



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFÍA

**EROSIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS Y POBREZA POR ACCESO A LA
ALIMENTACIÓN EN MÉXICO: UNA APROXIMACIÓN GENERAL.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN GEOGRAFÍA.**

PRESENTA:

JOSÉ ALFONSO CORONA JIMÉNEZ

TUTORA:

DRA. HELENA COTLER ÁVALOS

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GEOGRAFÍA Y GEOMÁTICA

“ING. JORGE L. TAMAYO A.C.”



CIUDAD DE MÉXICO, 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Naturaleza.

¡Qué hermosos se ven los campos cuando empieza a amanecer!

Más hermoso es el árbol cuando empieza a florecer.

Del árbol recibo frutos, recibo sombra.

Él purifica el aire que respiro

Son los cerros, los montes, los que inspiran la alegría.

Las flores del campo me ayudan a correr libremente.

Quisiera que todos me acompañen en coro

para agradecer a la naturaleza

por todo lo que nos da.

Anónimo.

Texto tomado de *MIAK TOMIN* (UN TESORO). Lengua Náhuatl. Estado de Puebla (2013).

Biblioteca Escolar Indígena y Migrante.

Secretaría de Educación Pública (SEP) México.



Dedicado a:

Mis padres, sin ustedes esto no hubiese sido posible, gracias por su apoyo, ser un gran ejemplo para los tres, pues son la base de todo lo que somos.

A mis hermanas, gracias por su apoyo durante este proceso, por su comprensión y paciencia, por escucharme y motivarme.

A la abuelita poblana y la abuelita oaxaqueña, sin su experiencia e historia, mi interés por los temas agrícolas fuera diferente.

Agradecimientos:

Querida Universidad Nacional Autónoma de México, gracias por formar parte de mí historia, por aprender y aprehender diferentes cosas en tus aulas y de tus profesores, por enseñarme lo diverso y complejo que puede ser nuestro medio, por todas las facilidades y experiencias vividas. Aquí una parte de todo lo que me has dado académicamente.

A mis asesores:

Gracias por su confianza, su tiempo, paciencia, enseñanzas y facilidades que me otorgaron durante este tiempo.

Dra. Helena Cotler Ávalos: muchas gracias por su paciencia, por su tiempo, por sus consejos académicos y profesionales, por guiarme en este proceso, sobre todo por inspirarme a seguir aprendiendo más sobre los suelos y valorar su importancia.

Mtro. José Mauricio Galeana Pizaña: gracias por su paciencia, tiempo, consejos, comentarios, apoyo y disposición para guiarme en esta investigación.

A mis sinodales:

Dra. Silke Cram, Dra. Rocío Alanís y Mtra. Flavia Tudela, gracias por dedicar parte de su tiempo en la revisión y enriquecimiento de esta investigación. Además de sus conocimientos transmitidos en clase.

A mis amigos:

Sin ustedes, las experiencias en la universidad no hubiesen sido lo mismo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETIVOS:.....	13
3. HIPOTESIS	13
4. MARCO TEÓRICO.....	15
4.1. Concepto de suelo.	15
4.2. Funciones del suelo.....	17
4.3. Degradación del suelo.....	19
4.4. Erosión del suelo.....	20
4.5. Degradación del suelo en México.....	24
4.6. Degradación y aspectos sociales.....	26
4.7. Carencias sociales en México.	27
4.8. Complejidad de estudios socio-ambientales.	29
4. MÉTODO.....	31
4.1. Insumos utilizados para erosión de suelos agrícolas.....	34
4.2. Uso de Suelo y Vegetación: Agricultura de temporal y humedad anual.....	34
4.3. Degradación de suelos en México.....	35
4.4. Estadística agrícola.....	37
4.5. Insumos utilizados para carencias sociales en México.....	39
4.6. Problemática para el desarrollo de la agricultura.....	40
4.7. Pobreza en México.....	41
4.8. Análisis y procesamiento de la información	43
5. RESULTADOS.....	45
5.1. Agricultura de temporal anual.....	45
5.2. Erosión hídrica en suelos agrícolas de temporal anual.....	47
5.3. Unidades de producción en suelos agrícolas de temporal anual con erosión hídrica. 51	
5.4. Agricultura de humedad anual.....	54
5.5. Erosión de suelos de humedad anual.....	56
5.6. Destino de la producción.....	58
5.7. Principales resultados obtenidos del cruce de información.....	60
5.8. Población en el sector primario y problemática en la realización de actividades....	60
5.9. Carencia por acceso a la alimentación y Unidades de Producción con suelos erosionados.....	64
6. DISCUSIÓN.....	77
7. CONCLUSIONES.....	83
8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Distribución de la superficie de agricultura de temporal anual por entidad federativa.....	45
Gráfico 2. Superficie erosionada por grado en suelos agrícolas de temporal anual por Entidad Federativa.....	47
Gráfico 3. Principales causas de degradación en suelos agrícolas de temporal anual en México según incidencia. (Fuente: SEMARNAT-COLPOS, 2002).	49
Gráfico 4. Superficie ocupada por Unidades de Producción en suelos agrícolas de temporal anual y superficie erosionada.....	51
Gráfico 5. Destino de la producción en las Unidades de Producción en agricultura de temporal anual por Entidad Federativa.	52
Gráfico 6. Destino de la producción en las Unidades de Producción en agricultura de temporal anual y superficie erosionada.....	52
Gráfico 7. Superficie ocupada por suelos agrícolas de humedad anual.	54
Gráfico 8. Superficie erosionada en suelos agrícolas de humedad anual.	56
Gráfico 9. Principales causas de degradación.	58
Gráfico 10. Destino de la producción de las UP.....	58
Gráfico 11. Superficie ocupada por Unidades de Producción en suelos agrícolas de humedad anual y superficie erosionada.....	59
Gráfico 12. Destino de la producción de las UP y superficie erosionada.....	59
Gráfico 13. Tasa de ocupación en el sector primario (actividades agropecuarias) en 2014 por Entidad Federativa.....	61
Gráfico 14. Población ocupada en el sector primario en 2017. Por trimestre (I-IV).	61
Gráfico 15. Unidades de Producción según ingresos del productor.	62
Gráfico 16. Principales problemas en la realización de actividades agropecuarias.	63
Gráfico 17. Superficie agrícola, UP que reportan pérdida de fertilidad del suelo y superficie erosionada.....	63
Gráfico 18. Carencia por acceso a la alimentación.	64
Gráfico 19. Número de personas en carencia por acceso a la alimentación 2010-2016. .	64
Gráfico 20. Población en carencia por acceso a la alimentación en las Entidades con UPE en los años 2010 y 2015.....	70
Gráfico 21. UPE y población en carencia por acceso a la alimentación.	73
Gráfico 22. Gráfico de dispersión entre superficie agrícola de temporal anual con erosión y población en carencia por acceso a la alimentación por estado.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Horizontes del suelo. Tomado de Smith y Smith (2006).....	16
Figura 2. Funciones del suelo. Elaboración propia a partir de Brady y Weil (1999) y Blum (2005).	17
Figura 3. Servicios ambientales del suelo. Elaboración propia a partir de McBratney <i>et al.</i> , (2014), y Brady y Weil (1999)	18
Figura 4. Principales causas de la degradación del suelo. Elaboración propia a partir de Cotler <i>et al.</i> , (2007).	19

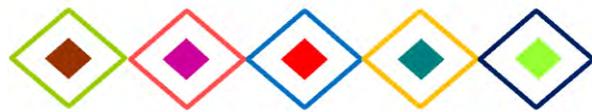
Figura 5. Formas de degradación de suelos. Elaboración propia a partir de Porta et al., (2013), Dubbin (2001) y SEMARNAT (2015)	20
Figura 6. Proceso de erosión. Elaboración propia a partir de Kirkby, (1980) y Castro <i>et al.</i> , (2012).	21
Figura 7. Relación entre degradación de suelos y salud humana. Elaboración propia a partir del modificado de Deckelbaum <i>et al.</i> , (2006) en Lal (2009).....	23
Figura 8. Degradación de suelos en México. Elaboración propia a partir de SEMARNAT-COLPOS (2003).	25
Figura 9. Degradación del suelo y su relación con otros factores. Elaboración propia a partir de FAO (2017).	26
Figura 10. Diagrama metodológico.	31
Figura 11. Esquema metodológico empleado en el análisis de erosión y agricultura.	32
Figura 12. Esquema metodológico utilizado en el análisis de erosión de suelos agrícolas y carencia por acceso a la alimentación.	33
Figura 13. Mapa de Agricultura de temporal anual en México.....	46
Figura 14. Mapa de erosión de suelos agrícolas de temporal.	48
Figura 15. Mapa de causas asociadas a erosión,	50
Figura 16. Mapa de Unidades de Producción destinadas al autoconsumo.	53
Figura 17. Mapa de agricultura de humedad anual.	55
Figura 18. Mapa de erosión en suelos de agricultura de humedad anual.....	57
Figura 19. Mapa de la población en carencia alimentaria 2010.....	65
Figura 20. Mapa de la población en carencia alimentaria 2015.....	66
Figura 21. Estados con el mayor número de municipios con UPE.	68
Figura 22. Entidades con el mayor porcentaje de municipios con UPE.....	69
Figura 23. Población en carencia por acceso a la alimentación en los Estados con UPE (2010).	71
Figura 24. Población en carencia por acceso a la alimentación en Estados con UPE (2015).	72
Figura 25. Mapa de población en carencia por acceso a la alimentación (2015) y Unidades de Producción con suelos agrícolas erosionados (UPE).	74

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Fuentes utilizadas para el estudio de erosión de suelos agrícolas.	34
Cuadro 2. Estudios relacionados con carencias sociales en México.....	39
Cuadro 3. Superficie agrícola de temporal en México (INEGI, 2011).	45
Cuadro 4. Superficie de agricultura de humedad.	54
Cuadro 5. Hectáreas afectadas a nivel nacional, según grado de erosión en suelos de agricultura de temporal anual y humedad anual.....	60
Cuadro 6. Síntesis de resultados obtenidos para erosión de suelos agrícolas.....	60
Cuadro 7. Municipios con mayor población con carencia por acceso a la alimentación 2015.	67
Cuadro 8. Entidades con mayor número de personas en carencia por acceso a la alimentación y UPE.....	73



Agricultura de temporal anual: cultivo de maíz en ladera. [Fotografía: José Alfonso Corona Jiménez]. Xochiapulco, Puebla, México. 2016.



RESUMEN

El suelo es uno de los recursos fundamentales para el desarrollo de los ecosistemas y los seres vivos, cumple con múltiples funciones como la producción de alimento, la filtración de agua, regula ciclos biogeoquímicos, es medio para el crecimiento de la vegetación, es hábitat de organismos y contribuye a la mitigación del cambio climático, sin embargo, el manejo inadecuado de éste debido a las actividades humanas incrementa su degradación.

En México existen 28 de los 32 grupos de suelo reconocidos a nivel mundial, la mayoría son suelos someros con menos de 25 cm de profundidad, poco fértiles y tienden a degradarse, parte de ellos son utilizados para agricultura de temporal generalmente practicada en zonas rurales.

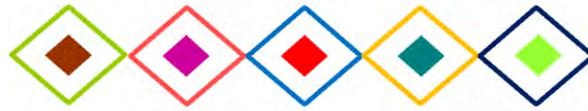
Con el objetivo de analizar la relación entre la erosión de suelos agrícolas de temporal anual y la pobreza por acceso a la alimentación en el medio rural de México, la siguiente investigación se desarrolló a partir del cruce de información cartográfica y estadística emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Los resultados muestran que, 16% del territorio nacional con superficie de uso agrícola de temporal anual presenta pérdida del suelo superficial por erosión hídrica. Como resultado, de 2007 a 2014 la percepción de pérdida de fertilidad del suelo por parte de los productores pasó de 18% a 39%.

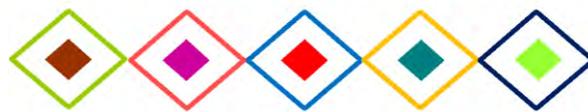
En 2007, de las Unidades de Producción con suelo agrícola erosionado (UPE) 56% destinaba los bienes agrícolas al autoconsumo total y 44% a la venta de excedentes. Adicionalmente en 2015, 10% de la población en carencia alimentaria se localizaba en municipios con UPE.

El análisis de correlación lineal entre la superficie con pérdida del suelo superficial por erosión hídrica y la población en carencia por acceso a la alimentación presenta un valor de $r=0.65$, sugiriendo una relación moderada, es decir, existe cierta relación pero no necesariamente es la causa.

Palabras clave: erosión hídrica, suelos agrícolas de temporal anual y carencia por acceso a la alimentación.



Preparación de parcela para nueva siembra: de enero a marzo se realizan labores para retirar hierbas y restos de la cosecha del año anterior, se prepara el terreno para volver a cultivar [Fotografía: José Alfonso Corona Jiménez]. Zacapoaxtla, Puebla, México. 2014.



1. INTRODUCCIÓN

El suelo es un cuerpo natural y dinámico donde se llevan a cabo varias interrelaciones entre organismos, litósfera, atmósfera e hidrósfera, es medio para el crecimiento de la vegetación, es sustento de un ecosistema, proporciona diversos servicios ambientales como infiltración de agua, regulación de ciclos biogeoquímicos, hábitat de organismos y provee de alimentos para la población (SEMARNAT, 2013).

La erosión es un proceso de alteración, puede ser eólica e hídrica, esta última degrada rápidamente a los suelos sin vegetación mediante la fuerza del agua dispersando las partículas que posteriormente son arrastrados hacia ríos, lagos, lagunas o presas, provocando la necesidad de invertir recursos económicos para desazolve de presas, recuperación de materia orgánica y nutrientes en suelos agrícolas, además de incrementar costos de producción, alcanzando valores de \$32 a \$54 USD por hectárea (Cotler *et al.*, 2011).

La degradación de suelos en zonas agrícolas puede contribuir a la migración de la población rural (Campbell y Berry, 1997. Citado por Cotler *et al.*, 2007), las consecuencias ambientales y sociales de estos procesos pueden ser enormes, involucrando desde la degradación hasta la pérdida de los ecosistemas y su biodiversidad (SEMARNAT, 2010).

Ramírez Mocarro (1998), señala que, *“en las zonas marginadas y de bajo potencial productivo se desarrolla una producción agropecuaria orientada al autoconsumo, generalmente ubicadas en ecosistemas donde predomina un relieve abrupto, en reducidas extensiones, con sistemas tradicionales de cultivo, mínimo acceso al crédito y pocas veces satisface sus necesidades alimentarias con su producción. Por otro lado, muchas de sus tierras presentan erosión y pérdida de productividad; su población se mantiene con grandes rezagos sociales y en condiciones de pobreza”*.

En México, las zonas rurales abarcan cerca del 80% del territorio nacional, donde habitan aproximadamente 38 millones de personas, de éstas, la población ocupada se dedica principalmente a actividades agropecuarias y 72.6% de las unidades de producción rural son destinadas al autoconsumo total o parcial (SEDESOL, 2010; INEGI, 2007; ENA, 2012 y 2014).

A nivel nacional, 59.5% de los trabajadores recibe un pago por su labor en actividades agropecuarias y 26.4% es mano de obra no remunerada. En cuestión de género los hombres representan el mayor número de productores, aunque el número de mujeres va en aumento (ENOE, 2009; ENA, 2012; ENA, 2014).

En el país, la agricultura de temporal se desarrolla en zonas rurales donde la mayoría de la población destina su producción al autoconsumo, solventa gastos económicos por medio de trabajo no agrícola o por remesas, además se encuentra en edad avanzada, donde el 35.8% de los productores tiene un rango de edad de 46 a 60 años, le siguen los de 61 a 75 (29.4%); los de 26 a 45 (22.2%) y los de 18 a 25 (1.2%) (Coll-Hurtado y Godínez, 2003; ENA, 2014).

De acuerdo al Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario (2013-2018), el campo mexicano presenta baja productividad, competitividad y rentabilidad; además es un sector con bajo crecimiento económico, el cual enfrenta problemas relacionados con degradación ambiental a causa de la sobreexplotación, la salinización y la erosión de suelos. Asimismo, señala que, la población del sector rural es vulnerable, ya que presenta ingresos bajos y estacionales; carece de un salario fijo, enfrenta problemas de salud, rezago educativo, envejecimiento y la dependencia de la producción agrícola, principalmente del maíz, generalmente cultivado en zonas de temporal, todos estos factores inciden en la pobreza.

De acuerdo a la Ley General de Desarrollo Rural Sustentable, en su artículo 15, fracción III y VII, señala como uno de los propósitos del Plan Nacional de Desarrollo en el sector rural, fomentar acciones en materia de salud y alimentación para el desarrollo rural sustentable, de igual modo, combatir la pobreza y la marginación en este medio

Las repercusiones de la erosión del suelo afectan de distinto modo, por ejemplo, las actividades agropecuarias se verían afectadas si los suelos no tienen la misma capacidad de retención de agua o por la falta de nutrientes, como consecuencia los agricultores tendrían que invertir en agroquímicos y tal vez su actividad deje de ser rentable debido al incremento de costos, es decir, invertir más de lo que en realidad se gana, en casos más severos, si la actividad agrícola representa la única fuente de ingreso y sumadas diversas carencias socioeconómicas, las pocas oportunidades laborales existentes se reducirían obligándolo a buscarlas fuera de su comunidad y probablemente caer en precariedad.

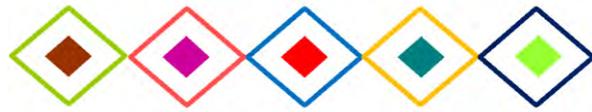
Es reconocido que el sector agropecuario enfrenta problemas como la pobreza, la desigualdad, el deterioro ambiental, dificultades en la producción debido a altos costos, poca competitividad, envejecimiento, pocas capacidades financieras y el abandono de la actividad agrícola. De 1991 a 2009 disminuyó el número de Unidades de Producción con actividad agrícola y el trabajo asalariado no agrícola en zonas rurales aumentó siendo los pequeños negocios los generadores del 47.5% de empleo rural (Carabias *et al.*, 1994; Ávila-Foucat, 2017; Etchevers *et al.*, 2016; Robles-Berlanga, 2012, SEDESOL, 2010).

En este sentido es importante reconocer las consecuencias sociales derivadas de este fenómeno, pues los suelos son importantes para los ecosistemas y las actividades económicas, principalmente la agricultura, que es base para la alimentación y generalmente realizada en zonas rurales, y de acuerdo a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 4° se establece que *“Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad que el Estado está obligado a garantizar”*.

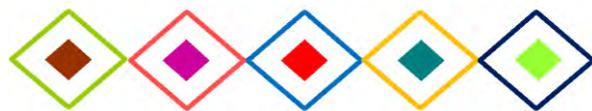
La mayoría de estudios enfocados en problemas ambientales toman en cuenta a fenómenos más notables y se da poca importancia a los de lento avance como la erosión, aunque a veces, estos son los que dejan mayores consecuencias (Lackzo y Aghazarm, 2009). La degradación ambiental también afecta a la población mediante problemas de salud, inequidad y marginación social (Luna y Padilla, 2014).

La presente investigación emana del interés de conocer como la erosión afecta a los suelos de uso agrícola y a los productores que destinan total o parcialmente su producción al autoconsumo.

Para ello se plantearon las siguientes preguntas ¿De qué manera la erosión de suelos afecta a la población rural dedicada a actividades agrícolas para autoconsumo? y ¿Qué relación puede existir entre la erosión de suelos con la carencia por acceso a la alimentación?



Suelo erosionado: la erosión hídrica degrada a los suelos sin vegetación debido al impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento [Fotografía: Helena Cotler].



2. OBJETIVOS:

GENERAL:

- Analizar la relación entre la erosión hídrica en suelos agrícolas de temporal anual con carencia por acceso a la alimentación en el medio rural de México.

PARTICULARES:

- Identificar las principales causas que inciden en la erosión hídrica.
- Identificar el destino de la producción agrícola de las Unidades de Producción con suelo erosionado.
- Identificar las entidades federativas en carencia por acceso a la alimentación y superficie agrícola de temporal anual con erosión hídrica.

3. HIPOTESIS

La erosión de suelos es un fenómeno que tiene repercusiones socioambientales a escala regional, la actividad agrícola puede incrementar este proceso, con el paso del tiempo impacta en su calidad, lo cual puede afectar a los productores que destinan su producción al autoconsumo e influir en la carencia por acceso a la alimentación.



Perfil de suelo en una parcela [Fotografía: José Alfonso Corona Jiménez]. Macho de agua, Zitácuaro, Michoacán, México. 2017.



4. MARCO TEÓRICO.

4.1. Concepto de suelo.

El suelo es uno de los recursos fundamentales para el desarrollo y manutención de la vida, cumple múltiples funciones como la producción de biomasa, de alimento, filtración de agua, regulación de ciclos biogeoquímicos, es hábitat de organismos, protege a los seres humanos y el medio ambiente (Blum, 2005; Porta *et al.*, 2013).

De acuerdo a Smith y Smith (2006) el suelo es el medio para el crecimiento de las plantas, es un producto natural formado por la meteorización de las rocas y la acción de los organismos vivos, compuesto por minerales y materia orgánica.

En general, el suelo es definido como un sistema abierto resultado de la interacción entre factores climáticos, temporales, topográficos y biológicos que actúan sobre la roca madre o material parental, compuesto por minerales, materia orgánica, oxígeno, agua y microorganismos, el cual intercambia energía y materia con la atmósfera, biosfera e hidrosfera, variando en el tiempo y en el espacio (Brady y Weil, 1999; Juárez *et al.*, 2006).

Los suelos se desarrollan a partir del material parental, con el paso del tiempo la materia orgánica se va acumulando, provocando la formación de capas horizontales descendentes (Smith y Smith, 2006); por tanto, los horizontes del suelo son definidos como capas paralelas a la superficie terrestre, los cuales se relacionan entre sí y presentan características determinadas por los procesos formadores del suelo condicionando el comportamiento y la respuesta de la vegetación (Porta *et al.*, 2013; Boul, 2008).

Los horizontes superficiales del suelo son más fértiles debido al constante intercambio de materia y energía, provocando mayor descomposición de materia orgánica, mayor porosidad, mayor retención de agua, mayor disponibilidad de nutrientes y mayor diversidad de microorganismos (Giráldez, 1998).

De acuerdo a Juárez *et al.*, (2006), Porta *et al.*, (2013) y Smith y Smith (2006) para identificar en campo a los horizontes del suelo se le asignan letras a cada uno, los cuales son:

O. Horizonte orgánico: predomina la acumulación de materia orgánica, constituida por restos vegetales sin transformar o poco transformados, la cual aún no es incorporada al suelo.

A. Horizonte mineral oscurecido por materia orgánica (capa superior del suelo): acumulación de materia orgánica humificada, presenta alta porosidad, aireación, microorganismos, densidad de raíces, coloración oscura.

B. Horizonte mineral: presenta acumulación por transporte descendente del horizonte A, presenta acumulación de materiales minerales y coloración rojizo o pardo.

C. Horizonte o capa mineral formada por materiales procedentes del material parental o roca madre: desintegración del material parental, poco alterado.

En la figura 1 se presenta un esquema general para identificar los horizontes del suelo en campo.

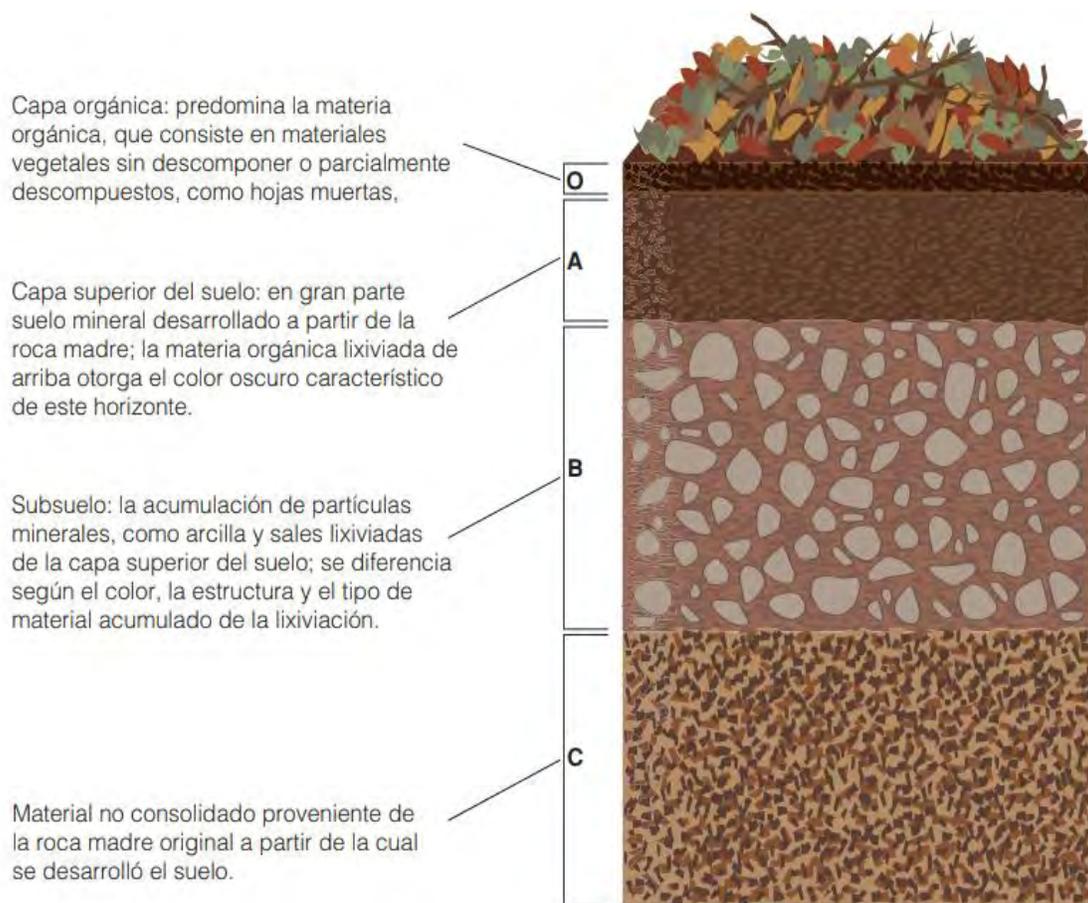


Figura 1. Horizontes del suelo. Tomado de Smith y Smith (2006).

4.2. Funciones del suelo.

Los sistemas naturales proporcionan diversos beneficios (provisión, regulación, soporte y culturales), los cuales se han transformado debido a la sobreexplotación de los recursos naturales (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005). Analizando los desafíos ambientales es reconocido que el suelo tiene importancia en estos, pues cumple con múltiples funciones (McBratney *et al.*, 2014), las cuales ofrecen servicios ambientales importantes para la sostenibilidad de los ecosistemas y la vida humana (Cotler *et al.*, 2007) (figura 2).



Figura 2. Funciones del suelo. Elaboración propia a partir de Brady y Weil (1999) y Blum (2005).

El suelo es base de los paisajes y ecosistemas, proporciona servicios biofísicos, económicos, culturales y espirituales a la humanidad (Koch *et al.*, 2013) (figura 3).

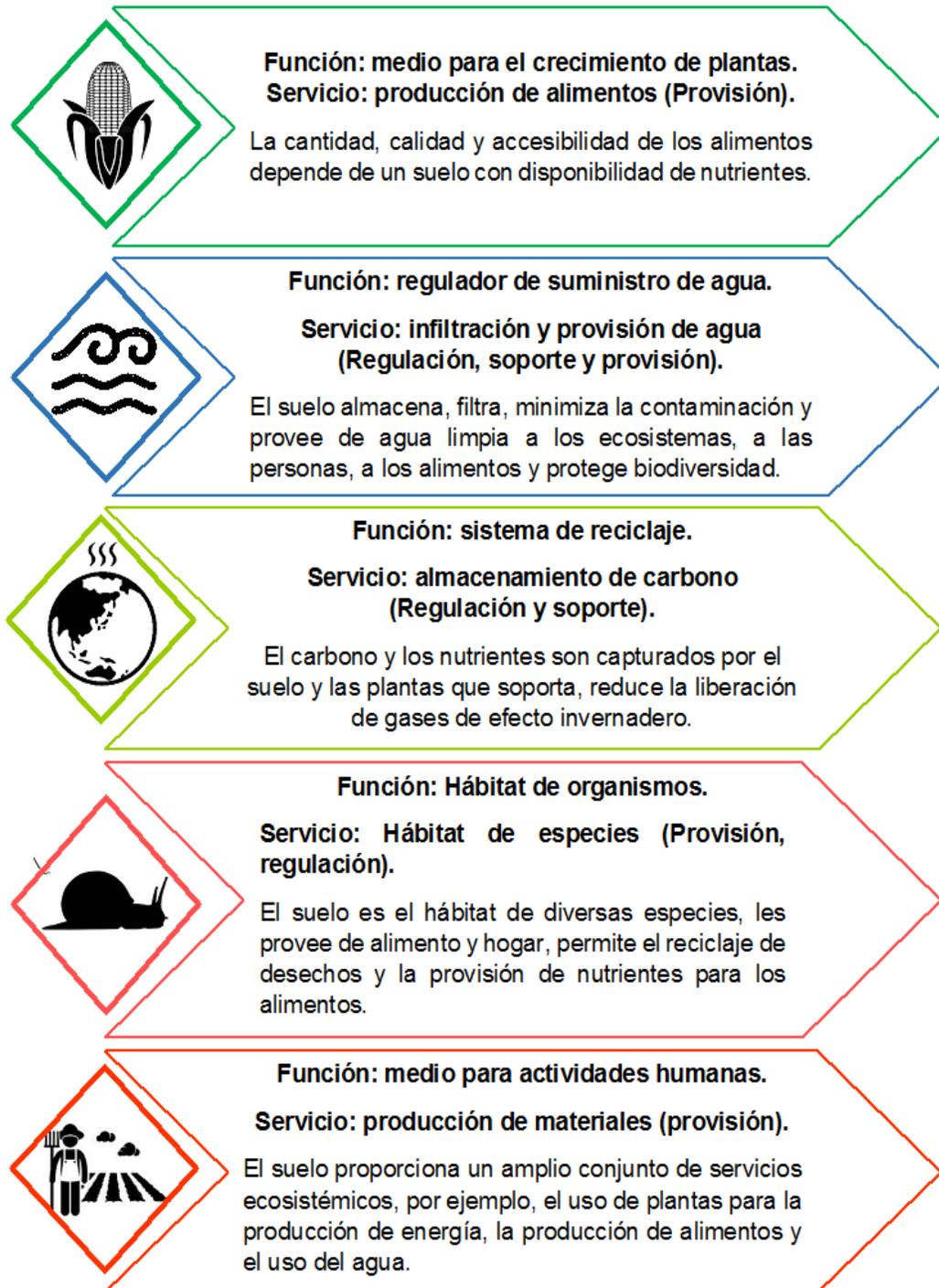


Figura 3. Servicios ambientales del suelo. Elaboración propia a partir de McBratney *et al.*, (2014), y Brady y Weil (1999)

4.3. Degradación del suelo.

El suelo es un recurso limitado que se ve afectado por su pérdida y degradación, lo que representa un problema irreversible a corto plazo, limitando los bienes y servicios que provee (FAO, 2015a; McBratney *et al.*, 2014; Koch *et al.*, 2013; Lal, 2009).

La degradación del suelo como un proceso inducido por el ser humano influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas de este recurso, con el paso del tiempo puede disminuir la capacidad de sus funciones actuales y futuras, de igual modo, afecta la provisión de bienes y servicios hacia las personas y los ecosistemas, convirtiéndose en un problema ambiental a diferente escala (local, regional y global), el cual va en aumento (Oldeman, 1988; FAO, 2015; Porta *et al.*, 2013; Cotler *et al.*, 2007; Castro *et al.*, 2012; Bautista, 2005).

Los suelos pueden ser más vulnerables dependiendo de las condiciones de cada sitio, sin embargo, en gran medida la degradación se debe a diversos factores ambientales, sociales y económicos relacionados entre sí (Lal, 2009; Porta *et al.*, 2013; Cotler, 2003; Cotler *et al.*, 2007; Castro *et al.*, 2012) (Figura 4).

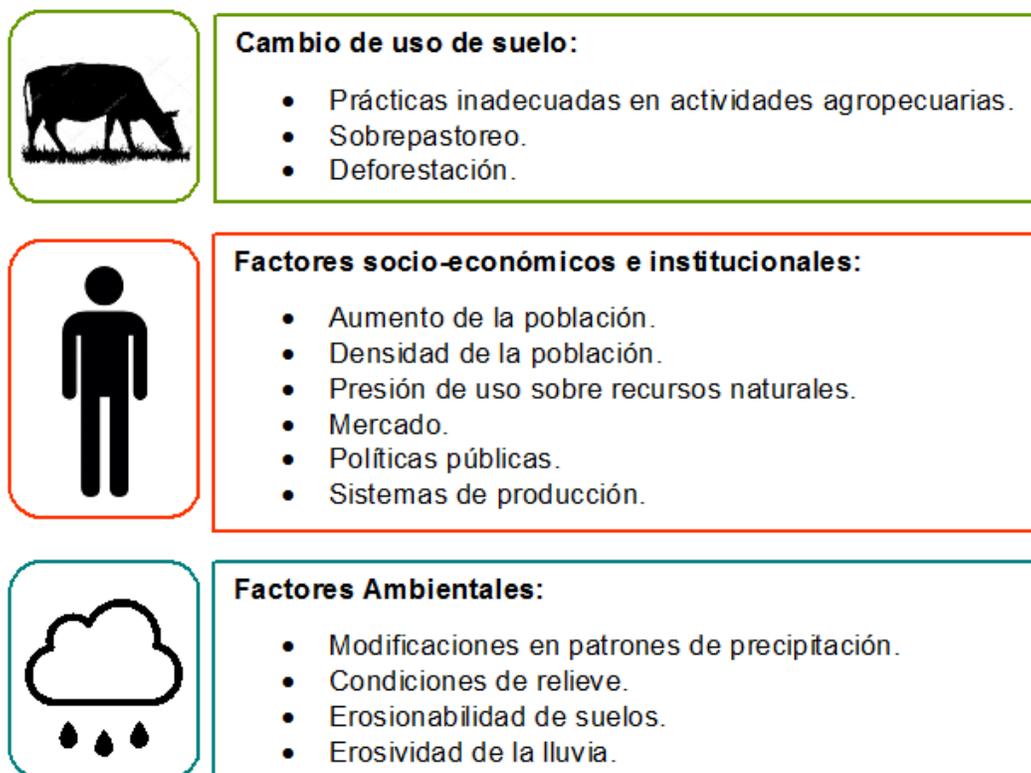


Figura 4. Principales causas de la degradación del suelo. Elaboración propia a partir de Cotler *et al.*, (2007).

Los procesos de degradación pueden reconocerse como se presenta en la figura 5.

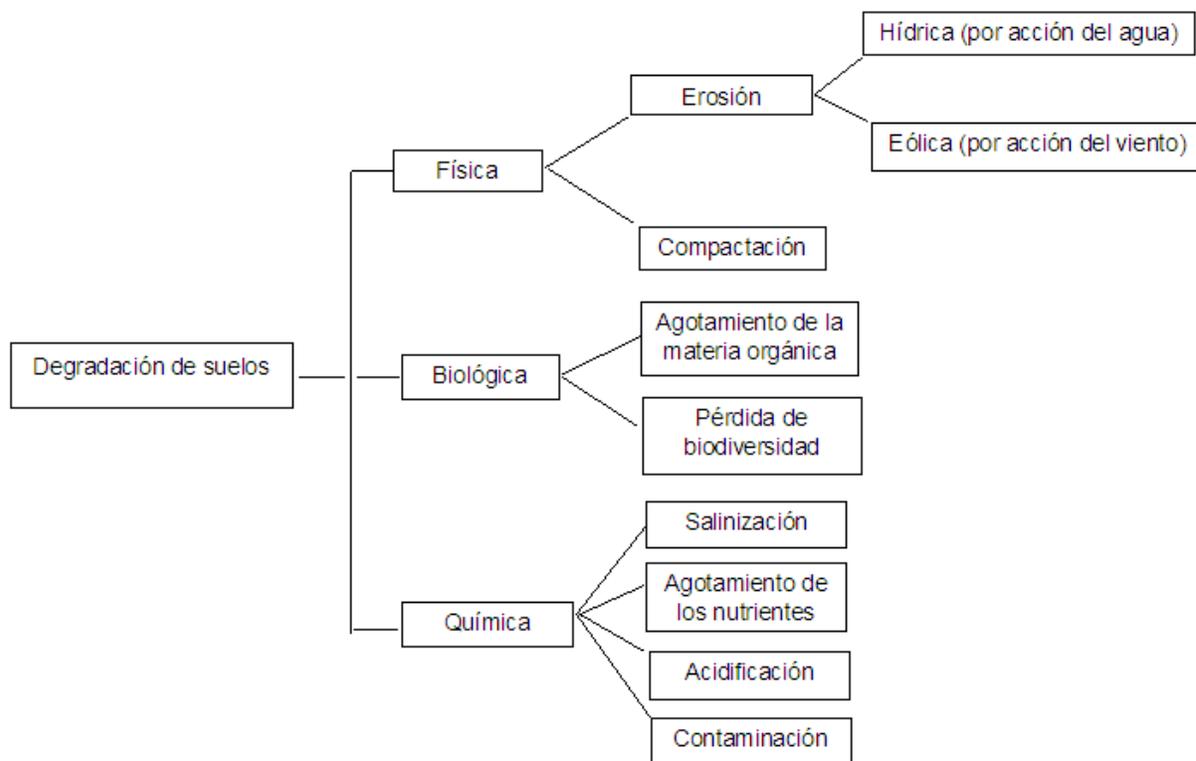


Figura 5. Formas de degradación de suelos. Elaboración propia a partir de Porta et al., (2013), Dubbin (2001) y SEMARNAT (2015)

4.4. Erosión del suelo.

El suelo al formar parte de un ecosistema tiene relación con todo lo que le rodea, es importante en aspectos biológicos, sociales y económicos, sin embargo, no es valorado como tal.

Una de las formas de degradación con mayor importancia es la erosión, definida como un proceso que implica la remoción del material superficial por acción del agua o del viento (Kirkby, 1980; Romero *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2012),

De acuerdo a Kirkby (1980) y Castro *et al.*, (2012), la erosión es un proceso que ocurre en tres etapas, como se muestra en la siguiente figura.

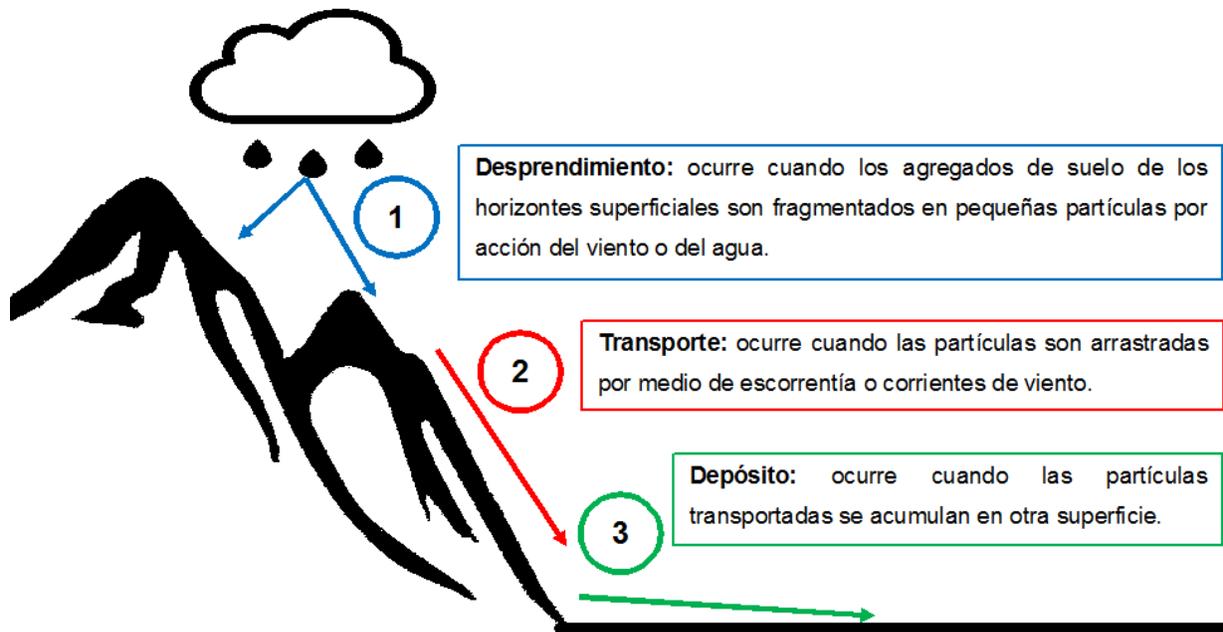


Figura 6. Proceso de erosión. Elaboración propia a partir de Kirkby, (1980) y Castro *et al.*, (2012).

La erosión es un proceso natural cuando los suelos y sus funciones mantienen un equilibrio sin cambios aparentes a escala geológica, y antrópica cuando se incrementan a escala humana causada por el manejo inadecuado en prácticas agrícolas, prácticas forestales, abandono de tierras, actividades de extracción y obras civiles (Romero *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2012; Porta *et al.*, 2013; Brady y Weil, 1999).

El agua y el viento presentan variaciones espacio-temporales, por tanto, la erosión es inestable debido a los cambios en patrones e intensidad de la precipitación y velocidad del viento (Castro *et al.*, 2012).

De este modo la erosión puede ser:

- **Hídrica:** consiste en el desprendimiento de las partículas del suelo por acción del agua a través del impacto de las gotas de lluvia y el escurrimiento, reduciendo su capacidad de infiltración y fertilidad (Castro *et al.*, 2012; Giráldez, 1998; Porta *et al.*, 2013).

- **Eólica:** consiste en el desprendimiento y levantamiento de las partículas del suelo por acción del viento, generalmente se presenta en zonas áridas y semiáridas (Porta *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2012).

De acuerdo a Porta *et al.*, (2013) y Cotler *et al.*, (2007), los efectos de la erosión pueden presentarse en dos tipos:

- **En el sitio (De interés privado):** cuando afecta directamente al dueño de la tierra, el proceso de erosión disminuye la productividad de los suelos dentro de una parcela, reduciendo algunas funciones como la captación e infiltración de agua y disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- **Fuera de sitio (De interés público):** la sociedad puede resultar perjudicada por las externalidades negativas de este proceso, pues la erosión origina problemas de sedimentación, azolve, inundación y arrastre de fertilizantes que llegan a contaminar y eutrofizar cuerpos de agua.

Los suelos pueden ser más erosionables o la precipitación más erosiva, sin embargo, las actividades humanas representan el factor de alteración con mayor predominancia (Cotler, 2003), la erosión causada por actividades humanas puede modificar las funciones del suelo (McBratney *et al.*, 2014), llegando a impactar en la seguridad alimentaria (Koch *et al.*, 2013), pues la pérdida de los horizontes superficiales del suelo sugiere una merma en su productividad y en la producción de alimentos (Giráldez, 1998).

De acuerdo a FAO (2011), la seguridad alimentaria ocurre cuando las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos, seguros y nutritivos para satisfacer necesidades alimenticias y llevar una vida sana.

De acuerdo a FAO (2011), la inseguridad alimentaria puede ser:

- **Crónica:** cuando las personas no tienen capacidad para satisfacer sus necesidades alimentarias mínimas en un período prolongado o a largo plazo.
- **Transitoria:** es de carácter temporal y a corto plazo.
- **Estacional:** ocurre por inaccesibilidad a los alimentos, está relacionada con factores climáticos y temporales, con patrones de cosechas y las oportunidades laborales.

Lal (2009) sugiere que, la seguridad alimentaria tiene cuatro componentes:

1. Producción de alimentos a través del manejo del suelo.
2. Estabilidad de la producción y disponibilidad de alimentos.
3. Capacidad económica de los hogares para tener acceso a los alimentos.
4. Alimentos nutritivos e inocuos.

Los alimentos nutritivos de buena calidad y el forraje para animales solo pueden producirse en suelos sanos, por tanto, un suelo sano es base para la seguridad alimentaria y la nutrición (FAO, 2015b).

El desequilibrio de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) está relacionado con el bajo rendimiento de suelos degradados y con prácticas agrícolas inadecuadas que impactan en la seguridad alimentaria y en la salud de las personas (*Ibidem*) (figura 7).

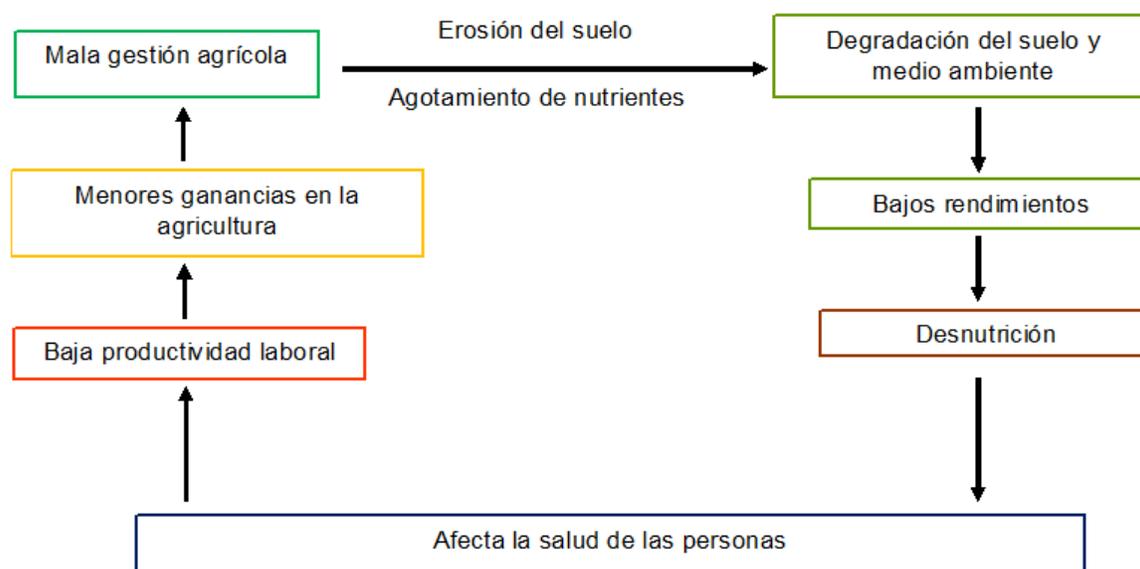


Figura 7. Relación entre degradación de suelos y salud humana. Elaboración propia a partir del modificado de Deckelbaum *et al.*, (2006) en Lal (2009).

4.5. Degradación del suelo en México.

En la década de los años ochenta se crea el proyecto GLASOD (*Global Assessment of Soil Degradation*), reconociendo al suelo como un recurso no renovable y la destrucción que el ser humano ejerce sobre él, presenta resultados a nivel mundial sobre la degradación física, química y biológica (Ortiz *et al.*, 2011).

Para los años noventa, la demanda de estudios a nivel regional y nacional incrementó, el primer estudio regional fue “Degradación del Suelo Causada por el Hombre en el Sur y Sureste de Asia”, utilizando la metodología ASSOD (*Assessment of the Status of Human-Induced Soil Degradation*), a diferencia de la metodología GLASOD, no evalúa el proceso de degradación biológica, pues evaluarla en campo resulta complicado (Ortiz *et al.*, 2011; SEMARNAT-COLPOS, 2003).

En México, la información relacionada con degradación de suelos data de mediados del siglo XX, sin embargo, las investigaciones realizadas presentan diferencias metodológicas, por lo cual los resultados son imprecisos y no permiten elaborar comparaciones temporales a mayor detalle (SEMARNAT, 2010; Bolaños *et al.*, 2016; CONAFOR-UACH, 2013).

En el territorio nacional existen 28 de los 32 grupos de suelo reconocidos a nivel mundial, predominando los Leptosoles (28.3%); Regosoles (13.7%); Phaeozems (11.7%); Calcisoles (10.4%); Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%) (INECC-SEMARNAT, 2013; INEGI, 2010; SEMARNAT, 2013), esta riqueza se debe a la ubicación geográfica del país que permite la combinación de los factores formadores del suelo (SEMARNAT, 2013).

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el Colegio de Postgraduados (COLPOS) firmaron un convenio a finales de 2001 para llevar a cabo el estudio denominado “Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana a escala 1: 250,000”, utilizando la metodología ASSOD reportaron que 45% del territorio nacional presentaba algún tipo de degradación (SEMARNAT–COLPOS, 2003; Ortiz *et al.*, 2011).

De acuerdo a SEMARNAT-COLPOS (2003), la degradación de suelos se manifestaba en el país de la siguiente manera (figura 8).

- **Erosión hídrica:** 22.73 millones de hectáreas.
- **Erosión eólica:** 18.2 millones de hectáreas.
- **Degradación química:** 34.04 millones de hectáreas.
- **Degradación física:** 10.84 millones de hectáreas.

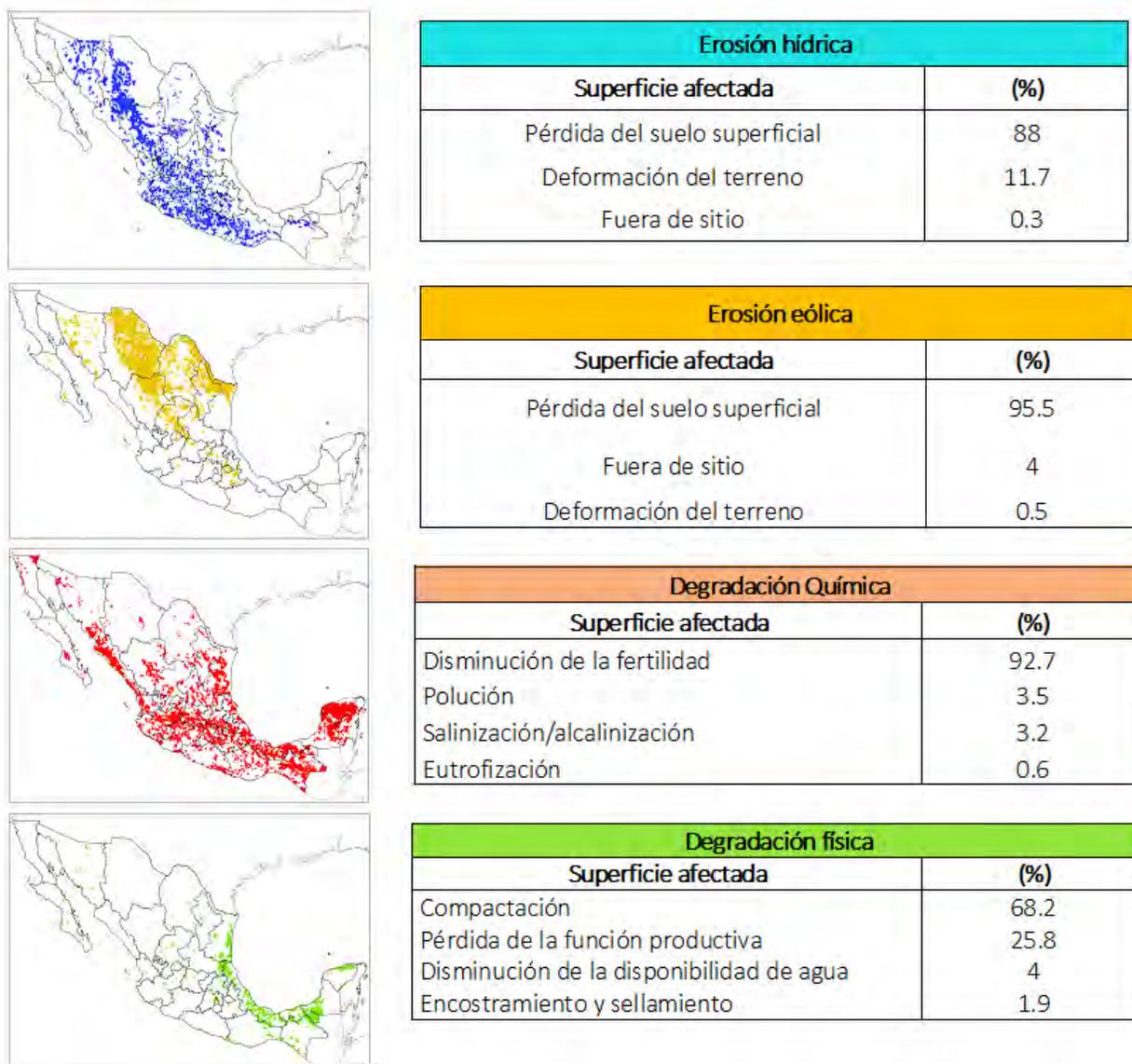


Figura 8. Degradación de suelos en México. Elaboración propia a partir de SEMARNAT-COLPOS (2003).

4.6. Degradación y aspectos sociales.

De acuerdo a FAO (2017), la gestión sostenible de los recursos naturales es importante para preservar los beneficios que proveen los ecosistemas, garantizar la producción agrícola, la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia. La evaluación de la degradación del suelo es un componente para la gestión sostenible de la tierra (*Ibidem*).

El suelo es un recurso importante por la producción de alimentos, los ecosistemas y para las personas que dependen de este como un activo productivo, especialmente para las personas que habitan en zonas rurales, pues su bienestar y productividad laboral se relacionan con la tierra (FAO, s.f.).

FAO (2017), sugiere que la degradación del suelo se relaciona de alguna manera con los siguientes factores (figura 9):

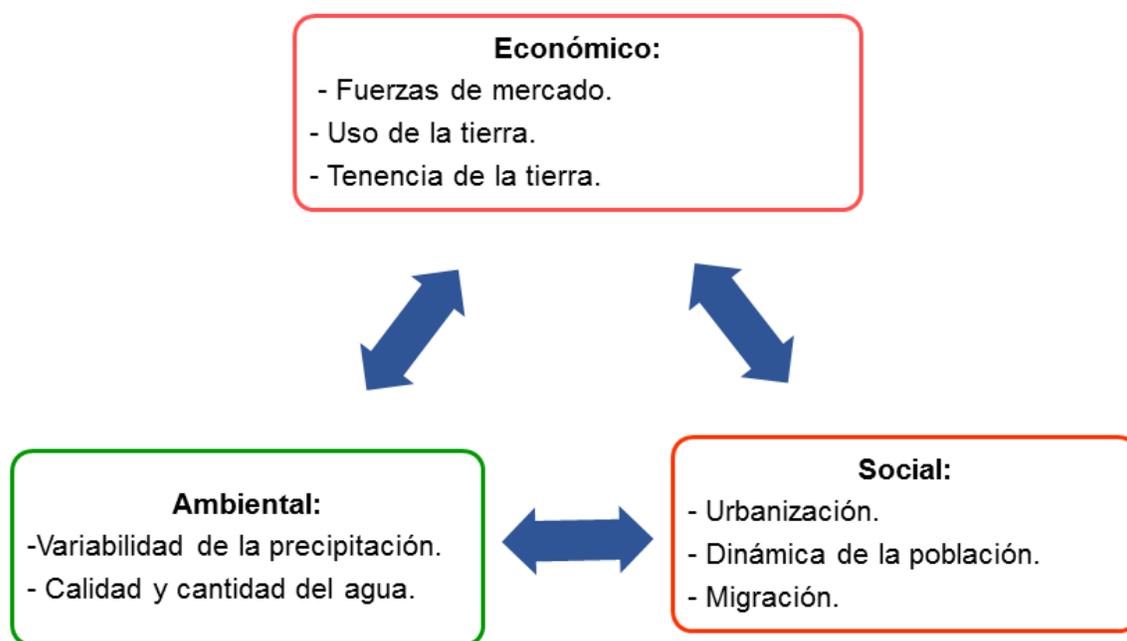


Figura 9. Degradación del suelo y su relación con otros factores. Elaboración propia a partir de FAO (2017).

En México la actividad agrícola se desarrolla principalmente en zonas rurales, definido como lugares donde habitan máximo 2,500 personas (INEGI, 2010), de igual modo, presentan altos grados de pobreza y grandes carencias socioeconómicas como la falta de empleo y de acceso a servicios (Carabias *et al.*, 1994; CONAPO, 2015).

La relación entre población y medio ambiente es un tema complejo de gran importancia, pues la degradación ambiental a nivel global afecta a la población humana a través de la contaminación de aire y agua, deforestación, escasez y degradación de los recursos naturales, causando problemas de salud, violencia, inequidad y marginación social (Luna y Padilla, 2014).

La pobreza es uno de los grandes problemas a nivel nacional, se define como una situación de degradación generalizada en nutrición, educación y sanidad afectando a los individuos física, fisiológica y psicológicamente, que tiende a estar concentrada en áreas rurales donde parte de los hogares obtiene ingresos a través del medio ambiente (FAO, s.f.; López-Feldeman *et al.*, 2011).

De acuerdo a CONEVAL (2012), *“Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (educativa, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) cuyo ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias”*.

4.7. Carencias sociales en México.

De acuerdo a CONEVAL, las carencias que inciden en la pobreza son:

- **Rezago educativo:**

Considera a las personas de tres a quince años que no cuentan con la educación básica obligatoria y no asisten a un centro educativo. Haber nacido antes de 1982 y no contar con el nivel de educación obligatoria vigente en el momento en que debía haberla cursado (primaria y secundaria completa) (CONEVAL, 2014).

- **Acceso a los servicios de salud:**

Considera a una persona en situación de carencia por acceso a los servicios de salud cuando no cuenta con adscripción o derecho a recibir servicios médicos de alguna institución pública o privada. También contempla la distancia a la clínica o unidad hospitalaria más cercana, el tipo de atención, el medio de transporte o las intervenciones que pueden ser proporcionadas por cada unidad de salud (CONEVAL, 2014).

- **Acceso a la seguridad social:**

Considera a la población sin acceso a prestaciones por parte de instituciones para enfrentar contingencias, acceso a la jubilación o pensión, pueden disminuir de modo significativo su nivel de vida y el de sus familias (CEPAL, 2006 citado por CONEVAL, 2014).

- **Calidad y espacios de la vivienda:**

Considera como población en situación de carencia por calidad y espacios de la vivienda a las personas que residan en hogares con al menos una de las siguientes características: piso de tierra; techo de lámina, de cartón o de desechos; los muros sean de carrizo, bambú, palma, lámina de cartón, de metal, de asbesto o material de desecho; no tener acceso al agua potable, a la disponibilidad de servicio de drenaje, servicio de electricidad y combustible para cocinar en la vivienda (CONEVAL, 2014).

- **Servicios básicos en la vivienda.**

Considera como población en situación de carencia por servicios básicos en la vivienda a las personas que residan en hogares con al menos una de las siguientes características: obtener agua de un pozo, río, lago, arroyo, pipa, que el agua entubada se obtenga por acarreo de otra vivienda, de llave pública, que no cuente con servicio de drenaje o el desagüe tenga conexión a una tubería que desemboque en algún río, lago, mar, barranca o grieta, no disponer de energía eléctrica, que el combustible utilizado para cocinar o calentar los alimentos sea leña o carbón sin chimenea (CONEVAL, 2014).

- **Acceso a la alimentación:**

Considera en situación de carencia por acceso a la alimentación a los hogares que no obtengan una canasta básica alimentaria, aún con el uso total del ingreso disponible en el hogar y presenten un grado de inseguridad alimentaria ya sea ligero, moderado o severo (CONEVAL, 2014).

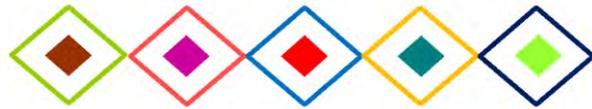
4.8. Complejidad de estudios socio-ambientales.

El estudio de problemas socio-ambientales es complejo, su resolución involucra la participación interdisciplinaria de varias ciencias, las disciplinas como economía, antropología, sociología, política, y geografía desde un enfoque ambiental han aportado nuevos conocimientos a través de la economía ambiental, la ecología política y la geografía ambiental (Toledo *et al.* 2009).

El análisis de estos problemas es de gran importancia para entender como los seres humanos se desarrollan y transforman su medio, así como las consecuencias ambientales y sociales que derivan de la degradación de los recursos naturales, en este caso del recurso suelo.

Moliner (2013) señala que *“los problemas ambientales son construcciones sociales que resultan de la superación de la capacidad de auto reproducción de las bases naturales de la misma sociedad”*, es decir, resultan de las actividades humanas que sobreexplotan un recurso, que al no recuperarse generan nuevos problemas que afectan a la sociedad. *“El problema ambiental es un problema natural, social, económico, político e ideológico, entonces no es un problema entre naturaleza y sociedad sino un problema ocasionado por el mismo ser humano”* (Delgado, 2002, citado por Moliner, 2013).

No existe una solución simple a estos problemas, ya que provienen de la interacción de múltiples factores, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo, siendo cada uno de ellos de difícil gestión, afectando principalmente a la población rural que depende de los servicios que proveen los ecosistemas (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005).



Labores en la parcela: en los meses de abril y mayo se ha sembrado nuevamente. En junio, el cultivo recibe agua de lluvia, se acerca tierra a la planta y se eliminan malas hierbas. [Fotografía: Alfonso Corona]. Temoaya, Estado de México, México. 2018.



4. MÉTODO.

La siguiente investigación se desarrolló a partir de la recopilación y sistematización de información pública y disponible en sitios de internet de Organismos gubernamentales, llevándose a cabo en tres etapas: 1). Caracterización biofísica a través de la extracción de datos geoespaciales de uso de suelo y erosión; 2). Incorporación de datos estadísticos agrícolas y 3). Caracterización socioeconómica por medio de la adjunción de cifras relacionadas con carencia por acceso a la alimentación (figura 10).

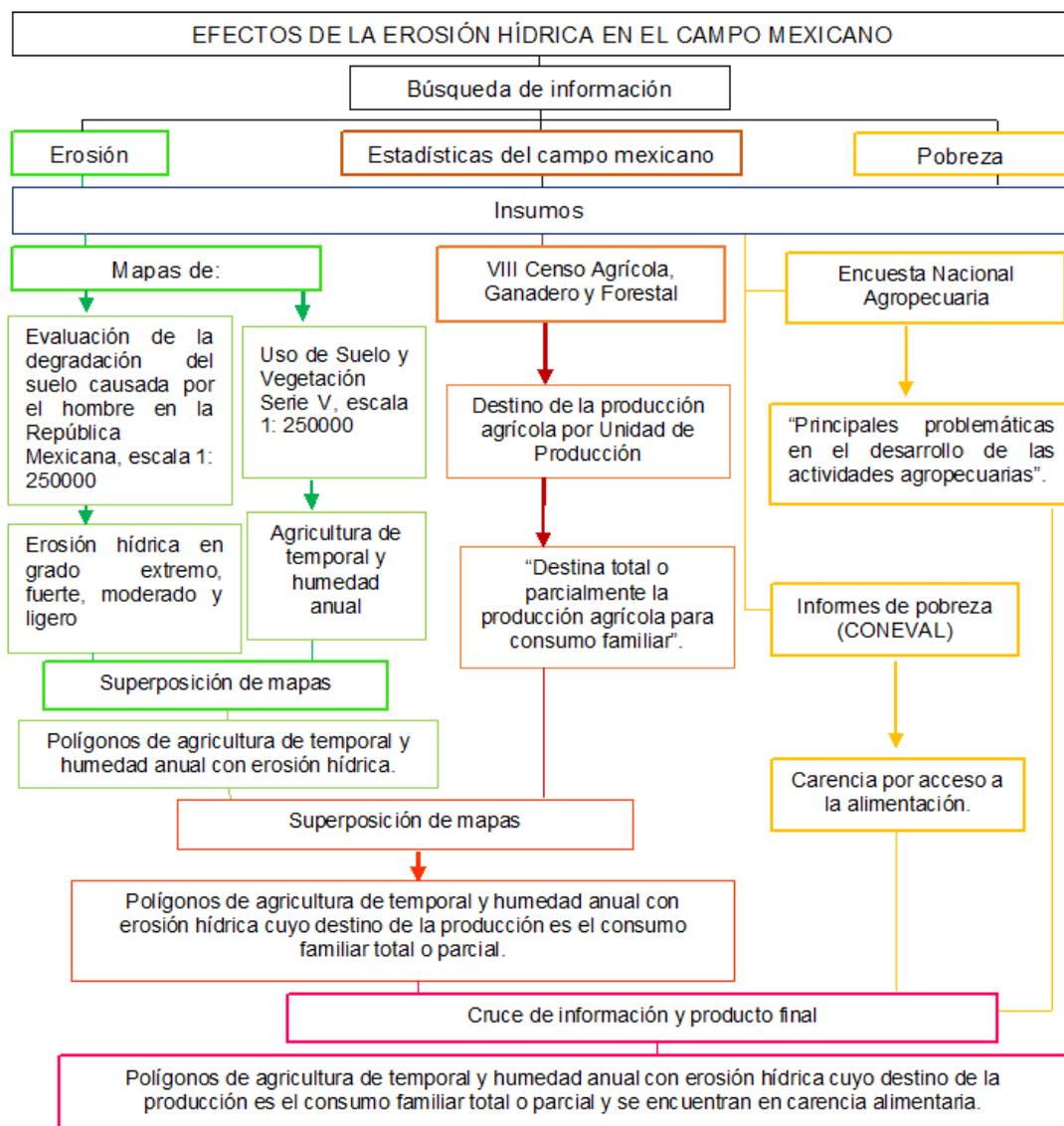


Figura 10. Diagrama metodológico.

La figura 11 sintetiza el procedimiento utilizado para la realización de cartografía de erosión.

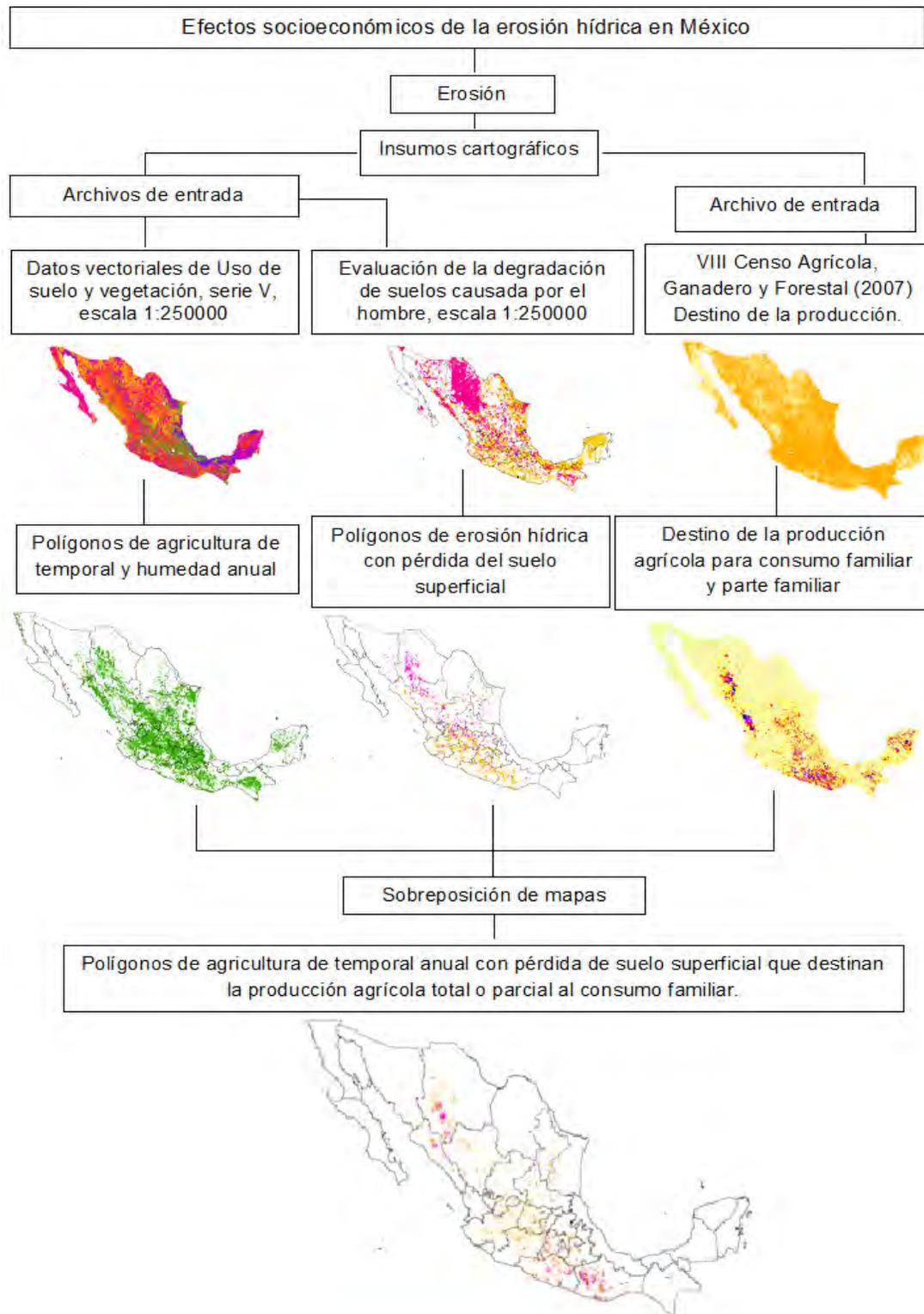


Figura 11. Esquema metodológico empleado en el análisis de erosión y agricultura.

La figura 12 sintetiza el procedimiento empleado en la realización de cartografía de carencia por acceso a la alimentación y el resultado final.

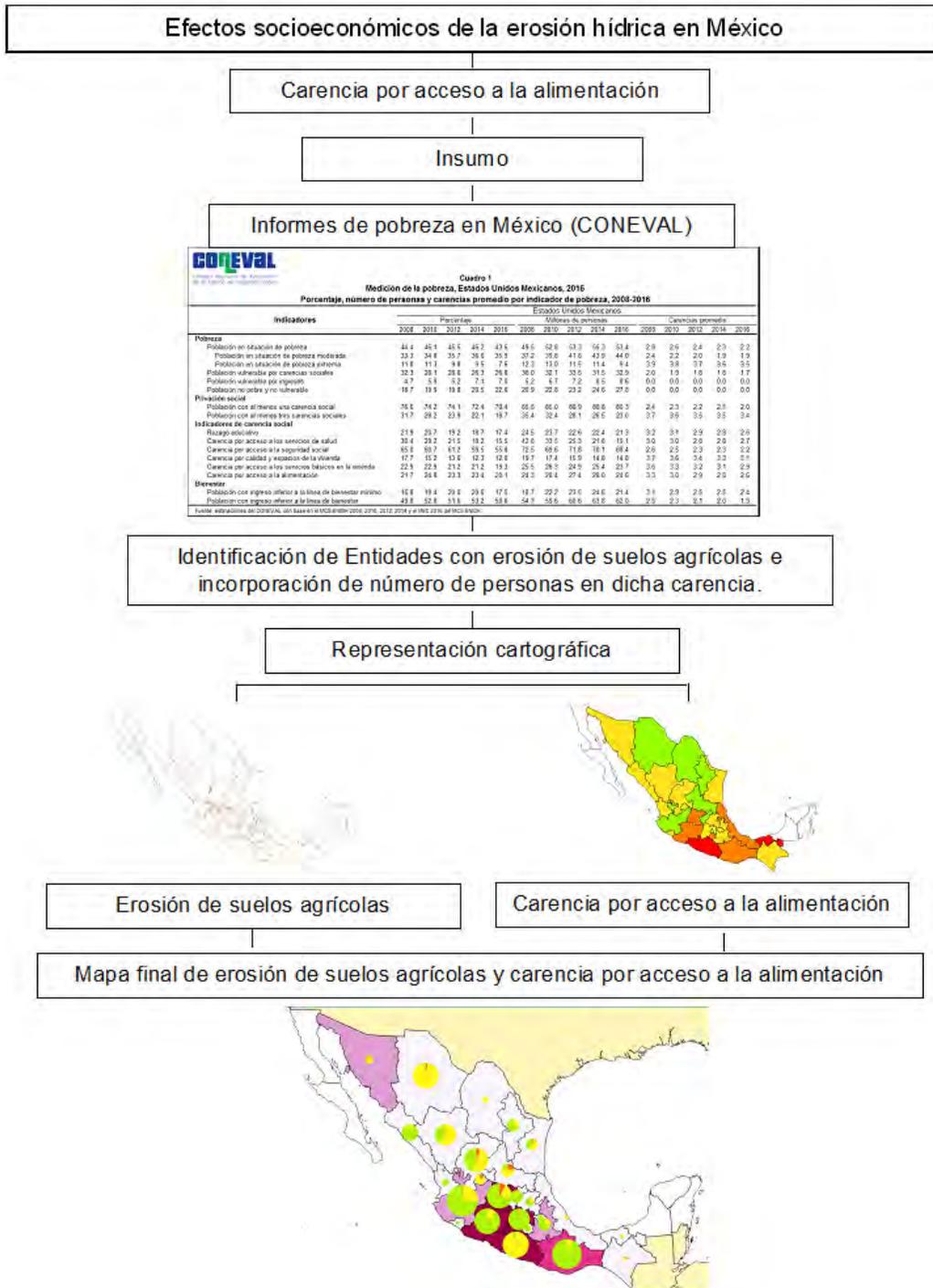


Figura 12. Esquema metodológico utilizado en el análisis de erosión de suelos agrícolas y carencia por acceso a la alimentación.

4.1. Insumos utilizados para erosión de suelos agrícolas.

Con la finalidad de contextualizar los principales problemas de suelo en México y su relación con la agricultura, se consultaron censos agropecuarios y cartografía a nivel nacional.

El siguiente cuadro señala las fuentes utilizadas como principales insumos para la primera etapa de este estudio, que consistió en la caracterización biofísica.

Cuadro 1. Fuentes utilizadas para el estudio de erosión de suelos agrícolas.			
Año	Nombre del estudio	Editor	Unidad de representación
2014	Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, serie V, escala 1:250000.	INEGI	Nacional
2002	Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250000	SEMARNAT-COLPOS	Nacional
2007	VIII Censo Agrícola, Ganadero, Forestal y Agropecuario	INEGI	Nacional

4.2. Uso de Suelo y Vegetación: Agricultura de temporal y humedad anual.

Con base en la Guía para la interpretación de cartografía de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1: 250000, serie V, INEGI (2014), los diversos tipos de agricultura desarrollados en México se clasifican bajo los criterios de temporalidad del cultivo y por el suministro de agua sin considerar su origen, puede ser agua de lluvia, de ríos, de pozos, de presas, lagos, canales u otro sistema de riego.

Dependiendo del suministro de agua podrá clasificarse en:

- **Temporal:** un cultivo recibe únicamente agua de lluvia para su desarrollo.
- **Riego:** un cultivo recibe agua de pozo, presa o río.
- **Humedad:** cuando se aprovecha la humedad del suelo, independientemente del ciclo de las lluvias.

Dependiendo de la duración del ciclo del cultivo podrá clasificarse en:

- **Anual:** los cultivos tienen una duración menor a un año.
- **Semipermanente:** los cultivos permanecen en el terreno de 2 a 10 años.
- **Permanente:** los cultivos permanecen en el terreno más de 10 años.

Los datos vectoriales de agricultura representados en la Serie de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250000, serie V de INEGI son desglosados en seis tipos, en el caso de agricultura de temporal, se subdividen en:

- Agricultura de temporal anual.
- Agricultura de temporal anual y permanente.
- Agricultura de temporal anual y semipermanente.
- Agricultura de temporal permanente.
- Agricultura de temporal semipermanente.
- Agricultura de temporal semipermanente y permanente.

En el caso de agricultura de humedad, se subdivide en:

- Agricultura de humedad anual.
- Agricultura de humedad anual y permanente.
- Agricultura de humedad anual y semipermanente.
- Agricultura de humedad permanente.
- Agricultura de humedad semipermanente.
- Agricultura de humedad semipermanente y permanente.

Las variables utilizadas fueron agricultura de temporal anual y agricultura de humedad anual.

4.3. Degradación de suelos en México.

De acuerdo a SEMARNAT-COLPOS (2002), en México, los principales procesos degradantes del suelo son: degradación química (18%), erosión hídrica (12%), erosión eólica (9%) y degradación física (6%);

Estos procesos están principalmente asociados a:

Actividades agrícolas: definida como el manejo inapropiado de los terrenos arables, asociado a problemas de labranza, uso de agroquímicos, uso de abonos, uso de agua de riego de mala calidad y quema de residuos de cosecha.

Deforestación y remoción de la vegetación: es la remoción de vegetación natural en su mayoría, abarca grandes extensiones territoriales se derivada principalmente de la conversión de bosque a uso agrícola y urbano, explotación comercial a gran escala o por Incendios inducidos.

Sobreexplotación de la vegetación para uso doméstico: es la degradación de la vegetación remanente provocando una carente protección contra erosión. Este grupo incluye la recolección excesiva de leña, la producción de carbón y el uso de la madera como cercos, postes o polines.

Sobrepastoreo: considera factores relacionados a un número excesivo de cabezas de ganado como el pisoteo, compactación del suelo y disminución de la cubierta vegetal.

Actividades Industriales: abarca las actividades humanas relacionadas con minas abandonadas, desfogue de industrias, aguas residuales, derrames petroleros, basureros y actividades relacionadas con diferentes tipos de contaminación ya sea de manera directa o indirecta que afectan la función productiva del suelo.

Urbanización: incluye las actividades efectuadas por la industria de la construcción.

El nivel de reducción en la productividad agrícola y de las funciones bióticas de este recurso se expresan a través del grado de erosión, los cuales son:

- **Ligero:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan alguna reducción apenas perceptible en su productividad.
- **Moderado:** los terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales presentan una marcada reducción en su productividad.
- **Fuerte:** los terrenos a nivel de predio o de granja, tienen una degradación tan severa, que se pueden considerar con productividad irrecuperable a menos que se realicen grandes trabajos de ingeniería para su restauración.
- **Extremo:** su productividad no se recupera y su restauración es materialmente imposible.

La variable utilizada para esta investigación fue erosión hídrica con pérdida del suelo superficial en grado ligero, moderado, fuerte y extremo. Este proceso está definido como *“la disminución del espesor del suelo superficial (horizonte A), debido a la remoción del material del suelo a través de la escorrentía, causado probablemente por el manejo inapropiado de tierras forestales, agrícolas y ganaderas, provocando el deterioro de la estructura del suelo, lo cual conduce a un escurrimiento superficial excesivo”* (SEMARNAT-COLPOS, 2002); esta variable representa el 88% de la superficie nacional con erosión hídrica, la cual tiene serias consecuencias en las funciones del suelo: remueve los nutrientes y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas y disminuye la tasa de infiltración y retención de agua (SEMARNAT-INECC, 2012; SEMARNAT, 2012).

4.4. Estadística agrícola.

En el año 2007, el INEGI realizó el VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, cuyo objetivo fue obtener información de las características económicas y tecnológicas de las unidades de producción del sector agropecuario y forestal utilizando las siguientes variables:

Unidad de producción: conjunto formado por los terrenos con o sin actividad agropecuaria o forestal en el área rural o urbana, se ubican en un mismo municipio; toman en cuenta el consumo, la cría de animales, las maquinarias y vehículos destinados a las actividades agrícolas, pecuarias o forestales, puede ser de carácter privado o social (INEGI, 2007).

Viviendas con cría y explotación de animales: corresponde a las unidades de observación con cría y explotación de animales, sin terrenos fuera del poblado (INEGI, 2007).

Este registro aporta información específica de cada Unidad de Producción censada, expresada en Área de Control (AC), la cual, es resultado de la división de las Áreas Geoestadísticas Básicas Rurales y es utilizada por INEGI para facilitar su ubicación, se definen como:

Área Geoestadística Básica (AGEB): área geográfica que divide a las Áreas Geoestadísticas Municipales (AGEM) cuyos límites son definidos por el INEGI, dependiendo de las características que presentan puede ser urbana o rural (INEGI, 2007; Macías, 2007).

Área Geoestadística Básica Rural: es la subdivisión de las Áreas Geoestadística Municipales, su extensión territorial es variable, se caracteriza por tener uso de suelo de tipo agrícola, pecuario o forestal, localidades rurales y generalmente se delimita por rasgos naturales (Macías, 2007).

Área de Control: superficie delimitada por rasgos físicos reconocibles en campo, cuenta en su interior con uno o más terrenos de un mismo tipo de tenencia (Macías, 2007; INEGI, 2010).

Los temas abordados en el censo fueron:

- Agricultura.
- Superficie de agostadero o enmontada.
- Aprovechamiento forestal.
- Cría y explotación de animales.
- Destino de la producción agrícola, ganadera y forestal.
- Tractores, vehículos y maquinaria.
- Crédito, seguro, apoyo y ahorro.
- Organización para el manejo de la unidad de producción y mano de obra.
- Organización de productores.
- Capacitación y asistencia técnica.
- Actividad y asistencia técnica.
- Actividad y problemática principal.
- Características sociodemográficas del productor.
- Datos de identificación del productor.

Cartográficamente, este tema se subdivide en las siguientes categorías:

- Destina toda la producción para el consumo de su familia.
- Destina parte de la producción para el consumo de su familia.
- Destina toda la producción para el consumo de sus animales.
- Destina a la venta nacional la producción agrícola.
- Vendió a un intermediario.
- Vendió a un mayorista.
- Vendió a una cadena comercial.
- Vendió a una empacadora o agroindustria.

- Vendió parte de la producción agrícola a otro tipo de compradores.
- Destina para la venta al extranjero.
- Venta al extranjero.

Se utilizó la categoría “Destino de la producción agrícola, ganadera y forestal” definida por INEGI (2007) como *“la utilización por parte del productor de los productos agrícolas obtenidos, en términos de autoconsumo y venta total o parcial en un período determinado”*, es decir, es la utilidad que el productor le da a los bienes agrícolas obtenidos en un período determinado ya sea para autoconsumo, venta total o parcial.

Las variables empleadas fueron “Destina toda la producción para el consumo de su familia (autoconsumo)” y “Destina parte de la producción para consumo de su familia” (Venta de excedentes), expresadas en Unidad de Producción (UP).

4.5. Insumos utilizados para carencias sociales en México.

Con la finalidad de caracterizar las principales carencias sociales que inciden en la pobreza en México, se recurrió a información pública a través de Censos, Encuestas Nacionales y datos estadísticos de pobreza y carencias sociales a nivel nacional.

El cuadro 2 señala los principales insumos utilizados para esta etapa de investigación, que consistió en la recopilación de datos estadísticos de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) de 2012 y 2014 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y de los Informes de pobreza en México de 2010, 2012, 2014, 2015 y 2016 publicados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

Cuadro 2. Estudios relacionados con carencias sociales en México.			
Año	Nombre del estudio	Editor	Tipo de estudio
2010	Informe de pobreza en México	CONEVAL	Nacional y Municipal
2012	Encuesta Nacional Agropecuaria	INEGI	Nacional
2012	Informe de pobreza en México.	CONEVAL	Nacional
2014	Encuesta Nacional Agropecuaria	INEGI	Nacional
2014	Informe de pobreza en México.	CONEVAL	Nacional
2015	Informe de pobreza en México	CONEVAL	Nacional y Municipal
2016	Informe de pobreza en México	CONEVAL	Nacional

4.6. Problemática para el desarrollo de la agricultura.

De acuerdo al INEGI, la Encuesta Nacional Agropecuaria se realiza con la finalidad de obtener información económica del sector agropecuario, la cual se aplicó por primera vez en 2012, es una herramienta para analizar aspectos económicos en este sector.

Este estudio aporta información de 33 productos agrícolas y ganaderos, de mayor importancia en México, identifica la problemática que tienen los productores para realizar estas actividades, además proporciona información útil para estudios relacionados con producción agropecuaria y cómo impacta en la seguridad alimentaria de la población (INEGI, 2012).

Considera los siguientes temas: características generales de los terrenos; uso de suelo; tipo de agricultura; cría y explotación de animales; tecnología (tractores y maquinaria empleada); crédito y seguros; pago por servicios ambientales; mano de obra; tecnología informática; problemática principal; gastos de la unidad de producción agropecuaria; datos socioeconómicos.

El tema “Problemática principal”, evalúa los problemas económicos y ambientales identificados por los productores en la realización de las actividades agropecuarias, esto a través de la formulación de 13 preguntas, las cuales son:

“Entre octubre del año pasado y septiembre de este año, ¿Los principales problemas que tuvo para el desarrollo de las actividades agropecuarias fueron:

- .1 *¿Inconveniente para el acceso al crédito?*
- .2 *¿Pérdida de fertilidad del suelo?*
- .3 *¿Pérdida de la cosecha o animales por sequías, heladas, vientos, inundaciones, granizo, plagas, enfermedades, etc.?*
- .4 *¿Dificultad para la comercialización?*
- .5 *¿Por falta de organización para la producción?*
- .6 *¿Infraestructura insuficiente para la producción?*
- .7 *¿Altos costos de insumos y servicios?*
- .8 *¿Falta de capacitación y asistencia técnica?*
- .9 *¿Litigio o invasión por la tierra?*
- .10 *¿Falta de apoyos?*
- .11 *¿Vejez, enfermedad o invalidez del productor?*

- .12 *¿Falta de documentación para acreditar la posesión de la tierra?*
- .13 *¿Otro? Especifique”.*

Los resultados de esta encuesta fueron utilizados para la caracterización socioeconómica de esta investigación, específicamente se utilizó el apartado “Problemática principal”.

4.7. Pobreza en México.

El CONEVAL con base en datos publicados por INEGI elabora informes de la pobreza en México, los cuales miden el grado (extremo o moderado) y la vulnerabilidad de la población, así como las carencias sociales que inciden en este fenómeno.

Dependiendo del nivel de trabajo (estatal o municipal) se realizan cada dos o cinco años respectivamente, es decir, cada dos años para entidades federativas y cada cinco para municipios. Estos informes reúnen datos estadísticos a través de metodologías establecidas por el CONEVAL considerando los siguientes indicadores:

- Ingreso corriente per cápita.
- Rezago Educativo.
- Acceso a los servicios de salud.
- Acceso a la seguridad social.
- Calidad y espacios de la vivienda.
- Acceso a la alimentación
- Grado de cohesión social.

La variable utilizada en esta investigación fue “Acceso a la alimentación”, que considera a los hogares que no alcanzan a cubrir monetariamente una canasta básica con todos los ingresos disponibles y presentan un grado de inseguridad alimentaria ya sea moderado o severo (CONEVAL, 2014).

El CONEVAL utiliza la Escala Mexicana de Seguridad Alimentaria (EMSA) para medir la carencia por acceso a la alimentación, para ello considera los siguientes elementos:

“En los hogares donde sólo residen adultos, se valora si en los últimos tres meses por falta de dinero o recursos algún integrante del hogar:

- *Tuvo una alimentación basada en muy poca variedad de alimentos.*
- *Dejó de desayunar, comer o cenar.*

- *Comió menos de lo que piensa debía comer.*
- *Se quedó sin comida.*
- *Sintió hambre, pero no comió.*
- *Comió una vez al día o dejó de comer todo un día”.*

CONEVAL clasifica en cuatro tipos la carencia por acceso a la alimentación, son:

Seguridad alimentaria: los hogares constituidos sólo por adultos y los hogares con menores de edad que no responden de manera afirmativa a ninguna de las preguntas de la escala.

Leve: los hogares conformados sólo por mayores de dieciocho años que contestan afirmativamente de una a dos de las seis preguntas de la escala. En el caso de los hogares con menores de edad, se consideran a aquellos que contestan afirmativamente de una a tres de las doce preguntas de la escala.

Moderado: los hogares sólo con adultos que responden afirmativamente de tres a cuatro preguntas de la escala. Para los hogares con menores de dieciocho años, se consideran aquellos que contestan afirmativamente de cuatro a siete preguntas de la escala.

Severo: los hogares sólo con adultos que contestan afirmativamente de cinco a seis preguntas; los hogares con menores de edad que responden de ocho a doce preguntas de la escala.

Los insumos utilizados para esta etapa de investigación fueron los informes de pobreza a nivel estatal de 2012, 2014 y 2016, así como los informes a nivel municipal de 2010 y 2015.

4.8. Análisis y procesamiento de la información

La información obtenida fue procesada a través de un Sistema de Información Geográfica, donde se realizó:

1. Extracción de polígonos de agricultura de temporal anual y de humedad anual de la serie V de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250000.
2. Extracción de polígonos de erosión hídrica con pérdida superficial del suelo en grado extremo, fuerte, moderado y ligero, escala 1:250000.
3. Intersección geométrica entre los polígonos de agricultura de temporal anual y humedad anual con los polígonos de erosión hídrica.
4. Estimación de la porción de unidades de producción que destinan parcial y totalmente su producción al consumo familiar respecto al total de unidades de producción del área de control
5. El resultado del paso 3 se intersectó con la capa “destino de la producción”, para finalmente obtener los polígonos de agricultura de temporal y humedad anual con erosión hídrica cuyo destino es el autoconsumo total y parcial.
6. Posteriormente, el resultado del paso 5 se intersectó con la capa de Áreas Geoestadísticas Estatales (AGEE) para obtener datos por entidad federativa.
7. El resultado obtenido fue un mapa general de agricultura de temporal anual y agricultura de humedad anual con datos de erosión hídrica en grado ligero, moderado, fuerte y extremo cuyo destino de la producción es el consumo familiar parcial o total.
8. La información estadística de carencia por acceso a la alimentación fue sistematizada por entidad federativa y municipio, finalmente se obtuvo un mapa con datos de erosión y carencia alimentaria.

Para el análisis estadístico, los resultados finales fueron sistematizados en una base de datos, para conocer la asociación entre ambas variables se realizó un análisis de correlación calculando el coeficiente de Pearson.



Milpa en temporada de lluvia: en los meses de julio, agosto y septiembre se echa más tierra al cultivo, se retiran malas hierbas, se mantienen cultivos de frijol, calabaza y quelites, se obtienen resultados y cosecha [Fotografía: José Alfonso Corona Jiménez].

San Carmen, Zacapoaxtla, Puebla, México. 2017.



5. RESULTADOS.

5.1. Agricultura de temporal anual.

En promedio, la superficie agrícola de México es de 27,496,118 hectáreas (INEGI, 2014) de las cuales 81% es de temporal y 19% de riego; el 78% de la superficie agrícola de temporal se utiliza cada año (cuadro 3).

Cuadro 3. Superficie agrícola de temporal en México (INEGI, 2011).		
Subdivisión de agricultura de temporal	Área (Ha)	(%)
Temporal anual	17,486,687	78
Temporal anual y permanente	1,543,026	7
Temporal anual y semipermanente	797,297	4
Temporal semipermanente	810,650	4
Temporal semipermanente y permanente	309,834	1
Temporal permanente	1,399,806	6
TOTAL	22,347,300	100

Los estados con mayor extensión agrícola de temporal anual son Zacatecas (9%); Jalisco (8%); Tamaulipas (7%) y Chihuahua y Oaxaca (6%) (gráfico 1, figura 13).

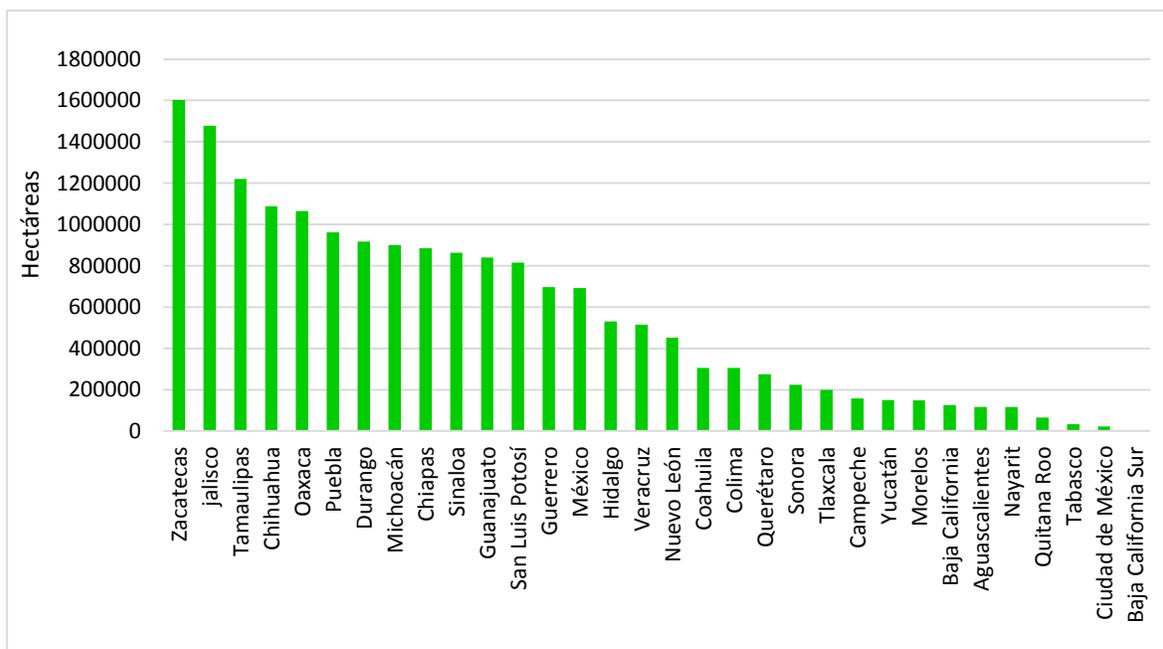


Gráfico 1. Distribución de la superficie de agricultura de temporal anual por entidad federativa.

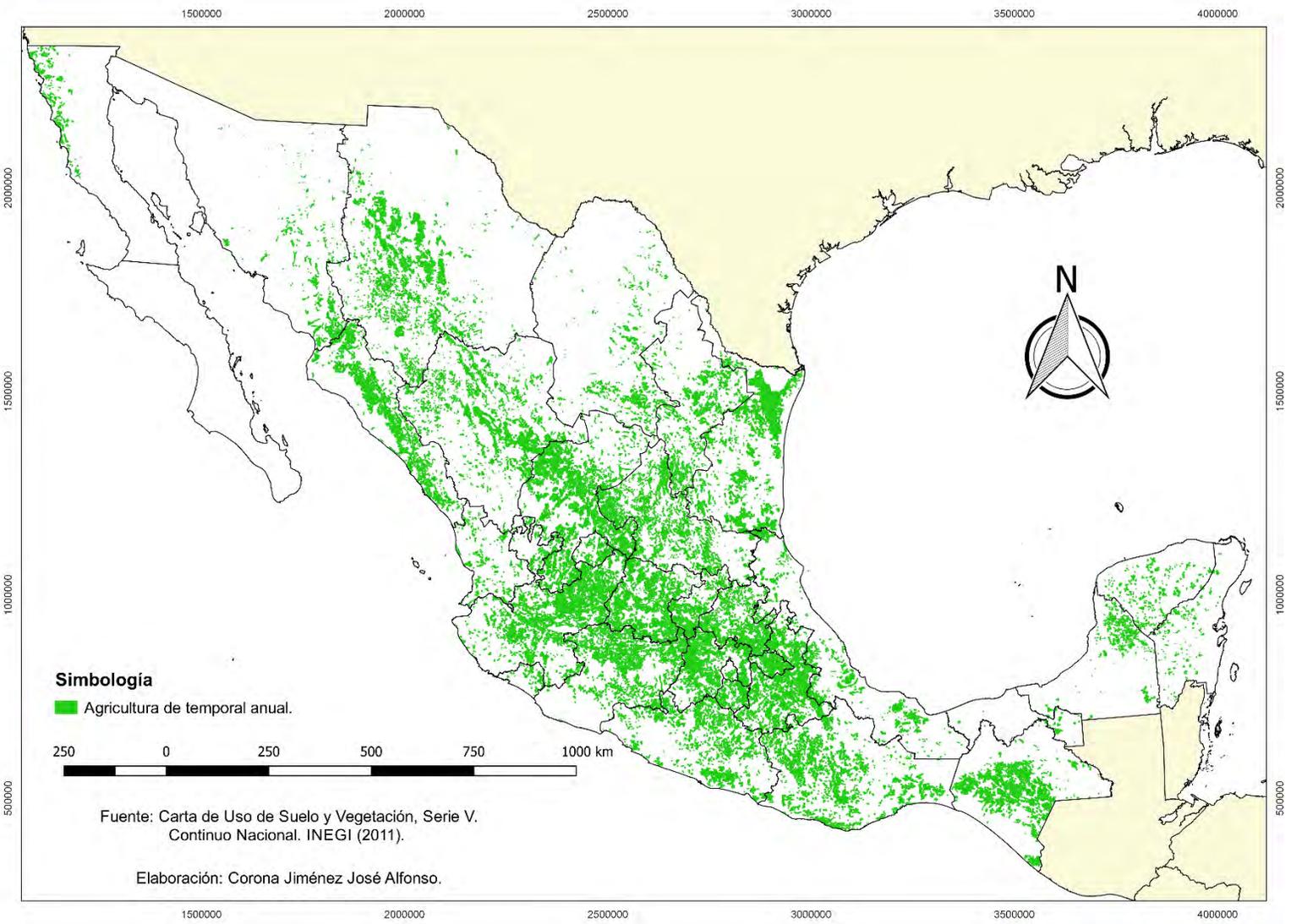


Figura 13. Mapa de Agricultura de temporal anual en México.

5.2. Erosión hídrica en suelos agrícolas de temporal anual.

El 16% de la superficie total de temporal anual presenta pérdida de suelo superficial a causa de erosión hídrica, 68% en grado ligero, 30% en grado moderado y 2% en grado fuerte, reportándose en 27 estados, la mayor superficie en Jalisco (13%); Oaxaca (12%) y con (9%) Chihuahua, Guerrero y Michoacán (gráfico 2).

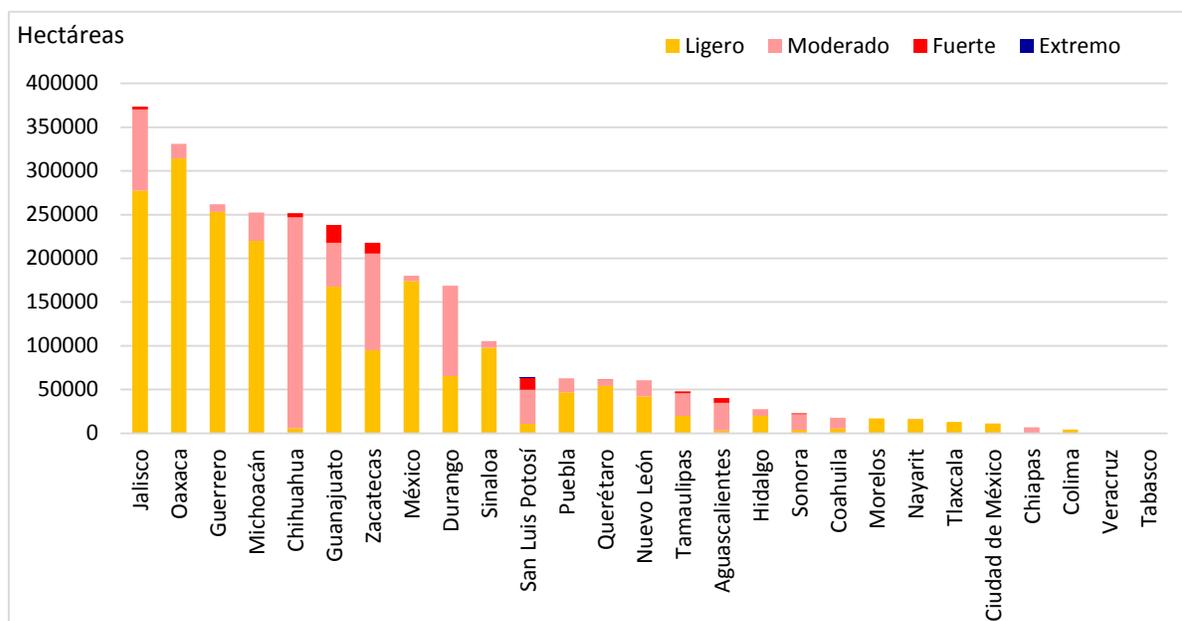


Gráfico 2. Superficie erosionada por grado en suelos agrícolas de temporal anual por Entidad Federativa.

De acuerdo al grado de erosión, los Estados afectados en grado ligero son Oaxaca (16%), Jalisco (14%) y Guerrero (13%); en grado moderado Chihuahua (29%), Durango (12%) y Jalisco (11%); en grado fuerte Guanajuato (32%), San Luis Potosí (26%) y Zacatecas (19%) mientras que el grado extremo se localizó únicamente en el municipio de Charcas, San Luis Potosí, en menos del 1% de la superficie total de agrícola de temporal (figura 14).

En términos de proporción de la superficie agrícola y la superficie erosionada se observa que las entidades más afectadas son Chihuahua (82%); Guerrero (37%); Aguascalientes (34%); Oaxaca (31%); Chiapas (29%); Guanajuato (28%); Michoacán (28%); Jalisco (25%) y Estado de México (25%).

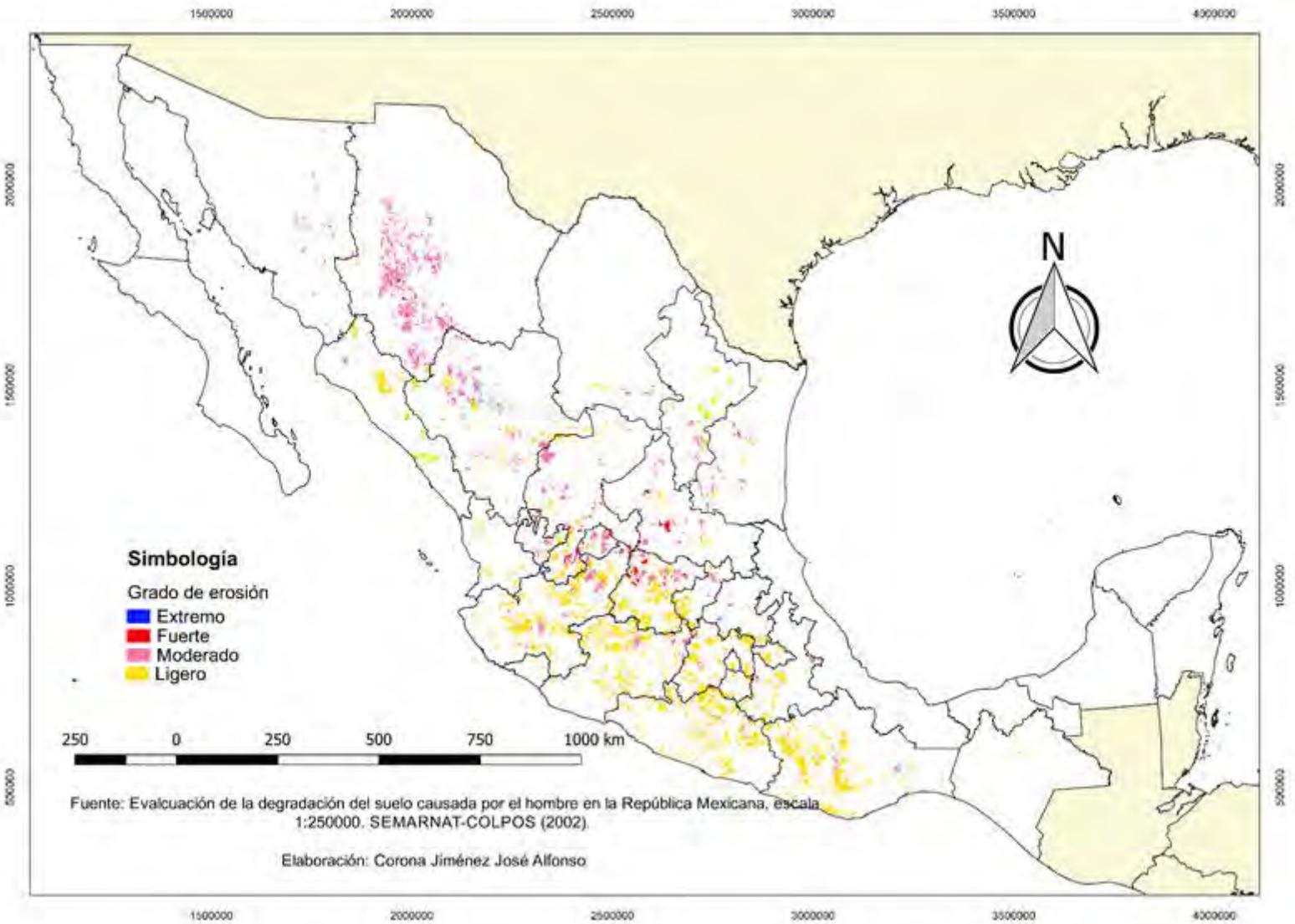


Figura 14. Mapa de erosión de suelos agrícolas de temporal.

Las principales acciones humanas que predominan en los polígonos con uso de suelo agrícola de temporal anual y erosión hídrica son el sobrepastoreo (40%), la deforestación (31%), las actividades agrícolas (24%) y sobreexplotación de la vegetación (5%) (gráfico 3, figura 15). Es importante mencionar que, las actividades humanas registradas no necesariamente son la mayor causa de pérdida superficial del suelo, pues el número de polígonos reportan únicamente el número de incidencia, no su extensión.

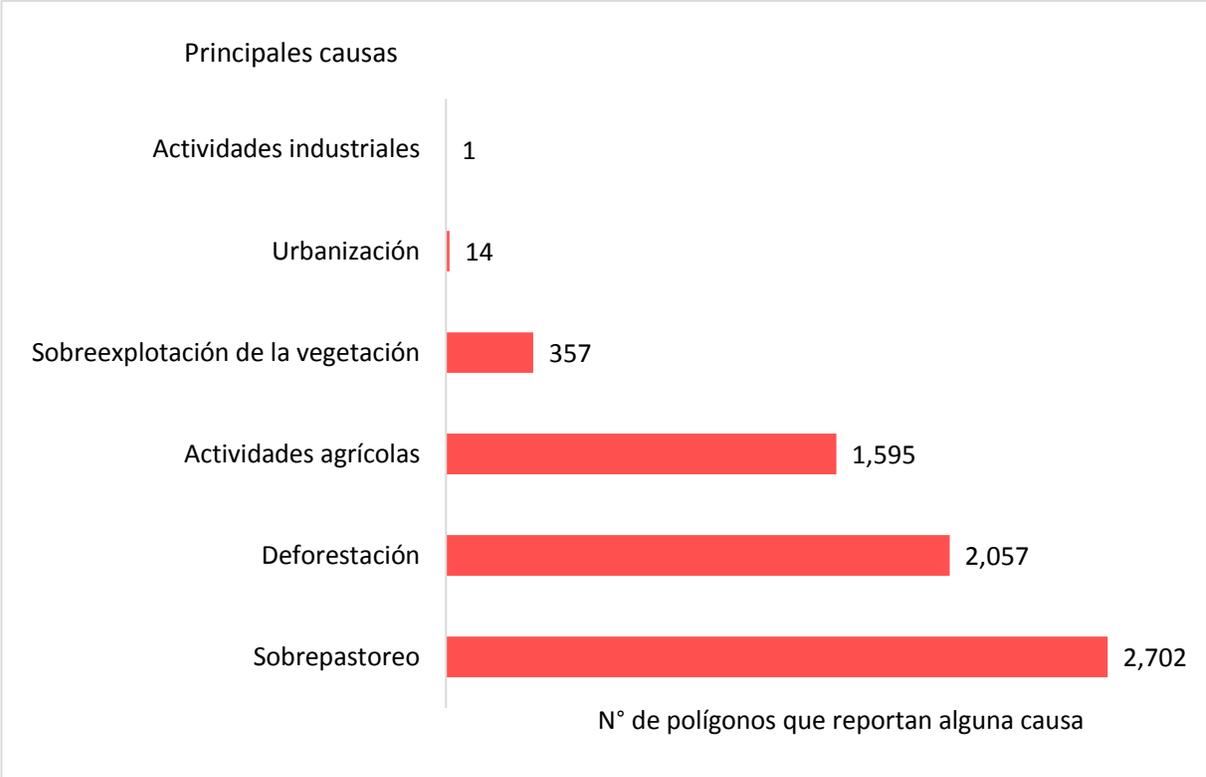


Gráfico 3. Principales causas de degradación en suelos agrícolas de temporal anual en México según incidencia. (Fuente: SEMARNAT-COLPOS, 2002).

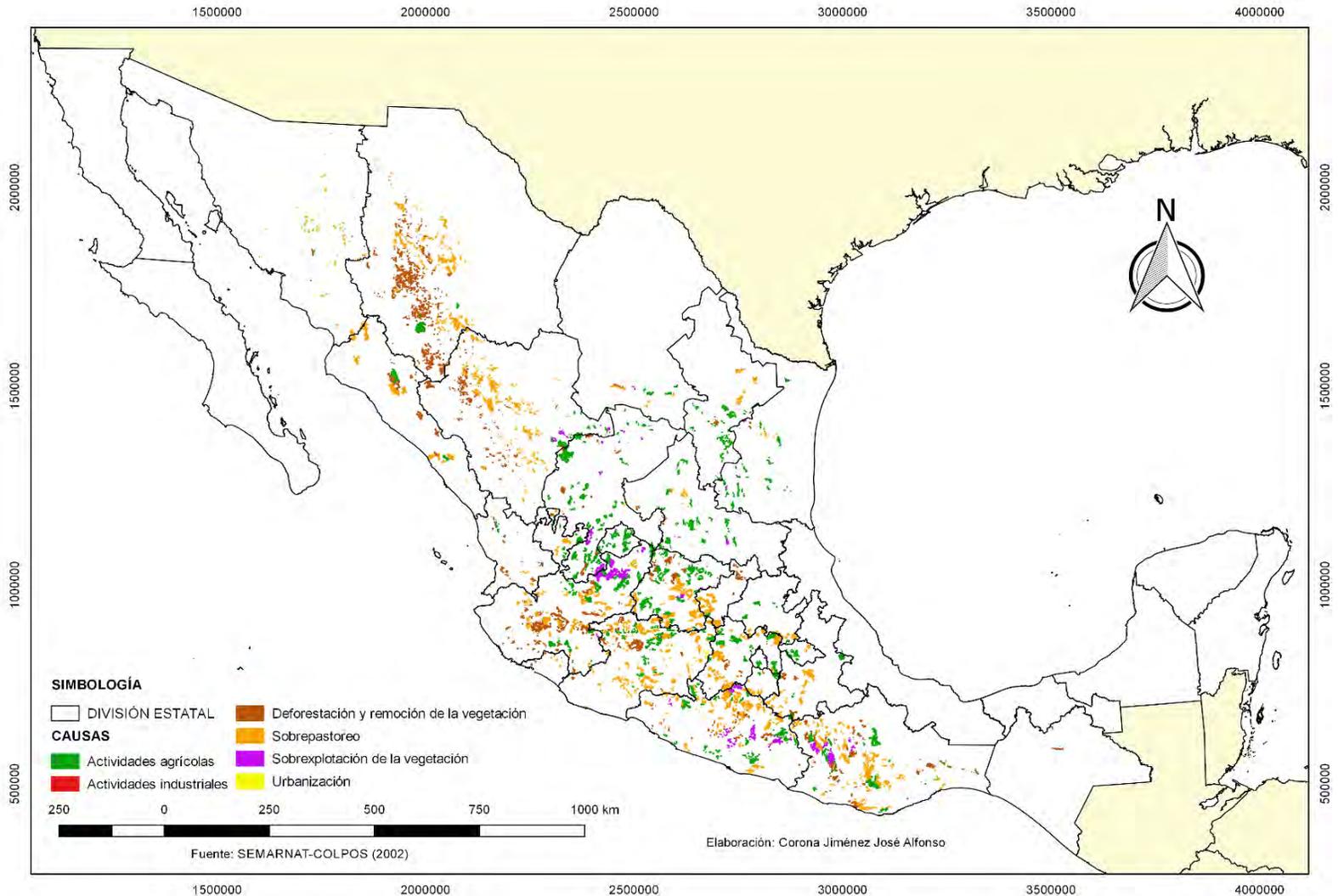


Figura 15. Mapa de causas asociadas a erosión,

5.3. Unidades de producción en suelos agrícolas de temporal anual con erosión hídrica.

Se contabilizaron en total 1,723,010 Unidades de Producción (UP) con agricultura de temporal anual distribuidas sobre una superficie de 17,079,945 hectáreas, de ellas 16% presenta pérdida de suelo superficial a causa de erosión hídrica (gráfico 4).

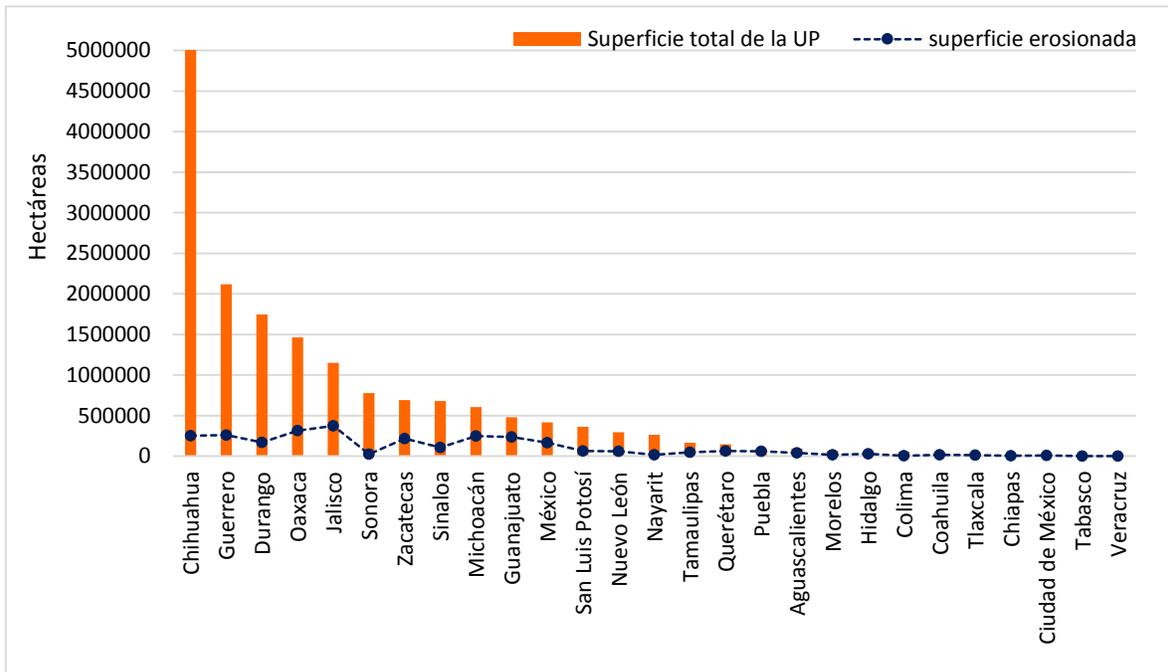


Gráfico 4. Superficie ocupada por Unidades de Producción en suelos agrícolas de temporal anual y superficie erosionada.

Los productos agrícolas de las Unidades de Producción en agricultura de temporal anual que presentan degradación de suelos por erosión hídrica son destinados en 56% al autoconsumo y 44% al autoconsumo con venta de excedentes, siendo Oaxaca la entidad con mayor número de UP destinadas al autoconsumo, seguida por Chihuahua y Guerrero. Este último Estado concentra el mayor número de UP dedicadas al autoconsumo con venta de excedentes, le siguen Oaxaca y Chihuahua (gráfico 5).

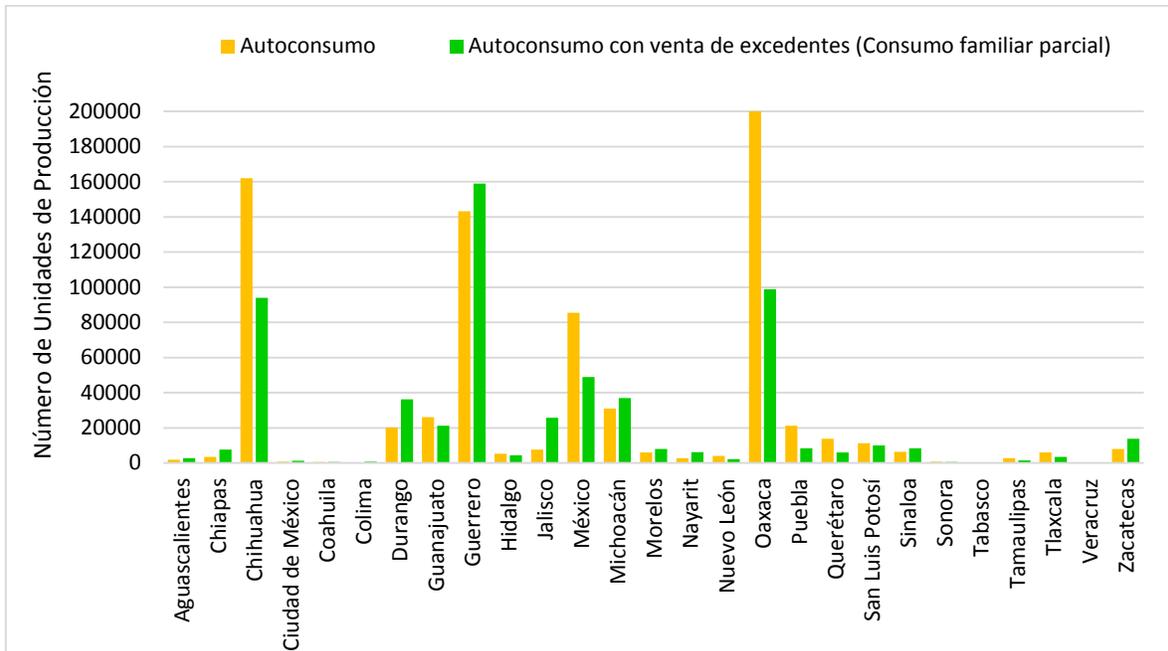


Gráfico 5. Destino de la producción en las Unidades de Producción en agricultura de temporal anual por Entidad Federativa.

Chihuahua, Guerrero y Oaxaca presentan el mayor número de UP en agricultura de temporal anual que destinan la producción al autoconsumo y venta de excedentes, y la mayor superficie erosionada (figura 16).

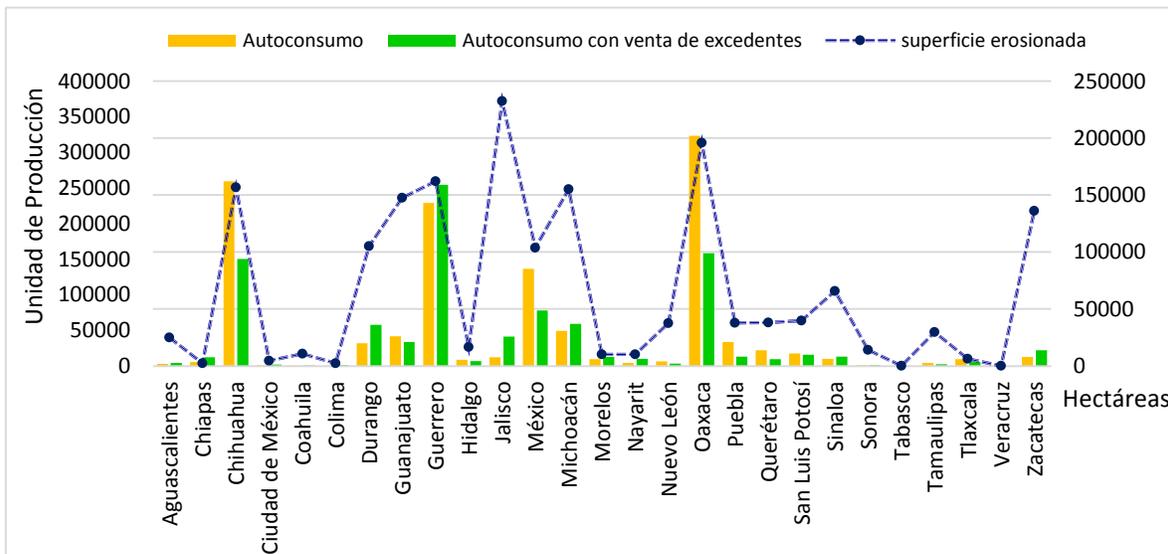
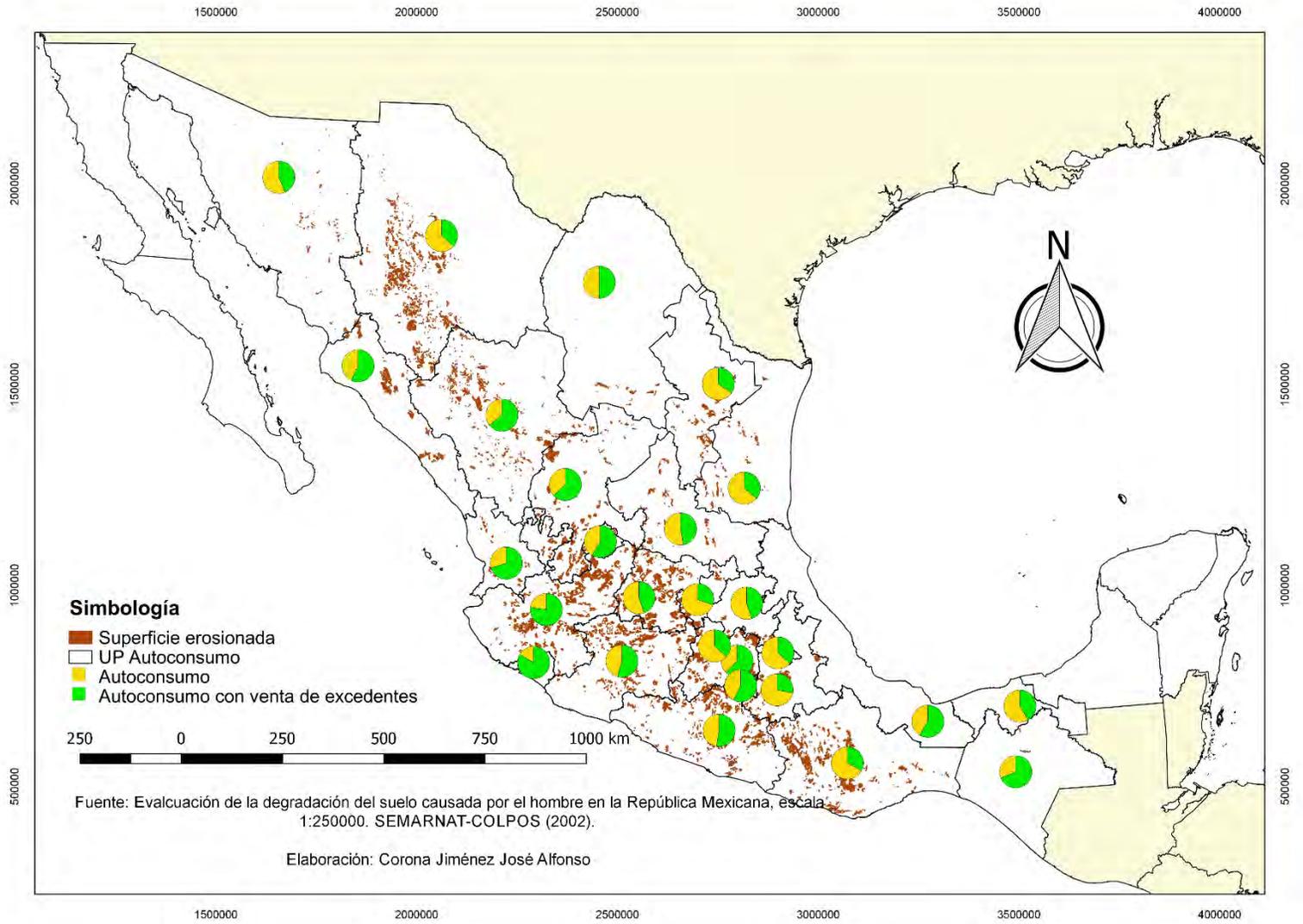


Gráfico 6. Destino de la producción en las Unidades de Producción en agricultura de temporal anual y superficie erosionada.

Figura 16. Mapa de Unidades de Producción destinadas al autoconsumo.



5.4. Agricultura de humedad anual.

Este tipo de agricultura representa el 1% de la superficie agrícola de México. En el cuadro 4 se observa que, 64% de la superficie total de humedad se practica anualmente en 131,766 hectáreas.

Cuadro 4. Superficie de agricultura de humedad.		
Subdivisión de agricultura de humedad	Área (Ha)	(%)
Humedad anual	131,766	64
Humedad anual y permanente	13,444	7
Humedad anual y semipermanente	27,608	13
Humedad semipermanente	16,943	8
Humedad semipermanente y permanente	13,852	7
Humedad permanente	2,797	1
TOTAL	206,410	100

Los estados con mayor superficie son Michoacán (37%); Veracruz (25%) y Estado de México (13%) (grafico 7, figura 17).

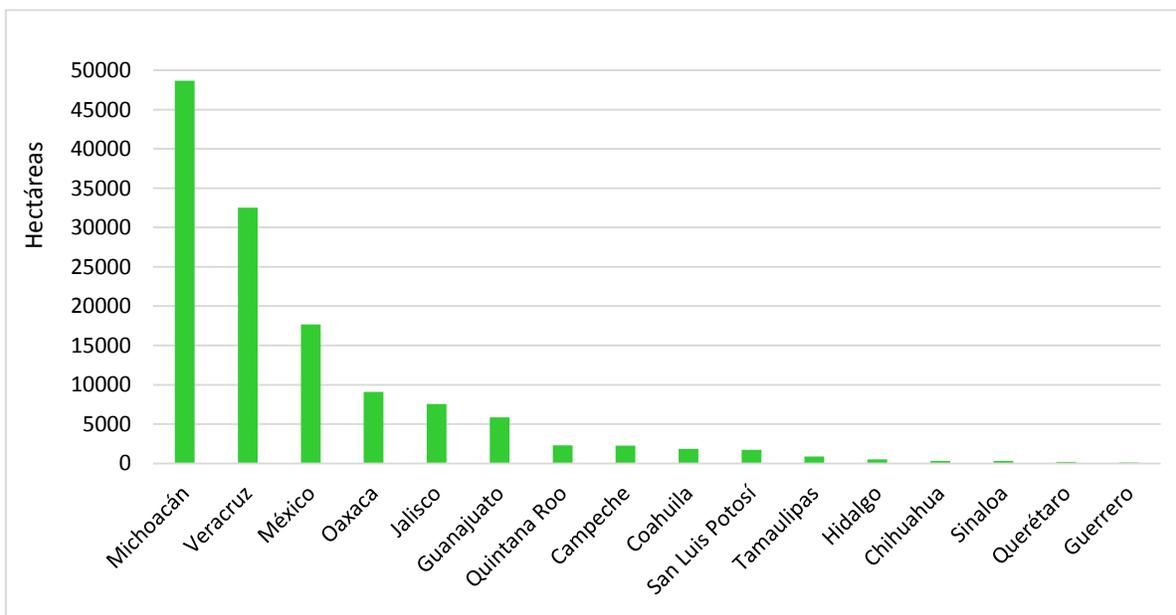


Gráfico 7. Superficie ocupada por suelos agrícolas de humedad anual.

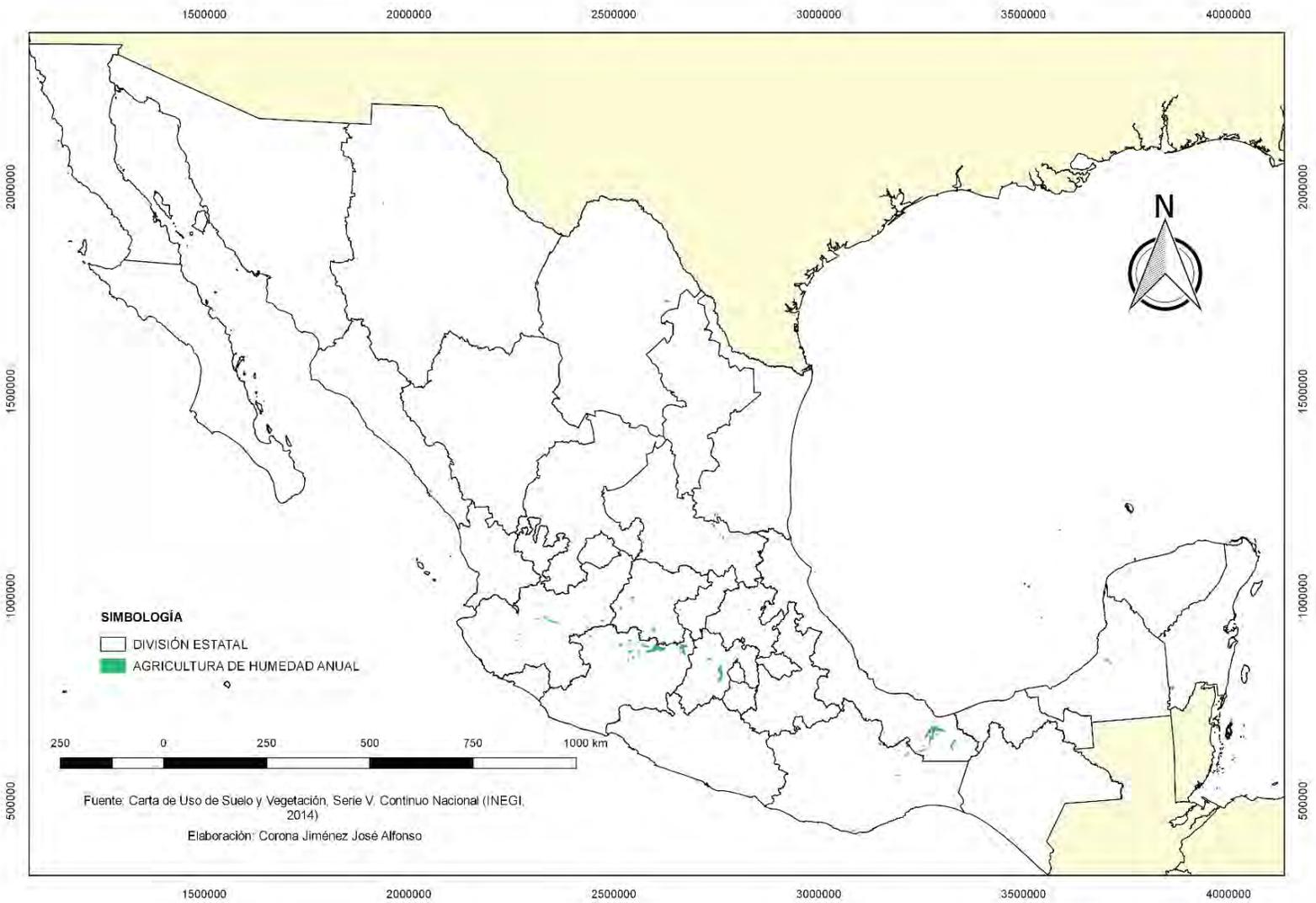


Figura 17. Mapa de agricultura de humedad anual.

5.5. Erosión de suelos de humedad anual.

Este fenómeno afecta al 4% de la superficie total de humedad anual, 84% en grado ligero y 16% en grado moderado, distribuyéndose en los estados de Michoacán (74%); Estado de México (14%) y Oaxaca (4%) (gráfico 8).

Los estados afectados por erosión en grado ligero, fueron Michoacán (70%), Estado de México (16%) y Oaxaca (5%); mientras que, en grado moderado, fueron Michoacán (94%) y Chihuahua (6%). No se registraron datos para el grado de erosión fuerte y extremo (figura 18).

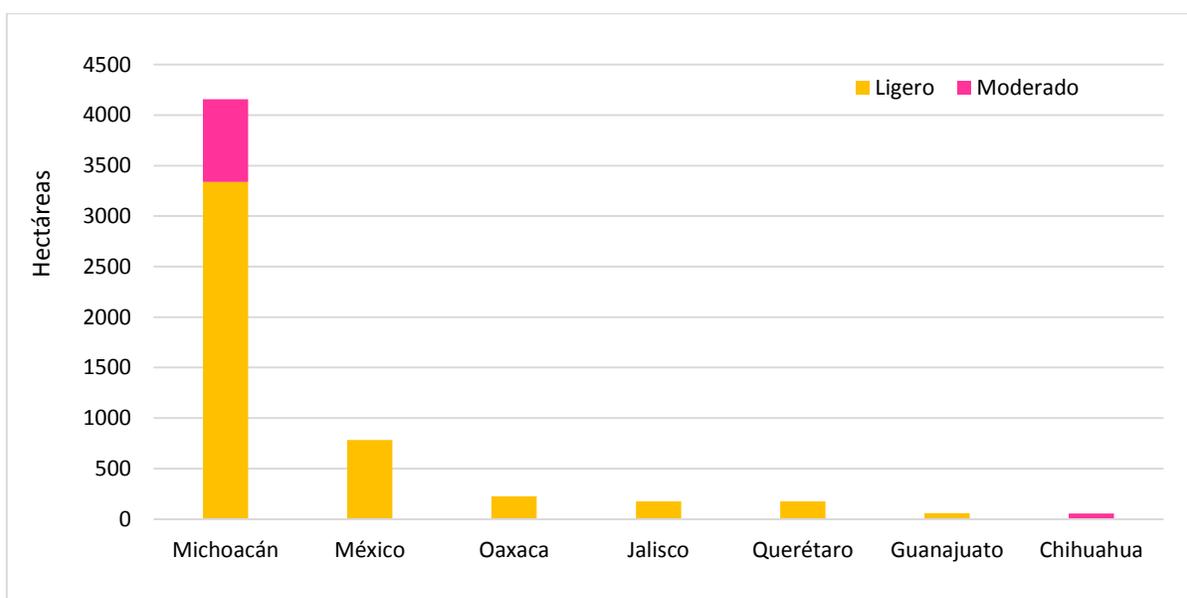
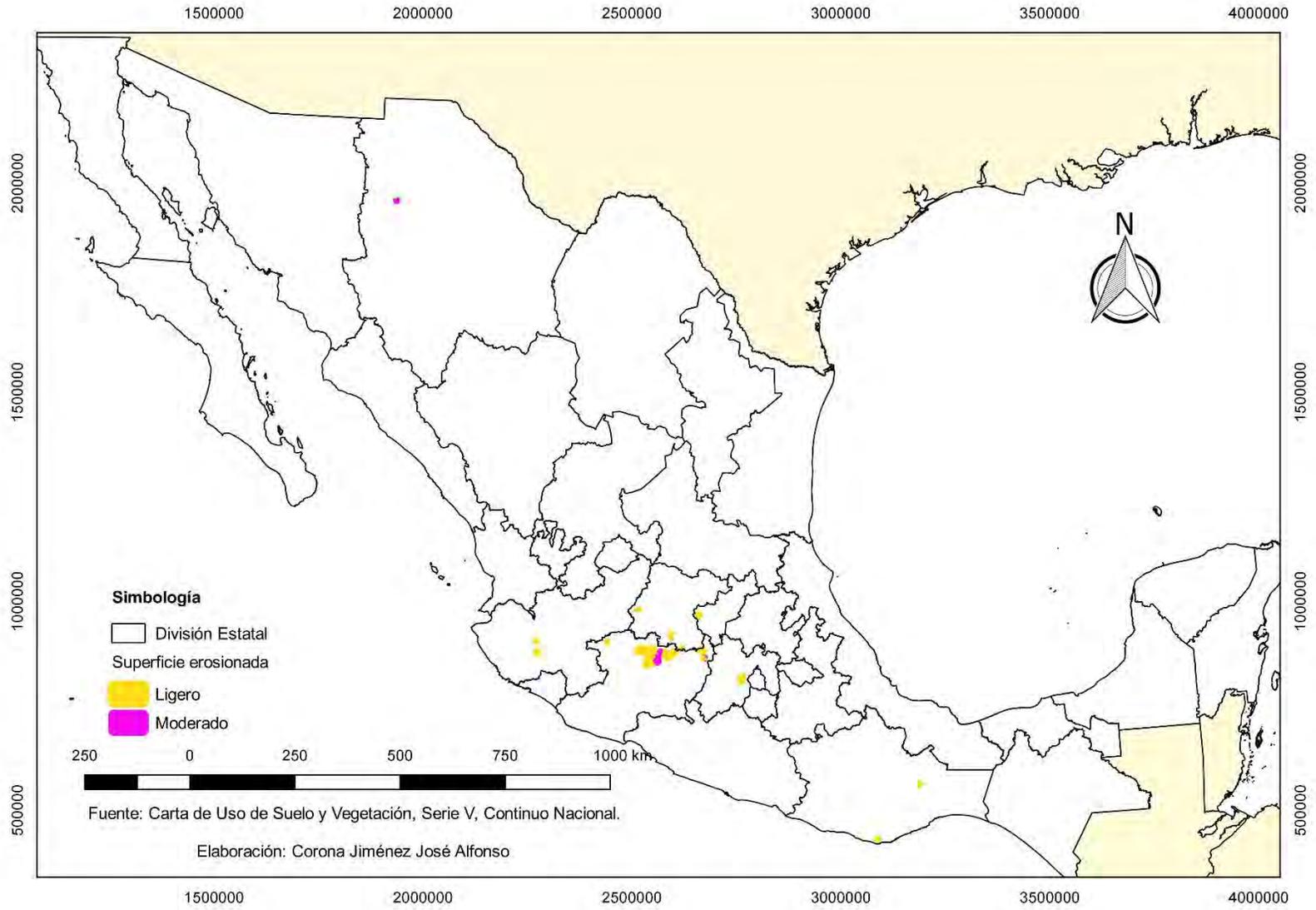


Gráfico 8. Superficie erosionada en suelos agrícolas de humedad anual.

Figura 18. Mapa de erosión en suelos de agricultura de humedad anual.



La gráfica 9 muestra la incidencia de las principales causas de degradación, las cuales están asociadas a las actividades agrícolas (47%), sobrepastoreo (45%) y deforestación (8%). Las actividades humanas reportas no necesariamente son la mayor causa de perdida superficial del suelo, pues el número de polígonos reportan únicamente el número de incidencia, no su extensión.

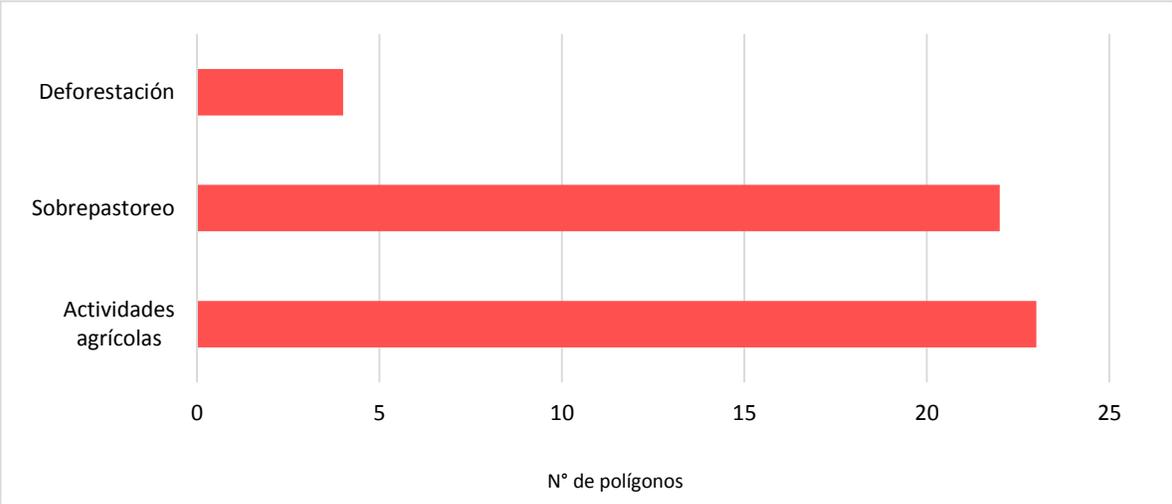


Gráfico 9. Principales causas de degradación.

5.6. Destino de la producción.

7,404 Unidades de Producción (UP) son utilizadas para agricultura de humedad anual, de ellas 55% destina su producción al autoconsumo con venta de excedentes predominando en el estado de Michoacán, el 45% restante destina los bienes agrícolas al autoconsumo localizándose principalmente en los estados de Michoacán y México (gráfico 10).

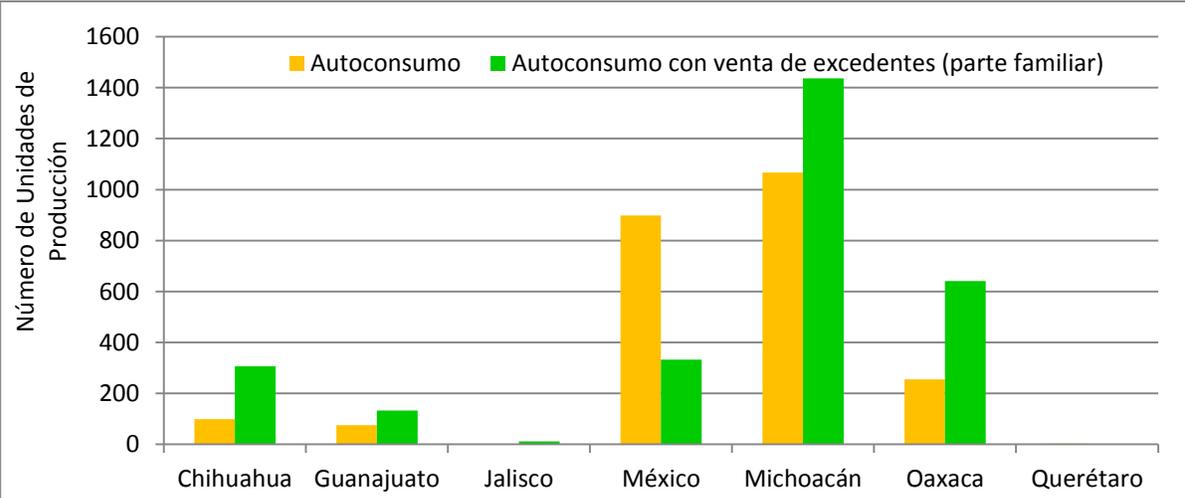


Gráfico 10. Destino de la producción de las UP.

Las Unidades de Producción abarcan una superficie de 65,193 hectáreas, de la cual, el 50% presenta pérdida de suelo superficial a causa de erosión hídrica (gráfico 11).

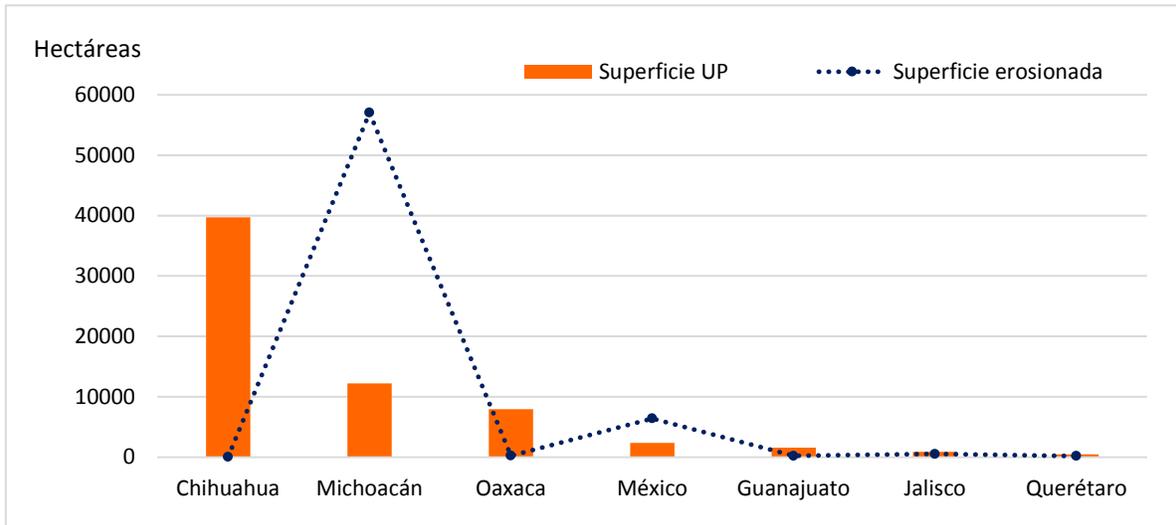


Gráfico 11. Superficie ocupada por Unidades de Producción en suelos agrícolas de humedad anual y superficie erosionada.

El gráfico 12 señala que, Michoacán es la entidad con mayor número de Unidades de Producción tanto para autoconsumo y autoconsumo con venta de excedentes, de igual modo, presenta la mayor superficie con erosión hídrica para este tipo de agricultura.

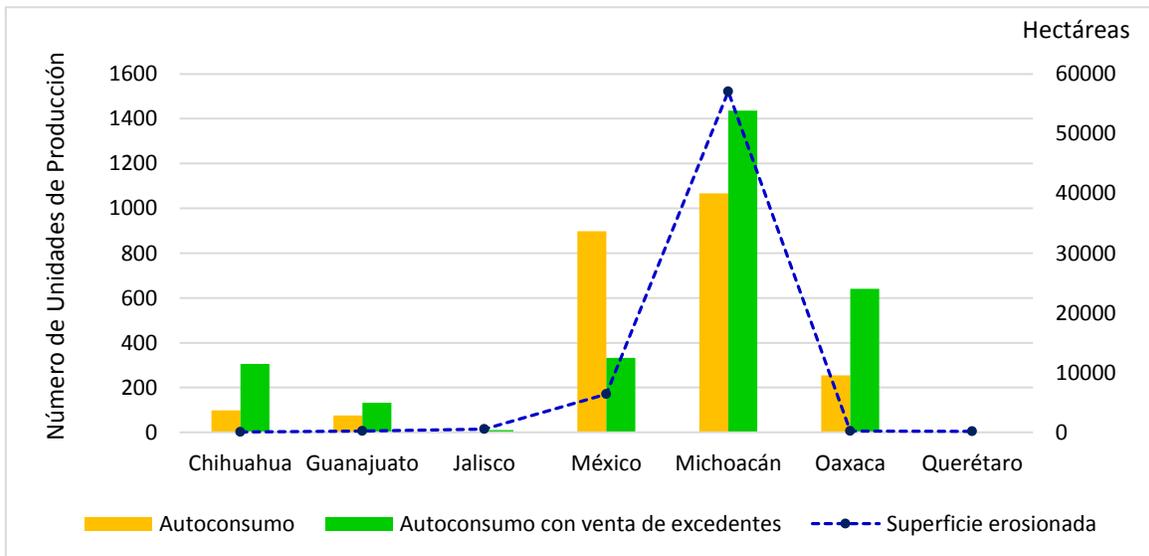


Gráfico 12. Destino de la producción de las UP y superficie erosionada.

5.7. Principales resultados obtenidos del cruce de información.

Recapitulando la información de agricultura (temporal anual y humedad anual) con pérdida de suelo superficial a causa de erosión, el cuadro 5 muestra el número de hectáreas afectadas y el grado en el que se encuentran.

Cuadro 5. Hectáreas afectadas a nivel nacional, según grado de erosión en suelos de agricultura de temporal anual y humedad anual.				
Grado de erosión	Agricultura de temporal anual	Agricultura de humedad anual	Superficie total afectada (Ha)	(%)
Ligero	1,943,469	4,760	1,948,229	68
Moderado	843,844	878	844,722	30
Fuerte	63,034		63,034	2
Extremo	792		792	<0
TOTAL	2,851,139	5,638	2,856,777	100

El cuadro 6 sintetiza los principales resultados obtenidos en ambos tipos de agricultura.

Cuadro 6. Síntesis de resultados obtenidos para erosión de suelos agrícolas.				
Tipo de agricultura	Total de hectáreas	Hectáreas erosionadas	Autoconsumo	Consumo familiar con venta de excedentes
Temporal	17,486,687	2,851,139	772,058	606,630
Humedad	131,766	5,638	2,398	2,860
TOTAL	17,618,453	2,856,777	774,456	609,490

5.8. Población en el sector primario y problemática en la realización de actividades.

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo de INEGI, en 2010 la población ocupada en el sector primario era de 13%, en 2014 aumentó a 14%, las entidades con mayor población ocupada en el sector primario eran Chiapas, Oaxaca y Guerrero (>30%); Zacatecas, Veracruz, Puebla y Michoacán (>20%), Hidalgo, Nayarit, S.L.P., Durango, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala, Guanajuato, Colima, Chihuahua, Jalisco y Morelos (>10%), el resto de los estados se encuentra en un rango menor al 10% (gráfico 13).

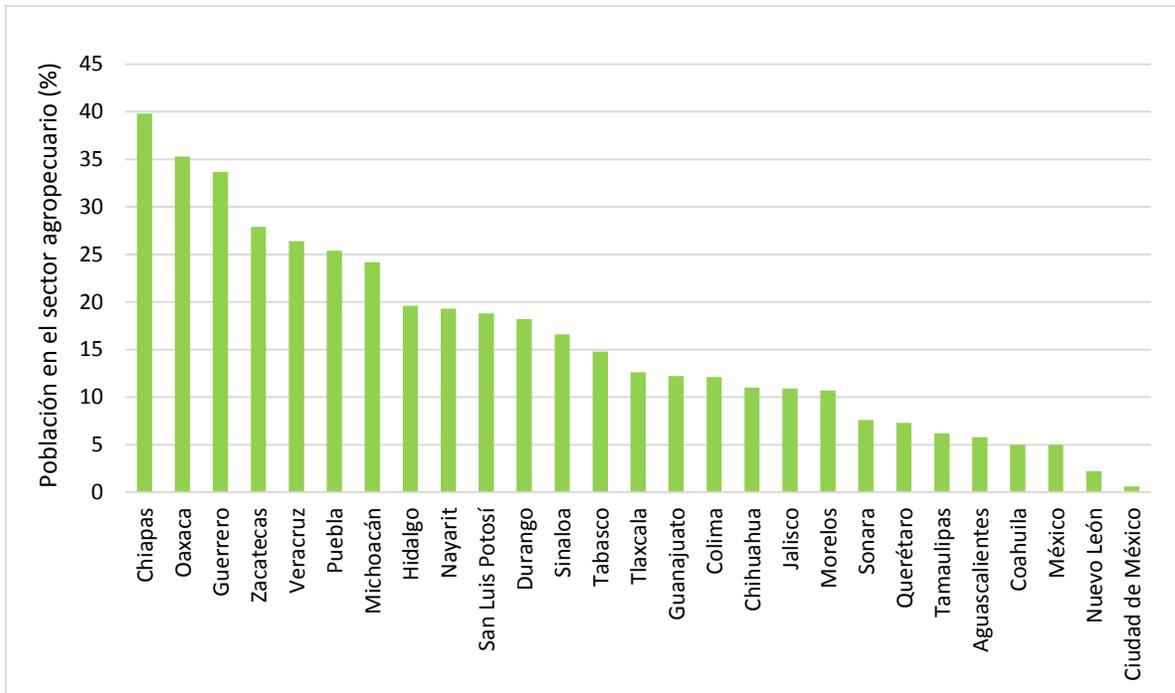


Gráfico 13. Tasa de ocupación en el sector primario (actividades agropecuarias) en 2014 por Entidad Federativa.

Para el cuarto trimestre de 2017, la población total ocupada en México fue de 52,865,845 personas, de ellas 13% se desempeñó en el sector primario, es decir, 7,056,744 personas (gráfico 14).

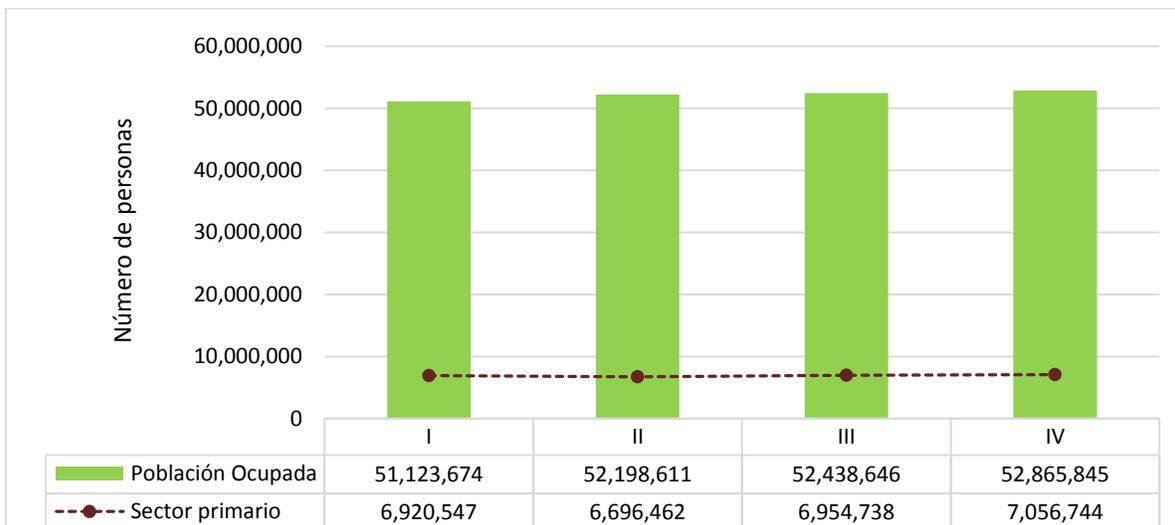


Gráfico 14. Población ocupada en el sector primario en 2017. Por trimestre (I-IV).

En 2007, el 67% del ingreso de los productores provenía de las actividades agropecuarias y forestales, 22% de otras actividades, 7% del apoyo gubernamental y 4% del envío de dinero del extranjero.

Las entidades que reportaron el mayor número de UP con ingresos derivados por actividades agropecuarias y forestales fueron Veracruz, Chiapas y Puebla; las que reportaron ingresos por dinero del extranjero fueron Guanajuato, Guerrero y Michoacán; las que obtuvieron ingreso por el apoyo gubernamental fueron Puebla, Oaxaca y San Luis Potosí, finalmente Estado de México, Puebla y Veracruz reportaron mayor ingreso por otras actividades (gráfico 15).

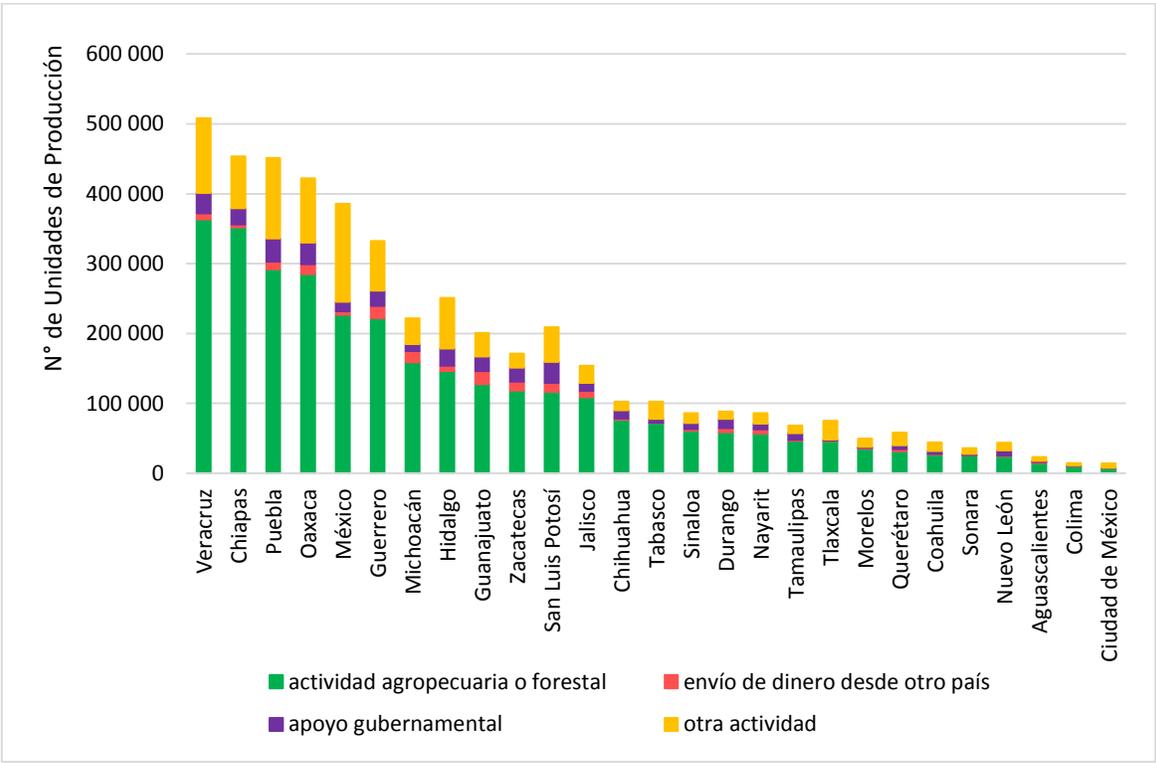


Gráfico 15. Unidades de Producción según ingresos del productor.

El VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal (2007) y la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) (2012) y (2014), reconocen la pérdida de fertilidad del suelo como uno de los múltiples problemas en la realización de actividades agropecuarias, de 2007 a 2014 aumentó 21.4% (gráfico 16).

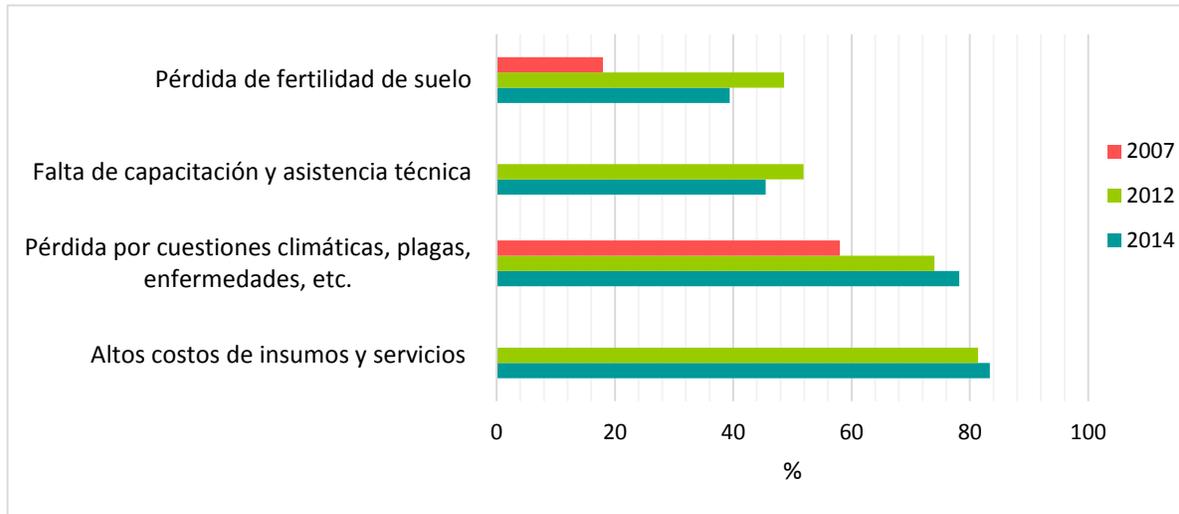


Gráfico 16. Principales problemas en la realización de actividades agropecuarias.

Las UP censadas en 2007 que reportaban como problemática la pérdida de fertilidad del suelo se localizaron en Chiapas (16%); Estado de México, Oaxaca y Puebla (11%) y Veracruz (9%); mientras que las UP con erosión de suelos agrícolas se concentraron en Jalisco (13%); Oaxaca (12%) y Michoacán (9%) (gráfico 17)

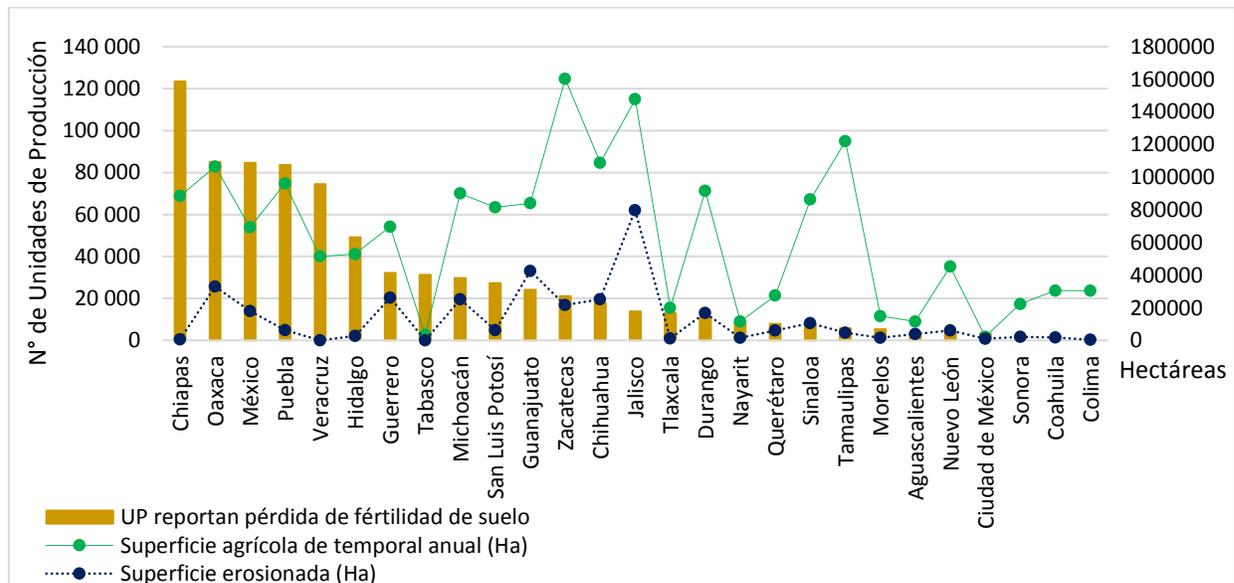


Gráfico 17. Superficie agrícola, UP que reportan pérdida de fertilidad del suelo y superficie erosionada.

5.9. Carencia por acceso a la alimentación y Unidades de Producción con suelos erosionados.

a) Carencia por acceso a la alimentación.

Para el período (2010-2016), la población en carencia por acceso a la alimentación disminuyó 3.9 millones, pasando de 28.4 millones a 24.5 millones de personas (gráfico 18).

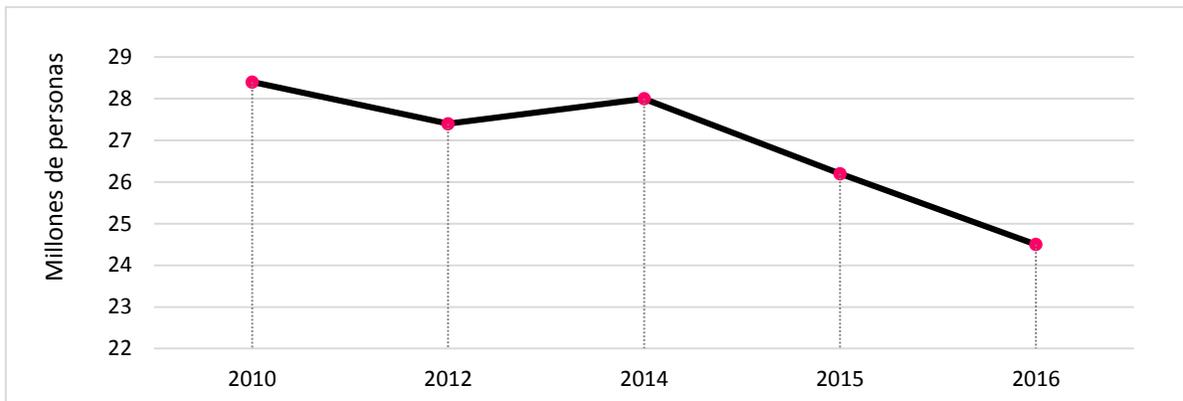


Gráfico 18. Carencia por acceso a la alimentación.

De 2010 a 2016, las Entidades Federativas que reportaron el mayor número de personas en carencia alimentaria fueron Estado de México y Veracruz, le siguen Jalisco, Puebla, Chiapas, Guerrero, Ciudad de México, Guanajuato, Michoacán y Oaxaca, aunque la carencia ha disminuido en los últimos años las cifras siguen siendo elevadas (gráfico 19, figura 19 y 20).

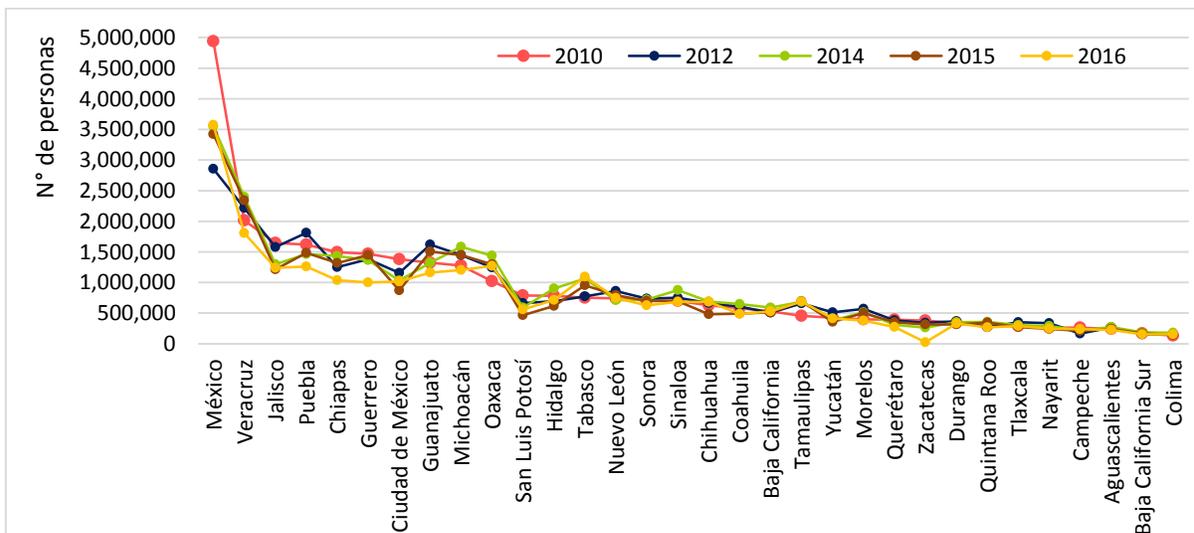


Gráfico 19. Número de personas en carencia por acceso a la alimentación 2010-2016.

Figura 19. Mapa de la población en carencia alimentaria 2010.

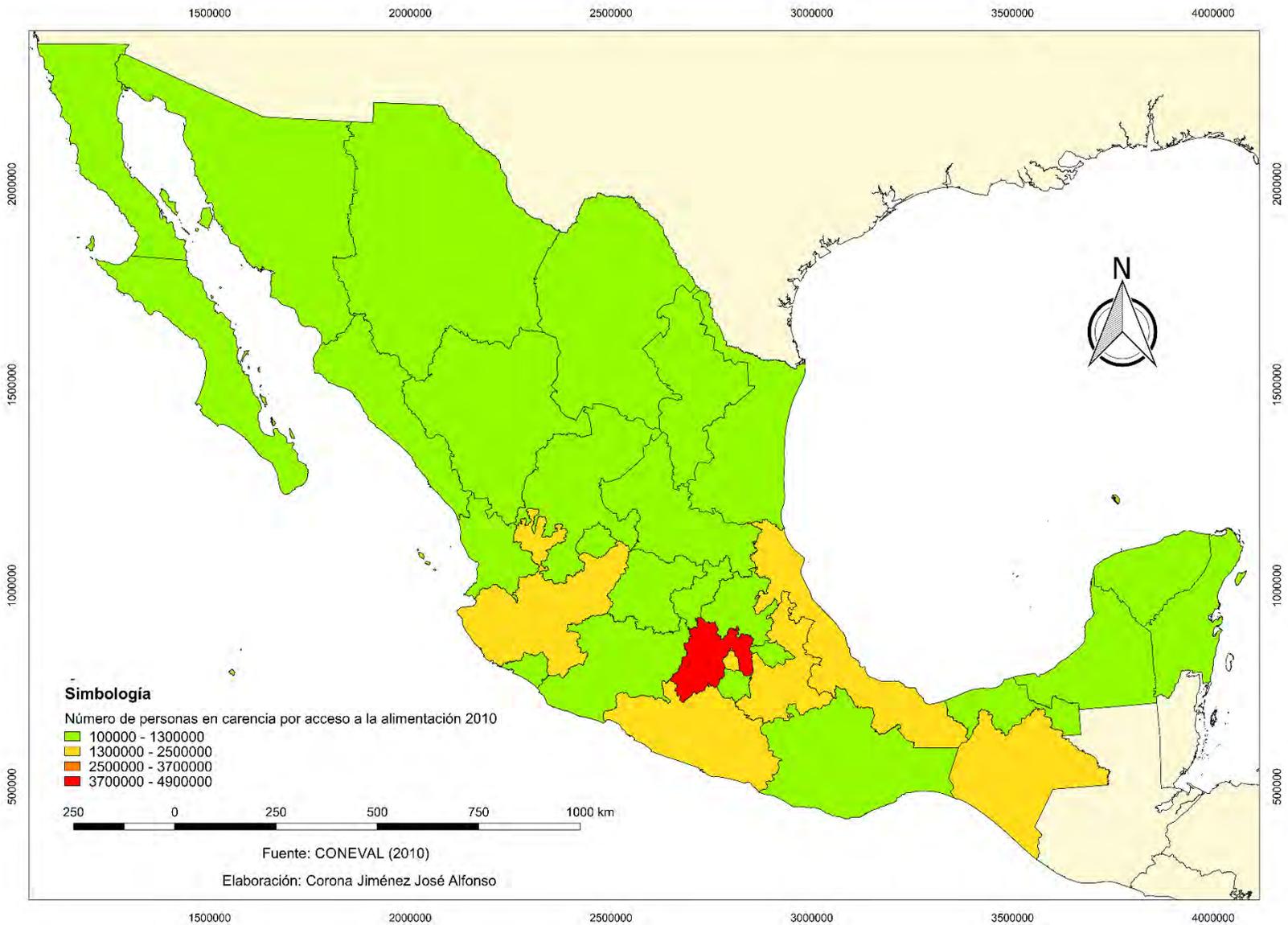
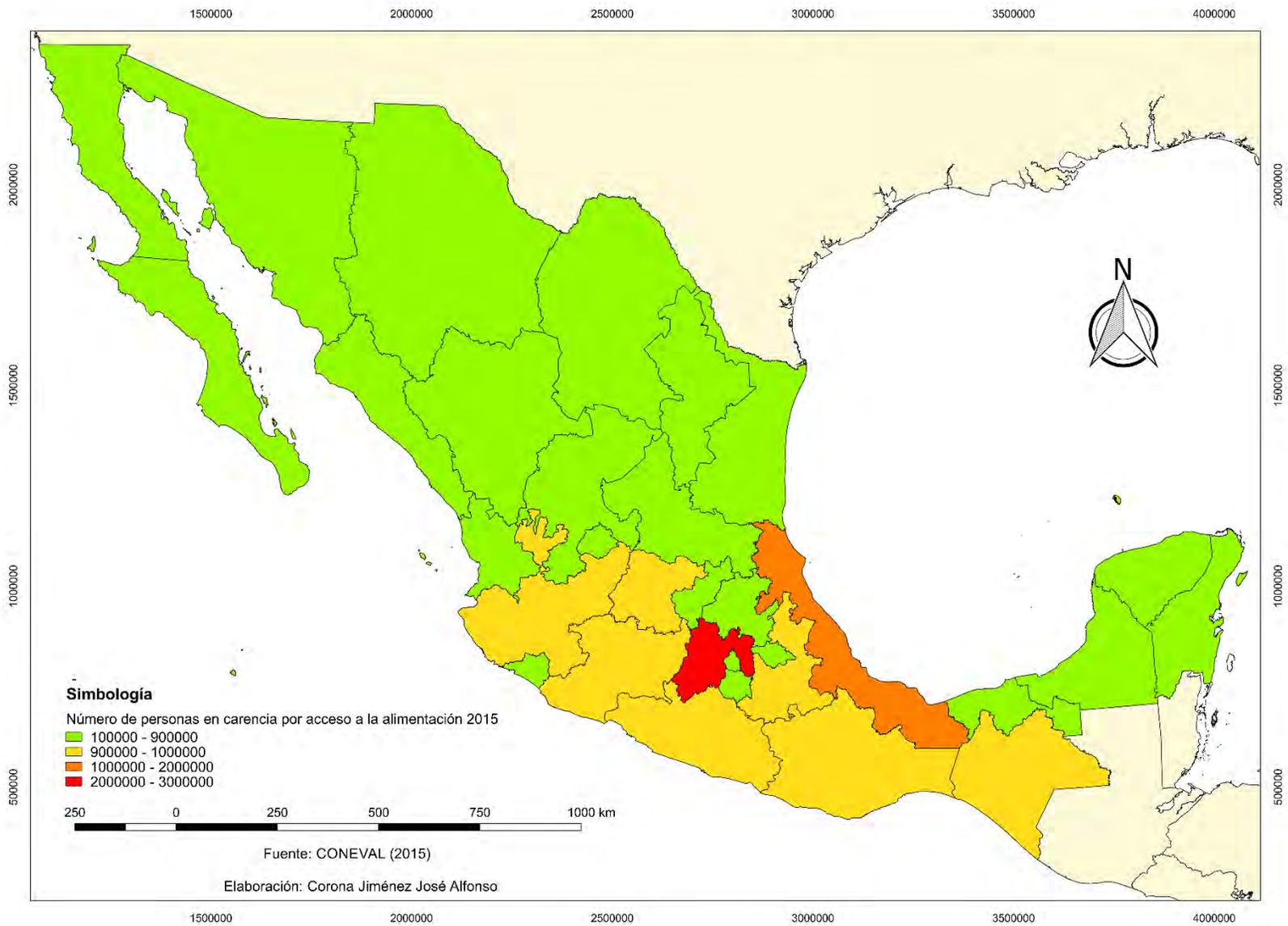


Figura 20. Mapa de la población en carencia alimentaria 2015.



b). Unidades de producción con suelos agrícolas erosionados (UPE) y carencia por acceso a la alimentación.

Las Unidades de Producción con suelos agrícolas erosionados se localizaron en 1,013 de los 2,457 municipios del país (41%), los cuales en el año 2010 registraban en carencia alimentaria a 12.2 millones de personas, cifra que en 2015 se redujo a 10.9 millones de personas.

El mayor número de municipios se localizó principalmente en los Estados de Oaxaca (290 de 570); Jalisco (103 de 125); Michoacán (90 de 113); Estado de México (73 de 125); Guerrero (61 de 81), Puebla (48 de 217) y Guanajuato (38 de 46). Sin embargo, en términos de porcentaje, es decir, la relación entre el número de municipios con UPE y el total de municipios de cada estado, se observa que Aguascalientes es la entidad que presenta UPE en casi 90% de sus municipios (10 de 11); le siguen Guanajuato y Jalisco (82%); Michoacán (79%); Guerrero (75%) y Durango (71%) (figuras 21 y 22).

En el siguiente cuadro se observan los municipios con UPE que en 2015 presentaron el mayor número de personas en dicha carencia, cabe aclarar que no son todos los municipios del país y la población registrada es el total de cada municipio y no necesariamente se relaciona con la UPE.

Cuadro 7. Municipios con mayor población con carencia por acceso a la alimentación 2015.				
Entidad	Municipio	Población Total Municipal (2015)	Población total con carencia por acceso a la alimentación (2015)	(%) respecto al total municipal
Guanajuato	León	1,578,626	481,387	30
Guerrero	Acapulco de Juárez	810,669	338,179	41
Jalisco	Zapopan	1,332,272	179,751	13
Estado de México	Naucalpan de Juárez	844,219	128,736	15
Michoacán	Morelia	784,776	193,394	24
Oaxaca	Oaxaca de Juárez	264,251	44,725	16
Puebla	Puebla	1,576,259	423,194	26

Figura 21. Estados con el mayor número de municipios con UPE.

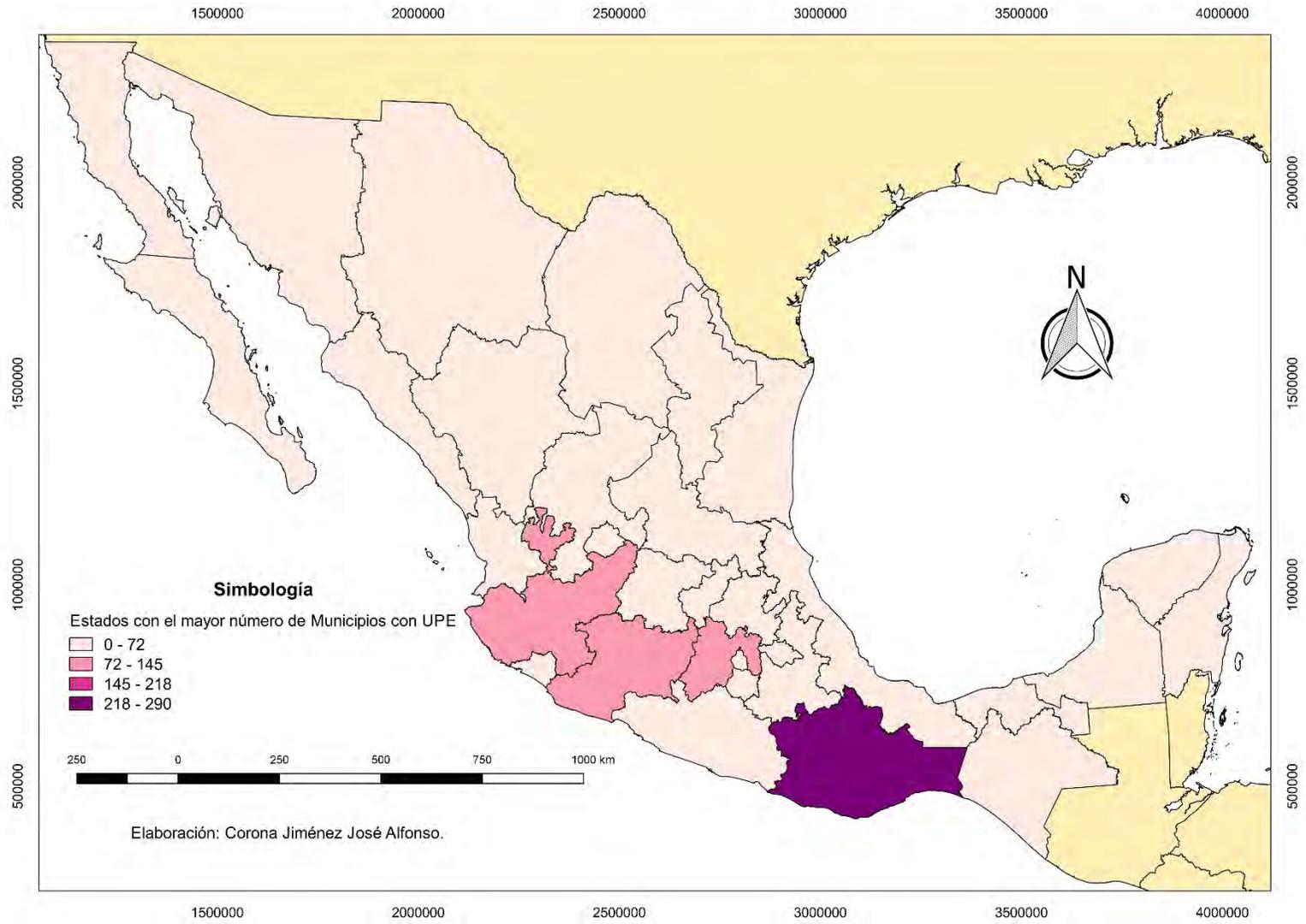
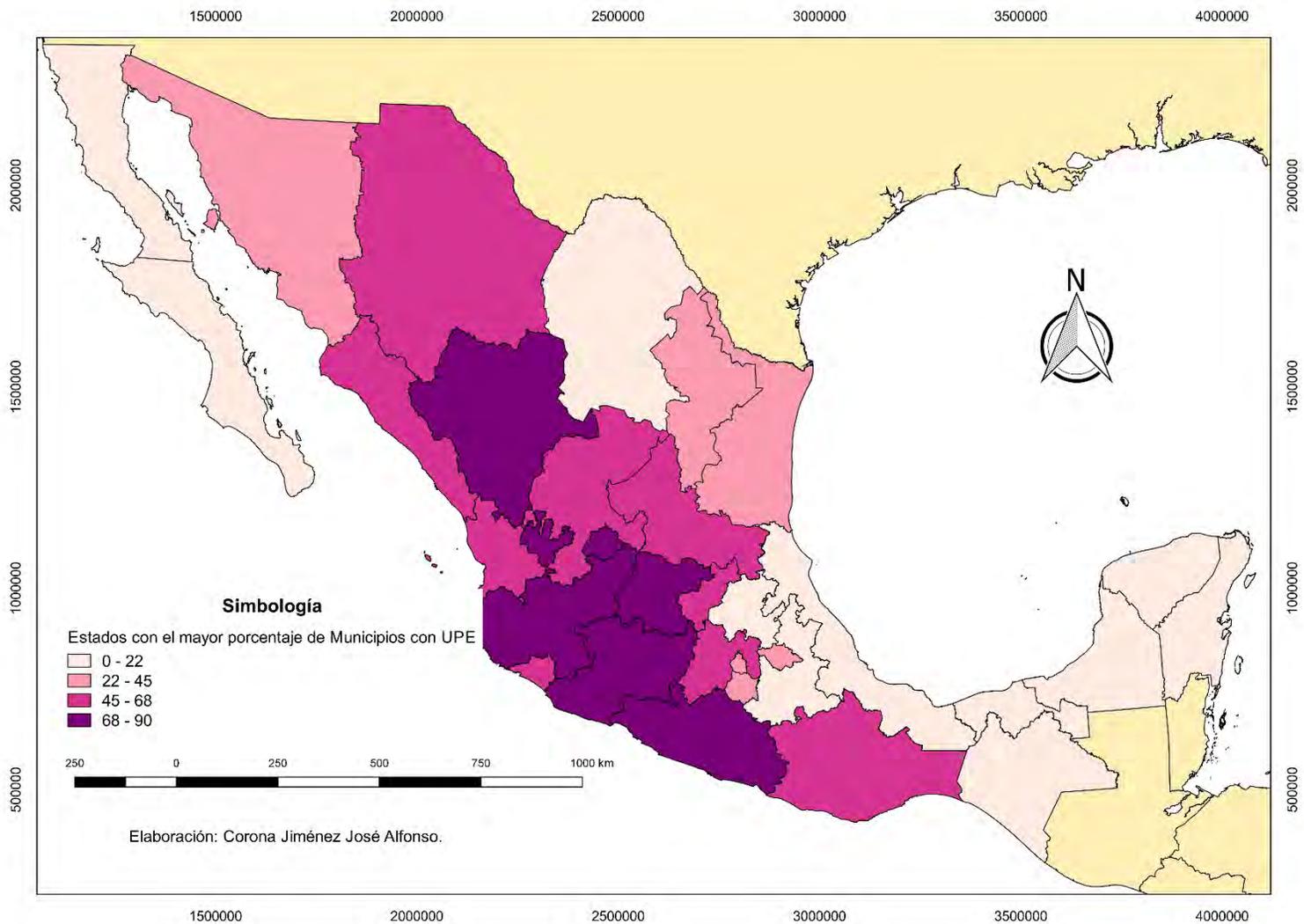


Figura 22. Entidades con el mayor porcentaje de municipios con UPE.



c). Población en carencia por acceso a la alimentación en las UPE por estado en los años 2010 y 2015.

En 2010 el mayor número de personas con carencia por acceso a la alimentación se localizó principalmente en las UPE pertenecientes al Estado de México (2.2 millones de personas); Guanajuato y Guerrero (1.2 millones) y Michoacán (1.04 millones). En 2015 los Estados sobresalientes fueron Guanajuato (1.4 millones), Estado de México (1.3 millones) y Guerrero y Michoacán (1.2 millones de personas) (gráfico 20, figura 23 y 24).

Como se mencionó anteriormente, las personas registradas en esta carencia no necesariamente habitan en las UPE, pues la población se distribuye en diversas partes de la extensión territorial de cada municipio.

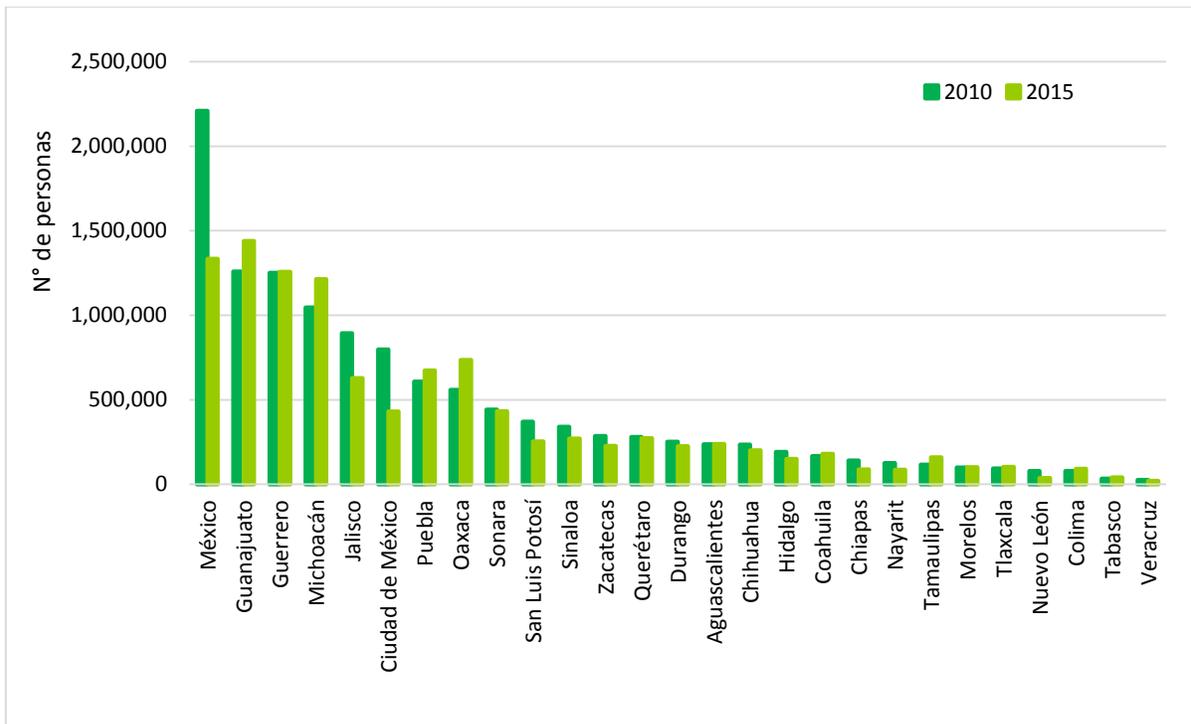


Gráfico 20. Población en carencia por acceso a la alimentación en las Entidades con UPE en los años 2010 y 2015.

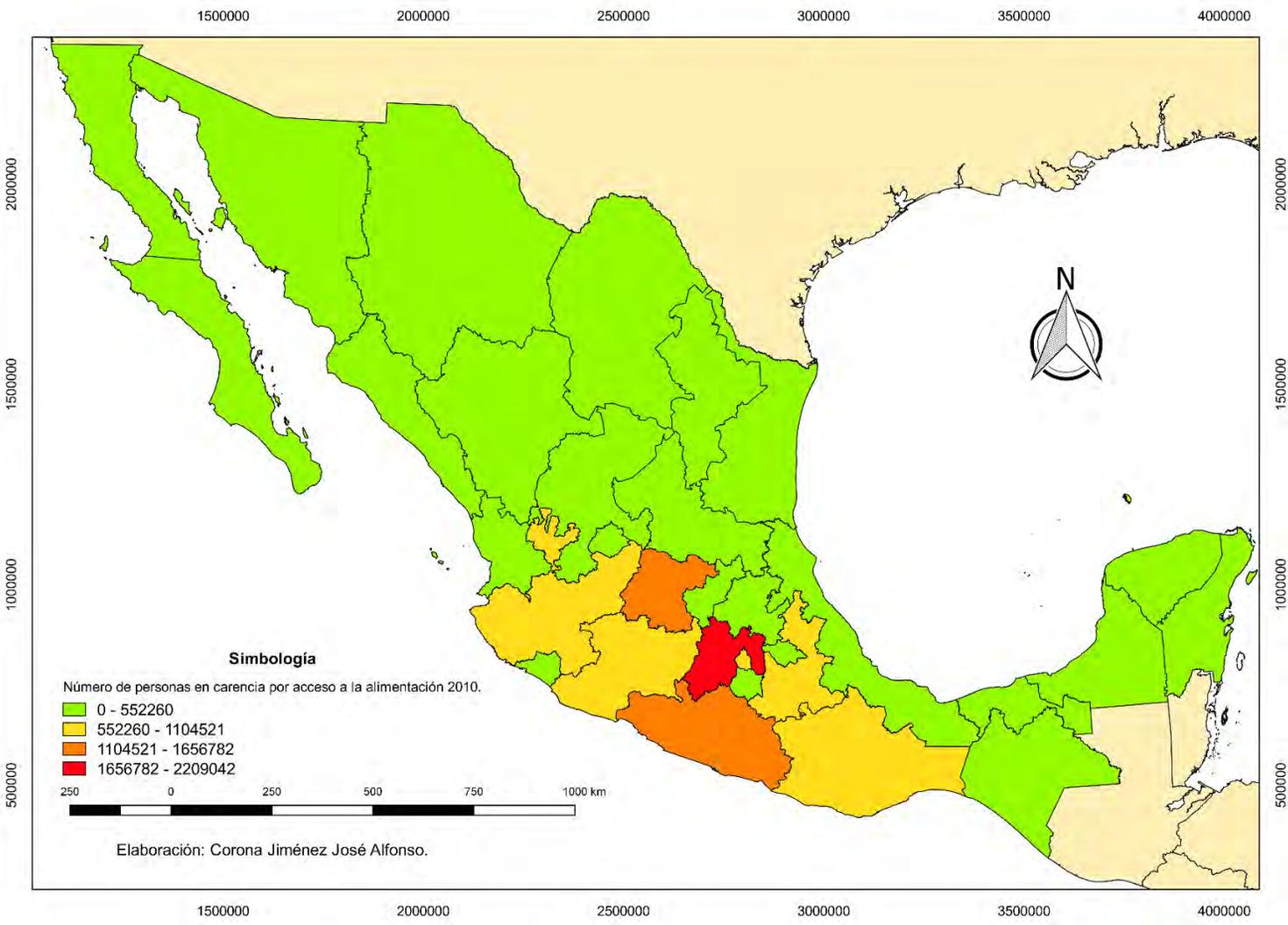


Figura 23. Población en carencia por acceso a la alimentación en los Estados con UPE (2010).

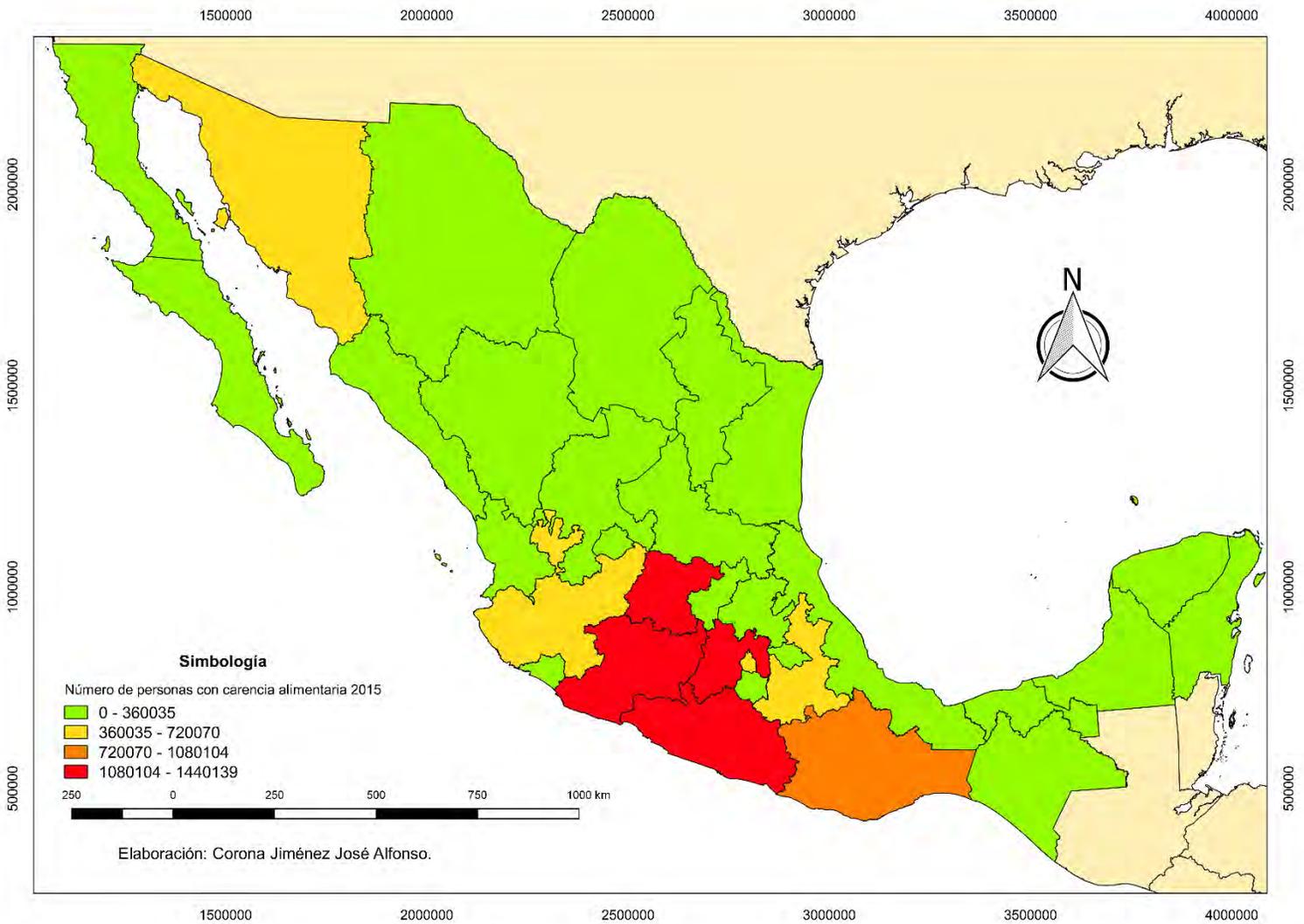


Figura 24. Población en carencia por acceso a la alimentación en Estados con UPE (2015).

Como se muestra en el gráfico 21, la superficie erosionada no es proporcional al número de personas con carencia por acceso a la alimentación; un ejemplo de ello es Jalisco que presenta la cifra de erosión más elevada, pero no el mayor número de personas en dicha carencia; contrario al Estado de México donde la población en carencia es elevada y la erosión es media.

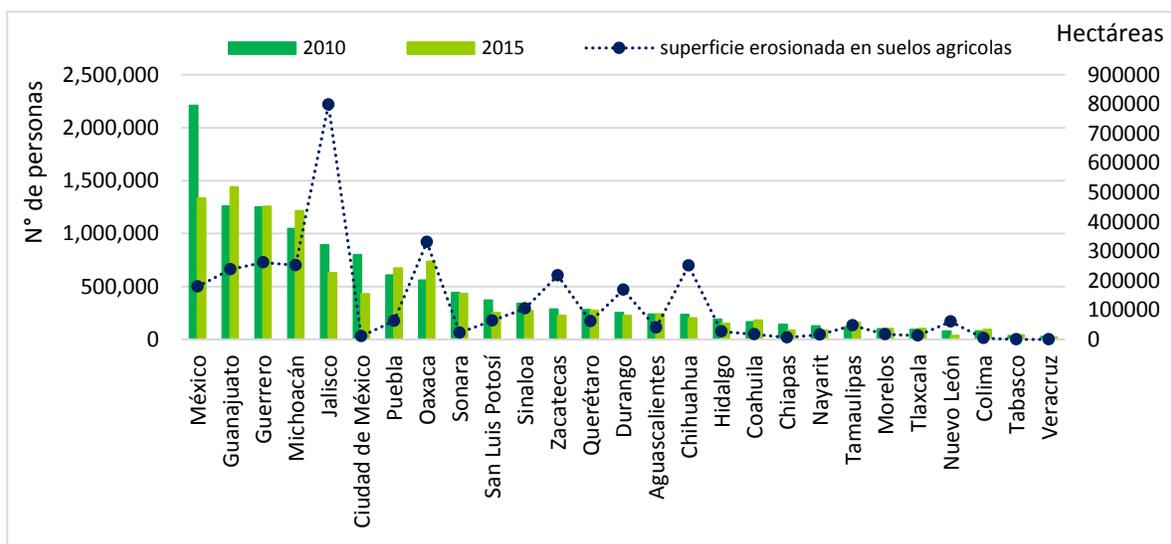


Gráfico 21. UPE y población en carencia por acceso a la alimentación.

Las entidades que presentan el mayor número de personas con carencia por acceso a la alimentación y UPE son Guanajuato, Guerrero, Estado de México, Michoacán, Oaxaca y Jalisco (cuadro 8, figura 25).

Cuadro 8. Entidades con mayor número de personas en carencia por acceso a la alimentación y UPE.							
Entidad	Superficie Agrícola (Ha)	Superficie Erosionada (Ha)	(%)	Población Total	carencia alimentaria	(%)	Población sector primario (%)
Guanajuato	839,871.29	238,128.82	28	5,853,677	1,440,139	24	12.2
Guerrero	696,739.52	261,933.48	37	3,533,251	1,256,776	35	33.7
Jalisco	1,477,705.47	373,417.56	25	7,844,830	627,652	8	10.9
Edo. Méx.	692,296.04	179,537.72	25	16,187,608	1,334,684	8	5
Michoacán	900,145.03	252,243.14	28	4,584,471	1,214,652	26	24.2
Oaxaca	1,065,230.41	330,770.57	31	3,967,889	735,650	18	35.3

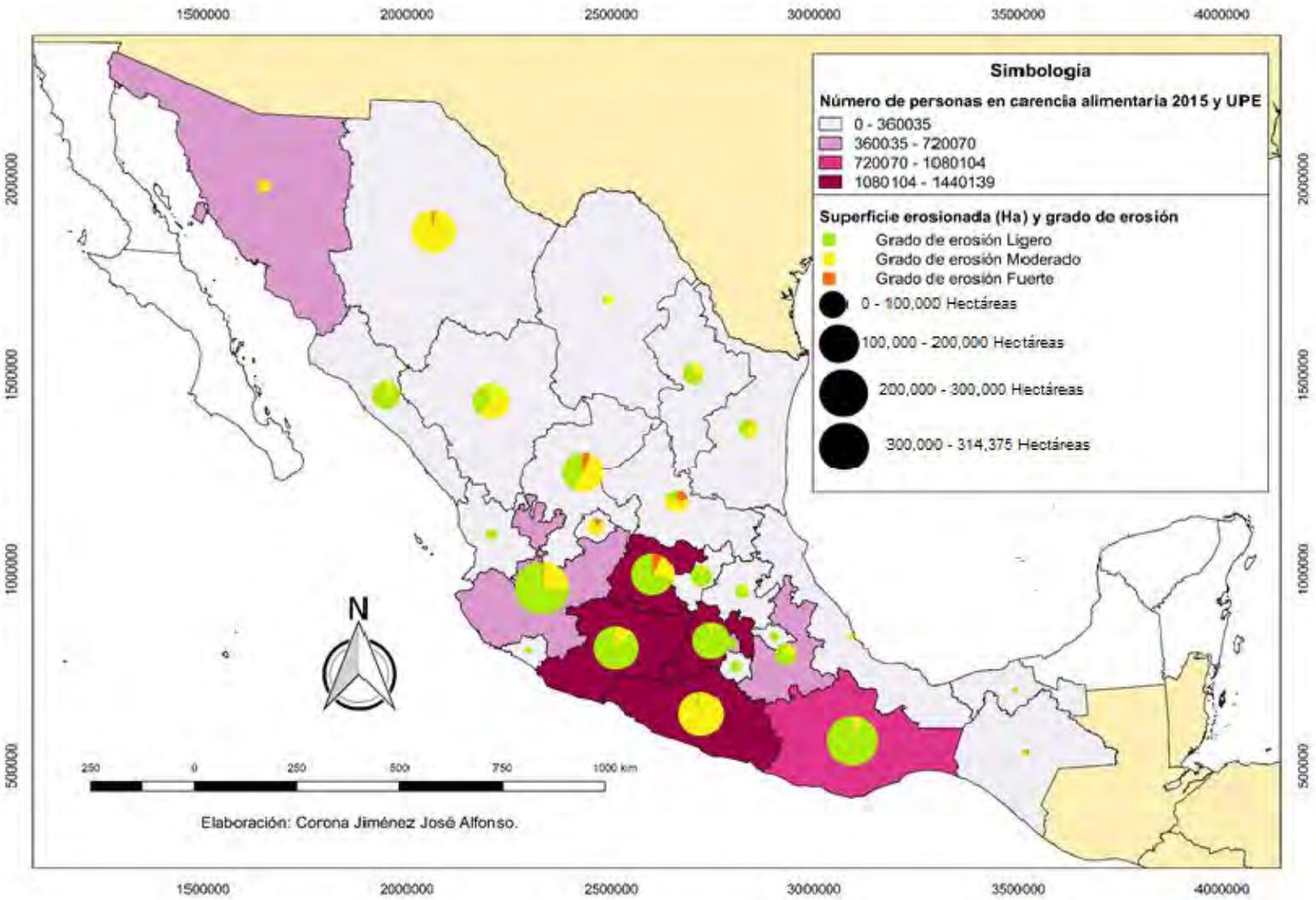


Figura 25. Mapa de población en carencia por acceso a la alimentación (2015) y Unidades de Producción con suelos agrícolas erosionados (UPE).

Para saber la asociación entre ambas variables se realizó un análisis de correlación, el gráfico 22 sugiere una relación positiva entre las dos variables, es decir, la superficie agrícola de temporal anual erosionada tiene cierta relación con la carencia por acceso a la alimentación, pero no necesariamente es la causa, pues una correlación mide la relación y no la causalidad.

El coeficiente de correlación entre ambas variables es $r=0.65$, de acuerdo a los rangos establecidos para este coeficiente es una correlación moderada.

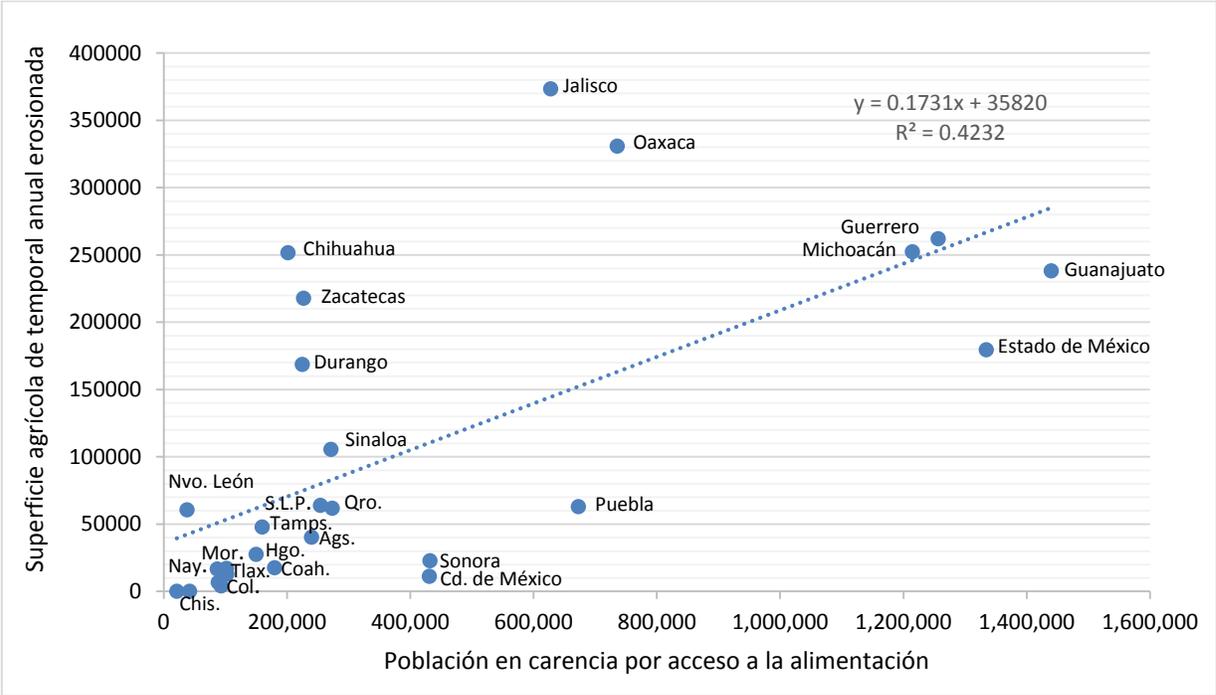
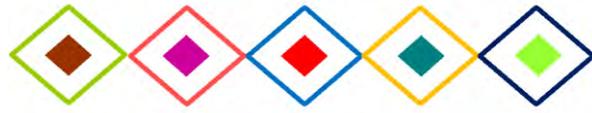


Gráfico 22. Gráfico de dispersión entre superficie agrícola de temporal anual con erosión y población en carencia por acceso a la alimentación por estado.



Milpa a finales de Octubre: en octubre se ha cosechado, comienza a retirarse la planta madura o seca [Fotografía: José Alfonso Corona Jiménez]. La Libertad, Zacapoaxtla, Puebla, México. 2017.



6. DISCUSIÓN.

La metodología propuesta permitió una primera aproximación a la posible relación entre erosión de suelos y carencia por acceso a la alimentación, aunque los datos estadísticos son diferentes metodológicamente en extensión y temporalidad, ayudan a identificar las entidades federativas que presentan cifras elevadas con carencia por acceso a los alimentos; la superficie agrícola de temporal anual con erosión hídrica; las principales causas asociadas a este fenómeno; la población ocupada en el sector primario y las entidades con el mayor número de unidades de producción destinadas al autoconsumo.

Debido a la complejidad de los problemas socioambientales, la relación entre fenómenos de diferente naturalidad, temporalidad y extensión puede variar dependiendo del nivel (local, municipal, nacional y global), pues en ellos influyen diversos factores, por lo tanto, su origen no puede ser atribuido a un solo factor y su solución es multifactorial, además debe considerarse que la relación entre ambiente y población es compleja, indirecta y no lineal (Ruiz y Galicia, 2016; Bonilla *et al*; 2012; Luna y Padilla 2014).

La agricultura de temporal anual se practica en 81% del territorio nacional, donde 16% presenta pérdida del suelo superficial por erosión hídrica, en grado ligero (68%), moderado (30%) y fuerte (2%); asociada al sobrepastoreo (40%), actividades agrícolas (37%), deforestación (18%) y sobreexplotación de la vegetación (5%). Estos factores son reconocidos como consecuencias de la acción humana que se agudizan por las condiciones climáticas (Morales, 2005); los más significativos son los efectos derivados del cambio climático que modifican las propiedades del suelo (textura, pH, materia orgánica y contenido de sales) además de las condiciones de humedad y temperatura, los cuales impactan en la agricultura (INECC-UACH, 2016), a largo plazo favorecen la pobreza y la inestabilidad económica (Morales, 2005).

El grado de erosión que predomina en los suelos agrícolas de temporal anual es ligero, de acuerdo a SEMARNAT-COLPOS (2002), los suelos con erosión en grado ligero son terrenos aptos para sistemas forestales, pecuarios y agrícolas locales, sin embargo, presentan una reducción apenas perceptible en su productividad. Por lo anterior, este fenómeno podría representar uno de los múltiples problemas en la actividad agrícola, aún imperceptible, manifestándose a través de la pérdida de la capa superficial (Horizonte A), el cual acumula materia orgánica, tiene alta porosidad, aireación, microorganismos y

densidad de raíces, además contiene gran parte de los nutrientes disponibles para las plantas (Juárez *et al.*, 2006; Giráldez, 1998).

Los horizontes superficiales del suelo son más fértiles, al fragmentarse en pequeñas partículas, los horizontes inferiores son incapaces de restaurar la fertilidad a corto plazo y las partículas son arrastradas hacia cuerpos de agua o zonas de menor pendiente, generando la progresiva degradación del suelo a diferente nivel (Giráldez, 1998; Cotler *et al.*, 2007).

Cotler *et al.*, (2016) señalan que *“la mayoría de las tierras agrícolas en temporal en México se encuentran bajo un sistema de producción de labranza intensivo que ha llevado a la pérdida de fertilidad de los suelos, facilitando procesos erosivos que obligan a los productores a incrementar el uso de fertilizantes para mantener la producción”*; donde la progresiva pérdida de materia orgánica del suelo representa uno de los principales problemas al que se enfrentan los agricultores (García *et al.*; 2006).

Es reconocido que, el deterioro de la calidad, la pérdida de fertilidad y la erosión del suelo representan un problema poco perceptible en la agricultura, con la pérdida de la capa superficial puede limitarse la autosuficiencia, la seguridad alimentaria, la calidad y cantidad de alimentos (Adhikari y Hartemink, 2016; Etchevers *et al.*, 2016; Godfray *et al.*, 2010; Lal, 2009).

En las Unidades de Producción con suelos agrícolas con rasgos de erosión se estimó que, el 56% destina los bienes agrícolas al autoconsumo y 44% al autoconsumo con venta de excedentes, concentrándose principalmente en los Estados de Oaxaca y Guerrero. En México 57% de la población que habita en áreas rurales practica agricultura de subsistencia (FAO y BID, 2007, citado por Arnés *et al.*, 2013); la ENA (2014) señala que en total 79% de las Unidades de Producción destinan los bienes agrícolas al consumo familiar.

Los resultados también sugieren que, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Oaxaca son las entidades que presentan el mayor número de personas en carencia por acceso a la alimentación y con una superficie agrícola erosionada que oscila entre 25% a 37%, la población en carencia es de 8% a 35% y tienen una población en el sector primario de 5% a 35%.

Los municipios observados con mayor población en carencia alimentaria y UPE son León, Guanajuato; Acapulco de Juárez, Guerrero; Zapopan, Jalisco; Naucalpan de Juárez, Estado de México; Morelia, Michoacán; Oaxaca de Juárez, Oaxaca y Puebla, Puebla; cuyo rango de población en carencia en promedio es del 15 al 46%, cabe señalar que estos municipios abarcan zonas urbanas, lo cual posiblemente esté relacionado a la migración interna por causas económicas, CONAPO (2016) sugiere que la búsqueda de empleo representa una de las principales motivaciones para desplazarse internamente. Debido a la compleja situación del campo los productores prefieren emigrar a zonas urbanas dentro o fuera del país (Etchevers *et al.*, 2016).

Se observó que, la pérdida de cosecha por cuestiones climáticas, plagas y enfermedades representa el principal problema para la realización de las actividades agrícolas, le sigue la pérdida de fertilidad de suelos, los cuales tienen un costo, el primero de \$577,698 millones de pesos (3.2% del PIB) y el segundo \$88,402 millones (0.5% del PIB) (INEGI, 2015); de acuerdo a la ENA (2014), el 68.8% de las Unidades de Producción utiliza fertilizantes y el 27.5% abonos naturales, en 2017 los productores con PROAGRO antes PROCAMPO destinaron 43% del incentivo económico en la compra de fertilizantes (SAGARPA, 2017). Las pérdidas de las cosechas y otros productos, por efecto de fenómenos ambientales, repercuten directamente en el ingreso y patrimonio de los productores afectados, e indirectamente como un costo social y económico en el país que los padece (Díaz, 2006).

La relación entre pobreza y erosión de suelos es compleja. En la erosión de suelos intervienen las condiciones de los sistemas de producción, la densidad de población, los mercados, las condiciones biofísicas, entre otros (Cotler *et al.*, 2007), mientras que, en la carencia alimentaria influyen los recursos económicos, la inestabilidad en los precios, la oferta y utilidad de los alimentos (CONEVAL, 2014).

El análisis estadístico de esta investigación sugiere que, la erosión de suelos puede constituir un factor más para entender la carencia por acceso a la alimentación en parcelas agrícolas de temporal anual que destinan la producción al autoconsumo.

La relación entre erosión de suelos agrícolas y carencia alimentaria es compleja, por la naturaleza de los datos resulta limitante conocer aspectos a mayor detalle, para afinar un análisis local se necesita información obtenida en campo, pues en la relación naturaleza-pobreza intervienen diversos factores económicos, sociales y ambientales (Provencio, 2003).

También se requieren estudios que identifiquen la población que habita en las Unidades de Producción y los aspectos locales de cada lugar, pues en esta investigación la población en carencia alimentaria es la contabilizada a nivel municipal y no necesariamente habita en las unidades de producción con suelos agrícolas erosionados que destinen sus bienes agrícolas al autoconsumo, sean productores o practiquen agricultura.

Morales (2005), señala que *“son fenómenos que coexisten, son causa y efecto al mismo tiempo, ya que las limitadas condiciones productivas de la tierra conducen a que este recurso sea sobreexplotado con el fin de obtener mayor ganancia, sin embargo, acentúa más su degradación generando menor ingreso y mayor pobreza”*; en México, Castelán *et al.*, (2011) realizaron un estudio aplicado al municipio de Pahuatlán, Puebla, donde se identifica que los grados de erosión corresponden al grado de marginación y existe una relación, no obstante, *“algunas veces la marginación causa erosión o viceversa; son causa y efecto al mismo tiempo, lo que dificulta distinguir cuál de estos fenómenos actúa como causa y cuál como efecto”*.

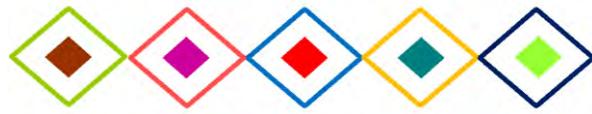
En este sentido, la fertilidad del suelo juega un papel importante para el sector primario, en especial para la agricultura, con su pérdida impacta en las condiciones de salud, calidad de vida y seguridad alimentaria (Marino, 2014); esta última relacionada a condiciones agronómicas, biológicas, económicas y sociales, puede verse afectada por el aumento en el precio de los alimentos; el incremento de la población y la degradación de suelos, condicionando la disponibilidad de alimentos (Martínez, 2016; FAO, 2011; McBratney, 2014).

En general, los resultados de esta investigación estiman que, en México, 20% de la población total del país presenta carencia por acceso a la alimentación, de los cuales 10% se localiza en municipios con suelos agrícolas de temporal anual con erosión hídrica en grado ligero, asociado al sobrepastoreo y actividades agrícolas presentándose principalmente en los Estados de Oaxaca y Guerrero.

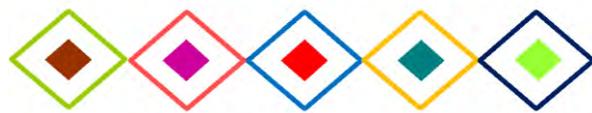
En este sentido, la pequeña agricultura es importante por su asociación a la conservación de la agrodiversidad (Etchevers, 2017; Arnés *et al.*, 2013; Astier *et al.*, 2012; Orozco y Astier, 2016, Cotler *et al.*, 2018) y la seguridad alimentaria, que se ve amenazada por el deterioro de los suelos que sustentan la agricultura (Cotler *et al.*, 2018), además es necesario considerar que 20% de la población se encuentra en carencia alimentaria, por ende, la producción de autoconsumo no logra cubrir una parte de las necesidades

alimentarias de la población (Ávila-Foucat, 2016) y la degradación de los recursos naturales; problemas demográficos; desequilibrio en ingresos y gastos de los hogares en las unidades de producción agrícola y las desigualdades entre los productores atañen aún más la producción de los sistemas agrícolas (Cosío, 2016; Ibarrola y Galicia, 2017).

Desde un enfoque ambiental, los resultados sugieren que la erosión de suelos agrícolas influye en la productividad, además puede ser un problema socio-ambiental, lo cual apunta que, es importante adoptar prácticas de conservación de suelos que ayuden a los productores y al mercado local, basándose en la diversificación de cultivos (Cotler y Cuevas, 2017), y el aumento de materia orgánica del suelo para que los agroecosistemas sean más resistentes (Arnés *et al.*, 2013).



Almiar de zacate: en noviembre y diciembre se ha barbechado, parte del rastrojo se deja en la parcela y otra parte se utiliza para alimentar a los animales. [Fotografía: José Alfonso Corona Jiménez]. La Libertad, Zacapoaxtla Puebla, México. 2014.



7. CONCLUSIONES.

Los resultados de esta investigación permiten una aproximación general al análisis de dos fenómenos diferentes (erosión de suelos y pobreza). El cruce de información biofísica y socioeconómica a escala nacional muestra que, 16% de la superficie agrícola de temporal anual presenta pérdida del suelo superficial por erosión hídrica en grado ligero. De este grupo, 56% de las unidades de producción con suelo erosionado (UPE) destinan los bienes agrícolas al autoconsumo y 10% de la población carece de acceso a los alimentos, es importante señalar que las personas registradas no necesariamente habitan en las zonas erosionadas o practican agricultura.

El análisis estadístico de correlación lineal muestra en el gráfico de dispersión la asociación que tienen las variables población en carencia por acceso a la alimentación en 2015 (x) y superficie agrícola de temporal anual con erosión hídrica (y) y, con un valor de $r=0.65$, lo que sugiere una correlación positiva moderada, por tanto, el proceso de erosión influye en la carencia por acceso a la alimentación.

Es importante acotar que ambos fenómenos (erosión y pobreza) son multifactoriales y complejos, por tanto, no es posible establecer una relación de causalidad directa a nivel nacional con datos secundarios. Debido a la complejidad del territorio mexicano, la relación entre ambos fenómenos puede variar dependiendo del sitio, pues intervienen condiciones específicas a escala local, de este modo, resulta importante el trabajo en campo y el desarrollo de estudios locales.

El análisis realizado a partir del cruce de información cartográfica y estadística permitió una aproximación general a la relación entre ambos problemas. Sin embargo, debido a las diferencias metodológicas de cada insumo, los resultados pueden variar dependiendo de la fuente, la temporalidad y espacialidad. No obstante es útil para identificar qué relación existe entre ambos fenómenos y generar estudios a mayor detalle.

Reconocer la erosión de suelos como un problema social que impacta en la agricultura de temporal es importante para que los tomadores de decisiones contemplen la importancia económica, social y ambiental de dicho recurso. Si bien se consideró erosión hídrica y pérdida superficial del suelo, este recurso es vulnerable a diversos procesos, como la erosión eólica en época seca o la degradación química, que a largo plazo disminuyen su calidad.



Parcela en época seca: después de la cosecha, el suelo queda descubierto, de este modo vuelve a iniciar un ciclo agrícola de temporal anual [Imagen tomada de google maps]. Yuyuzá, Villa Tejumam de la Unión, Oaxaca, México. 2014.



8. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- Adhikari K., Hartemink A. (2016). Liking soils to ecosystem services a global review. *Geoderma*. pp. 101-111.
- Arnés E., Antonio J., del Val E., Astier M. (2013). Sustainability and climate variability in low-input peasant maize systems in the central Mexican highlands. *Agriculture, ecosystems and environment*. pp. 195-205.
- Astier M., García-Barrios L., Galván-Miyoshi Y., González Esquivel C.E. y Mesera O. (2012). Assessing the sustainability of small farmer natural resource management systems. A critical analysis of the MESMIS program (1995-2010). *Ecology and society*. pp. 23.
- Ávila-Foucat V. Sophie (2017). Desafíos del sector primario y políticas públicas sustentables. En *Economía Informa*. Enero-febrero 2017. México. Facultad de Economía-UNAM. pp. 29-39.
- Azuela A. (2006). La utopía del desarrollo sustentable y las carencias institucionales. En José A. Aguilar. A. Azuela., C. Elizondo., F. Escalante., M. González., I. Katz., C. Lomnitz y J. Scott. *Pensar en México*. México. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes - Fondo de Cultura Económica. pp. 173- 221.
- Bautista F. (2005). Información edafológica para el manejo de recursos naturales. En Bautista F. y G. Palacio (Eds.). *Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones Agropecuarias, Forestales y Ambientales*. Universidad Autónoma de Campeche. México. pp. 1-8.
- Blum W. (2005). Functions of soil for society and the environment. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*. Austria. pp. 75-79.
- Bocco G. y Urquijo P. (2010). La Geografía Ambiental como ciencia social. En A. Lindón y D. Hiernaux (coord.). *Los giros de la Geografía Humana: Desafíos y horizontes*. México. Anthropos- Universidad Autónoma Metropolitana. pp. 259- 270.
- Boege E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación *in situ* de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. México. Instituto Nacional de Antropología- Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas.

- 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* N° 34. pp. 271-288.
- Bonilla M., Aide T. M. y Clark M. (2011). The influence of socioeconomic, environmental, and demographic factor son municipality –scale land-. *Regional Environmental Change*. pp. 543-557.
- Brady N. y R. Weil. (1999). *The nature and properties of soils*. Prentice Hall. E.U.A. 881 pp.
- Buol S. W., Hole F. D. y McCracken R. J. (2008). *Génesis y clasificación de suelos*. Editorial Trillas. México. 417 p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2001). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable. Última reforma 2017*. México. 69 p.
- Carabias J., Provencio E. y Toledo C. (1994). *Manejo de Recursos Naturales y Pobreza Rural*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Castelán R., Linares G., Tamaríz V. y Ruíz J. (2011). Erosion and marginalization in Pahuatlán municipality, Puebla: A binominal of causality? En *Investigaciones Geográficas*. Instituto de Geografía-UNAM. pp. 71-83.
- Castro B. I., Ruíz J. D. y García G. (2012). Degradación de los suelos agrícolas y factores de la erosión. En Andrade E. (coord.). *Erosión y degradación de suelos en ambientes semiáridos de Tamaulipas (México): regiones norte y altiplano*. Editum miradas - Universidad de Murcia. Murcia, España. pp. 43-60.
- Clark G. (2011). Soil quality and human migration in Kenya and Uganda. *Global Environmental Change*. pp. 421–430.
- Ceja María C. (2008). Degradación de los suelos y pobreza en México. En *Economía informa*. No. 350. Enero- febrero. México. pp. 89-93.
- Cervantes Marta C. (2014). Los suelos de México y su relación con la producción de alimentos. En Marta C. Cervantes R., Angélica M. Franco G., M. del Carmen Juárez G. (coord.). *Geografía Ambiental de México*. México. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Filosofía y letras. pp. 127-149.

- Coll-Hurtado A. y Godínez M. L. (2003). La agricultura en México: un atlas en blanco y negro. Instituto de Geografía-UNAM. México. 156 p.
- Comisión Nacional Forestal-Universidad Autónoma Chapingo. (2013). Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe final. Comisión Nacional Forestal - Universidad Autónoma Chapingo. Jalisco. 160 p.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) (2015). La Situación demográfica de México 2015. CONAPO. México.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2010). Informe de Pobreza en México: el país, los estados y sus municipios 2010. México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2010). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. México. 129 pp. [en línea]. Disponible en: http://www.coneval.org.mx/informes/coordinacion/informes_y_publicaciones_pdf/metodologia_multidimensional_web.pdf Fecha de consulta: Abril de 2017.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2012). Informe de Pobreza en México 2012. México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2014). Informe de Pobreza en México 2014. México. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) (2015). CONEVAL informa los resultados de la medición de pobreza 2014. Comunicado de prensa. No. 005. México. 31 pp. [en línea] Disponible en: http://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Documents/Comunicado005_Medicion_pobreza_2014.pdf Fecha de consulta: Noviembre de 2016.
- Cosío C. (2016). Food sovereignty and territory: the domestic production unit as a basic premise. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. pp. 313-320.

- Cotler H. (2003). Características y manejo de suelos en ecosistemas templados de montaña. En Sánchez Ó., Vega E., Peters E. y Monroy-Vilchis O. (Eds.). Conservación de ecosistemas templados de montaña en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. pp. 153- 161.
- Cotler H.; Cortina S.; Sotelo E.; Domínguez J.; Quiñones L.; Zorrilla M. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. En Gaceta Ecológica. Abril-junio. pp. 5-71.
- Cotler H. (2010). Evolución y perspectivas de la conservación de suelos. En José L. Lezama y Boris Graizbord. (coord.). Los grandes problemas de México. Vol. 4 Medio Ambiente. México. El Colegio de México. pp. 142- 160.
- Cotler H.; López Carlos A. y Martínez- Trinidad S. (2011). ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. En Investigación Ambiental. No 3. México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. pp. 31-43.
- Cotler H. (2013). Análisis de prácticas de conservación de suelos. México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Cotler H., Martínez M. y Etchevers J. (2016). Carbono orgánico en suelos agrícolas de México: Investigación políticas públicas. En Terra Latinoamericana. N° 34. México. pp. 125-138.
- Cotler H., y Cuevas M. L. (2017). Estrategias de conservación de suelos en agroecosistemas de México. Fundación Río Arronte, LA.P., Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. México. 111 p.
- Cotler H., Robles H., Lazos E. y Etchevers J. (2018). Agricultura, alimentación y suelos. En Merino L., y Velázquez A. (coord.). Agenda Ambiental 2018 Diagnóstico y propuestas. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 69-71.
- Díaz E. (2006). El seguro agropecuario en México: experiencias recientes. Serie Estudios y perspectivas. N° 63. Unidad de Desarrollo Agrícola de la Sede Subregional de la CEPAL en México. Organización de las Naciones Unidas. México. 73p.
- Dubbin W. (2001). Soils. Reino Unido: The Natural History Museum. Londres.

- Etchevers J., Saynes V. y Sánchez M. M. (2016). Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola. En Martínez-Carrera D. y Ramírez Juárez J. (Eds.). Ciencia, Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México. Editorial del Colegio de Postgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP. San Luis Huexotla, Texcoco, México. pp. 63-79.
- FAO (s.f.). Issues Brief on Desertification, Land Degradation and Drought (DLDD). Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/ITPS/Annex2.pdf. Fecha de consulta: octubre de 2017.
- FAO. (2009) Guía para la descripción de suelos. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO. (2011). Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria, En: La Seguridad Alimentaria: información para la toma de decisiones Guía práctica. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/al936s/al936s00.pdf> Fecha de consulta: abril de 2017.
- FAO (2015a). El suelo es un recurso no renovable. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4373s.pdf>. Fecha de consulta: noviembre de 2017.
- FAO (2015b). Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables. FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i4405s.pdf>. Fecha de consulta: noviembre de 2017.
- FAO (2017). Land Degradation Assessment in Small Island Developing States (SIDS). FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7744e.pdf>. Fecha de consulta: mayo de 2018.
- García R., Espinosa D., Figueroa B., García N. E. y Gallardo J. F. (2006). Reservas de carbono orgánico y de fracciones húmicas en un Vertisol sometido a siembra directa. Terra Latinoamericana. N° 2. Vol. 24. Universidad Autónoma de Chapingo. pp. 241-251.
- Giráldez J. V. (1998). La erosión del suelo. En Jiménez R. M. y Lamo J. (coord.). Agricultura sostenible. Ediciones Mundi-Prensa, LIFE, AGROFUTURO. España. pp. 101-117.
- Hernández José M. (1998). La erosión en suelos agrícolas. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Ibarrola-Rivas M. J. y Galicia L. (2017). Rethinking Food Security in Mexico: Discussing the Need for Sustainable transversal Policies Linking Food Production and Food Consumption. En Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía-UNAM. 16 p.
- INECC-UACH. (2016). "Insumos para el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático: Evaluación integrada de la sensibilidad al cambio climático sobre los suelos y el potencial productivo agrícola; e identificación de indicadores que integren la perspectiva de género". Informe final. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático-Universidad Nacional Autónoma Chapingo. México. 198 p.
- INEGI (2007). VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Instituto Nacional de Geografía y Estadística. México. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx. Fecha de consulta: octubre de 2016.
- INEGI (2009). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2010). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2012). Encuesta Nacional Agropecuaria. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2014). Encuesta Nacional Agropecuaria. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- INEGI (2014). Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie V, Continuo Nacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reclnat/usuarios/Default.aspx>. Fecha de consulta: junio de 2017.
- INEGI (2016). "Estadísticas a propósito del día del trabajador agrícola (15 de mayo)" Datos nacionales. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [En línea]. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/agricola2016_0.pdf Fecha de consulta: Marzo de 2018.
- INEGI (2016). Cuentas económicas y ecológicas de México 2015. Boletín de prensa Núm. 516/16. Instituto Nacional de estadística y Geografía. México, [En línea]. Disponible en:

http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_11_10.pdf. Fecha de consulta: marzo de 2018.

Juárez M., Sánchez J. y Sánchez A. (2006). Química del suelo y medio ambiente. Alicante, España. Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Kirkby J. J. (1980). El problema. En Kirkby J. J. y R. P. Morgan (Eds.). Erosión del suelo. Editorial Limusa. México. 375 p.

Koch A., McBratney A. B., Adams M., Field D. J., Hill R., Lal R., Abbott L., Angers D., Baldock J., Barbier E., Bird M., Bouma J., Chenu C., Crawford J., Flora C. B., Goulding K., Grunwald S., Jastrow J., Lehmann J., Lorenz K., Minansy B., Morgan C., O'Donnell A., Parton W., Rice C. W., Wall D. H., Whitehead D., Young I., Zimmermann M., (2013). Soil security: solving the global soil crisis. Glob. Policy J. 9 p.

Lal R. (2009). Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. Food Security. pp. 45-57.

Lackzo F, Aghazarm C. (2009). Migration, Environment and climate change: assessing the evidence. IOM International Organization for Migration.

López-Feldman A.; Taylor, J. Edward; Yúnez-Naude, Antonio. (2011) Natural resource dependence in rural Mexico. Investigación Económica, vol. LXX, núm. 278, octubre-diciembre. Facultad de Economía-UNAM. Distrito Federal, México. pp. 23-44.

Luna Ana M. y Padilla Lilia S. (2014). Contexto ambiental global y geografía. En Marta C. Cervantes R., Angélica M. Franco G., M. del Carmen Juárez G. (coord.). Geografía Ambiental de México. México. Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Filosofía y letras. pp. 51-76.

Marino O. (2014). Manejo sustentable de tierras. Un ejemplo de gestión colectiva en México y Guatemala. México. OXFAM-UE-RIOD-MEX. México. 191 p.

Martínez J. (2008). Conflictos ecológicos y justicia ambiental. En Papeles. No. 103. pp. 11-27.

Martínez L. (2016). Seguridad Alimentaria, autosuficiencia y disponibilidad del amaranto en México. En Revista Problemas del Desarrollo. Disponible en: http://www.probdes.iiec.unam.mx/numeroenpdf/186_v47/05art_Martinez.pdf. Fecha de consulta: Enero de 2018.

- McBratney A., Field D. J., Koch A. (2014). The dimensions of soil security. *Geoderma*. pp. 203-213.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Island Press. Washington, D.C.
- Morales C. (2005). Pobreza, desertificación y degradación de tierras. En Morales C. y Parada S. (Eds.). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago. Chile. pp. 25-29.
- Provencio E. (2003). La relación entre pobreza y ambiente y sus repercusiones de política. En *Comercio Exterior*. Vol. 53. N° 7. México.
- Oldeman L. R. (1988). Guidelines for general assessment of the status human-induced soil degradation. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). 151 p.
- Ochoa Luz E. y Aguar Francisco J. (2015). Migración y cambio Climático en México. En *Revista CIMEXUS*. Vol. X. No. 1. pp. 35- 51.
- Orozco Q. y Astier M. (2016). Socio-economic and environmental changes related to maize richness in Mexico's central highlands. *Agriculture and Human Values*. 18 p.
- Ortiz C. A., Gutiérrez Ma. del C., Sánchez P. y Gutiérrez E.V. (2011). Cartografía de la degradación de suelos en la República Mexicana: evolución y perspectivas. En Krasilnikov P., F. J. Jiménez, T.R. Trujillo y N.E. García (eds.). *Geografía de Suelos de México*. Facultad de Ciencias-UNAM. México. pp. 173-210.
- Porta J., López-Acevedo M. y Roquero C. (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. España. Ediciones Mundi-Prensa (2ª Edición).
- Porta J., López-Acevedo M., Poch R. M. (2013). *Edafología. Uso y Protección de suelos*. España. Mundi-Prensa. 608 p.
- Ramírez Marco A. (1998). Desarrollo sustentable en áreas rurales marginadas: entre la sobrevivencia y la conservación. En *Papeles de Población*. No.4 (octubre-diciembre). [en línea] Disponible en :<http://uaemex.redalyc.org/articulo.oa?id=11201806> Fecha de consulta: Diciembre de 2016.

- Robles H. M. (2012). El caso de México. En Soto F. y Gómez S. (Eds.). Dinámicas del mercado de la tierra en América Latina y el Caribe: concentración y extranjerización. FAO. Chile. 307- 342 pp.
- Rodríguez Carlos A. (2011). Defensa campesindia del territorio: procesos emergentes en el campo mexicano. En Ciencias Sociales. Revista de las carreras de Sociología y de Política. Publicación Anual. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. pp 103-122.
- Romero A., Ruíz J. D. y Espinosa M. (2012). Erosión y degradación de los suelos en el mundo, México y España. En Andrade E. (coord.). Erosión y degradación de suelos en ambientes semiáridos de Tamaulipas (México): regiones norte y altiplano. Editum miradas -Universidad de Murcia. Murcia, España. pp. 15-42.
- Ruíz N. y Galicia L. (2015). La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socio-ambientales. En Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía-UNAM. pp. 137-153.
- SAGARPA (2013). Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 166 p.
- SAGARPA (2017). Programa de Fomento a la Agricultura Componente PROAGRO Productivo. Segundo Informe Trimestral de Resultados 2017 (Enero-Junio). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Subsecretaría de Agricultura. México. 48 p.
- SEDESOL (2010). Diagnóstico: alternativas de la población rural en pobreza para generar ingresos sostenibles. Secretaria de Desarrollo Social. México. 49 p.
- SEMARNAT-COLPOS. (2003). Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1:250 000. Memoria Nacional. México. Secretaria de Medio ambiente y Recursos Naturales-Colegio de Posgraduados. 68 p.
- SEMARNAT (2006). El medio ambiente en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- SEMARNAT (2007). ¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo. Secretaria de Medio ambiente y Recursos Naturales. México.

- SEMARNAT (2013). Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave y de desempeño ambiental, edición 2012. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SEMARNAT-INECC. (2013). México Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático México. 399 p.
- SEMARNAT (2015). Suelos, bases para su manejo y conservación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas - WWF, Fundación Río Arronte – FIRA. México. 39 p.
- Smith T. M. y Smith R. L. (2006). Ecología. Sexta Edición. Pearson. España. 775 p.
- Toledo Víctor M.; Alarcón- Chaires P. y Barón L. (2009). Revisualizar lo rural desde una perspectiva multidisciplinaria. En Polis, Revista de la Universidad Bolivariana, Volumen 8, N° 22, 328-345 pp. [En línea] Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-65682009000100019#na. Fecha de consulta: Noviembre de 2016.
- Urquijo P y Bocco G. (2013). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. Región y sociedad. Año XXV. No. 56. México.
- Zamora C. (2011). Crisis rural, Cambio Climático y Pobreza: Hacia la búsqueda de alternativas para la definición de Políticas Publicas en México. México. Oxfam- CRECE.