

Estimación de la erosión hídrica de Santiago Tulantepec, Hgo. a través de la EUPSR integrada a SIG

Francisco Daniel Vera-Ramírez*, Juan Capulin-Grande, Ramón Razo-Zarate, Naum Abraham Frago-López, Alfonso Suárez-Islas

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México

* Autor de correspondencia: ve243259@uaeh.edu.mx; Tel.: (+52 775 166 98 44)

Desarrollo Sustentable (Diagnóstico y remediación ambiental).

Palabras clave: Conservación del suelo; Degradación del suelo; Ecuación Universal de Pérdida de Suelo; Erosión hídrica; Sistemas de Información Geográfica

Introducción. El aumento de la población humana ha traído consigo grandes problemas medioambientales, entre ellos se encuentra la erosión del suelo, extendida por todo el mundo ocasionando afectaciones a la productividad y diversidad de los ecosistemas (Pimentel, 2006). Entre las actividades humanas más destacadas que inducen la degradación de suelos se encuentran: las actividades agropecuarias, la deforestación, el manejo inadecuado de los recursos forestales, el sobrepastoreo y los sistemas de producción agrícola (INECC, 2007). La erosión del suelo trae consigo su degradación, reduciendo su capacidad para proporcionar los bienes y servicios ecosistémicos, de ahí la importancia para su manejo, conservación y restauración. Trabajos realizados en México y el resto del mundo por diferentes autores (Chadli, 2016; González-Morales et al., 2018; Hu et al., 2019; Li, et al., 2019; López-García et al., 2020) demuestran la capacidad y la adaptabilidad de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (EUPSR) (Renard et al., 1997) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para su uso y adaptación bajo diferentes escenarios. Por ello, estudios como el de la erosión hídrica permiten obtener un panorama general de las áreas a atender, así como sus acciones a realizar para mantener la sustentabilidad de los ecosistemas.

Materiales y Métodos. Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero se localiza en la porción suroriental del estado de Hidalgo, entre los paralelos 19° 59' y 20° 05' de latitud norte y entre los meridianos 98° 20' y 98° 29' de longitud oeste, cubriendo una superficie total de 63.83 km² (INEGI, 2009), de clima templado subhúmedo (CONABIO, 1998) con temperaturas de 12 a 16 °C y precipitaciones de 500 a 900 mm (INEGI, 2009), además de un uso de suelo mayormente agrícola (INEGI, 2016).

Para el cálculo de la erosión hídrica potencial y actual se aplica el modelo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada desarrollado por Renard et al. (1997), aplicado al software ArcGIS 10.8 (ESRI, 2019) como se muestra en la Ecuación 1:

$$A = R * K * LS * C * P \quad (1)$$

Donde:

A = Pérdida de suelo media anual (Mg ha⁻¹ año⁻¹)

R = Factor de erosividad de la lluvia (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹)

K = Factor de erodabilidad del suelo (Mg ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹)

LS = Factor de longitud y de grado de la pendiente (adimensional)

C = Factor de cobertura vegetal (adimensional)

P = Factor de prácticas de conservación/manejo (adimensional)

Para el cálculo de R se utilizaron los datos de precipitación (media mensual y anual) de 9 estaciones meteorológicas localizadas dentro y fuera del área de estudio, a las cuales se les determinó el área de influencia mediante el método de interpolación Kriging y se calculó el índice de erosividad de las lluvias a partir del Índice Modificado de Fournier (Arnoldus, 1977) como se presenta en la Ecuación 2:

$$AR = \sum_{i=1}^{12} \frac{p_i^2}{P} \quad (2)$$

Donde:

i = Número de mes

p = Precipitación mensual (mm)

P = Precipitación promedio anual (mm)

La erodabilidad del suelo (K) se estima a partir de la metodología de la FAO (1980), para lo que es necesario obtener el tipo de suelo según las cartas edafológicas del INEGI (2007) y su textura, la cual es calculada a través de muestras de suelo obtenidas para toda el área de estudio y procesadas a través del método del hidrómetro de Bouyoucos (1962) y así determinar su valor de acuerdo al tamaño de su grano, según los valores dados por la FAO (1980).

Debido a que esta investigación aún se encuentra en proceso de ejecución no se incluyen dentro de la metodología aquellos factores de la EUPSR que aún no se han desarrollado.

Y con base en los resultados obtenidos para el cálculo de la erosión hídrica actual se generarán una serie de recomendaciones para aquellas zonas que presenten mayor riesgo y afectaciones por erosión, de tal manera que permita controlar y remediar la pérdida de suelo.

Resultados. Según con los procesos aplicados, en la Figura 1 se aprecia el mapa de distribución del factor R que toma un rango que va de los 238.085 a los 278.065 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ año⁻¹, el cual y de acuerdo con Pedraza (2015) se presenta "erosividad moderada", concentrándose los valores más altos en la parte sureste del municipio. Los cálculos para el factor K indican valores de la FAO que van de 0.007 a 0.079 Mg ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹ según su unidad de suelo y clase textural.

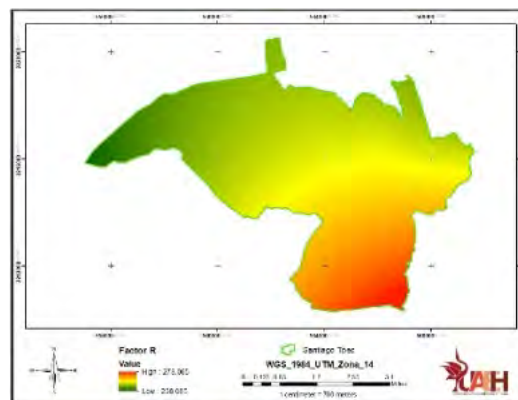


Figura 1. Mapa de distribución del factor R

Conclusiones. El estudio dedicado a evaluar la erosión combinando la EUPSR y el software ArcGIS 10.8, indica que la parte sureste del municipio puede ser más propensa a la erosividad de la lluvia, aunado a esto, valores del factor K según su unidad de suelo y clase textural. Es por ello la importancia de la combinación de un criterio científico con el conocimiento tradicional, que permita generar aquellas recomendaciones que aseguren la permanencia y funciones del recurso suelo en el área estudiada.

Bibliografía.

- Arnoldus, J. M. (1977). Methodology used to determine the maximum potential average annual soil loss due to sheet and rill erosion in Morocco. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Soils Bulletin*, 34, 39-51.
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54, 464-465.
- Chadli, K. (2016). Estimation of soil loss using RUSLE model for Sebou watershed (Morocco). *Modeling Earth Systems and Environment*, 2(51), 1-10.
- CONABIO. (1998). *Portal de geoinformación 2021. Climas*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- ESRI. (2019). Obtenido de <https://www.esri.com/en-us/home>
- FAO. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Roma, Italia.
- González-Morales, S. B., Mayer, A., & Ramírez-Marcial, N. (2018). Assessment of soil erosion vulnerability in the heavily populated and ecologically fragile communities in Motozintla de Mendoza, Chiapas, Mexico. *Solid Earth*, 9, 745-757.
- Hu, S., Li, L., Chen, G., Cheng, L., Yuan, L., Huang, X., & Zhang, T. (2019). Estimation of soil erosion in the Chaohu Lake Basin through Modified Soil Erodibility combined with gravel content in the RUSLE model. *Water*, 11(1806), 1-20.
- INECC. (2007). *Características y manejo de los ecosistemas templados de montaña*. Ciudad de México, México: INECC. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/395/cotler.html>
- INEGI. (2007). *Conjunto de datos vectoriales edafológico, escala 1:250,000, serie II (continuo nacional)*. Obtenido de Portal de Geoinformación 2020: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo*. Obtenido de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/13/13056.pdf
- INEGI. (2016). *Uso del suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie VI (continuo nacional)*. Obtenido de Portal de Geoinformación 2020 : <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Li, Y., Qi, S., Liang, B., Ma, J., Cheng, B., Ma, C., . . . Chen, Q. (2019). Dangerous degree forecast of soil loss on highway slopes in mountainous areas of the Yunnan-Guizhou Plateau (China) using the Revised Universal Soil Loss Equation. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19, 757-774.
- López-García, E. M., Torres-Trejo, E., López-Reyes, L., Flores-Domínguez, Á. D., Peña-Moreno, R. D., & López-Olguín, J. F. (2020). Estimation of soil erosion using USLE and GIS in the locality of Tzicatlacoyan, Puebla, México. *Soil and Water Research*, 15(1), 9-17.
- Pedraza Villafañá, A. (2015). *Estimación de la erosión hídrica mediante dos métodos de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) en la cuenca del Río Chapingo, Texcoco*. Toluca de Lerdo: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Pimentel, D. (2006). Soil erosion: a food and environmental threat. *Environment, Development and Sustainability*, 8, 119-137.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (1997). *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. U.S. Department of Agriculture Handbook No. 703.