

RECUPERACIÓN DE AGROSISTEMAS DEGRADADOS EN LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO (MICHUACÁN, MÉJICO):

II. CONTROL DE CÁRCAVAS

Gallardo, J.F.¹; Bravo, M.²; Prat, C.³; Medina, L.⁴; Fragoso, L.²; Serrato, B.²; Mendoza, M.⁵; Pajares, S.⁶ y Etchevers, J.D.⁷

1. Investigador del CSIC, Salamanca (España). e-mail: igallard@usal.es
2. Investigador del CENAPROS-INIFAP, Morelia (Michoacán, Méjico).
3. Investigador del IRD (Francia).
4. Estudiante de Postgrado del C. P. de Montecillo (Texcoco, Méjico).
5. Investigador del Instituto de Geografía, UNAM, *Campus* Morelia (Méjico).
6. Becaria del MyC/CSIC, Salamanca (España). e-mail: spajares@colpos.mx
7. Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados de Montecillo (Texcoco, Méjico).

Resumen

Con la participación de instituciones de investigación europeas y mejicanas concurrentes en el Proyecto *REVOLSO/INCO* (<www.ird.teledetection.fr/revolso>), se evaluó durante 3 años consecutivos, en la cuenca del Lago de Cuitzeo (Michoacán, Méjico), la construcción de pequeñas represas con neumáticos de desecho para la retención de azolves y control de cárcavas, producto del efecto erosivo del escurrimiento del agua de escorrentía producida por la compactación del suelo. La estabilización de taludes se realizó con veza (*Vicia villosa*), janamargo (*V. sativa*), pasto llorón (*Eragrostis curvula*), acacia (*Acacia retinoides*) y garrapata (*Desmodium grahamii*). Como resultados de estas medidas (basadas en el conocimiento de procesos de recuperación de suelos) se contribuye al mejoramiento de áreas productivas y se disminuye la erosión de las cárcavas, con lo cual se reduce el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua y, en suma, se mejora el ambiente, aportándose soluciones de bajo costo que pueden romper el círculo vicioso erosión-pobreza.

Palabras clave: Estabilización de taludes, neumáticos de desecho, Veza, Pasto llorón, Acacia.

Abstract

Different European and Mexican institutions are collaborating in an international Project (named REVOLSO, INCO Program) working at the Cuitzeo Basin (Michoacán, Mexico). During 3 years the efficiency of small dams built with tyres for the erosion control of gullies was assessed. Plant species tested for gullies stabilization were: *Vicia villosa*, *V. sativa*, *Eragrostis curvula*, *Acacia retinoides*, and *Desmodium grahamii*. Results are promising, because a decreasing of erosion process was evident to a low cost. In this way, these actions could improve the soil conservation, diminishing the amount of sediments arriving to the big dams and broken the feedback circle soil erosion-poverty.

Keywords: Gully erosion, Tyres, *Vicia*, *Eragrostis*, *Acacia*.

Introducción

La degradación de los agroecosistemas es evidente en muchas partes del mundo. Generalmente, el deterioro se inicia con la pérdida de la cubierta vegetal, seguida por la pérdida del suelo original (Agassi, 1996; Stocking y Murnaghan, 2001). El resultado es un paisaje inestable, susceptible a una mayor erosión hídrica y eólica, fuente de contaminación por sedimentos que pueden afectar la salud humana, y que puede resultar en la pérdida de la productividad, biodiversidad y, en general, de la calidad del agroecosistema y, con ello, finalmente, pobreza y emigración. Estas son las razones de peso e inmediatas para atender urgentemente este problema.

En la cuenca del Lago de Cuitzeo en el estado de Michoacán (Méjico) la superficie afectada por erosión en cárcavas se duplicó durante el periodo 1975-2000 (Mendoza, 2002); potencialmente, el 13 % de la superficie total es susceptible de formar cárcavas (Figura 1),

principalmente en ambientes donde confluyen laderas convexas, depósitos superficiales, ignimbritas y *Acrisoles* (Mendoza *et al.*, 2004). La deforestación en esta cuenca, que principalmente ocurre en los bosques de pino, afecta el 12 % de su área total (López *et al.*, 2004). También se ha reconocido que la influencia pedogenética de ladera (erosión-transporte) y cambios en el uso del suelo (a través de la deforestación) para desarrollar actividades agropecuarias y debido a la expansión urbana, todo lo cual favorece la degradación del suelo y la aparición de cárcavas en la cuenca del lago de Cuitzeo (Caterina *et al.*, 2004). Es, por tanto, prioritario recuperar estos sistemas degradados, reducir el riesgo de erosión y establecer una producción sostenible. Para ello se necesita desarrollar metodologías y técnicas de rehabilitación de agroecosistemas que sean aplicables a las condiciones específicas de producción y de la socioeconomía imperante. El objetivo del presente trabajo es presentar los avances de 3 años de un manejo de cárcavas mediante técnicas de bajo costo tendientes a reducir la erosión producidas en áreas de *Acrisoles* de Michoacán.



Figura 1. Erosión en cárcavas en áreas de *Acrisoles* en Michoacán (Méjico).

Material y Métodos

El presente Trabajo se desarrolló durante 2002-2004 en la subcuenca de Atécuaro (entre 19° 33' 5'' y 19° 37' 08'' N; y entre 101° 09' 00'' y 101° 15' 07'' O), ubicada al Sur de la cuenca del Lago de Cuitzeo, en el Estado de Michoacán, Méjico. Desde el punto de vista geológico, la subcuenca es una depresión o caldera andesítica cuyos bordes internos están muy alterados, particularmente en la parte Oeste donde se observa una fuerte erosión en cárcavas (Garduño-Monroy, 1999). La precipitación media anual es superior a 800 mm a⁻¹, el 85 % de la cual se presenta de Junio a Septiembre. Los *Andosoles* y *Acrisoles*, que poseen una reacción ácida, cubren más del 70 % de los suelos en la subcuenca (Medina, 2002).

En Junio de 2002 se seleccionó una cárcava activa en el sitio denominado La Ciénega, localizada al Oeste de la subcuenca. Tiene forma bulbosa (3-5 m de ancho por 2-5 m de profundidad), una longitud de 200 m, una pendiente < 10 % y drena una extensión de unas 3 ha, encontrándose rodeada de áreas de cultivo y pastoreo. Durante el tiempo de estudio (2002-2004) el área de la cuenca de la cárcava estuvo bajo el sistema de barbecho de *año y vez*; en 2003 fue cultivada la asociación maíz-frijol.

Esta cárcava es representativa de la erosión del suelo que ocurre en suelos denominados localmente "charanda" (*Acrisoles*) en las cuencas de los lagos de Cuitzeo y Pátzcuaro (Michoacán).

En el tercio superior de la cárcava se construyeron ocho presas retenedoras de sedimento utilizando neumáticos desechados.

La medida del sedimento atrapado se realizó con varillas de 0.5 m de longitud colocadas verticalmente y en cuadrícula, aguas arriba de cada presa. En tres taludes de la cárcava se sembraron las siguientes especies: Veza velluda (*Vicia villosa*), pasto llorón (*Eragrostis curvula*), janamargo (*V. sativa*) y pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); además, en la base de los taludes se plantaron otras tres especies: Acacia (*Acacia retinoides*), garrapata

(*Desmodium grahamii*) y pino (*Pinus greggi*). Antes de la siembra o plantación (realizada al comienzo de la temporada de lluvias) se construyó en los taludes pequeños banales con listones de madera, formándose miniterrazas para evitar arrastres de semillas y suelo por la acción del agua.

Tras la siembra se aplicó una dosis de 60-17.5-0 (kg ha⁻¹) de fertilizante N-P-K.

Resultados y Discusión

Pluviometría

Durante las temporadas de lluvias de 2002, 2003 y 2004 se registraron 899.3, 731.6 y 884.0 mm a⁻¹ de lluvia (respectivamente) en el sitio experimental. La pluviometría (media de un periodo de 63 años) fue de 833.8 mm a⁻¹, evidenciándose, por tanto, amplias oscilaciones interanuales. Corrección de cárcavas

La Figura 2 muestra la cantidad total de sedimentos retenidos en cada presa de la cárcava seleccionada. La mayor cantidad de sedimentos recolectada ocurrió en la zona inferior de la cárcava estudiada (presas 5 a 8), mientras que la menor ocurrió en la cabecera de la misma (presas 1 a 4). Esto sugiere que la producción de sedimentos ocurrió dentro de la cárcava misma, esto es, provino del fondo y taludes y se movilizaron desde las presas 5 y 7; una proporción menor de sedimentos proviene de la erosión edáfica (pues entonces en todas las presas se hubiera recogido similar cantidad de sedimentos). Por tanto, parece que la cubierta vegetal del cultivo tiene capacidad de retener la escorrentía superficial y, con ello, el potencial de suministro de sedimentos a la presa. Por tanto, los resultados apuntan que actualmente se trata de una dinámica interna de la propia cárcava, donde hay zonas concretas de erosión efectiva y otras zonas de sedimentación; esto es, se trata más bien de una reorganización de sedimentos dentro de la propia cárcava. Esta hipótesis ha sido confirmada por medidas con radioisótopos (Prat, sin publicar).

Las especies vegetales ensayadas en la repoblación de los taludes se mostraron eficaces (en términos de cobertura y vigor), pero mientras que la veza velluda (*V. villosa*) y el pasto llorón (*E. curvula*) se desarrollaron bien en taludes, la acacia (*A. retinoides*) y la garrapata (*Desmodium grahamii*) se desarrollaron mejor en la base de taludes.

En la Figura 3 se hace evidente el desarrollo de las especies (al fondo y a la derecha de la cárcava).

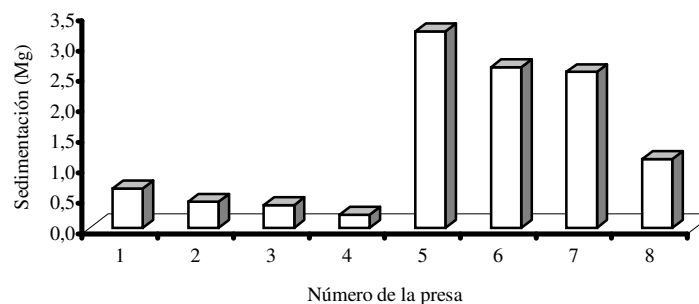


Figura 2. Sedimentos recogidos en la secuencia de las presas de neumáticos de desecho.



Figura 3. Control y estabilización de taludes de cárcavas (neumáticos encalados en primer plano; ensayos de reinstauración de vegetación al fondo y a la derecha).

Así, la veza alcanzó una cobertura del 100 % antes de los 90 días tras la siembra, mostrando buena respuesta a la fertilización; ello se deberá al efecto doble tanto de lograrse una mayor retención de humedad edáfica, como por el aporte nutricional (principalmente N). El establecimiento del pasto llorón fue lento durante el primer año dado que, a pesar de haber sido sembrado al inicio de la temporada de lluvias de 2002, alcanzó una altura inferior a 5 cm al final de ella; no obstante, al finalizar la temporada de lluvias de 2003 su altura era ya de más de 30 cm.

Se obtuvieron mejores resultados trasplantando el pasto llorón (*Eragrostis curvula*) durante la temporada de lluvias.

Los resultados de la producción promedio total de materia seca de dos especies (*V. villosa* y *E. curvula*) fue de 5.3 Mg ha⁻¹ (Figura 4), repartiéndose entre el 65 % de veza y el 35 % pasto llorón.

Se continúan actualmente (2005) registrando incrementos anuales de crecimiento de *A. retinoides* (acacia) y de *D. grahamii* (garrapata).

Con relación a la sostenibilidad de la técnica aplicada cabe decir que mientras la acacia es una leguminosa arbórea que puede utilizarse para producción de leña, el *E. curvula* ofrece buen potencial como fuente de forraje. Estas características son importantes, dado que en todo programa de rehabilitación factible deben utilizarse especies que ayuden a la recuperación del suelo y que, a la vez, incentiven la economía de la población local (Montagnini, 2001): Sólo de esta manera se romperá el círculo vicioso erosión-pobreza.

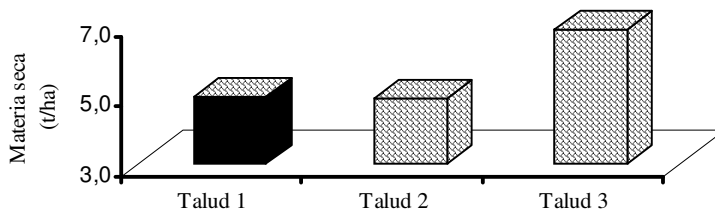


Figura 4. Producción total media de materia seca vegetal en los taludes de la cárcava (periodo 2003-2004).

Conclusiones

La combinación de: a) minipresas para el control de azolves con neumáticos desechados; y b) siembra de *Vicia villosa*, *Eragrostis curvula*, *Acacia retinoides* y *Desmodium grahamii* en los taludes, logran la disminución de la erosión interna de las cárcavas a un bajo coste. Con todo ello se reduce el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua, se produce más materia vegetal aprovechable, se mejora el ambiente, y, consecuentemente, se tiende a romper el círculo erosión-pobreza.

Bibliografía

- Agassi, M. (1996). Soil erosion, conservation and rehabilitation. Marcel Dekker, Inc. Nueva York. 397 pp.
- Caterina, M., P. Corona, E. Arreygue, V.H. *et al.* (2004). Estudio geológico-geomorfológico de la cuenca del Río Chiquito: Evidencias de erosión acelerada y de desertificación precoz. En: Garduño, V.H. (ed.), Contribuciones a la Geología e impacto ambiental de la región de Morelia. U.M.S.N.H., Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Morelia. pp. 116-136
- Garduño-Monroy, V.H. (1999). El vulcanismo del Mioceno-pliocuaternario de Michoacán. En: Garduño-Monroy, V.H. *et al.*, Carta Geológica de Michoacán Escala 1:250,000. U.M.S.N.H., Morelia. pp. 27-44.
- López, E., M. Mendoza y G. Bocco (2004). Cambio de cobertura vegetal y uso de terreno en la ciudad de Morelia y sus alrededores. En: Garduño, V.H. (ed.), Contribuciones a la Geología e impacto ambiental de la región de Morelia. U.M.S.N.H., Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Morelia. pp. 106-115
- Medina, L.E. (2002). Erosión hídrica y transporte de sedimentos en la microcuenca de Atécuaro, Mich. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, UMSNH, Morelia, México. 77 pp.
- Mendoza, M.E. (2002). Implicaciones del cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en el balance hídrico a nivel regional. El caso de la cuenca del Lago de Cuitzeo. Tesis Doctoral, Instituto de Geofísica, U.N.A.M., México D.F. 188 pp.
- Mendoza, M., E. López y G. Bocco (2004). Erosión en la cuenca de Cuitzeo: Un análisis espacial a nivel regional. En: Garduño, V.H. (ed.), Contribuciones a la Geología e impacto ambiental de la región de Morelia. U.M.S.N.H., Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Morelia. pp. 80-88
- Montagnini, F. (2001). Strategies for the recovery of degraded ecosystems: Experiences from Latin America. Interciencia, 26:498-503.
- Stocking, M. y N. Murnaghan (2001). Handbook for the field assessment of land degradation. Earthscan Publications Ltd, London.

Gallardo J.F., Bravo M., Prat Christian, Medina L., Fragoso L., Serrato B., Mendoza M., Pajares S., Etchevers J.D.

Recuperacion de agrosistemas degradados en la cuenca del lago de Cuitzeo (Michoacan, México) : 2. Control de carcavas.

In : Jimenez Ballesta R. (ed.), Alvarez Gonzalez A.M. (ed.)
Control de la Degradacion de Suelos : comunicaciones.
Madrid : UAM, 2005, p. 269-273. Simposio Nacional : Control
de la Degradacion de Suelos , 2., Madrid (ESP), 2005/07/6-8.
ISBN 84-689-2620-5