

Riesgo de erosión en suelos del Ejido Chignautla, Puebla

Daniel González García¹, Edgardo Torres Trejo² y Rolando Rueda Luna²

Comisión Federal de Electricidad¹, Departamento de Investigación en Ciencias Agrícolas²

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Puebla, Pue.; México

danielgg06@yahoo.com.mx, etorres23@hotmail.com, rolandorueda@hotmail.com

Abstract— The erosion in the soils of the Ejido Chignautla, Puebla has been accelerated in the last decades by the influence of man, causing a chemical and biological degradation of the soils and having a negative impact on the agricultural and forestry activity. The aim of this project was to identify the degree of soil erosion and possible changes in its chemical properties as an effect of water and wind erosion using the methodology proposed by the State Program of Land Management, 2001. The results show that 49% of the soils present an average degree of erosion and the 51% present a low degree of erosion, situation that directly affects the socioeconomic conditions of the rural population.

Keyword— Water Erosion, Wind Erosion, Soil, Environment.

Resumen— La erosión en los suelos del Ejido Chignautla, Puebla se ha acelerado en las últimas décadas por la influencia del hombre ocasionando una degradación química y biológica de los suelos teniendo un impacto negativo en la actividad agrícola y forestal. Este proyecto busca identificar el grado de erosión del suelo y posibles cambios en sus propiedades químicas como efecto de la erosión hídrica y eólica mediante la metodología propuesta por el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, 2001. Los resultados reflejan que el 49% de los suelos presentan grado de erosión media y el 51% con grado de erosión baja, situación que influye directamente en las condiciones socioeconómicas de la población rural.

Palabras claves—Erosión Hídrica, Erosión Eólica, Suelo, Medio Ambiente.

I. INTRODUCCIÓN

Ante el cambio climático y las implicaciones de los diferentes factores de la sostenibilidad, en el ejido Chignautla, del municipio Chignautla, Estado de Puebla, México, se realizan diversas actividades para contrarrestar afectaciones que tiende hacia la mejora continua con una directriz hacia la sostenibilidad, para lo cual es necesario realizar una sinergia de esfuerzos, y medir las diversas acciones bajo un esquema metodológico de sostenibilidad que asegure el uso racional, la conservación y preservación, de los recursos naturales, aunado a ello estar preparado ante los conceptos de recursividad y entropía principalmente, de los fuertes cambios de clima; como las lluvias torrenciales, vientos, granizadas, sismos, cambio de temperatura ambiente, degradación de suelos, erosión, y temas relacionados a dicho sucesos como pobreza, educación, salud, entre otros.

Para establecer una medición, es necesario establecer un punto en la línea del tiempo, del cual podremos fijar el estado real de un sistema, organización o área definida, que nos dará pauta para realizar una evaluación en el futuro, y si las acciones que se están realizando son viables y tendientes a la mejora continua con una directriz a la sostenibilidad, lo cual tiene por nombre línea base.

La sustentabilidad se concibe de manera dinámica, multidimensional y específica a un contexto socio ambiental y espacio-temporal determinado. Los sistemas de manejo sustentables son aquellos que “permanecen cambiando”, para lo cual deben tener la capacidad de ser productivos, de autorregularse y de poder transformarse sin perder su funcionalidad. Esta capacidad puede a su vez ser analizada

mediante un conjunto de atributos o propiedades sistémicas fundamentales, como la productividad, resiliencia, confiabilidad, estabilidad, autogestión, equidad y adaptabilidad. Metodológicamente, las evaluaciones de sustentabilidad de los sistemas productivos evolucionaron en la década de los 90^s de listas de indicadores a propiamente marcos de evaluación (Astier, M., Masera, O y Y. Galván-Miyoshi, 2008).

Se realizó un modelo de Evolución que abarca desde el año 1900 al 2010, donde se tienen las conclusiones obtenidas en el libro “los límites del crecimiento” de William W. Behrens III, Jorgen Randers, Dennis Meadows y Donella Meadows en 1972, según las cuales, no es posible mantener por tiempo indefinido el actual ritmo de crecimiento global, tanto de la población, como de la economía.

Los indicadores más comunes se identifican con una dimensión específica, ya sea económica, social o ambiental. También hay indicadores que se asocian a sistemas de manejo específicos, como los sistemas forestales, pecuarios, acuícolas, reservas naturales, entre otros. Sin embargo, estas áreas temáticas o disciplinarias en la realidad no funcionan de manera aislada, sino que se traslapan; así, un indicador que pertenece a un ámbito específico puede afectar también otras áreas temáticas (Astier y Hollands, 2007).

Una de las definiciones más aceptada es la que propone la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que se refiere a un indicador como un parámetro, o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro mismo (OCDE, 2013). La naturaleza de los indicadores les confiere dos grandes virtudes: primero, la capacidad de simplificar sustancialmente la visión de un fenómeno o situación, y segundo, la posibilidad de comunicar, de una manera sencilla, información científica y técnica al público interesado (IFEN, 1997; OSC, 2003).

La administración de los recursos naturales y tener una forma de medir la mejora continua, es de vital importancia en los diversos agroecosistemas, por lo que se debe conservar y preservar la continuidad de los procesos naturales que se desarrollan en ellos, para satisfacer las necesidades de la población actual, sin comprometer a las generaciones futuras del poder de satisfacer sus propias necesidades. El saber conservar y preservar los recursos es fundamental para mantener una producción y seguridad alimentaria que va en crecimiento en relación con la demografía, por lo que se ha vuelto un tema de gran importancia, y una preocupación a nivel internacional, teniendo una relación estrecha con términos de pobreza y desigualdad. En México se han desarrollado programas como La Cruzada Nacional Contra el Hambre para satisfacer dichas necesidades, teniendo en cuenta la importancia de los recursos naturales, en otros programas a nivel nacional, desde un Inventario Nacional Forestal y de Suelos hasta Programas para Conservación y Restauración de los mismos; como el programa de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA), con la finalidad de trabajar de manera interinstitucional e intersectorial, creando así una sinergia de esfuerzos para el buen manejo de agua y suelo.

Los integrantes del Ejido Chignautla, en su interés de mejorar continuamente, preservar y aprovechar de manera racional los recursos naturales y hacer frente al cambio climático han iniciado un proceso metodológico, alineado a un ordenamiento territorial para mostrar sus atracciones eco-turísticas como inicio al camino rumbo a la sostenibilidad. Las actividades que se realizan en el ejido Chignautla son una mezcla del conocimiento milenario y las tecnologías del siglo XXI, por lo tanto, es muy importante dar énfasis a la experiencia individual y grupal de los habitantes para adecuar lo que es viable en la comunidad con todas sus dimensiones socioculturales y ambientales; decía Enrique Florescano (1999) los lenguajes corporales, orales y visuales fueron los primeros transmisores de las experiencias

colectivas, y la forma más eficaz de heredar los conocimientos para asegurar la sobrevivencia del grupo, lo que es fundamental para el desarrollo de los programas de trabajo hacia el desarrollo sostenible.

II. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto busca identificar el grado de erosión del suelo y posibles cambios en algunas de sus propiedades, como materia orgánica, textura, etc, que en un periodo de tiempo darían como resultado una alteración de las condiciones ambientales naturales en el sistema del Ejido de Chignautla, ocasionando una degradación química y biológica de los suelos, con el consecuente impacto negativo en la agricultura tradicional de la zona y la actividad forestal, (afectando la salud y actividad económica de la población rural), que permitirá generar evidencia técnica de las alteraciones presentes en los suelos de la zona de estudio que contribuya a un mejor entendimiento del impacto que tienen las diversas actividades humanas y los cambios de uso de suelo en el medio ambiente inmediato, adaptando los criterios y técnicas de manejo y conservación de recursos dentro del Ejido Chignautla.

III. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio es el Ejido Chignautla, el cual se localiza en la Sierra Nororiental del Estado de Puebla, al sur de la cabecera Municipal de Chignautla, donde se encuentra su mayor territorio, teniendo en menor proporción parte de su territorio en los municipios de Cuyoaco, Tepeyahualco y una fracción pequeña de Xiutetelco, teniendo una sola localidad dentro del área limítrofe del ejido Chignautla, siendo la localidad de los Humeros. Esta región corresponde a una microcuenca de tipo arreica, es decir, una superficie carente de cursos de agua o con corrientes intermitentes, que se pierden por evaporación o infiltración; en dicha cuenca se encuentran localizados los municipios de Chignautla, Tepeyahualco, Xiutetelco y Cuyoaco en el estado de Puebla. La delimitación del área de estudio se realizó con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el estudio tuvo interacción (Figura 1).

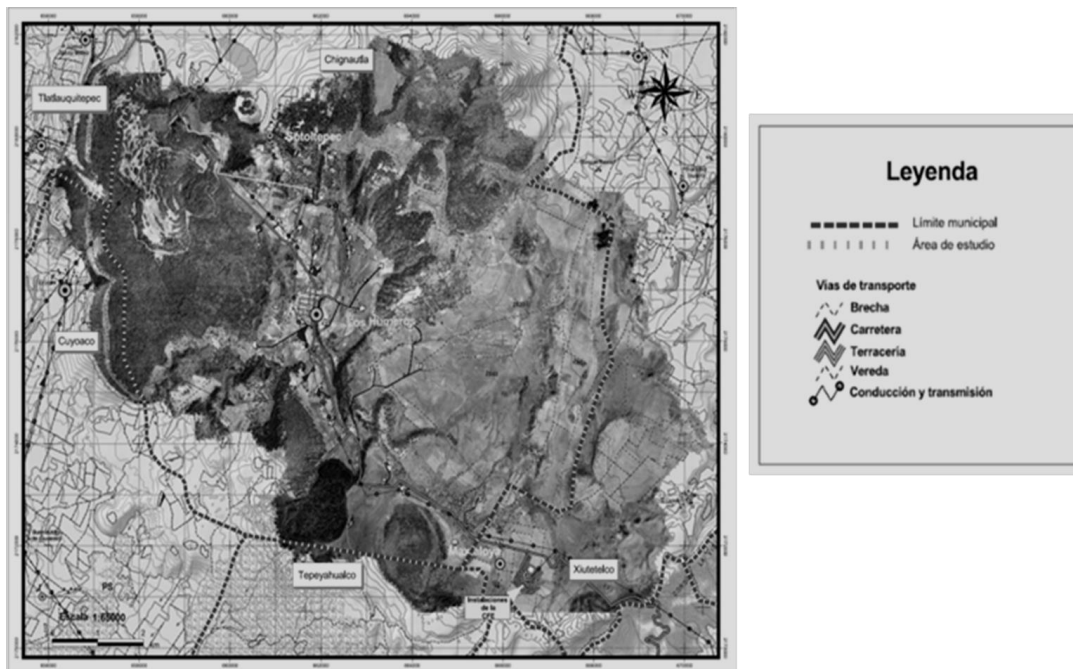


Fig. 1. Área de estudio del Ejido Chignautla.

IV. METODOLOGÍA

Para la delimitación del área de estudio se utilizaron como soporte datos sobre localidades, municipios, estados del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2015). La información fue procesada y digitalizada utilizando un software ArcGis, convirtiendo los datos en archivos kml, para su visualización en google y mejorar su representación. El área de estudio se definió delimitando la microcuenca arreica, para relacionar datos fisiográficos y espaciales dentro de la cual se encuentra el Ejido Chignautla.

En cuanto a la estimación de la erosión hídrica y eólica se utilizó la metodología enunciada en el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT, 2001).

Se realizó un recorrido general por el área de estudio, para verificar y seleccionar los perfiles que se estudiaron mediante la apertura de pozos, con una profundidad de dos metros o hasta encontrar el material parental (FAO, 1977). Las muestras se tomaron en los horizontes, subhorizontes o capas mostradas en los perfiles del suelo, en las que se le realizaron los análisis correspondientes en el laboratorio; textura de suelo, materia orgánica, pH, color, densidad aparente, densidad real, bases intercambiables, capacidad de intercambio catiónico y su relación con la pérdida de suelo.

Tomando la base de datos de las 6 estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que se localizan en la región de estudio en donde se tomó la precipitación media anual para el cálculo del índice de agresividad de lluvia y de viento que se utilizó para el cálculo de la erosión hídrica y eólica.

Aplicando los sistemas de información geográfica (SIG), para este estudio se utilizó el software ArcGIS 10.3 en la elaboración del mapa de erosión hídrica y eólica, representados en ton/ha/año del suelo que se erosiona.

Este trabajo se organizó contemplando los siguientes pasos:

PECRE: Periodo de Crecimiento, se obtiene a partir de la Carta de Precipitación, empleando la siguiente fórmula:

$$PECRE = 0.2408 (\text{Prec. Media}) - 0.0000372 (\text{Prec. Media})^2 - 33.1019.$$

IALLU: Índice de Agresividad de la Lluvia, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$$

En la tabla 1 se muestran los valores de Precipitación Media Anual los cuales se determinan con base en los rangos de la Carta de Precipitación. Asimismo, se muestran los valores para PECRE e IALLU, obtenidos mediante las fórmulas antes mencionadas.

Tabla I. Valores del cálculo del Periodo de Crecimiento (PECRE) e Índice de Agresividad de la Lluvia (IALLU).

Precipitación media anual	PECRE	IALLU
439.8 mm	65.61	58.98

CAERO: Calificación de la Erodabilidad, se obtiene a partir de la carta de Edafología escala 1:250 000 y realizando la actualización de suelos de acuerdo a la nueva clasificación de la WRB 2009, obteniendo las siguientes unidades de suelo; Andosoles, Leptosoles y Regosoles (Tabla II).

Tabla II. Valores de Calificación de la Erodabilidad (CAERO) de acuerdo al tipo de suelo.

Nombre del suelo	Clave de suelo	CAERO
Andosol	A	0.5
Leptosol	L	2.0
Regosol	R	1.0

CATEX: Calificación de la Textura, se obtiene a partir de la carta de Edafología y de propiedades físicas y químicas que se obtuvieron de las tomas de muestra de cada unidad de suelo.

En la tabla III muestra los nombres de los suelos existentes en el estado de Puebla, así como su correspondiente valor de textura (CATEX), estos valores corresponden a la distribución de los suelos en el estado y pueden ó no ser iguales para un mismo tipo de suelo.

Tabla III. Valores de Calificación de la Textura (CATEX) de acuerdo a la textura de suelo.

Suelo	Clave	Textura	Catex	Textura	Catex	Textura	Catex	Fase	Catex
Andosol	A	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o Pedregosa	0.5
Leptosol	L	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o Pedregosa	0.5
Regosol	R	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o Pedregosa	0.5

CATOP: Calificación de la Topografía, se obtiene a partir de la Carta de Pendientes elaborada con ARGIS. Para asignar el valor de CATOP, se agruparon las pendientes en tres rangos: de 0° a 8°, de 8° a 30 y mayores a 30°.

Los tres valores asignados al CATOP de acuerdo con el rango de Pendiente, y la metodología utilizada se muestran en la tabla IV.

Tabla IV. Valores de Calificación de la Topografía (CATOP) y rangos de pendientes.

Rango de Pendiente	CATOP
De 0° a 8°	0.35
De 8° a 30°	3.50
Mayor de 30°	11.00

CAUSO: Calificación del Uso del Suelo, se obtiene a partir de la Carta de Inventario Nacional Forestal y los valores de la variable CAUSO se muestran en la tabla V.

HOLA

Tabla V. Valores de Calificación del Uso del Suelo (CAUSO) de acuerdo al tipo de vegetación de cada unidad de suelo.

Nombre	Clave uso de suelo	CAUSO
Agricultura de Temporal con Cultivos Anuales	A	0.80
Bosque de Pino- Encino (Incluye Encino-Pino)	B/ PQ	0.10
Pastizal Natural (Incluye Pastizal-Huizachal)	P	0.12

IAVIE: Índice de Agresividad del Viento, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$$

Finalmente, se realiza el cruzamiento de las cartas mencionadas en los insumos con lo cual se tienen las variables para calcular la Erosión Hídrica.

$$Erosión Hídrica = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

$$\text{Erosión Eólica} = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO}$$

Siendo las unidades de medida: ton/ha/año. Los valores de la Erosión Hídrica se clasifican en cuatro rangos como se muestra en la tabla VI.

Tabla VI. Valores de Erosión Hídrica.

Rangos	Clasificación
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy alta
De 50 a 200 ton/ha/año	Alta
De 10 a 50 ton/ha/año	Media
Menor de 10 ton/ha/año	Baja

Tabla VII. Valores de Erosión Eólica.

Rangos	Clasificación
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy alta
De 100 a 200 ton/ha/año	Alta
De 50 a 100 ton/ha/año	Media
Menor de 12 a 50 ton/ha/año	Baja
Menor de 12 ton/ha/año	Sin erosión

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. Erosión Hídrica

Es un proceso natural que consiste en la pérdida paulatina de los horizontes edáficos del suelo, debido a agentes hídricos y que se pueden presentar en forma laminar, en surcos o en cárcavas. La erosión es una forma de arrastre de los primeros centímetros de la superficie del suelo, pudiendo dejar al descubierto las raíces de las plantas e incluso llegar al afloramiento de gravas, piedras y rocas.

Tabla VIII. Resumen de cálculo de erosión hídrica en el Ejido Chignautla.

Suelos	PECRE	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Ton/ha/año	Valores de Erosión
Leptosol	65.61	58.98	2	0.5	3.5	0.1	20.64	Media
Regosol Eutríco	65.61	58.98	1	0.5	0.35	0.8	8.26	Baja
Andosol	65.61	58.98	0.5	0.5	11	0.12	19.46	Media

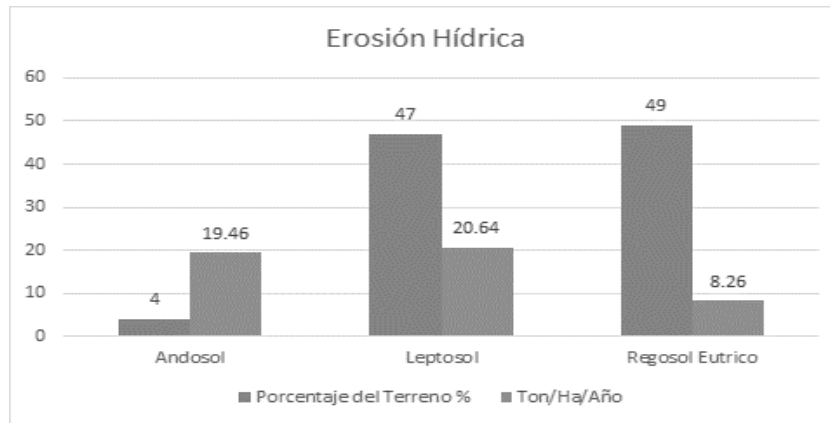


Fig. 2. Grafica de Erosión Hídrica del Ejido Chignautla.

Los valores estimados para la pérdida de suelo por Erosión Hídrica para el Ejido Chignautla de acuerdo al tipo de suelo se observa en la figura 3.

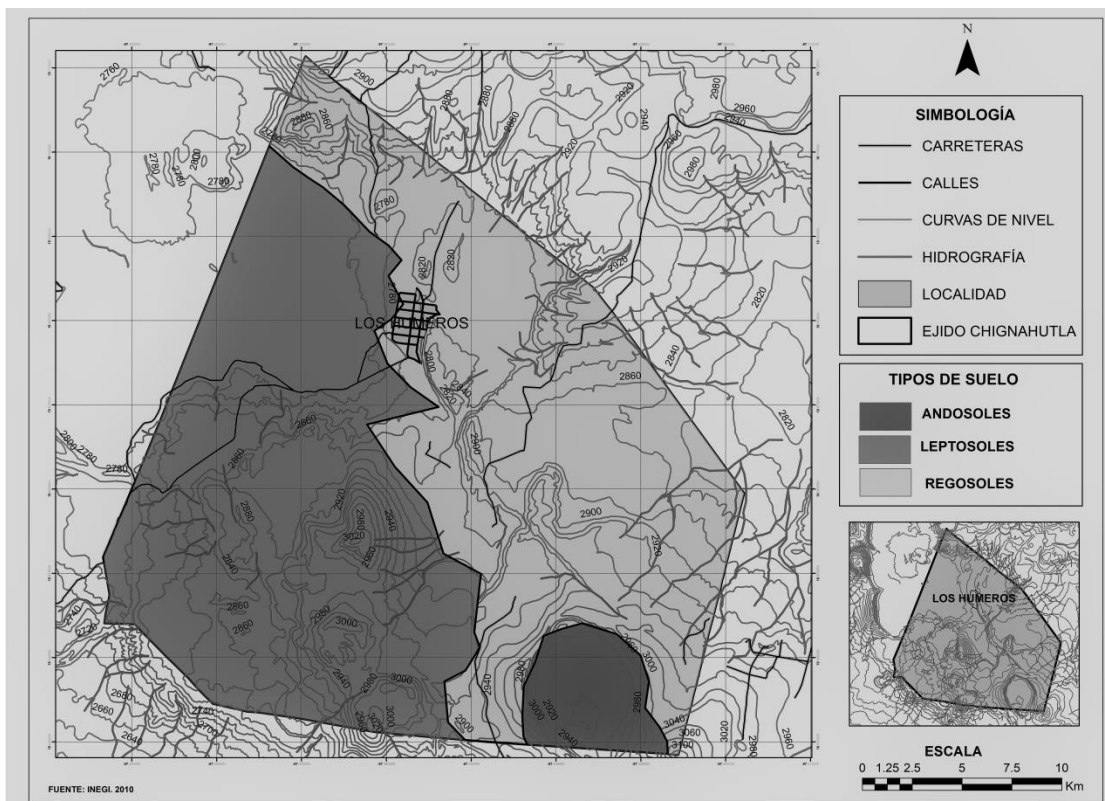


Fig. 3. Edafología y su relación con la Erosión Hídrica del Ejido Chignautla.

B. Erosión Eólica

Es el proceso natural que consiste en la pérdida paulatina de los horizontes Edáficos, debido a la acción del viento, siendo la forma laminar la más representativa. Es una forma de arrastre de los primeros centímetros de la superficie del suelo, pudiendo dejar al descubierto las raíces de las plantas e incluso llegar al afloramiento de gravas, piedras y rocas.

Tabla IX. Resumen de cálculo de erosión eólica en el Ejido Chignautla.

Suelos	PECRE	IAVIE	CATEX	CAUSO	Ton/ha/año	Valores de Erosión
Andosol	65.61	110.57	1.25	0.30	41.464	Baja
Leptosol	65.61	110.57	1.25	0.20	27.643	Baja
Regosol	65.61	110.57	1.25	0.70	96.749	Media

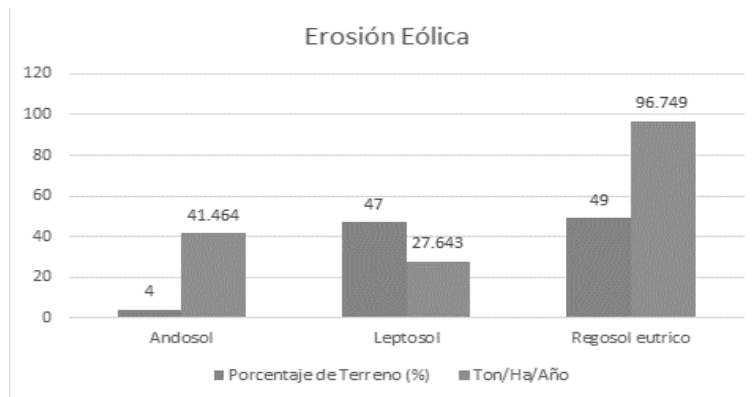


Fig 4. Edafología y su relación con la erosión eólica del Ejido Chignautla.

En la figura 5 se muestran los valores estimados para la pérdida de suelo por Erosión Eólica para el Ejido Chignautla de acuerdo al tipo de suelo.

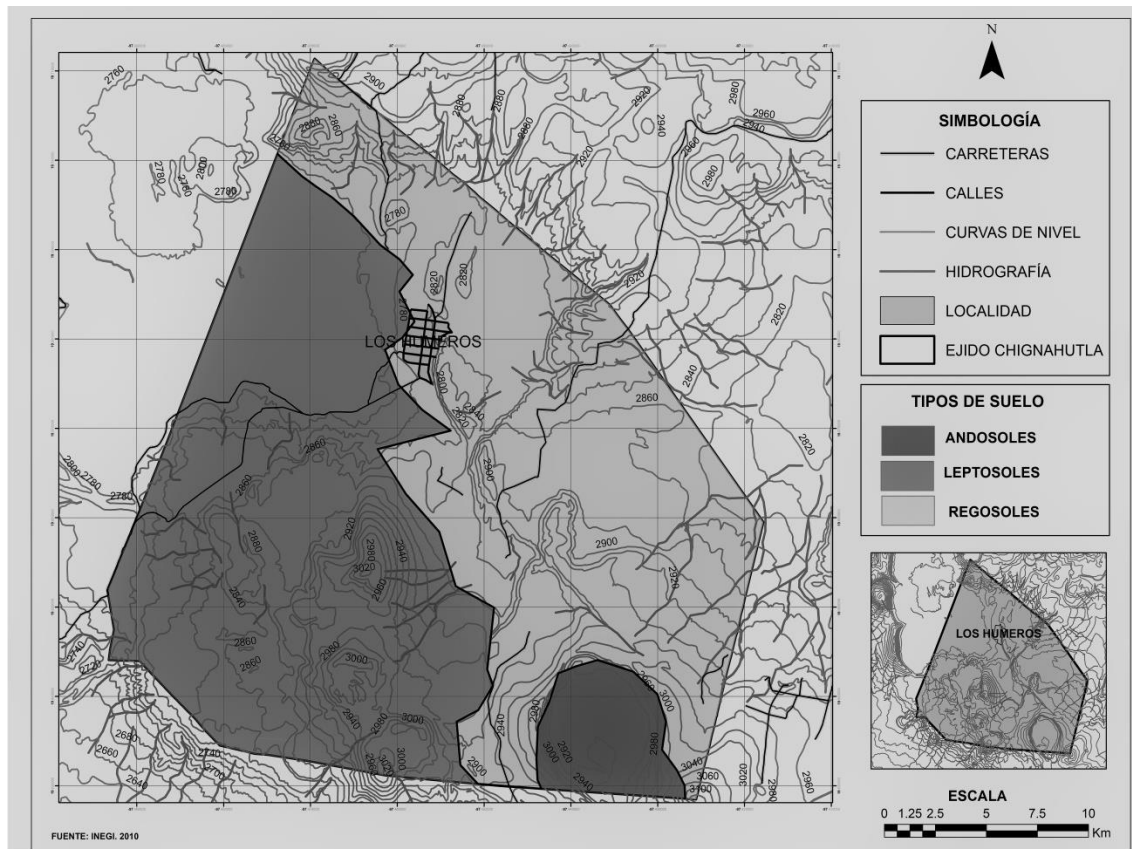


Fig 5. Edafología y su relación con la erosión eólica del Ejido Chignautla.

C. Discusiones

Como resultado de los estudios realizados en el Ejido Chignautla, se encontró que el 49% de su territorio presenta un grado de erosión media, el cual abarca áreas dedicadas a la agricultura de temporal principalmente, esto es debido que después de terminar el ciclo de cultivo, los suelos quedan ociosos en etapa de barbecho a expensas de las condiciones climáticas, situación que incrementa por malas prácticas agrícolas asociados al monocultivo de maíz, cebada y haba principalmente. El 51% de la superficie presenta erosión baja, con áreas dedicadas a agricultura de temporal, pastizal inducido y vegetación forestal (Figura 2 y 3); por actividades de los pobladores que talan el bosque para conseguir carbón, leña y al sobrepastoreo de ganado, han propiciado la pérdida de vegetación que provoca el incremento de la erosión de sus suelos. Otra causa que agrava el problema en gran medida es pendiente, que aumenta el arrastre de las partículas finas por efecto de lluvia y viento, Aunado el crecimiento poblacional de la región que invade espacios con vocación agrícola y forestal cambiando su uso y poniendo en riesgo el deterioro del medio ambiente.

De acuerdo a los resultados se puede concluir que los procesos erosivos afectan en diferente medida las características y propiedades de los suelos en la región, lo cual influye directamente a las condiciones socioeconómicas de las poblaciones rurales que habitan en el lugar.

La pérdida paulatina de las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas de los suelos durante el proceso de explotación agrícola, forestal y pecuario, la falta de políticas públicas de reactivación del campo, conservación, restauración, manejo de los suelos son la causa de que actualmente los campesinos no cuenten con suelos aptos para la agricultura y de ésta manera no

obtengan el medio de sustento, incrementando los índices de pobreza y marginación en la zona de estudio.

REFERENCIAS

- Astier, M., Masera, O., & Galván-Miyoshi. (2008). *Evaluación de Sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidisciplinario*. Valencia, España: Mundiprensa. p.210.
- Astier M., & J. Hollands. (2007). *Sustentabilidad y Campesinado. Seis Experiencias Agroecológicas en Latinoamérica*. México, D.F. : Mundiprensa. p. 262
- Crespo, J. M., & Vila-Viñas, D. (2015). *Comunidades: saberes y conocimientos originarios, tradicionales y populares*. Ecuador. Quito: IAEN-CIESPAL.
- Florescano, E. (1996). *Etnia, Estado y nación. Ensayo sobre las identidades colectivas en México*. Mexico: Nuevo Siglo Aguilar.
- FAO. 1977. *Guía para la descripción de perfiles de suelo. Servicio de fomento y conservación de Recursos de suelos*. Dirección de Fomento de tierras y Aguas, UNESCO, Roma. p.69.
- Conagua. (2010). *Información Climatologica*. Julio 08, 2017. Servicio meteorológico nacional Sitio web: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=pue,estado?estado=pue>.
- INEGI. (2015). Datos vectoriales de la carta Topográfica E14 B 25 escala 1:50, 000.
- IFEN. (1997). *Agriculture at environment: les indicateurs*. Institut Francais de I, Environnement, Orleans, France.
- Indicadores OCDE. (2013). *Panorama de la educación en 2013*.
- OSC. (2003). *Informe sobre la situación de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales en México*.
- Términos de Referencia Generales para la Elaboración del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (versión agosto del 2001) y apoyados en el Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Documento Central. Subsecretaría de Ecología (1988).