

## Evaluación de la Pérdida de Suelo por factores hídricos

### Evaluation of Soil Loss due to hydric factors

Rocío Rodríguez Cabrera<sup>1</sup>, Alejandra Rodríguez Betancourt<sup>1</sup>, Darío López Castro<sup>1</sup>, Fabián Enríquez García<sup>2</sup>, Carmela Hernández Domínguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Campus Tuxpan.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

#### NOTA SOBRE LOS AUTORES

Rocío Rodríguez Cabrera: [rocrodriiguez@uv.mx](mailto:rocrodriiguez@uv.mx),  <https://orcid.org/0000-0001-6329-426x>

Alejandra Rodríguez Betancourt: [alejanrodriguez@uv.mx](mailto:alejanrodriguez@uv.mx),  <https://orcid.org/0000-0002-8650-1425>

Rubén Darío López Castro: [darlopez@uv.mx](mailto:darlopez@uv.mx),  <https://orcid.org/0000-0002-3920-9886>

Fabián Enríquez García: [enriquezfabian484@gmail.com](mailto:enriquezfabian484@gmail.com),  <https://orcid.org/0000-0001-9849-9636>

Carmela Hernández Domínguez:  <https://orcid.org/0000-0003-0212-216X>

Esta investigación fue financiada con recursos de los autores.

Los autores no tienen ningún conflicto de interés al haber hecho esta investigación.

Remita cualquier duda sobre este artículo a Rocío Rodríguez Cabrera.

#### RESUMEN

La investigación se realizó en Tamiahua, Veracruz. Con el objetivo de evaluar la erosión hídrica; Se tomaron datos sobre la pérdida de suelo cada mes. Se utilizó la técnica de clavos y rondanas en dos sitios con diferente manejo de suelo, para ello, se trazaron dos áreas con tres transectos cada uno, separados a cinco metros cada punto. Se consideró el área con diferente cubierta vegetal. Se estimó la pérdida de suelo en ambas áreas, resultando con notoria diferencia entre ellas, mostrando con ello, que, si se mantiene el suelo con cubiertas vegetales naturales o antrópicas, se evita la pérdida de suelo, que, al medirse continuamente, se incrementa esa cantidad, lo que provoca un empobrecimiento del suelo con el paso del tiempo. Se pusieron barreras de protección o contención desde inicio, con madera de tarro en forma de V, con doble

**Recibido:** 21/03/2022

**Aceptado:** 12/06/2022

**Publicado:** 30/06/2022



Copyright © 2022 Rocío Rodríguez Cabrera, Alejandra Rodríguez Betancourt, Darío López Castro, Fabián Enríquez García y Carmela Hernández Domínguez.  
Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

propósito, el primero, para evitar la pérdida de suelo y para realizar la toma de muestra, para su análisis en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, donde ambas muestras resultaron con textura migajonosa (franca), con pH alcalino, también con suficiente materia orgánica. De esta forma, con la estimación de la pérdida del suelo en los sitios de los clavos y con el sedimento atrapado cerca de ellos, se demuestra que, en pendientes pronunciadas, en temporada de lluvias, existe riesgo de pérdida de suelo fértil si no se le realizan medidas preventivas de protección como barreras, incrementándose, además, si se mantiene el suelo desnudo, sin cubierta vegetal. Lo anterior, permite crear conciencia para dar un manejo adecuado a los suelos.

**Palabras clave:** Erosión, Suelo, pérdida.

### ABSTRACT

The investigation was carried out in Tamiahua, Veracruz. With the objective of evaluating water erosion; Data on soil loss were collected each month. The nail and washer technique was used in two sites with different soil management, for this, two areas with three transects each, separated by five meters at each point, were traced. The area with different vegetation cover was considered. Soil loss was estimated in both areas, resulting in a notable difference between them, thus showing that if the soil is maintained with natural or anthropic plant covers, soil loss is avoided, which, when measured continuously, increases that amount, which causes an impoverishment of the soil over time. Protection or containment barriers were placed from the beginning, with V-shaped jar wood, with a dual purpose, the first, to prevent soil loss and to take samples, for analysis in the soil laboratory of the Faculty of Biological and Agricultural Sciences, where both samples had a crumbly (loamy) texture, with an alkaline pH, and also with sufficient organic matter. In this way, with the estimation of the loss of the soil in the places of the nails and with the sediment trapped near them, it is shown that, on steep slopes, in the rainy season, there is a risk of loss of fertile soil if it is not They carry out preventive protection measures such as barriers, increasing, moreover, if the soil is kept bare, without plant cover. The foregoing allows creating awareness to give proper management to soils.

**Keywords:** Erosion, Soil, loss.

### INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo se ve influenciada por varios factores, uno de ellos es la erosión hídrica, proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y sedimentación de las partículas del suelo, por efectos de la acción del agua (Núñez, 2001), principalmente por acción de los agentes de la energía cinética de la gota de la lluvia, la escorrentía en movimiento, la gravedad, entre otros (Alvarado, 2014).

La erosión hídrica puede ser de tipo superficial o profunda, ocasionando en ambos casos la deformación del terreno. La erosión superficial ocurre donde el agua fluye de forma homogénea por una zona arrastrando la capa superior del suelo. El flujo del agua se concentra en un cauce, de modo que se abre una zanja o cárcava cada vez más profunda. La movilidad del sustrato en las cárcavas es muy alta, por lo que el suelo y las pocas plantas que llegan a germinar en esas condiciones son arrastrados, lo que hace muy difícil detener este proceso debido a que no hay vegetación que pueda retener el suelo (SMA, 2008).

La erosión hídrica es el proceso responsable de la desertificación, como la degradación de la cubierta vegetal; erosión hídrica; erosión eólica; salinización; reducción de la materia orgánica del suelo; encostramiento y compactación del suelo y, acumulación de sustancias tóxicas para los seres vivos (Rucks *et al.*, 2004). Debido a esta clara y estrecha asociación entre el suelo y la vegetación, el estado de la deforestación provocada por cambios en el uso del suelo, así como su impacto en el territorio nacional.

La erosión del suelo es un problema ambiental serio, ya que está afectando a la mayoría de los países, este problema es tan dramático, como la reducción de la capa de ozono y el efecto invernadero. La capa de suelo fértil que cubre las tierras agrícolas, es de apenas de unos 15 a 20 cm de espesor, y la misma se ve afectada por la erosión causada por el agua o el viento a tasas que exceden su formación (Leal, 2007). Los principales tipos de erosión hídrica, son la erosión laminar, la cual se caracteriza por la pérdida uniforme de la superficie del suelo y afecta directamente la fertilidad del suelo. La erosión en surcos es el arrastre del suelo formando pequeñas depresiones o zanjas y se debe principalmente a las prácticas inadecuadas que realiza el hombre y en la erosión en cárcavas se forman zanjas profundas como consecuencia del arrastre continuo de las partículas del suelo (De la Rosa, 2008). La pérdida de la capa arable por el proceso de la erosión hídrica, disminuye la productividad del suelo y aumenta el riesgo de cultivo asociado a la sequía, hasta el grado de hacer improductivas las laderas (Camas *et al.*, 2012).

Las formas especiales de la erosión hídrica son: Erosión en pedestales, Tlatales, Erosión en pináculos y Erosión tubular, principalmente.

El área de estudio se encuentra ubicado dentro del municipio de Tamiahua, en la zona norte del Estado de Veracruz., en las coordenadas 21° 06' y 21° 35' latitud norte (LN) y los meridianos 97° 19' y 97° 47' longitud oeste (LO), a una altitud de 10 a 300 metros sobre el nivel del mar (msnm) (SIM, 2016). Los ecosistemas que coexisten en el municipio son el de selva mediana perennifolia, donde se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de conejos, tuzas y liebres. En cuanto a vegetación se encuentra pastizal con un 54%, selva con un 12%, manglar con 6%, otro 5% y de bosque solo el 1% (INEGI, 2009). Presenta suelos de tipo Regosol (18%), Cambisol (18%), Phaeozem (14%), Leptosol (10%), Solonchak (7%), Gleysol (4%), Vertisol (4%) y Arenosol (4%). Su suelo es tipo feozem, se caracteriza por una capa rica en nutrientes y está sujeto a la erosión por la inclinación del terreno. Se utiliza en 60% en agricultura y ganadería (Atlas de Veracruz, 2010).

Los materiales para campo que se utilizaron fueron Clavos de 30 cm, Rondanas, Pintura de aceite, Regla, Flexómetro, Cercas de tipo "V" de tarro, Rafia, Brújula, Clinómetro y Martillo. Materiales de Laboratorio fueron Dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ), Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), fenolftaleína ( $C_{20}H_{14}O_4$ ), agua destilada, Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ), Difenilamina ( $(C_6H_5)_2NH$ ), Sulfato Ferroso Amoniacal  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ , Oxalato de Sodio ( $Na_2C_2O_4$ ), Metasilicato de Sodio ( $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ ), ácido clorhídrico (HCl), hidróxido de sodio (NaCl). Así mismo se utilizó cristalería, un potenciómetro, un termómetro, un conductímetro, una Tabla Munsell, entre otros.

La metodología fue la siguiente: Se llevó a cabo en una parte del terreno. La superficie total del área de estudio fue de 600 m<sup>2</sup>, con una pendiente de entre 8 y 17 grados, de manera general. Aunque no se utilizó propiamente un diseño, se trazaron dos parcelas, de 20 x 15 m cada una, separadas entre sí a una distancia de 10 m cada área, donde una de ellas se mantuvo con la vegetación natural y la otra, se mantuvo limpia, es decir sin cobertura vegetal (a suelo desnudo), sin la vegetación, para ver la diferencia de pérdida de suelo por erosión. La distancia entre cada punto fue de 5 m cada uno, trazándose así tres líneas verticales con cuatro puntos cada uno de los transectos o líneas, teniendo 12 puntos en total, es decir, consistió de doce varillas cada parcela de estudio, llevándose a cabo las mediciones en cada punto. El sedimento atrapado en las barreras de protección, se llevó al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, para realizarle los siguientes análisis físico-químicos: Textura por medio del hidrómetro de Bouyoucos, densidad aparente ( $D_{ap}$ ) por el método de la probeta de 50 mL., conductividad eléctrica (CE) y Salinidad por el método del conductímetro, pH con el método del potenciómetro, carbonatos por el método valorimétrico, y materia orgánica (MO) por la técnica de Walkley-Black. Lo anterior, con la finalidad de saber si la pérdida del suelo, arrastraría la capa de materia orgánica o humus, volviendo con ello un suelo poco fértil cada vez.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las pendientes en las dos áreas de estudio seleccionadas, fluctuaron entre 11.5° y 13.5° , (Cuadro 1). De acuerdo con Honorato *et al.*, (2001). Las pendientes resultaron entre ellas con un valor cercano en donde no había cubierta vegetal (A) de 12 grados y donde si había cubierta vegetal de 12.8 grados.

Transecto	1	2	3	Promedio (grados)
Área A	11.5°	11.5°	13°	12°
Área B	12.5°	12.5°	13.5°	12.8°

Considerando la tabla de conversión de grados a porcentajes de la FAO ([www.fao.org](http://www.fao.org)), se obtuvieron los siguientes promedios (cuadro 2) por transecto y sacando a la vez, la media cada una de las áreas con cobertura (A) y sin cobertura (B), resultando promedios en rangos utilizados

por (Honorato *et al.* 2001). Lo que dio la seguridad de poder usar esas áreas para el presente estudio. Los resultados de la erosión (media) en milímetros de ambas parcelas o muestras, divididas en transectos. De manera general, se determinaron los milímetros de la pérdida para cada parcela, con la finalidad de que se pueda observar la diferencia donde si existió cobertura y donde no la había. La erosión fue mayor donde no hubo cobertura (4.6 mm) que donde si había (2.08 mm), aun cuando los grados de la pendiente fueron menores ( $12^\circ$ ) que donde hubo cobertura vegetal ( $12.8^\circ$ ). los porcentajes granulométricos que se obtuvieron en el laboratorio en cada una de las áreas A (sin cobertura vegetal) y B (con cobertura vegetal).

Con el sedimento colectado al final del trabajo de investigación, acumulado en las barreras instaladas como medidas de protección del suelo, se determinaron los diferentes análisis físico-químicos, donde, textura y materia orgánica, fueron necesarias para la fórmula de pérdida de suelo.

Los resultados del análisis granulométrico en los sedimentos contenidos de cada una de las áreas (A y B), mostraron que se obtuvo un porcentaje cercano de arena, limo y arcilla en ambas áreas. En ambos casos resultaron con una materia orgánica extremadamente rica, por lo que, en caso de no ponerle la barrera de protección, ese sedimento correspondiente a seis meses, período de lluvias en el área de estudio, se hubiera ido cuesta abajo y, por lo tanto, se iría quedando cada vez más pobre el suelo.

### CONCLUSIÓN

a). Se determinó en base a los resultados obtenidos que fue muy notoria la pérdida de suelo en mm (erosión hídrica) del área sin cobertura, a diferencia de la que se mantuvo con cobertura vegetal natural, habiendo poca pérdida de suelo donde la cobertura vegetal le protegió.

b). En cuanto a los análisis físico-químicos, el sedimento que se quedó depositado en las barreras de protección, y que pudo haberse erosionado, contenía mucha materia orgánica, provocando que cada vez se vuelva el suelo más pobre. Además, se pudo apreciar que el pH es muy alcalino (dato), razón por la cual es necesario analizar qué cultivos pueden ser establecidos.

c). Se considera que los resultados obtenidos, puedan dar la pauta para otros estudios, de mayor tiempo, por lo menos de dos a tres años.

d). Es necesario considerar una planeación de uso y manejo de suelos con fines de conservación, toda vez que se encontró una gran diferencia, donde había vegetación y donde no la había.

### LITERATURA REVISADA

Aguilera, C.M. y Martínez, E.R. (1986). Relaciones agua suelo planta atmósfera. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, 3a edición. México. 321p.  
<https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2014.12.004>

- Almorox, A. J.; López, B.F. y Rafaell, S. (2010). La degradación de los suelos por erosión hídrica: métodos de estimación. Murcia, España. Universidad de Murcia. 384p. <https://doi.org/10.22198/rys.2001.22.a723>
- Alvarado, V.; Bermúdez, T.; Romero, M. y Piedra, L. (2014). Plantas nativas para el control de la erosión en taludes de riegos urbanos. SJS. Vol. 4. 111p. Agustí, M. (2004). Fruticultura, 3ª Edición. Madrid España. Ediciones Mundi. Prensa. 493 P.
- Anaya, G.M.; Martínez, M.M.R.; Trueba, C.A.; Figueroa, S.B. y Fernández, M.O. (1991). Manual de conservación del suelo y del agua. Formas de erosión. Tercera edición. Ed. Colegio de Posgraduados. México. 584p. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-06-10>
- Becerra, A. (2005). Escorrentía, erosión y conservación de suelos. México. Universidad Autónoma de Chapingo. 376p.
- Betancourt, A. M. (2016). "Caracterización con tomografía de resistividad eléctrica (ERT) en la delegación Iztacalco para la detección de estructuras superficiales. 87p.
- De la Rosa, D. (2008). Evaluación agro-ecológica de suelos. Ediciones MundiPrensa. Madrid. 404p.
- De Luna, A.E; Laguna. L.A.M; Jean. P y Giraldez, C.J.V. (2004). Evolución de un Sistema de cárcavas activas en el sureste español. Ingeniería del agua. Vol. 11. 73p. <https://doi.org/10.4995/ia.2004.2523>
- Díaz, R.A.; Ruiz, S.D.J. y Belmante, S.F. (2011). Tasas de erosión hídrica en la región de Murcia. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. N 56. 153p. <https://doi.org/10.21138/bage.2272>
- Jaramillo, V.J.J. (2015). Estudio del riesgo por erosión hídrica del suelo utilizando el modelo USLE, mediante herramientas SIG, aplicado en la subcuenta Rio Porto Viejo, Provincia de Manabí Quito- Ecuador. 128p. <https://doi.org/10.21142/ss-0101-2020-007>
- Julca, N.E.V. (2017). Aplicación del modelo USLE para estimar la erosión actual y potencial de acuerdo a las actividades productivas en la microcuenca Pariachuaraz. Perú. 133p.
- Meneses, T.C.L. (2010). Estudios de caso sobre la evaluación de la degradación de los bosques. Análisis del índice normalizado de la vegetación (NDVI) para detección de la degradación de la cubierta forestal en México 2008-2009. FAO. Roma, Italia. Documento de trabajo 173. 22p. <https://doi.org/10.20868/upm.thesis.37522>
- Mendoza, A.M. (2005). Manual de métodos sencillos para estimar erosión hídrica. Documento 502, serie técnica 5/2005. Managua: UNA, Pasolac, CIAT.
- Montes-León, M.A.L; Uribe-Alcántara, E.M. y García, C.E. (2011). Mapa Nacional de Erosión Potencial. Regionalización nacional de factor R. Vol II. No. 1. 17p.
- Torres, B.E.; Cortés, B.J.; Mejía, S.E.; Exebio, G.A.; Santos, H.A.L y Delgadillo, P.M.E. (2003). Evaluación de la degradación de los suelos en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco. Terra Latinoamericana. Vol. 21. No 1. E-ISSN: 2395-8030. México. 126 p. <https://doi.org/10.35537/10915/85072>

Trueba, C.A. (1981). Evaluación de la eficiencia de cuatro practicas mecánicas para reducir las pérdidas de suelos y nutrimentos por erosión hídrica en terrenos agrícolas de temporal. DGCSA-SARH, México.162p. <https://doi.org/10.47840/reina.1.1.830>

Copyright © 2022 Rocío Rodríguez Cabrera, Alejandra Rodríguez Betancourt, Darío López Castro, Fabián Enríquez García, Carmela Hernández Domínguez.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)