



## EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO EN LA SUBCUENCA PRESA JALPAN, QUERÉTARO, MÉXICO

## SOIL CONSERVATION PRACTICES EVALUATION IN THE JALPAN DAM SUB-BASIN, QUERÉTARO, MÉXICO

Jazmín Bailon Linares

Juan Alfredo Hernández Guerrero

Martín Alfonso Gutiérrez López

Diana Patricia García Tello

Hugo Luna Soria\*

Universidad Autónoma de Querétaro

\* hugoluna@uaq.mx

### Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar las prácticas de manejo y conservación de suelos en la subcuenca presa Jalpan, ubicada al norte del estado de Querétaro, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. El trabajo se enfocó en la evaluación de las prácticas de conservación de suelos en la zona de estudio, donde se recopiló información a través de entrevistas semiestructuradas y se verificaron en campo los sitios intervenidos. A partir de la evaluación, se obtuvo que dentro de la subcuenca presa Jalpan se localizaron 40 polígonos con prácticas de conservación distribuidos principalmente en la zona funcional alta. De estos se pudieron visitar 22, en los cuales se encontraron seis tipos de prácticas: reforestaciones con pino-cedro, líneas de maguey, terrazas agrícolas, barreras de piedra acomodada, presas de piedra acomodada y cordones de ramas. Las prácticas estructurales se encuentran deterioradas, más del 30% de ellas requieren mantenimiento y el 20% se encuentran colmatadas. Las prácticas vegetativas han tenido poco éxito, lo cual se refleja en bajas densidades de planta y baja sobrevivencia. Es indispensable establecer mecanismos sistemáticos de monitoreo que permitan dar

seguimiento y evaluar la condición y funcionamiento de las obras de conservación.

**Palabras clave:** erosión hídrica, conservación de suelo, cuenca, Querétaro.

### Abstract

*This paper's main objective is to evaluate water erosion and its effect on soil management and conservation practices in the Jalpan dam sub-basin, located at the Sierra Gorda Biosphere Reserve in the state of Querétaro in northern Mexico. The goal was the analysis of soil conservation practices at the study area, with information collected through semi-structured interviews and field verification. As a result, 40 polygons with soil's conservation practices were located within the Jalpan dam sub-basin, distributed mainly in the high functional zone. 22 of the 40 polygons were visited, in which 6 types of practices were spotted: reforestations with pine-cedar, maguey lines, agricultural terraces, stone barriers, stone dams and brushwood check dams. The results show deterioration on the structures, more than 30% of them require maintenance and 20% are clogged. Vegetative practices have had little success, reflected in*

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

*low plant densities and low survival. It is important to establish systematic supervising mechanisms to ensure proper evaluation of every soil conservation practice condition and function.*

**Keywords:** *soil hydric erosion, soil conservation, basin, Querétaro.*

## Introducción

La erosión del suelo se ha convertido en una de las mayores preocupaciones a nivel global, afectando directamente la diversidad de los ecosistemas, así como el bienestar de la población y los servicios ecosistémicos (Prokopy *et al.*, 2019). Sus consecuencias se manifiestan en diferentes escalas: a nivel parcela, afecta las propiedades del suelo y su productividad, y fuera de ella, la erosión de los suelos origina problemas de sedimentación, contaminación difusa, azolves e inundaciones; y a nivel global, este proceso contribuye al cambio climático, a la pérdida de biodiversidad y a la modificación del régimen hidrológico de las cuencas (Graaf, 2000; Fiener, Wilken y Auerswald, 2019). En México, la erosión hídrica afecta el 76% de la superficie nacional (Bolaños *et al.*, 2016) y sus consecuencias se ven reflejadas principalmente en la disminución de la productividad agrícola y forestal, y en la provisión del agua, afectando principalmente la economía de la población rural.

A pesar de los esfuerzos de conservación que llevan a cabo diversas instancias gubernamentales y no gubernamentales, los procesos de degradación del suelo continúan. De acuerdo con un estudio batimétrico realizado en 2010 por la Comisión Estatal del Agua (CEA), la presa Jalpan recibe anualmente 24,688.924 m<sup>3</sup> de sedimentos producto de la erosión hídrica en la cuenca aportadora. Entre las principales prácticas de conservación de suelo que se realizan en la zona, se encuentran las prácticas vegetativas que involucran el establecimiento de reforestaciones con especies nativas, así como las prácticas mecánicas que actúan como reductores en las tasas de

erosión al disminuir la velocidad del escurrimiento. Dichas acciones son parte de los proyectos de conservación de instituciones como la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), la Comisión Nacional Forestal (Conafor), la ONG local Grupo Ecológico Sierra Gorda (GESG) I.A.P. y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (Sedea). Sin embargo, no se tienen claros los criterios de selección de los sitios intervenidos por los diversos programas ni se cuenta con una base de datos de acceso libre donde se encuentren localizadas y caracterizadas las obras; tampoco se han realizado evaluaciones sobre su impacto en la reducción de la erosión hídrica.

Ante la problemática planteada, el objetivo del presente estudio fue evaluar las prácticas de conservación de suelos que se implementaron en la zona de estudio a través de programas gubernamentales, proyectos de asociaciones civiles y actividades emprendidas por los propietarios de los terrenos, de tal forma que se pueda conocer el estado de las obras.

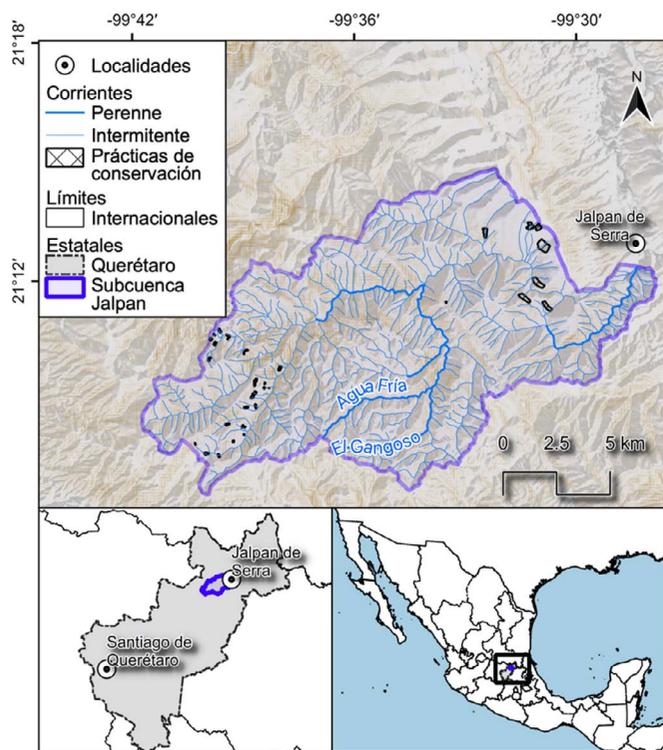
## Materiales y métodos

El presente estudio tuvo lugar en la subcuenca presa Jalpan, ubicada en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, al norte del estado de Querétaro (Figura 1). Cuenta con una superficie de 189.68 km<sup>2</sup>, de los cuales 165.10 km<sup>2</sup> están dentro del municipio de Pinal de Amoles y el resto en el municipio de Jalpan de Serra. Sus coordenadas extremas (UTM ITRF92 zona 14 N) son: 2,349,744.35 N; 2,334,566.68 S, 451,884.76 E y 427,913.25 W. La red hídrica de esta subcuenca tiene sus orígenes en el macizo montañoso de Pinal de Amoles y desemboca en la presa Jalpan (Batalla, 2013). El relieve accidentado que caracteriza a la zona de estudio, sumado a los procesos de transformación de la cobertura vegetal y usos de suelo insostenibles, ha incidido en procesos erosivos, cuyas consecuencias son la pérdida de productividad y el acelerado azolve de la presa Jalpan (Ramsar, 2003).

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

### Figura 1

Ubicación de la subcuenca Jalpan en el estado de Querétaro, México



Fuente: elaboración propia

El análisis de las prácticas de conservación se desarrolló en dos fases: 1) recopilación de información y 2) verificación y descripción de las áreas intervenidas. En la primera fase se realizaron entrevistas semiestructuradas a representantes de instituciones y organizaciones con presencia en el área que han llevado a cabo diversas acciones de conservación en la zona de estudio, incluyendo prácticas de conservación de suelos. Las entrevistas, realizadas durante 2021, sirvieron para obtener las características generales de los sitios intervenidos con prácticas de conservación, como la localización, características y fecha de ejecución, así como criterios de selección, mecanismos de seguimiento y evaluación de las prácticas de conservación implementadas en sus programas; y, finalmente, el impacto de las prácticas de conservación en la zona y el grado de aceptación que tienen los dueños de los predios ante estas prácticas.

A partir de la información recabada en las entrevistas, se procedió a verificar en campo las áreas intervenidas, y a través de fichas de control se registraron los siguientes aspectos: 1) características generales del sitio (forma del terreno, tipo de vegetación, usos del suelo, pendiente del terreno, características del suelo, interceptación con escurrimientos, entre otros; y 2) características de las prácticas de conservación (ubicación respecto a las zonas funcionales, tipo de práctica, función que cumplen y condición actual).

### Resultados y discusión

Las prácticas de conservación de suelo existentes dentro de la subcuenca presa Jalpan fueron implementadas principalmente por tres dependencias federales: Conanp, Conafor, Sader, y la asociación civil GESG. Las acciones de conservación de suelos que realizan a través de sus programas de conservación persiguen objetivos diferentes. La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG), a través de sus programas, busca la recuperación de la cobertura vegetal y la recarga hidrológica. La Conafor busca mantener la provisión de servicios ambientales como la recarga hidrológica y la regulación de la erosión. El GESG, a través de sus programas de conservación, busca dar valor a los servicios ambientales como la captación hidrológica y la regeneración de los suelos. Por su parte, Sader tiene un enfoque más productivo, ya que sus acciones de conservación implementadas buscan mejorar la productividad agrícola y la provisión del agua.

Dentro de la zona de estudio, únicamente la dirección de la RBSG y la Conafor tienen proyectos vigentes de conservación de suelos y proporcionaron mayores detalles sobre la localización de los sitios intervenidos. De acuerdo con la información de los representantes de las instancias promotoras, dentro de la zona de estudio se localizaron 40 polígonos con prácticas de conservación de suelo, las cuales cubren el 0.51% de la superficie de la subcuenca, y más del 50% se ubican en la zona funcional alta, mientras que la parte media y baja han tenido poca atención.

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

Algo muy importante que se pudo obtener de las entrevistas es que las instancias promotoras no disponen de recursos suficientes para atender todas las solicitudes que llegan para la participación en los programas de conservación. Lo que preocupa aún más es que tampoco es suficiente el recurso para realizar el monitoreo y seguimiento de las prácticas que se han realizado, ni mucho menos para evaluar su eficiencia, lo cual permitiría mejorar los programas y ofrecer alternativas de conservación más eficientes para la zona.

En campo se pudieron verificar 22 polígonos con prácticas de conservación de suelos (Tabla 1), distribuidos en seis localidades. Las obras fueron instaladas durante el periodo 2014-2020 a través de proyectos de la Conanp, Conafor y GESG, en los cuales se identificaron prácticas vegetativas y prácticas estructurales. Los signos de degradación más evidentes en dichos sitios fueron la erosión laminar, con frecuencia combinada con pequeñas terracetas, sobre terrenos de uso agrícola y pecuario, pero también se localizaron prácticas en sitios sin evidencia de degradación de suelos, de acuerdo con indicadores propuestos por Stocking y Murnaghn (2001) e Inegi (2014).

**Tabla 1**  
Prácticas de conservación de suelos implementadas en la zona de estudio en el periodo 2014-2020

Localización	Año	Procedencia	Sitios verificados	Sitios con prácticas de conservación	Práctica de conservación
La Barranca	2019	Conanp	10	9	Líneas de maguey, reforestación con pino-cedro, presas de piedra acomodada

El Llano de San Francisco	2020	Conanp	8	4	Reforestación con pino-cedro, terrazas agrícolas, presas de piedra acomodada
Ejido Huajales	2014	Conafor	1	1	Cordones de ramas
Ejido Pitzquintla	2017	Conafor	1	1	Barreras de piedra
Ejido Ahuacatlán	2019	Conafor	1	1	Presas de piedra acomodada
Agua Amarga	2010	GESG	1	1	Presas de mampostería y de piedra acomodada
<b>Total</b>			<b>22</b>	<b>17</b>	

Fuente: Bailon, 2023

Los lugares donde se han establecido las prácticas de conservación presentan una topografía accidentada, son de difícil acceso y en muchos de ellos no hay signos de degradación (Figura 2).

**Figura 2**  
Obras de conservación, de izquierda a derecha: barreras de piedra acomodada, reforestaciones de pino-cedro y líneas de maguey con baja densidad



Fuente: Bailon, 2023

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

Lo anterior indica que hace falta realizar un diagnóstico exhaustivo donde logren ubicarse los sitios con mayor riesgo de erosión y que de esta forma las prácticas de conservación implementadas tengan mayor efecto. Respecto a las condiciones generales de las prácticas estructurales, el 30% de ellas requiere mantenimiento

y el 20% se encuentran colmatadas, particularmente barreras y presas de piedra. Las prácticas vegetativas han tenido poco éxito (baja sobrevivencia), sobre todo las reforestaciones de pino-cedro, debido a que se establecen fuera del periodo de lluvias y no se protegen del ganado mediante cercados, lo que provoca que la planta

**Tabla 2**

Comparativa entre instituciones, programas y acciones de las prácticas de conservación de suelos que se realizan

	Conanp	Conafor	Sader	GESG
<b>Denominación de proyectos y programas</b>	Programa de restauración ecosistémica del hábitat terrestre (Prorest)  Programa de conservación de desarrollo sostenido (Procode)	Pago por Servicios Ambientales (PSA)	Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (Coussa)	Pastoreo planificado  Servicios ambientales  Restauración de microcuencas con manantiales prioritarios  Regeneración de suelos y cosecha de agua
<b>Zona de aplicación</b>	Zona alta	Zona alta y media de la cuenca	Fuera de la zona de estudio	Zona alta y media
Barreras vivas	✓	✓ (vegetación nativa)	✓	✓ (maguey y nopal)
Barreras de piedra acomodada	✓	✓		
Presas	✓ (filtrante)	✓ (filtrante y piedra acomodada)	✓ (mampostería)	✓ (filtrante)
Reforestación con especies nativas	✓			✓
Zanjas trincheras con barreras vivas			✓	✓
Terrazas	✓		✓	✓
Fajinas	✓			
Exclusión de ganado	✓			✓
Diseños hidrológicos <i>keyline</i> y subsuelo				✓
Cultivos con menor impacto en los suelos			✓	
Taller de regeneración de suelos				✓
Remineralización del suelo				✓

Acciones específicas para la conservación de suelos

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

	Conanp	Conafor	Sader	GESG	
	Áreas forestales con signos de degradación				
<b>Criterios de selección de los sitios</b>	Degradación observada por medios remotos y en campo	Evidencia de erosión y sobrepastoreo verificados en campo	Evidencia de problemas de abasto de agua y degradación de suelos	Título de propiedad o constancia de posesión	
	Localidades con instrumentos de planeación o planes de acciones a nivel Ejido	Áreas elegibles para el PSA establecidas en las reglas de operación del programa	Necesidades económicas de la población	Predios de interés biológico	
<b>Medios de georreferenciación de los predios</b>	Los predios son georreferenciados		No se cuenta con georreferenciación		
	Falta actualización			Ubicación a nivel localidad	
<b>Seguimiento</b>	No existe programa de seguimiento por insuficiencia de recursos operativos	Visitas anuales con promotores y personal de oficinas centrales Reportes de cumplimiento de acuerdo con la guía de mejores prácticas	Seguimiento semestral de las obras	Recorridos anuales de vigilancia y supervisión de cumplimiento a las actividades	
<b>Evaluación</b>	No se lleva a cabo	Evaluaciones por instituciones externas	No se lleva a cabo		
<b>Impactos</b>	Ambiental	Incremento en la cobertura vegetal y recuperación de suelos degradados	Disminución de las áreas degradadas	Mayor retención de humedad en los predios	Incremento de la superficie conservada
			Mejora de la flora y fauna de los predios	Retención de suelos	Recarga hidrológica Regeneración de suelos
	Incentivos económicos derivados de las obras				
	Recepción favorable de las obras				
	Económico-social	Aprovechamiento de las especies maderables usadas	Incremento de las solicitudes que se reciben anualmente	Mayor producción en los cultivos y en el ganado	Se continúan con recursos propios las labores de conservación

Fuente: adaptada de Bailon, 2023

no llegue a un estado maduro porque no se les da ningún tipo de mantenimiento (deshierbe, rehabilitación de cajete, riegos de salvamento, entre otras). Cabe resaltar que no fue posible determinar las especies en sitio de los géneros *Pinus*, *Cupressus* y *Quercus* utilizadas en estas obras.

En la Tabla 2 se muestra la comparativa de las acciones de las instituciones y organizaciones entrevistadas con respecto a las prácticas de conservación de suelo:

### Conclusiones

La información de la que disponen las instituciones y organización entrevistadas respecto a las prácticas de conservación de suelos construidas en la subcuenca presa Jalpan es insuficiente para hacer un diagnóstico completo sobre el estado actual de las prácticas de conservación y su impacto en la reducción de la erosión hídrica durante los últimos diez años. Para conocer el impacto de las obras es fundamental que las institucio-

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ, DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

nes responsables sistematicen correctamente las áreas beneficiadas y las incorporen en una base de datos georreferenciadas con toda la información necesaria para su seguimiento. Esta acción es un paso importante, por lo que se propone que las instituciones la lleven a cabo en todo el territorio que intervienen, ya que esta información es fundamental para conocer el verdadero impacto que tienen en la conservación de los suelos.

El grado de eficiencia de las prácticas está relacionado con el estado actual en el que se encuentran, por lo que es importante realizar mantenimiento y seguimientos frecuentes. Las reforestaciones con pino-cedro mostraron una baja supervivencia, lo cual concuerda con evaluaciones en reforestaciones en el Estado de México que estiman un 38% de supervivencia reforestaciones con estas especies (Torres, 2021), por lo que no es posible determinar su impacto en la reducción de la erodabilidad, siendo esta práctica la más cuestionable con respecto a un impacto significativo en la conservación del suelo.

Es necesario continuar con el monitoreo de estas áreas incluyendo métodos directos, como el establecimiento de parcelas de erosión, con los cuales se pueda percibir si hay incremento o disminución de las áreas, toda vez que los elementos que influyen en los procesos erosivos son muy dinámicos y en estimaciones a largo plazo pueden subestimar la dinámica del proceso erosivo con respecto al aporte de sedimentos (Fiener, Wilken y Auerswald, 2019). Sobre todo es necesario evaluar la relación entre la tasa de cambio en la vegetación y la erosión.

Es preciso implementar un plan de mantenimiento y vigilancia para el control de los sedimentos que se acumulan en la presa Jalpan, lo cual permitirá realizar predicciones más precisas sobre la colmatación, ya que la erosión puede aumentar por causas antrópicas (como las deforestaciones) y naturales (la intensidad de la lluvia). Asimismo, la eficiencia de las prácticas está vinculada con su diseño y grado de deterioro, apropiación de los habitantes, coincidiendo con las observaciones de Telles *et al.* (2022); de ahí la importancia de capacitar a

los beneficiados de manera previa a la ejecución de dichas prácticas, y después de su instalación se debe continuar con un programa de mantenimiento.

El presente trabajo se derivó de la información proporcionada por los promotores de las prácticas (dependencias federales y organización civil) y de verificaciones en campo. Poco se pudo interactuar con los dueños del territorio, por lo que en futuras investigaciones es importante incluir la perspectiva de los beneficiados con respecto a la eficiencia, pertinencia y apropiación de las prácticas implementadas.

### Referencias bibliográficas

- Avendaño, C., Calvo, J.P., Cobo, R. y Sanz, M.E. (1994). *La modelización matemática, ajuste y contraste del coeficiente de entrega de sedimentos a los embalses. Aplicación al cálculo de la erosión de cuencas fluviales*. España: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Batalla, G. (2013). *Efecto del cambio de uso de suelo en el aporte de sedimentos hacia la presa Jalpan (Sierra Gorda Querétaro)*. [Tesis de maestría]. Universidad Autónoma de Querétaro. Recuperado de: <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/2505>
- Bolaños, M.A., Paz, F., Cruz, C.O., Argumedo, J.A., Romero, V.M. y De la Cruz, J.C. (2016). "Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo". *Terra Latinoamericana*, 34(3), 271-288.
- Diario Oficial de la Federación [DOF]. (31 de diciembre del 2002). "NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis". Recuperado el 10 de diciembre del 2021, de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/w069255.pdf>
- Fiener, P., Wilken, F. y Auerswald, K. (2019). "Filling the gap between plot and landscape scale - eight years of soil erosion monitoring in 14 adjacent watersheds under soil conservation at Scheyern, Southern Germany". *Advances in Geosciences*, 48, 31-48.

JAZMÍN BAILON LINARES, JUAN ALFREDO HERNÁNDEZ GUERRERO, MARTÍN ALFONSO GUTIÉRREZ LÓPEZ,  
DIANA PATRICIA GARCÍA TELLO, HUGO LUNA SORIA

- Gutiérrez, A. (2012). *Estudio Hidrológico y Análisis Hidráulico del arroyo Los Izotes Aguas arriba de la localidad San Francisco, Nayarit. Aporte de Sedimentos de la Cuenca los izotes*. SIIG Ingeniería y Consultoría.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2014). *Guía para la interpretación de la cartografía de erosión del suelo, escala 1: 250 000. Serie I*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- McCool, D.K., Brown, L.C., Foster, G.R., Mutchler, C.K. y Meyer, L.D. (1987). "Revised slope steepness factor for the Universal Soil Loss Equation". *Transactions of the ASAE*, 30(5), 1387-1396.
- Martínez, M. (2005). *Estimación de la erosión del suelo*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/Colegio de Postgraduados/INCA Rural.
- Montes, M.A.L., Uribe, E.M. y García, E. (2011). "Mapa Nacional de Erosión Potencial". *Tecnología y Ciencias del Agua*, 11(1), 5-17.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (1980). *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Prokopy, L.S. et al. (2019). "Adoption of agricultural conservation practices in the United States: Evidence from 35 years of quantitative literature". *Journal of Soil and Water Conservation*, 74(5), 520-534.
- Ramsar. (2003). "Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)". Recuperado el 6 de enero del 2021, de: [http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR\\_RAM SAR/Queretaro/Presas\\_Jalpan/Presas%20Jalpan.pdf](http://www.conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/docs/sitios/FIR_RAM SAR/Queretaro/Presas_Jalpan/Presas%20Jalpan.pdf)
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Querétaro [Sedesu]. (17 de abril del 2009). "Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro". México: *La Sombra de Arteaga*.
- Siebe, C., Jahn, R. y Stahr, K. (2016). *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en campo*. México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
- Stocking, M. y Murnaghan, N. (2001). "Land degradation". *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 8242-8247.
- Telles, T. et al. (2022). "Soil management practices adopted by farmers and how they perceive conservation agriculture". *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 46, e0210151.
- Torres, J.M. (2021). "Factores ambientales y físicos que afectan la supervivencia de siete especies forestales en el Estado de México". *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(64), 66-91.
- United States Department of Agriculture [USDA]. (1983). *National Soil Survey Handbook*. No. 430. EE.UU.: United States Department of Agriculture.
- Wischmeier, W.H. y Smith, D.D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. The USDA Agricultural Handbook No. 537. EE.UU.: United States Department of Agriculture.