⁽¹⁾; Stone, Jeffry⁽²⁾; Estrada A., Juan⁽¹⁾; Descroix, Luc⁽³⁾; Loyer, Jean Yves⁽³⁾

RESUMEN

El escurrimiento superficial y la pérdida de suelo son dos procesos paralelos cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración de los suelos. Entre los problemas más importantes que se derivan de la pérdida de suelo superficial se destacan la pérdida de productividad agrícola y la sedimentación en las obras de almacenamiento de agua. Lo anterior muestra que las decisiones sobre el manejo de las cuencas hidrográficas deben estar orientadas hacia la definición de una estrategia integral en la que el aprovechamiento de un recurso minimice el deterioro de otros.

Las prácticas tradicionales de aprovechamiento de los recursos naturales han conducido a una expansión de las zonas de pastizal hacia las zonas de bosque transformando los patrones de uso del suelo y modificando las tasas de escurrimiento y erosión hídrica en la zona. El CENID RASPA (INIFAP) ha iniciado un programa de investigación en esta materia cuyos resultados preliminares respecto al escurrimiento superficial y erosión son motivo de esta ponencia. Los datos disponibles indican que el coeficiente de escurrimiento en pastizales naturales varía entre 0 y 3.9 %, estos valores son el resultado de la combinación de la intensidad y cantidad de precipitación, lo esporádico de los eventos lluviosos y la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Se estima que la erosión hídrica fluctúa entre 0.24 y 11 ton/ha, pero en pastizales inducidos en antiguas zonas boscosas este valor puede exceder las 50 ton/ha por año.

INTRODUCCIÓN

Es ampliamente reconocida la estrecha dependencia de múltiples actividades productivas como la agricultura, ganadería, generación de electricidad y otras, que dependen de los volúmenes de agua disponibles almacenados en la superficie. El escurrimiento superficial se produce cuando la capacidad de almacenamiento de agua del suelo es excedida por la precipitación. Tanto la composición de la vegetación como su densidad juegan un papel de primera importancia en este proceso, ya que de ello depende el abatimiento de la humedad del suelo y consecuentemente el volumen potencial de agua de lluvia que habrá de ser retenido y que no incidirá en la formación de flujo superficial. Gran parte de las estructuras de almacenamiento de agua superficial se localizan en zonas cuya superficie de captación está dominada por pastizales y áreas arboladas.

El escurrimiento superficial y la pérdida de suelo son dos procesos paralelos cuando ocurre la precipitación. Entre los problemas más importantes que se derivan de la pérdida de suelo superficial se destacan la pérdida de productividad agrícola y la sedimentación en las obras de almacenamiento de agua. Lo anterior muestra que las decisiones sobre el manejo de las cuencas hidrográficas deben estar orientadas hacia la definición de una estrategia integral en la que el aprovechamiento de un recurso minimice el deterioro de otros.

El Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID RASPA) inició en 1992 un programa de investigación en aprovechamiento del agua a gran escala en la Región Hidrológica No. 36 dentro de un convenio de colaboración con el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM). Por otra parte, en 1994 fue iniciado otro proyecto de colaboración binacional con el Servicio de Investigación Agrícola (ARS, en Inglés) de los Estados Unidos y cuyo objetivo ha sido el desarrollar una base de datos multi-objetivo para la planeación del uso sustentable de los recursos naturales. Las Figuras 1 y 2 muestran la distribución de las regiones hidrológicas del país y la distribución de las áreas de pastizal entre México y Estados Unidos.

La región hidrológica No. 36 presenta tres zonas hidrológicas bien definidas: la parte alta como fuente de escurrimientos superficiales dominada por formaciones de bosque; la parte intermedia con uso local del agua superficial principalmente dominada por pastizales y la parte baja, sin escurrimientos importantes y cuyas demandas de agua son

(1) Investigadores del CENID RASPA-INIFAP-SAGAR, Gómez Palacio, Dgo.; (2) Investigador del USDA-ARS, Tucson, AZ, Estados Unidos; (3) Investigadores del ORSTOM en México, CENID RASPA-INIFAP-SAGAR, Gómez Palacio, Dgo.

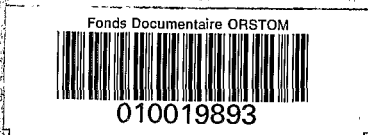




Figura 1. Distribución geográfica de las regiones hidrológicas en México.

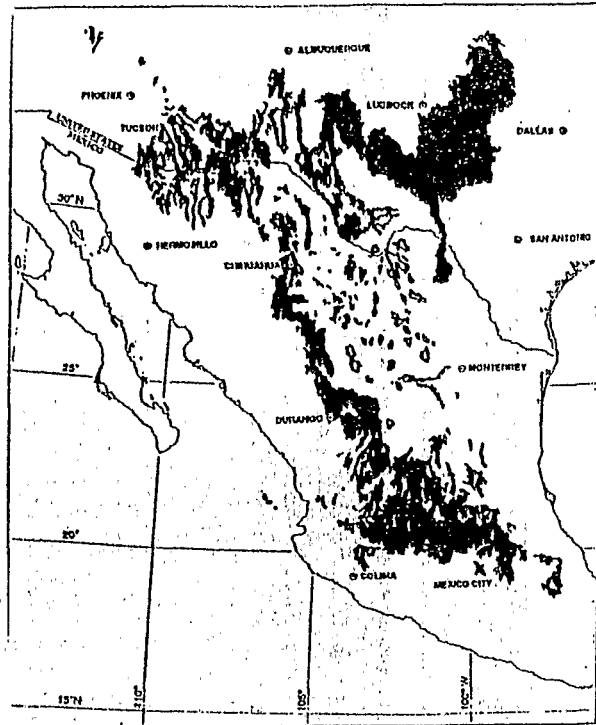


Figura 2. Distribución de las áreas de pastizal en México y sur de Estados Unidos.

satisfechas por los almacenamientos superficiales y las extracciones de agua del subsuelo. Las prácticas de aprovechamiento de los recursos naturales han conducido a una expansión de las zonas de pastizal hacia las zonas de bosque transformando los patrones de uso del suelo y modificando las tasas de escurrimiento y erosión hídrica en la zona. El objetivo de esta ponencia es presentar algunos resultados preliminares derivados de los trabajos de investigación en los convenios de colaboración binacionales sobre la dinámica de los escurrimientos superficiales, pérdida de suelo y el impacto del cambio de superficie bosque-pastizal sobre el riesgo de pérdida de suelo.

POTENCIAL DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

Los pastizales semiáridos en México se desarrollan sobre áreas de elevación que fluctúa entre 1000 y 2000 m.s.n.m. en ambientes climáticos cuya precipitación pluvial media anual varía entre 300 y 600 milímetros, con grandes variaciones interanuales y a lo largo del gradiente altitudinal. Los suelos generalmente son someros en los que aún la agricultura de temporal tiene bajas posibilidades de éxito. Independientemente de la cantidad de lluvia total, alrededor del 65 por ciento de la precipitación total anual ocurre en los meses de julio a septiembre, cuyo origen son tormentas convectivas y/o masas de aire húmedo procedentes del Golfo de México o del Océano Pacífico. Dada la intensidad de precipitación típica de estas fuentes, en los meses mencionados es cuando se llegan a producir casi la totalidad de los escurrimientos superficiales.

Las mediciones del escurrimiento superficial en áreas de pastizal semi-árido son escasas en México. El Servicio de Investigación Agrícola de los Estados Unidos a través del Centro de Investigación en Cuencas del Sureste con sede en Tucson, Arizona ha monitoreado cuencas experimentales de pastizal semiárido con características edafo-climáticas similares a las encontradas en el altiplano mexicano durante más de treinta años. Las series de datos provenientes de siete cuencas hidrográficas fueron utilizadas en un trabajo de investigación (Jasso, 1998) dirigido hacia la simplificación de la base de datos de un modelo de simulación hidrológica (Soil and Water Assessment Tool (Arnold et al., 1994)) para ser aplicado en México. Dicho modelo incluye el método de la curva numérica en la estimación del escurrimiento superficial. Los resultados de la calibración y validación del modelo de simulación demuestran que el valor de la curva numérica entre 75 y 85 representan apropiadamente el potencial de escurrimiento superficial dentro de la variabilidad natural de la precipitación en cuencas cuya superficie varía entre 1.2 y 45 hectáreas. El análisis de sensibilidad

practicad
variabilic

Las serie
el descri
el proyec
entre 0 y
series mu
son consi
escurrim
precipita
la cantida
bajos com
de escurri
largas y cc

Cuad

Cuenca
El Muerto
Oso negro
Basalto
El pasteler
Carboneras
El tullido
El viejo

PÉRDIDA D

La reducción
directamente
sobrepastoreo.
billones de ton
(Kassas, 1987)
por hectárea-a
grados diversos
en terrenos de
actividad econ
considerada la
deforestación d

Leonardo Moreno Díaz

practicado a los resultados del modelo de simulación muestran que dicha variable explica más del 90 % de la variabilidad del escurrimiento superficial.

Las series de datos de lluvia-escurrimiento en pastizales naturales de México aún no permiten realizar análisis como el descrito en líneas arriba. Sin embargo, los datos disponibles (1996-1997) colectados por personal que participa en el proyecto de colaboración entre el CENID RASPA y el ORSTOM indican que el coeficiente de escurrimiento varía entre 0 y 3.9 % en cuencas cuyas características se muestran en el Cuadro 1. Aunque dicha información proviene de series muy limitadas dentro de la cuenca del Arroyo de Ocuila, un afluente del Río Nazas en Durango, los resultados son consistentes con los observados en el Sureste de Arizona. Es importante hacer notar el reducido potencial de escurrimiento en estas áreas debido a las condiciones de aridez de los ecosistemas. Aunque la intensidad de precipitación típica es un factor importante en la formación de escurrimientos, lo esporádico de los eventos lluviosos, la cantidad de precipitación y la capacidad de almacenamiento del suelo se combinan para producir escurrimientos tan bajos como un 3.9 % o menos. La metodología de la curva numérica representa una buena opción para la estimación de escurrimientos superficiales y su variabilidad espacial en áreas de pastizal semi-árido con lo cual se pueden evitar largas y costosas series de datos en la relación lluvia-escurrimiento.

Cuadro 1. Relación precipitación-escurrimiento de siete cuencas de pastizal en el Estado de Durango

Cuenca	Vegetación dominante	Superficie (ha)	Precipitación media anual (mm)	Escurrimiento o medio anual (mm)	Coefficiente de escurrimiento (%)
El Muerto	Matorral espinoso, pastizal	15	409.4	15.79	3.86
Oso negro	Matorral espinoso, nopalera	27	365.5	0	0
Basalto	Matorral con nopalera	15	388.6	0.2	0.051
El pastelero	Pastizal natural y matorral espinoso	168	405.3	11.29	2.79
Carboneras	Matorral espinoso, pastizal natural	106	425.3	16.08	3.78
El tullido	Matorral espinoso y subinerme, pastizal natural	398	367.5	10.76	2.93
El viejo	Matorral espinoso, pastizal natural, matorral crasicaule	176	541.25	11.25	2.08

PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA

La reducción en la productividad de pastizales es un problema reconocido a nivel mundial, nacional y local que está directamente relacionado con la pérdida de suelo superficial debido a la falta de cobertura vegetal que resulta del sobrepastoreo. Una estimación global de la pérdida de suelo indica que anualmente se pierden aproximadamente 33 billones de toneladas de suelo en 3.5 billones de hectáreas, de las cuales el 90 por ciento corresponden a pastizales (Kassas, 1987). A nivel nacional, se estima que la tasa de erosión hídrica y eólica alcanza las 2.75 toneladas de suelo por hectárea-año en 159 millones de hectáreas, la erosión hídrica afecta el 85 por ciento de la superficie nacional en grados diversos (CONAZA, 1994). Como en el caso del escurrimiento superficial, las mediciones de la pérdida de suelo en terrenos de pastizal natural en el norte de México son escasas. Sin embargo, la actividad ganadera es la principal actividad económica de esta parte del país ya que se practica en 70 millones de hectáreas aproximadamente y es considerada la causa principal del deterioro de los recursos suelo-vegetación por los efectos del sobrepastoreo y la deforestación de terrenos que se incorporan a esta actividad.

Las observaciones disponibles de las cuencas experimentales en el Sureste de Arizona con pastizales naturales semiáridos indican que este proceso ocurre a tasas de orden de 0.12 a 5.47 ton/ha año en las áreas de escurrimiento superficial (laderas) y que estos valores pueden duplicarse al considerar la erosión de bancos que ocurre en las cárcavas (Osborn and Simanton, 1989). El análisis de sensibilidad practicado a los resultados de erosión hídrica simulada con el modelo SWAT mostró que esta variable es altamente sensible al valor de la curva numérica como un estimador del escurrimiento superficial potencial. Evidentemente la presencia de flujo superficial implica arrastre de sedimentos y este proceso puede ser exacerbado por la falta de cubierta vegetal y pendientes muy inclinadas. Descroix y Nouvelot (1997) reportaron un análisis de los factores que determinan la tasa de erosión hídrica en la parte alta de la cuenca del Río Nazas en el que la cantidad de escurrimiento superficial es el factor más dominante en dicho proceso. Dicho repore incluyó un análisis del cambio de estado de superficie entre 1972 y 1992 utilizando imágenes de satélite en las inmediaciones de los municipios de Guanaceví y Tepehuanes. Se observó que las formaciones vegetales de bosque denso se redujeron en un 66 por ciento dando lugar a pastizales; la tasa de erosión medida en parcelas de escurrimiento fue menor a 1.0 y mayor a 50 ton/ha en bosque y pastizal respectivamente. Al comparar estos valores con los observados en pastizales naturales como los mencionados al inicio de esta sección, se observa claramente que la deforestación ya sea para explotaciones madereras o como su incorporación a zonas de pastizal representa un riesgo de erosión alarmante que puede alterar de manera irreversible la productividad y el balance hidrológico. No obstante, es necesario reforzar estas observaciones con series de datos mayores a fin de establecer confidentemente el impacto de los cambios de superficie y prácticas de manejo sobre la tasa de erosión y su variabilidad espacial.

CONCLUSIONES

Los pastizales semi-áridos son ecosistemas de reducida disponibilidad de agua y alto riesgo de erosión. La necesidad de incrementar los volúmenes disponibles de agua superficial representa un alto riesgo de pérdida de suelo en las zonas donde se produce el escurrimiento. Por otra parte, la necesidad de reducir la pérdida de suelo y sus consecuencias representan la existencia de objetivos en conflicto en el manejo de estos ecosistemas desde el punto de vista hidrológico. Lo anterior exige la aplicación de estrategias de planeación del uso de los recursos en los que el uso de uno minimice el riesgo de deterioro de otros. Los actuales proyectos binacionales de colaboración que se desarrollan en el CENID RASPA del INIFAP están enfocados hacia el desarrollo de una metodología de planeación para el manejo integrado de las cuencas hidrográficas que permita proponer una estrategia de uso sustentable de los recursos naturales.

LITERATURA CITADA

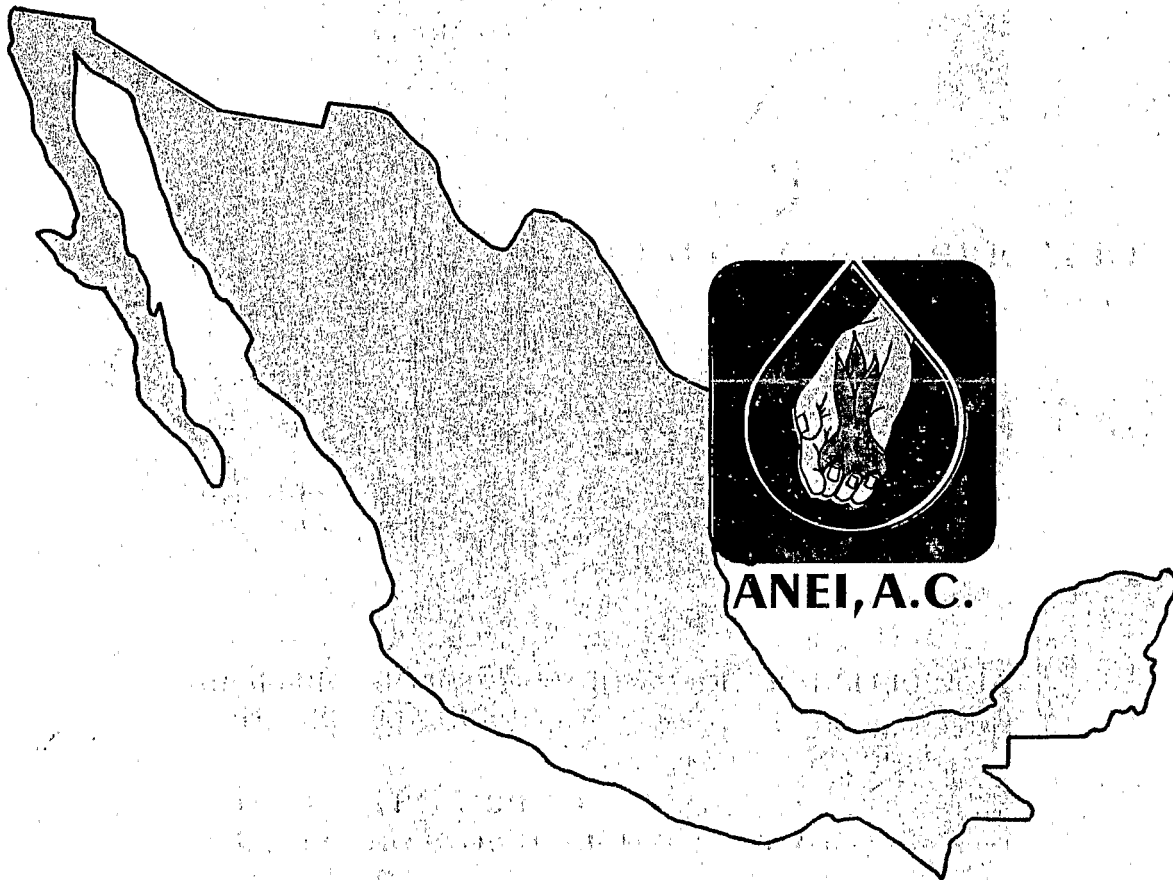
- Arnold, J. G., J. R. Williams, R. Srinivasan, K. W. King and R. H. Griggs, 1994. SWAT Soil and water assessment tool. Temple, TX. USDA, ARS.
- Comisión Nacional de las Zonas Áridas, 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México PACD-México. 160 p.
- Descroix, L. y J. F. Nouvelot 1997. Escurrimiento y erosión en la Sierra Madre Occidental. Folleto Científico No. 7. CENID RASPA-INIFAP-SAGAR.
- Jasso I., R. 1998. Sensitivity analysis of water and sediment yield to parameter values and their spatial aggregation using SWAT watershed simulation model. Ph. D. Dissertation. The University of Arizona. Tucson, AZ. 211 p.
- Kassas, M. 1987. Drought and desertification. Land Use Policy 4(4):389-400.
- Osborn, H. B. and J. R. Simanton, 1989. Gullies and sediment yield. Rangelands 11(2):51-56.

Base Horizon -

ASOCIACION NACIONAL DE ESPECIALISTAS EN IRRIGACION, A. C.

VIII CONGRESO NACIONAL DE IRRIGACION

III SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRANSFERENCIA
DE SISTEMA DE RIEGO



“ POR LA MODERNIZACION DEL RIEGO ”

MEMORIAS

2 AL 4 DE SEPTIEMBRE DE 1998.

REGION LAGUNERA