

AVANCE DE LA EROSIÓN SUPERFICIAL NETA EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO MIRA, ECUADOR

Carlos Arcos, Daniel Limaico, María José Romero, María Isabel Vizcaíno, Mario Añazco,

Ingrid Martinez¹

crcaros@utn.edu.ec, immartinez@utn.edu.ec, mjromero@utn.edu.ec, mivizcaino@utn.edu.ec,
mjanazco@utn.edu.ec, dlimaicot@utn.edu.ec

Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, FICAYA. Ibarra, Ecuador.

Resumen

El 48% de la superficie continental del Ecuador presenta erosión, lo que requiere el uso de sistemas conservacionistas para mitigarla. Desde el año 2014 se desarrolla un proyecto de investigación sobre conservación de suelos en la zona 1 de Ecuador, particularmente en la cuenca media del río Mira, entre las provincias de Imbabura y Carchi. Una de las variables en estudio del presente trabajo investigativo tuvo como objetivo cuantificar la erosión neta con la metodología clavos de erosión, en cuatro laderas contiguas. El área de estudio presenta pendientes de 35 a 42 %, donde se instalaron clavos de erosión de 30 cm de longitudes previamente graduadas, a una profundidad de 15 cm, cada ladera cuenta con tres redes y cada red de 40 clavos. La erosión neta registrada en las laderas, presento valores promedio de 140.5 tn/ha/año y 177.5 tn/ha/año respectivamente. Los resultados obtenidos permitirán contribuir a establecer medidas conservacionistas que ayuden a fortalecer las decisiones de planeamiento agrícola y mitigar la degradación de los suelos. Además se concluye que en la zona de estudio, los clavos de erosión han demostrado ser una técnica económica y fácil de usar en la cuantificación de los procesos erosivos.

¹ Autor de correspondencia: immartinez@utn.edu.ec

Palabras clave: degradación, susceptibilidad, erosión neta, curvas a nivel, clavos de erosión.

Abstract

Introducción

Según informe de la ONU los suelos se están deteriorando rápidamente debido a la erosión, el agotamiento de los nutrientes, la pérdida de carbono orgánico, el sellado del suelo, y otras amenazas, como a pérdida de cobertura forestal y con ello la disminución del abastecimiento de agua en las cuencas y microcuencas hidrográficas de la región; pero esta tendencia puede revertirse siempre que los países tomen la iniciativa en la promoción de prácticas de manejo sostenible y el uso de tecnologías apropiadas, (ONU 2015). Además se señala la necesidad de alimentar a una población mundial que ha crecido hoy en día hasta cerca de 7 300 millones de personas, y que más del 35% de la superficie terrestre libre de hielo del planeta se ha destinado a la agricultura. El resultado es que los suelos han sido desprovistos de cobertura boscosa y vegetal para dedicarlos a otros usos como cultivos agrícolas intensivos o formaciones de pastos para actividades ganaderas, sufren fuertes aumentos de la erosión y grandes pérdidas de carbono del suelo, nutrientes y biodiversidad. Esto hace evidenciar la pérdida o disminución de las cosechas, lo que se convierte en uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, que está directamente relacionada a la pobreza, y la alimentación (Bindraban et al., 2012). Globalmente, el 25% de las tierras agrícolas se encuentran en una alta tendencia a la degradación o altamente degradadas, mientras que el 44% están en un nivel de estable (leve degradación) a moderada degradación. Sólo el 10% está asociado a áreas en rehabilitación con programas de conservación del suelo y la ordenación de la tierra (WOCAT, 2007). Los diferentes tipos de degradación varían dependiendo del uso del suelo. La alta degradación ha sido asociada a áreas de escasa vegetación con moderada y alta

carga de ganado, mientras que las áreas en rehabilitación o mejoradas están asociadas a cultivos con una baja carga animal (FAO, 2011).

Ecuador, por su topografía es un país que tiene una alta vulnerabilidad a ser erosionado, los últimos estudios indican que el 47,9% de la superficie del país se encuentra erosionada o en proceso de erosión, siendo las provincias más afectadas: el Manabí, Chimborazo y Loja, las que además presentan los índices más altos de pobreza (MAE, 2000). Un estudio desarrollado hace 30 años en las Cuencas de los ríos Santiago y Mira, arrojó que el 7% de los suelos corresponden a las clases II y III, el 23% a la clases IV y V, el 3% a la clase VI, el 14% a la clase VII y el 53% a la clase VIII, lo que demuestra la abrupta topografía presente en la zona de estudio (OEA, 1984).

La evaluación de la erosión en zonas degradadas y de fuerte pendiente es una tarea compleja, la que puede ser de alto costo económico y humano (Shrestha et al., 2014). Sin embargo, medir la erosión superficial con clavos de erosión ha demostrado ser una técnica de bajo costo que permite obtener datos confiables para cuantificar la erosión en laderas de alta pendiente (Hancock y Lowry, 2015). Además, esta técnica permite establecer un balance entre pérdidas y entradas de material, lo que resulta en estimaciones más reales (Pizarro et al., 2010). Uno de los objetivos de la presente investigación fue cuantificar la erosión neta en tres tipos de laderas con sus respectivas pendientes.

Materiales y Métodos

Sitio de estudio

El ensayo experimental se estableció en la Parroquia Ambuquí de la Provincia de Imbabura, situada en la Zona 1 del Ecuador (0°27'N, 78° 2'O; 1400 m.s.n.m.) en un área de 0.68 há (Fig. 1). El suelo tiene una textura franca (48% Arena, 44% Limo y 8% Arcilla, clasificación USDA) con una pendiente que oscila entre los 30 a 50%. Las características de los suelos entre los 0 y 20 cm de profundidad

indicaron un pH 9.2 y un contenido de carbón orgánico de 0.79 (g kg⁻¹). El ecosistema se denomina como “Bosques y arbustales xéricos interandinos montano bajos de los Andes del Norte” (Aguirre & Medina-Torres, 2013). La vegetación nativa es escasa y está dominada por especies cactáceas, durante la estación húmeda hay un crecimiento más vigoroso el cual decrece durante la estación seca. Este tipo de bosque seco está considerado como uno de los más frágiles debido a la persistente amenaza por intervención antrópica, su lenta capacidad de regeneración natural y bajas tasas de crecimiento las que están influenciadas por la presencia de lluvias (Mendoza et al., 2016).

Evaluaciones

La erosión superficial se cuantificó entre Enero 2014 y Enero 2017 mediante clavos de erosión en cuatro laderas contiguas. Cada ladera tuvo tres redes de clavos en la parte alta, media y baja. Cada red constaba de 40 clavos distanciados cada 0.1 m en forma lineal (4 m ancho x 10 m largo). En total 480 clavos fueron establecidos. Cada clavo tenía una longitud de 30 cm y fueron enterrados a 15 cm de profundidad.

Se determinó la altura (mm) de cada clavo de erosión para cuantificar la erosión (pérdida de suelo) o sedimentación (ganancia de suelo) usando la siguiente fórmula:

$$\text{Erosión superficial (ton/ha)} = Y \times Da \times 10$$

Donde, X: Suelo erosionado o sedimentado (ton/ha);

Y: Altura media de suelo erosionado o sedimentado (mm);

Da: Densidad aparente del suelo (ton/m³).

De esta fórmula se determinó la erosión neta (EN = Erosión – Sedimentación) (Pizarro et al., 2010). Durante el primer año se hicieron mediciones cada 2 meses hasta los 27 meses. Luego se distanciaron para ver el efecto a largo plazo. Se determinó en la parte baja, media y alta de la ladera.

Resultados

La erosión neta superficial durante los primeros 12 meses, osciló entre los 22 y 40 ton ha^{-1} , cuyos resultados fueron significativamente mayor en la parte baja en la ladera 3 comparados a la con las laderas 1 y 2. La última evaluación realizada a los 27 meses de establecido el ensayo y los resultaos indicaron una erosión neta superior significativamente en la ladera 3 con un promedio en las tres laderas de $160.8 \text{ ton/ha}^{-1}$

Fig. 1. Erosión superficial neta en la ladera ton/ha^{-1}

LADERAS	(Y)	Da	Precipitación promedio anual (mm)	Pendiente	X=Y.Da.10
		(ton/m^3)		(%)	(ton/ha^{-1})
Ladera 1	4,8	1,4	250	35	78
Ladera 2	5,0	1,4	250	42	76
Ladera 3	4,6	1,4	250	35	68
Erosión Promedio de laderas	4,8	1,4	250	37,3	73,8
Testigo	5,7	1,4	250	37,3	78,9

Fig. 2. Erosión superficial neta en las cárcavas

CÁRCAVAS	(Y)	Da	Precipitación promedio anual (mm)	X=Y.Da.10
	mm/ha^{-1}	(ton/m^3)		(ton/ha^{-1})
Cárcava 1	4,8	1,4	250	177,5
Cárcava 2	5,0	1,4	250	164,3
Cárcava 3	4,6	1,4	250	140,5
Promedio	4,8	1,4	250	160,8

La mayor erosión superficial durante el periodo de estudio ocurrió en la parte alta, media y baja de la ladera osciló 68 y 78 tn ha⁻¹.

Estudios realizados durante 10 años con clavos de erosión, han demostrado que de un año a otro se pueden producir importantes variaciones entre la ganancia/pérdida de suelo, y estas variaciones no son atribuidas a variables topográficas como pendiente o elevación, esto va a estar más influenciado por la intensidad, y si esta intensidad ocurrió cuando el suelo estaba más húmedo o seco, o con mayor o menor cobertura (Deng et al., 2015; Hancock y (Lowry, 2015). Los resultados de este estudio fueron similares a los obtenidos en la sierra peruana, donde se encontraron valores de 45.1 ton/ha/año de erosión en pendientes de 18 a 40% y con precipitaciones promedio de 750 mm/año (Vásquez & Tapia, 2011).

Conclusiones

En la zona de estudio, los clavos de erosión han demostrado ser una técnica económica y fácil de usar en la cuantificación de los procesos erosivos. La erosión superficial neta fue de 160.8 ton/ha⁻¹

Los resultados obtenidos permitirán contribuir a establecer medidas conservacionistas que ayuden a fortalecer las decisiones de planeamiento agrícola y mitigar la degradación de los suelos.

Referencias bibliográficas

Aguirre & Medina-Torres, Agroforestería: Conservación de Suelos en la cuenca del río Mira Ecuador (2013)

Bindraban, P., van der Velde, M., Ye, L., van den Berg, M., Materechera, S., Innocent, D., Tamene, L., Vala, K., Jongschaap, R., Hoogmoed, M., Hoogmoed, W., van Beek, C., van Lynden, G. (2012). *Assessing the impact of soil degradation on food production*. Current Opinion in Environmental Sustainability, 4:478-488.

Castillo, C., Gómez, J.A. (2016). Review. A century of gully erosion research: Urgency, complexity and study approaches. *Earth-Science Reviews* 160, 300-310.

Deng, Q., Qin, F., Zhang, B., Wang, H., Luo, M., Shu, C., Liu, H., Liu, G. (2015). Characterizing the morphology of gully cross-sections based on PCA: A case of Yuanmou Dry-Hot Valley. *Geomorphology* 228, 703-713.

FAO. (2011). The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) - Managing systems at risk. The Food and Agriculture of the United Nations and Earthscan, London.

Hancock, G.R., Lowry, J.B.C. (2015). Hillslope erosion measurement – a simple approach to a complex process. *Hydrological Process* 29, 4809-4816.

MAE. (2000). Informe del Ecuador sobre la convención de lucha contra la Desertificación. Quito.

Mendoza, Z., Reategui, J., Eras, V. (2016). Growth dynamics of woody species in a permanent plot of dry forest in Loja, Ecuador. *Arnaldoa* 23 (1), 235-246.

OEA. República del Ecuador. Planificación para el Desarrollo de la Región 1 (Imbabura, Carchi, Esmeraldas). Recurso Forestal Quito. 1984.

ONU. Objetivos del Milenio, Informe de (2015)

Pizarro, R., Morales, C., Vega., L., Valdés, R., Olivares, C., Balocchi, F. (2010). Evaluation of surface water erosion in arid and semi-arid zones of central Chile. *Aqua-LAC*, 2, 1-11.

Vásquez, A., Tapia, M. (2011). Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la Sierra Peruana. *Revista INGENIERÍA UC*, 42-50.

WOCAT. Where the land is greener - case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide. (2007) Editors: Hanspeter Liniger, William Critchley.

Agradecimientos

Este estudio es parte del Proyecto de Investigación “Evaluación de la degradación de los suelos y su rehabilitación mediante el establecimiento de especies forestales en estructuras conservacionistas” y pertenece al Grupo de Investigación: Agrodiversidad, Seguridad y Soberanía Alimentaria (GIASSA) de la Universidad Técnica del Norte (Ibarra, Ecuador). El establecimiento de este ensayo fue posible gracias al Proyecto Prometeo de la Senescyt, Ecuador.