

Reporte del CEDRSSA

Recurso Suelo. Elementos para la definición de una política pública en México.

Mayo de 2015

Contenido:

1. Introducción
2. El suelo.
3. Funciones principales del suelo.
4. Clases de suelo.
5. Usos del suelo.
6. Degradación de los suelos por las actividades humanas.
 - a. El estado de los suelos
 - b. Degradación química de los suelos
 - c. Degradación física de los suelos
 - d. Geografía de la degradación de los suelos
7. Factores de la degradación de los suelos.
8. Reflexiones para perfilar una política pública para la conservación, restauración y recuperación de suelos en México



LXII LEGISLATURA
CÁMARA DE DIPUTADOS



1. INTRODUCCIÓN

El suelo forma parte de los recursos naturales que son esenciales para el sostenimiento de los ecosistemas y el desarrollo de las actividades mediante las cuales los seres humanos se proveen de elementos primordiales para la vida, como son los alimentos y los materiales para su vestido y vivienda. No obstante su importancia, las acciones para su conservación, restauración y mejoramiento no se realizan de manera regular y generalizada por sus usuarios, que en sentido estricto, somos todos los que habitamos este planeta.

Si bien es innegable el avance en la conciencia ecológica tanto social como de los gobernantes, este avance en el caso del suelo no se refleja en la misma magnitud en que se atienden otros recursos naturales como el agua, la biodiversidad y el aire; para los cuales, los programas y acciones para su protección y restauración son de mayor cobertura y, teniendo además en amplios sectores de la población, una mayor conciencia y realización de acciones a favor de su protección, que las relacionadas con el suelo.

Lo anterior es una de las razones por lo cual la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas designó al 5 de diciembre como **Día Mundial del Suelo** y declaró al **2015 Año Internacional de los Suelos**, designación y declaración que se considera podrán contribuir a que se tome conciencia de los problemas de la desertificación y la degradación de los suelos y, en consecuencia, se adopten medidas para su protección y restauración.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estima que una tercera parte del suelo mundial está moderada o altamente degradada por *la erosión, salinización, compactación, acidificación, contaminación química y agotamiento de los nutrientes*.

En México, el Colegio de Postgraduados estima que *más de 142 millones de hectáreas se encuentran en procesos de degradación física, química y biológica* de sus suelos, cifra que implica que en el 71% de la superficie total del país, los suelos tienen algún nivel de degradación. Esta institución calcula que anualmente se degradan 1.4 millones de hectáreas¹.

La magnitud de la superficie con suelos degradados demanda una mayor atención tanto de la sociedad como de los tomadores de decisiones en materia de políticas públicas, para que se realicen acciones para la conservación y restauración de los suelos del país.

¹ Colegio de Postgraduados, *Suelo. Protejamos al suelo que nos da vida...*, México, 2013.

En este reporte se aportan elementos que ayudan a la comprensión de las características de este recurso natural, de los distintos usos que se le da y de cómo éstos lo pueden afectar, identificando los principales procesos de degradación de los suelos. Se comentan, además, algunas orientaciones de una política de Estado para la conservación y restauración de los suelos.

2. EL SUELO

El suelo puede definirse como la capa de materiales orgánicos y minerales que cubre la corteza terrestre, que de manera natural está continuamente en formación por la desintegración de rocas adyacentes, el acarreo de materiales diversos por el viento y el agua y, por la acumulación de residuos de los micro y macro organismos que transitan o habitan en esta capa, como son: virus, bacterias, algas, hongos, plantas y animales.

La anterior definición expresa que el suelo no guarda una condición estática, sino que por efecto del clima y la actividad de los organismos, está sujeto a procesos físicos, químicos y biológicos, que lo transforman permanentemente. Al igual que en todo organismo vivo, se pueden observar suelos de reciente formación que se reconocen como jóvenes y suelos que se consideran maduros.

Esta condición de constante formación del suelo, hace que se pueda considerar al suelo como un **recurso natural renovable**, lo cual significa que tiene la capacidad de restaurarse mediante procesos naturales a una velocidad igual o superior a la que las actividades humanas lo consumen o degradan. Cuando esta condición de la restauración del suelo no se cumple, entonces hay que considerarlo como un **recurso natural no renovable**, lo cual lo hace un recurso finito y que por tanto, puede agotarse. Las cifras en el mundo y en el país de la superficie con procesos degradación moderada y severa de los suelos a consecuencia de las formas en que se usan, indican que en la actualidad el suelo se maneja en general como un **recurso natural no renovable** y; por tanto, se encuentra en un proceso de agotamiento.

3. FUNCIONES PRINCIPALES DEL SUELO

El suelo tiene funciones fundamentales en las cadenas tróficas (alimentarias) y ciclos de la naturaleza. Las cadenas tróficas principales inician por la producción primaria de plantas, que viven y echan raíces en los suelos y se desarrollan por su capacidad de transformar la energía del sol en energía química por medio de la fotosíntesis, proceso

que requiere del agua y de múltiples nutrientes, como son el nitrógeno, fósforo y carbono; los dos primeros son absorbidos del suelo por las raíces y el tercero del aire por la hojas.

Estas plantas serán alimento de otros consumidores que son los animales, los que a su vez son consumidos por otros animales y por los humanos. Los restos, tanto de las plantas como de los animales, constituidos en gran parte por carbono y agua, al cumplir con sus ciclos vitales y fallecer, se incorporan nuevamente a los suelos, en los cuales habitan diversos organismos que participan en su descomposición e incorporación como elementos útiles para el nacimiento y desarrollo de las plantas, que nuevamente darán origen a cadenas alimentarias.

Como se mencionó, en el suelo habitan o transitan una gran diversidad de organismos de prácticamente todos los reinos de la naturaleza. Viven bacterias que descomponen los restos de plantas y animales que caen sobre su superficie y participan también en la fijación del nitrógeno del aire en el suelo, de igual manera viven lombrices que se alimentan de los restos orgánicos y contribuyen a su transformación. Las raíces de las plantas que crecen horizontal y verticalmente, extraen los nutrientes disueltos en el agua para el desarrollo de las plantas y cuando estas fenecen, las raíces dejan espacios para la aireación de los suelos y sus restos son incorporados de igual manera como materia orgánica de los suelos. La materia orgánica que es incorporada a los suelos, se constituye en una acumulación de carbono que se libera lentamente y contribuye a los ciclos de este elemento.

Esa composición de los suelos, tanto mineral como orgánica, les permite retener agua, principalmente la que se precipita de las nubes en nieve, granizo y mayormente como gotas de lluvia. El agua retenida por el suelo es absorbida por las plantas para desarrollar sus funciones vitales, quedando una parte de la misma en sus tejidos y otras es evapotranspirada por las plantas; otra porción del agua se evapora directamente del suelo y se incorpora a la atmósfera y; otra parte por gravedad se filtra por el suelo para formar los acuíferos o aguas subterráneas, del cual una parte brota en fuentes que se incorporan a arroyos y ríos. A este proceso de filtración del agua se le conoce como infiltración y es una de las funciones esenciales de los suelos.

El nitrógeno, junto con el carbono, oxígeno e hidrógeno, son elementos que componen la materia de los seres vivos. El nitrógeno, aunque es abundante en el aire, los seres vivos no pueden disponer de él directamente, sino que lo obtienen de diferentes compuestos, que van desde sus formas más elementales en que lo obtienen las plantas (nitritos y nitratos) a formas más elaboradas (aminoácidos), como lo obtienen los animales. En el suelo existen bacterias que fijan nitrógeno del aire en formas asimilables por las plantas,

algunas de estas bacterias están en las raíces de ciertas plantas (leguminosas) y otras viven en el suelo. También existen bacterias que descomponen los residuos orgánicos en compuestos que contienen nitrógeno, como el amonio, forma que puede ser asimilada por otros organismos o descompuesta a su vez en las formas en que lo absorben las plantas. A través de la descomposición de los residuos orgánicos, le es devuelto al suelo parte del nitrógeno que las plantas obtuvieron.

También en el suelo se da un proceso contrario a la fijación del nitrógeno, por medio del cual se libera nitrógeno a la atmosfera por la acción de bacterias que descomponen los nitratos y nitritos en nitrógeno molecular. De no darse este proceso en el suelo, el nitrógeno atmosférico tarde que temprano se agotaría y sería imposible la reproducción de la vida. Lo anteriormente expuesto en relación con el nitrógeno, muestra la función e importancia que tiene el suelo en el ciclo del nitrógeno.

Las funciones del suelo en las cadenas tróficas y en los ciclos de los elementos esenciales para la vida, son las que determinan su función para el sostenimiento y reproducción de la vida, además de posibilitarle la obtención de los materiales para la alimentación, salud, vivienda y vestido a los humanos. También hay que agregar como función del suelo, la de formar parte del espacio (terreno) en donde desarrolla sus actividades sociales y familiares, tanto de tipo productivo como recreativo.

4. CLASES DE SUELO

El suelo no tiene características homogéneas en México ni en el mundo y existen una gran variedad de suelos, que a su vez han dado origen, desde tiempos remotos, a diferentes sistemas para clasificarlos. Estos se basan tanto en la diversidad de material geológico que los componen, como de climas de relieve y de organismos vivos que participan en su formación. La necesidad de contar con sistemas de clasificación que permitieran la comunicación internacional sobre los suelos del mundo, así como de su potencial productivo y su estado de conservación, llevaron a que diversas dependencias de la Organización de las Naciones Unidas promovieran que expertos edafólogos de varios países elaboraran un sistema internacional de clasificación de suelos, proceso que llevó a la elaboración de la *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)* con base en la cual se han realizado trabajos de clasificación de suelos en el mundo y en nuestro país.

Este sistema de clasificación considera en la actualidad a 32 grupos principales, contruidos en función de las propiedades y materiales de los suelos que pueden ser

medibles. Dentro de estos grupos, dos se refieren a los que están determinados por la acción del hombre (**antrosoles y tecnosoles**).

En México se cuenta con 27 grupos de suelos. A continuación se presentan brevemente las características de los grupos más dominantes y cuya superficie es superior al dos por ciento del total.

El grupo de los **leptosoles** abarcan un **25%** de la superficie y se caracteriza por ser de poca profundidad y de alta pedregosidad; son característicos de las zonas serranas y áridas del país y son poco aptos para la agricultura, no obstante existen áreas agrícolas en los mismos.

El siguiente grupo de importancia son los suelos **regosoles**, que suman **19%** del territorio; son suelos de desarrollo limitado y, por tanto, son muy someros; se ubican en zonas áridas e igual que el grupo anterior, son limitados para su uso agrícola. También en zonas áridas tienen presencia los **calcisoles** con un **18 por ciento**. Son suelos con contenidos calcáreos y generalmente con pastos, hierbas y arbustos, lo cual los hace aptos para la ganadería de pastoreo; pueden utilizarse en agricultura de temporal con cultivos tolerantes a la sequía, pero para aprovechar su potencial agrícola requieren de riego.

El alto porcentaje de los suelos **leptosoles, regosoles y calcisoles**, indica que en México predominan los suelos someros y jóvenes, ubicados principalmente en sus zonas áridas.

Los suelos **feozems** (phaeozems) ocupan el **10%** y predominan en regiones con mayor precipitación y climas menos cálidos, principalmente en las llanuras de la mesa central y en las proximidades del eje neo-volcánico; su vegetación natural son pastizales o bosques, por lo que son ricos en materia orgánica; en estos suelos se ubican las áreas típicas de la agricultura de temporal en México, la que también se practica de manera significativa en los **vertisoles, leptosoles, calcisoles y regosoles**.

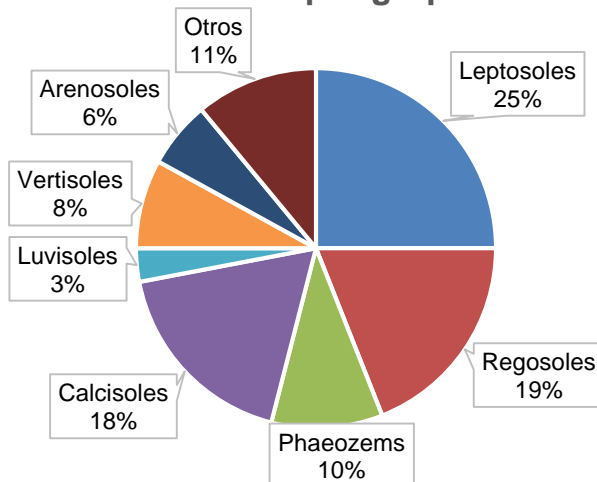
Los suelos **vertisoles** ocupan el **8%** de la superficie, están en las llanuras costeras de las vertientes del Pacífico y el Golfo de México, también están presentes en una porción de la región centro. Son suelos arcillosos, con capacidad de retención de humedad, predominan en las áreas de riego de las regiones costeras y junto con las áreas de riego ubicadas en los suelos **calcisoles, feozems y leptosoles**, integran casi el 80% de la superficie agrícola con riego del país y en donde se obtienen los mejores rendimientos.

Los **arenosoles** comprenden un 6% y son suelos arenosos, se ubican principalmente en la región árida del norte y en las costas, incluyen a las dunas del desierto y las tierras de

playa; son suelos muy permeables y por lo mismo de escasa vegetación (matorral) y con muy limitadas posibilidades de uso agrícola.

Los **luvisoles** con el **3%**, son los suelos de las zonas serranas con pino y oyamel, la deforestación provoca que se erosionen fácilmente y por lo mismo, su uso agrícola es muy limitado, pues requiere prácticas intensas de conservación de suelos, si se les da un uso agrícola.

Territorio nacional por grupo de suelos

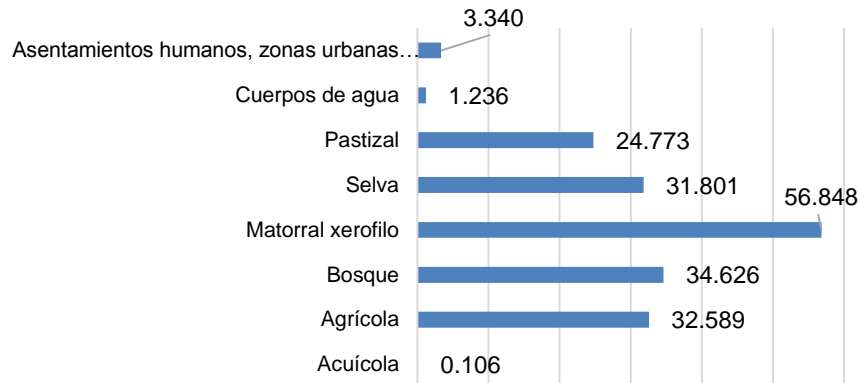


Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

5. USOS DEL SUELO

A la utilidad que los seres humanos le dan o pueden dar a la superficie terrestre y a la vegetación que la cubre, se le denomina **uso del suelo**, el cual se clasifica considerando algunas actividades primarias (agricultura y acuicultura), el asentamiento humano o el tipo de vegetación que la cubre. Con base en información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se reporta que en México los asentamiento humanos, las zonas urbanas y las áreas con infraestructura ocupan una superficie de 3.3 millones de hectáreas, por su parte, la acuicultura dispone de 106 mil hectáreas y se estima que la agricultura abarca 32.6 millones de hectáreas, representando las dos últimas el 16.7% del total.

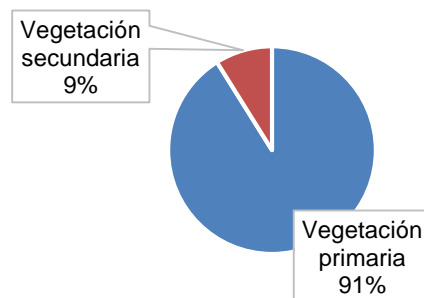
Usos del suelo y vegetación (Millones de hectáreas)



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

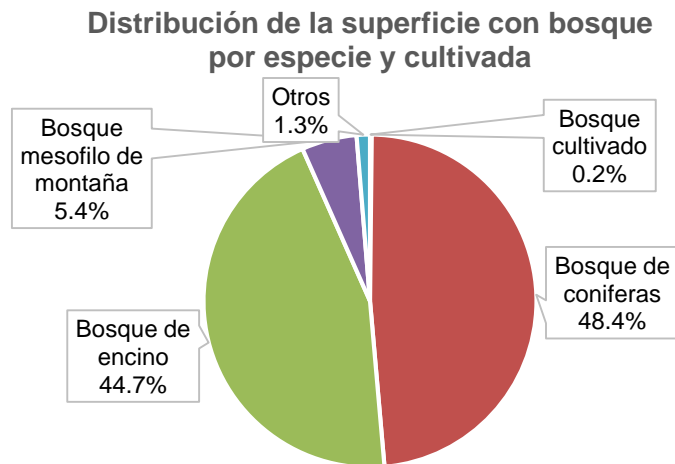
En cuanto a la superficie cubierta por vegetación, la de **matorral xerófilo** es la que tiene la mayor superficie con un 29% del total, es la vegetación representativa de las zonas áridas y está compuesta principalmente por cactáceas, arbustos de baja talla y pastos; predominan los suelos **calcisoles y leptosoles**. En la mayor parte de la superficie de matorral predomina la vegetación primaria, que implica que no se han presentado afectaciones por el hombre o por fenómenos naturales que modifiquen su vegetación original. La vegetación secundaria es la que resulta de la afectación de la vegetación natural y que implica la presencia de especies y estructura distintas a la original.

Distribución de la superficie con matorral xerófilo según la condición de la vegetación



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

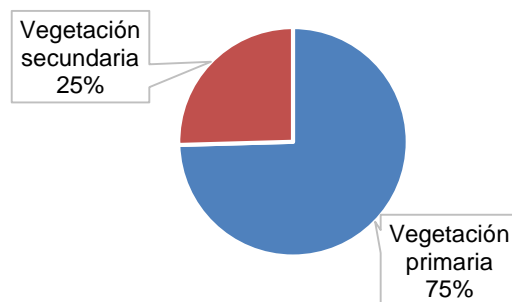
Le continúa en importancia el **bosque**, con una superficie que representa el 18 por ciento. Su vegetación es arbolada y típica de zonas templadas, incluye especies de coníferas (pinos, oyameles, cedros) y otras del tipo caducifolio, como los encinos; en esta vegetación se incluyen los bosques mesófilos de montaña, que contienen un alto número de especies vegetales por ubicarse en áreas de alta humedad. Los suelos típicos de esta vegetación son los **luvisoles** y **feozems**, pero en México los bosques se ubican en una alta proporción en los suelos de sierras, como son los **leptosoles** y los **regosoles**.



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

En los bosques continúa prevaleciendo la vegetación primaria, pero en una proporción menor a la observada en el matorral xerófilo, situación que indica que en la mayoría se preserva la vegetación original.

Distribución de la superficie con bosque según condición de la vegetación



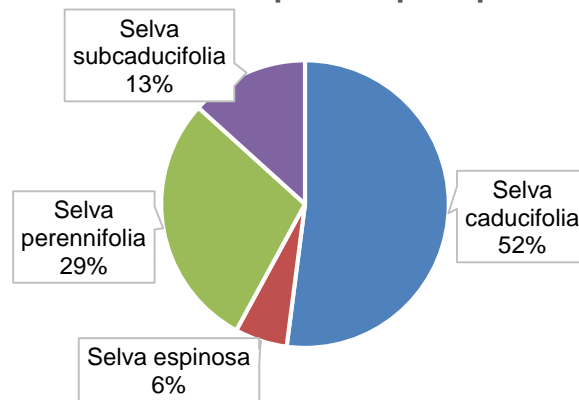
Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

La **selva** representa el 16% de la superficie; incluye en ésta a la selva húmeda y la denominada selva seca, siendo esta última la predominante (12 %). En la selva húmeda predominan especies que no pierden sus hojas y las denominadas selvas altas tienen árboles de gran altura como la ceiba, caoba y el cedro rojo.

La selva seca está constituida por árboles menores que en su mayoría pierden sus hojas (caducifolios). Se ubica principalmente en la vertiente del Pacífico y como su nombre lo indica, se encuentra en áreas de baja precipitación. Incluye a especies como el copal, tepeguaje, colorín y el pochote.

Los suelos predominantes en las selvas son similares a los de los bosques, agregando a los **vertisoles** en los que se ubica principalmente la selva seca.

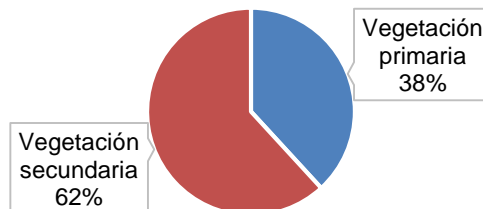
Distribución de la superficie por tipo de selva



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

En las selvas predomina la vegetación secundaria (62%), situación que indica que es de los ecosistemas más afectados de manera artificial, principalmente por las actividades agropecuarias.

Distribución de la superficie con selva según condición de la vegetación

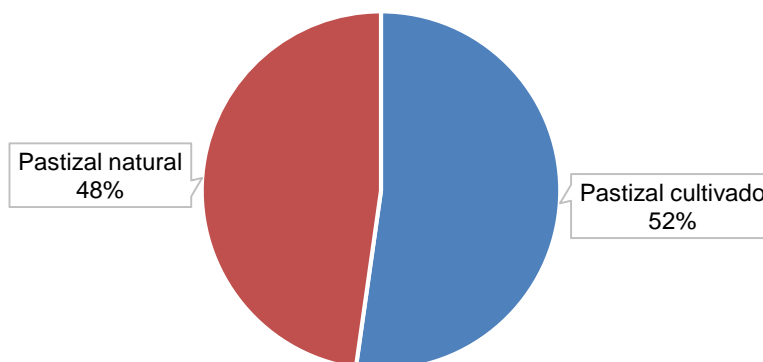


Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

El **pastizal** son las superficies donde predominan los pastos, incluye tanto los de origen natural como a los inducidos o cultivados por el hombre. Representan un 13% de la superficie y los del tipo natural se ubican principalmente en zonas semiáridas de los estados del norte. Predominan en los suelos **calcisoles, regosoles y leptosoles**. Las especies de los pastizales naturales son, entre otras, el pasto navajita, el zacate búfalo y el zacate llanero.

El **pastizal inducido** se encuentra disperso por todo el país, pero su predominio es en los suelos **vertisoles** de las llanuras costeras y **leptosoles** de las regiones serranas, suelos que en su mayoría fueron sustraídos de los bosques y selvas. Los pastizales inducidos representan más de la mitad de los pastizales del país.

Distribución de la superficie con pastizal según su origen



Fuente: Elaboración propia con información de la SEMARNAT-INEGI

Otros usos del suelo de los que se ha cuantificado su superficie, es el ocupado por la **vegetación hidrófila**, que representa el 1.3%, en ella se ubican los manglares que es vegetación representativa de los humedales costeros; el tule también es representativo de esta vegetación, que es común en cuerpos de aguas interiores. Las áreas **sin vegetación aparente** y los **cuerpos de agua** representan el 0.6 y 0.5 por ciento, respectivamente.

Un uso importante que no tiene una cuantificación en las clasificaciones del uso del suelo es el **ganadero**, que en el caso de las ganaderías de vacunos, caprinos y ovinos, en una buena proporción su alimentación se basan en la práctica del pastoreo, que se realiza no solo en los pastizales, sino también en el matorral, selvas y bosque. Se estima que el pastoreo se realiza en más de 100 millones de hectáreas, con lo cual la ganadería se

convierte en cuanto a uso del suelo, en la actividad que más demanda superficie y que por lo mismo, que más impacta en el suelo.

6. Degradación de los suelos causada por las actividades humanas.

La relación de los humanos con la naturaleza y en específico con el suelo, se origina desde su aparición como especie. Durante centenas de miles de años, el impacto que podían causar al suelo era mínimo, pues se trataba de comunidades que recolectaban vegetales e insectos para su alimentación, que cuando escaseaban o se agotaban se trasladaban a otros lugares, dando oportunidad con ello a la recuperación de los recursos naturales que habían consumido o afectado.

Con el predominio del cultivo de vegetales y la cría de ganado como medio de obtención de los alimentos, los grupos humanos dejaron de ser nómadas y se hicieron sedentarios, condiciones de producción y de vida que implicaron que los impactos en el medio ambiente fueran más profundos y permanentes, pues la practica agrícola requería que se seleccionaran especies vegetales para su cultivo, lo cual llevó a que se suprimieran otras en las áreas donde se cultivaban. Algo similar sucedía con las especies animales que se domesticaban, las que se criaban en áreas donde ya no se permitían el desarrollo de otras especies.

La construcción de vivienda permanente implicaba también, que al menos en donde se ubicaban las habitaciones y cocinas, no hubiera vegetación. De igual manera sucedía con los espacios que requerían para las actividades sociales de las comunidades.

Por lo anterior, con el surgimiento de la agricultura, la ganadería y los asentamientos urbanos permanentes, también surgieron las transformación y especialización de determinadas áreas naturales hacia áreas de cultivo, pastoreo y de vivienda, que implicaba que los suelos sufrieran también transformaciones, pues sus protecciones naturales y los procesos de formación del suelo se alteraban, en razón de que las cubiertas vegetales ya no eran permanentes y tampoco de la mismas especies; en algunos casos la agricultura requería el laboreo del suelo, lo que implicaba que sufriera modificaciones en su estructura.

La recuperación de las técnicas agrícolas utilizadas en el pasado remoto, permiten afirmar que desde esos tiempos hubo comprensión de los fenómenos de la pérdida de fertilidad de los suelos y de los riesgos de la erosión eólica e hídrica. La rotación de cultivo y la combinación de especies (policultivo) tienen una práctica antigua, al igual que el dejar los predios en descanso y la construcción de terrazas.

Existe discusión entre los estudiosos del suelo y de las culturas antiguas, de hasta donde lograron disminuir los impactos negativos en el medio ambiente por la práctica de la agricultura y la ganadería, que si bien en algunas regiones se ha demostrado que hubo afectaciones graves, en la mayoría de las culturas que tuvieron un desarrollo milenario, es claro que aprendieron a reducir sensiblemente las afectaciones a su medio ambiente en general y muy especial al suelo, que es la base para la agricultura.

En el caso de Mesoamérica, la polémica también se reproduce, pero crece el consenso de que las afectaciones eran muchos menores a las que provocaron las técnicas que trajeron los conquistadores ibéricos, que con el arado cambiaron radicalmente el manejo de suelos y con la introducción de la ganadería extensiva también modificaron la vegetación de grandes superficies.

Las formas de vida de los conquistadores, también eran más demandantes de combustibles, que en esa fecha eran de origen vegetal; también actividades que motivaban la conquista, como era la minería para la obtención de metales preciosos, era altamente demandante de combustibles y madera. Lo anterior generó una alta deforestación de los bosques cercanos a los asentamientos realizados por los españoles.

Pero las mayores afectaciones en los recursos naturales y en particular de los suelos, se reconoce que se realizaron en el pasado siglo XX a consecuencia del modelo de urbanización e industrialización que se siguió.

Este modelo implicó que además de extenderse las áreas agrícolas y ganaderas, estas actividades se intensificaran por el uso de maquinaria e insumos de síntesis química, por lo que amplias superficies con bosques y selvas perdieron su vegetación natural para convertirse en áreas de cultivo o de pastoreo, condición que llevó a que sus suelos quedaran expuestos al efecto del viento y el agua, que podían desplazar sus partículas.

La remoción de la vegetación de los suelos, además de desprotegerlos, los privó de los medios naturales de suministro de materia orgánica, la cual es fundamental para que el suelo cumpla sus funciones con los ciclos del agua, carbono y nitrógeno, funciones que están relacionadas con el mantenimiento de la fertilidad de los suelos.

El uso continuo de maquinaria, también afecta las condiciones de los suelos, pues en algunos casos los compacta y en otros facilita los procesos de erosión.

Para suplir la pérdida de fertilidad se recurre al uso de fertilizantes industriales, que implican grandes consumos energéticos para fabricarlos y aplicarlos, lo cual repercute en el uso de combustibles fósiles y en los costos de cultivos, además que contribuyen junto con los plaguicidas industriales, a la contaminación del suelo y agua.

El pastoreo del ganado también impacta en los suelos, pues además de quitar bosques y selvas para establecer potreros, el ganado también es introducido a apacentar en bosques, selvas y matorrales, generalmente en cantidades de animales y en periodos de tiempo superiores a las capacidades de estos ecosistemas, por lo que se afecta su vegetación y suelos. De igual manera en los pastizales naturales e inducidos son sujetos al sobrepastoreo, por lo que los suelos sufren compactación y la capacidad de reproductiva de los pastos se ve afectada.

Además de la ganadería y la agricultura, el crecimiento de los centros urbanos también implica afectación a los suelos, pues muchos de ellos son cubiertos por pavimentos y lozas de concreto, con lo que se pierde la capacidad productiva de los suelos.

Si se parte de que inicialmente los asentamientos humanos de las antiguas comunidades que transitaban a la agricultura se hacían en áreas donde se encontraban los suelos más aptos para la agricultura, es de comprender que el crecimiento posterior de los núcleos urbanos se hizo y hace, sobre esos suelos, con lo que se pierde su capacidad productiva de lo que en su momento fueron considerados los mejores suelos.

También el desarrollo industrial implicó se ampliaran actividades que resultan altamente nocivas para los suelos, como son la extracción de minerales e hidrocarburos, que degradan de manera profunda el suelo por contaminación y en el caso de la minería a cielo abierto implica no solo la destrucción del suelo, sino también la remoción de los materiales del subsuelo y de todos los recursos que dan origen al suelo.

a. El estado de los suelos

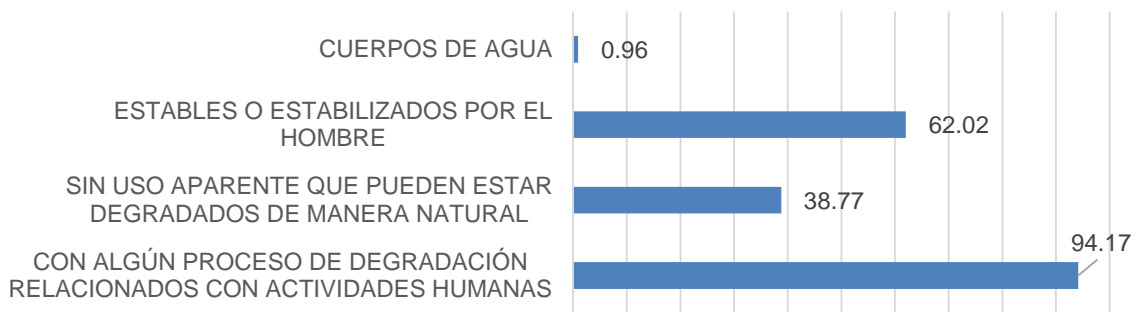
Por lo anterior, se han elaborado metodologías para evaluar el estado de los suelos en las que se consideren las diferentes formas en que son afectados por las actividades humanas y que van más allá de la erosión por el aire y el agua.

La Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) convino con el Colegio de Postgraduados (COLPOS) en el año 2001 la realización de la *Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana*, para lo cual se siguieron los desarrollos metodológicos propuestos por organismos internacionales especializados en el estudio de los suelos, como el Centro Internacional de Información y Referencia del Suelo (ISRIC). A la fecha, este estudio de cobertura nacional y realizado con valoraciones directas de los suelos en 16 040 unidades fisiográficas o sistemas terrestres, es el de mayor detalle en cuanto a degradación de este recurso.

La metodología reconoce las dos grandes categorías en que se agrupan los procesos de degradación del suelo: la originada por el desplazamiento de material del suelo que es causada por la acción del viento y el agua, que se conocen como erosión eólica e hídrica, respectivamente y, la resultante del deterioro interno de los suelos, que agrupa, en este estudio, únicamente a los procesos de degradación física y química, pues los biológicos no fueron considerados.

Los principales resultados son los siguientes: la superficie que se consideró con algún proceso de degradación causada por las actividades humanas ascendió a 94 millones de hectáreas y representan el 45.1%; los terrenos estables o sin degradación aparente, ascendieron a 62 millones de hectáreas y representan el 28.6%; los terrenos sin uso aparente y que pueden estar degradados de manera natural, sumaron 38.7 millones de hectáreas y representan el 25.9%.

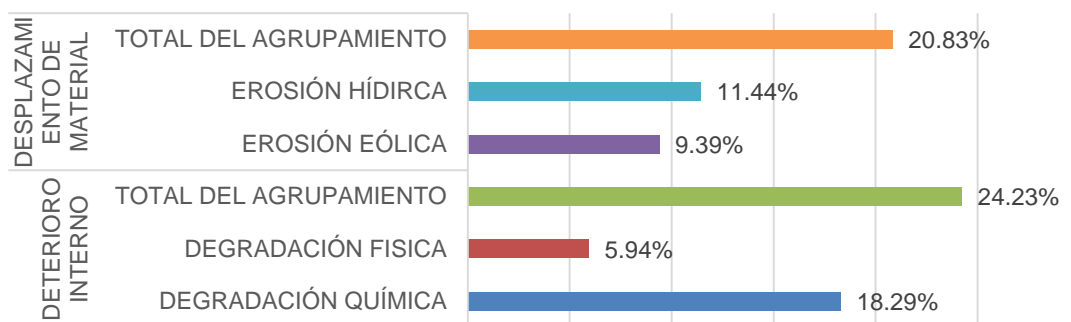
Condición de los suelos del país (Millones de hectáreas)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación de la Degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2001-2002.

De acuerdo con el agrupamiento de los procesos de degradación, resultó que el deterioro interno de los suelos es el que reporta la mayor superficie, con 47.5 millones de hectáreas y que representa el 24.2% del territorio, siendo la degradación química la más importante. El desplazamiento de material del suelo representa el 20.8% y suma 40.8 millones de hectáreas, la erosión causada por el agua es el proceso de degradación más importante dentro de este agrupamiento y afecta a una superficie de 22.4 millones de hectáreas que representa el 11.4% del territorio.

Distribución porcentual de la superficie por los principales procesos de degradación del suelo



Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación de la Degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2001-2002.

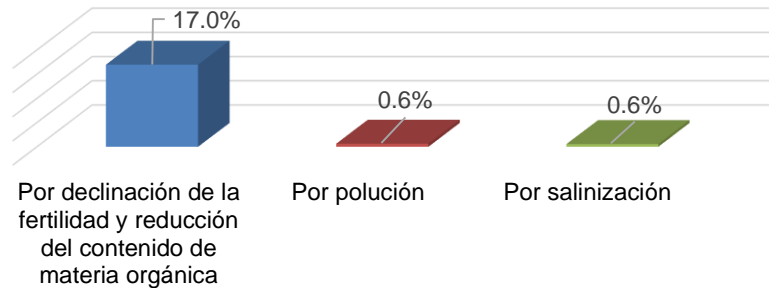
b. Degradación química de los suelos

El principal tipo de degradación química es por la declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica de los suelos, que está presente en el 17% de la superficie. Consiste en un decrecimiento neto de los nutrientes naturales y de la materia orgánica disponible en el suelo, condición que limita las funciones del mismo, pues disminuye su productividad, medida por la cantidad de biomasa que puede producir por unidad de superficie; también reduce su capacidad de retención e infiltración de agua, y la pérdida de materia orgánica implica una cesión del carbono, disminuyendo su función de almacenamiento de este elemento. La pérdida de fertilidad y materia orgánica es a consecuencia de extraer una mayor cantidad de nutrientes y materia orgánica por los productos de las cosechas, el retiro o quemas de los esquilmos y la lixiviación de nutrientes; extracción que no es compensada con entradas de nutrientes y materia orgánica a través de diversas prácticas, como son las de fertilización, uso de abonos orgánicos y la conservación de los esquilmos.

Este tipo de degradación disminuye los rendimientos agrícolas y la carga de ganado en los pastizales; además repercute en la calidad de los alimentos, pues las deficiencias de nutrientes se trasladan a los alimentos. Por lo anterior, este tipo de degradación impacta directamente en la seguridad alimentaria, tanto por limitar el volumen de producción de alimentos, como por limitar también, su contenido de nutrientes.

Forman parte de la degradación química la salinización y polución de los suelos. La primera se origina principalmente por la aplicación de métodos inadecuados de riego o por el uso de aguas con alto contenido de sales.

Distribución porcentual de la superficie con degradación química por sus principales tipos



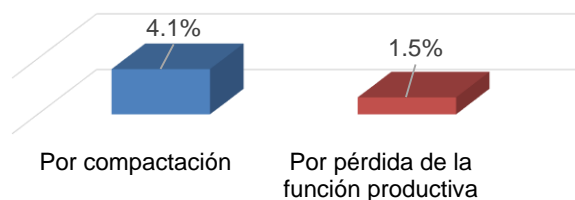
Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación de la Degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2001-2002.

c. Degradación física de los suelos

En la degradación física, la compactación es el principal tipo y participa con el 4.1% y que representa casi 8 millones de hectáreas. Consiste en un deterioro de la estructura del suelo que afecta su permeabilidad y el desarrollo de las raíces de las plantas. Se origina por el uso frecuente de maquinaria pesada o por sobrepastoreo.

Otro tipo de degradación física es la pérdida de la función productiva del suelo, al usarlos para la vivienda e infraestructura urbana o para actividades productivas no biológicas, como son la industria y la minería. Como se ha mencionado, la gran mayoría de los núcleos urbanos se establecieron en áreas que disponían de suelos de buena calidad para la agricultura, áreas que ahora son utilizados para la expansión de las ciudades, por lo que quedan cubierta por toneladas de cemento y asfalto.

Distribución porcentual de la superficie con degradación física por sus principales tipos

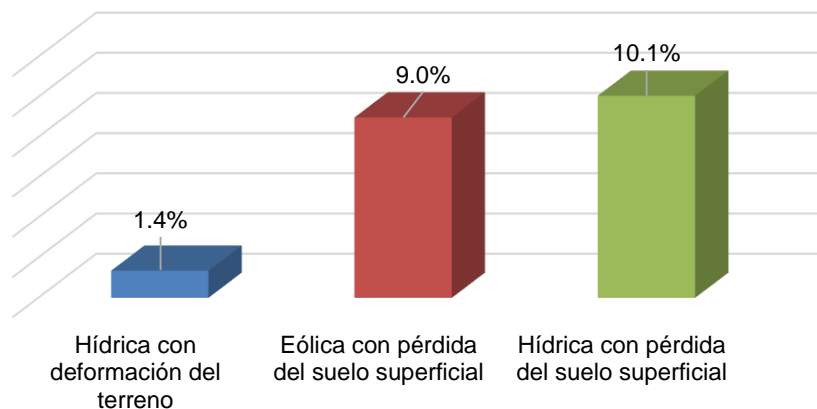


Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación de la Degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2001-2002.

Los principales tipos de erosión son los que implican la pérdida del suelo superficial por la acción del agua y el viento, con el 9 y 10.1 por ciento, respectivamente. Este proceso implica la pérdida del espesor del suelo superficial, conocido como el horizonte A, que es donde enraízan las plantas y se ubican la mayoría de los nutrientes. La erosión se origina principalmente por un manejo inadecuado del suelo en los aprovechamientos agrícolas, forestales y ganaderos, que les provocan una cobertura vegetal insuficiente y, cuando se realizan labores en el suelo, no se consideran obstáculos a las escorrentías o se realizan labores excesivas en suelos susceptibles a la erosión eólica.

La erosión implica la disminución y en casos extremos la extinción de las capacidades productivas del suelo; por otra parte, el material que fue desplazado, en el caso de la hídrica termina como sedimento en cuerpos de agua y ríos, reduciendo su capacidad de almacenamiento y de conducción de agua, contribuyendo con ello a las inundaciones y; en el caso de eólica el material se deposita como contaminante en otras áreas, como son las indeseadas tolveneras en los asentamientos humanos.

Distribución porcentual de la superficie erosionada por sus principales tipos



Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación de la Degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2001-2002.

d. Geografía de la degradación de los suelos

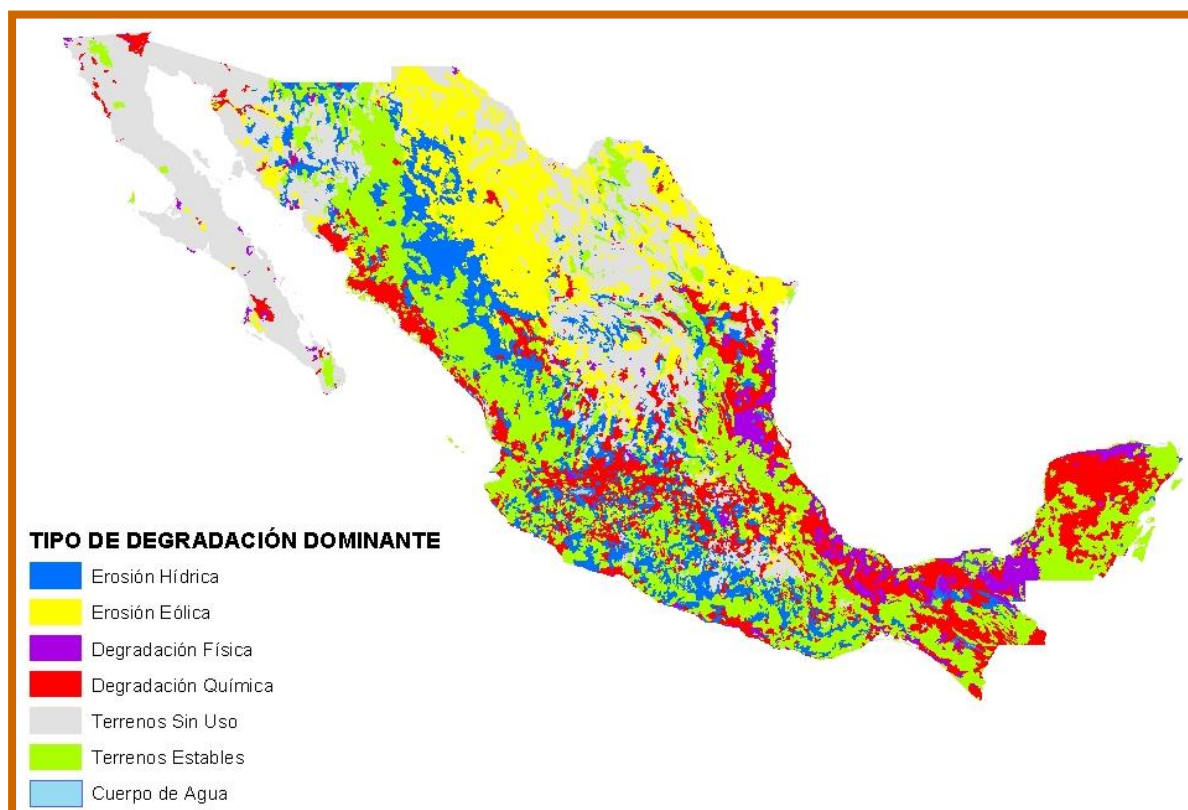
La degradación promedio por entidad federativa en México es del 48% de su superficie; 18 entidades están por encima de la media y 14 por abajo. Las entidades federativas con mayor degradación de sus suelos son: Tlaxcala (73.9%), Yucatán (71.3%), Tabasco (70.5%), Chihuahua (67.3%) y el Distrito Federal (64.5%). Los que muestran los menores

porcentaje son Baja California Sur (4.5%), Baja California (6.9%), Coahuila (20.7%), Sonora (26.85) y Quintana Roo (30%).

En degradación química, las entidades con mayores porcentajes son: Yucatán (53.2%), Chiapas (33%), Veracruz (32%), Tabasco (30.6%) y Sinaloa (30.3%). En todos ellos el principal tipo, es por declinación de la fertilidad y la reducción del contenido de materia orgánica de sus suelos.

En lo que respecta a degradación física los porcentajes más altos se presentan en el Distrito Federal (43.6%), Tabasco (37.6%), Veracruz (29.4%), Yucatán (18.1%), Campeche (13.6%) y Chiapas (13.5%). Por tipo de degradación física, en todos ellos es por compactación de suelos, a excepción del Distrito Federal que es por pérdida de la función productiva por la urbanización de su territorio.

La erosión hídrica tiene los mayores porcentajes en Guerrero, Michoacán, Estado de México, Jalisco y Aguascalientes. En cuanto a erosión eólica, las entidades que reportan un mayor porcentaje de su superficie son: Chihuahua (28.7%), Tlaxcala (26.6%), Nuevo León (19.1%), Durango (17.5%) y Zacatecas (16.8%).



Fuente: Evaluación de la Degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2001-2002.

7. Factores de la degradación de los suelos

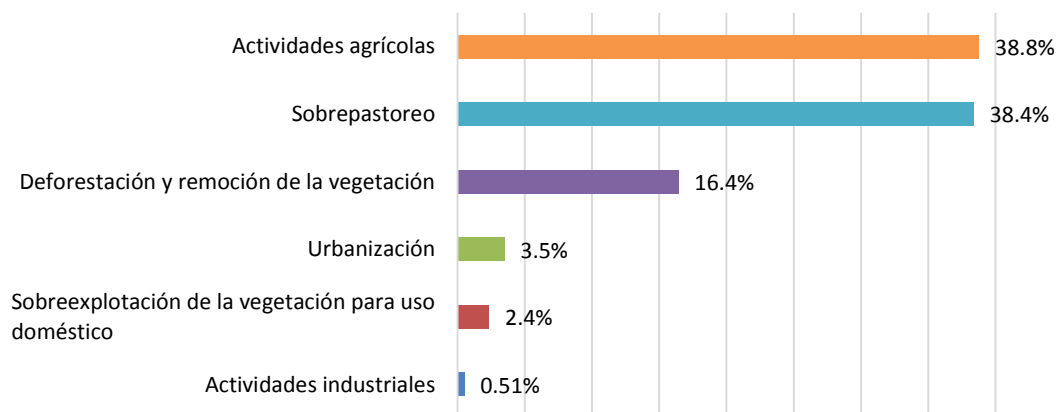
La metodología utilizada consideró seis posibles factores causativos de los procesos de degradación del suelo. Los resultados obtenidos indican que las actividades agropecuarias son las responsables de casi el 80% de la superficie degradada. De manera específica las actividades agrícolas participan con el 38.8%, lo cual se origina principalmente por prácticas inapropiadas de labranza, el monocultivo, el uso de agroquímicos, riego con aguas de mala calidad, la quema de residuos de la cosecha o el no incorporarlos al suelo.

El sobrepastoreo participa con el 38.4%. Consiste en la introducción de un excesivo número de cabezas en los pastizales, matorrales, bosques y selvas que se utilizan para que el ganado se alimente con la vegetación natural, principalmente pastos y ramas a su alcance. El exceso de animales por un lado afecta la cubierta vegetal con lo que se facilita la erosión y por otro, compactan el suelo con su pisada.

La deforestación es el tercer factor que provoca la degradación del suelo, pues generalmente implica la remoción de la vegetación natural en grandes extensiones, para cambiar el uso del suelo para dedicarlos a la agricultura, el establecimiento de pastizales o para urbanización. Este factor participa con el 16.4%.

La urbanización se ha convertido en el principal factor de la pérdida de la función productiva de los suelos, que es uno de los tipos de la degradación física de los suelos. Este factor participa con el 3.5%.

Factores causativos de la degradación
(porcentaje de la superficie degradada)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación de la Degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, SEMARNAT-Colegio de Postgraduados, 2001-2002.

Es pertinente mencionar que ninguna de las actividades humanas involucradas en los factores causativos mencionados, por sí mismas, resultan degradantes de los suelos, existen experiencias y conocimientos para que se realicen de manera sustentable, en general con el medio ambiente y en particular con el suelo.

En la agricultura se cuenta con diversas técnicas que no solo conservan el suelo, sino que mejoran su contenido de materia orgánica y aumentan su fertilidad, lo cual se traduce en mejores rendimientos y en la reducción de costos, al disminuir o eliminar los requerimientos de agregar nutrientes a través de fertilizantes de origen industrial. De igual manera, existen propuestas para realizar la siembra de pastos en grandes superficies para generar una cubierta de protección a los suelos, que en su momento y con cargas adecuadas de ganado, pueden ser utilizadas para el pastoreo de manera sustentable.

La forestación y silvicultura cuentan con técnicas para el aprovechamiento sustentable de bosques y selva, las que se caracterizan no solo por la conservación de los recursos de estos ecosistemas, sino porque los fortalecen y vigorizan.

Por otra parte, hay que tener en cuenta las antiguas y actuales tecnologías que sirven para generar áreas donde, de manera sinérgica, la agricultura y ganadería se practique en bosques y selvas, tal como son los sistemas agroforestales y silvopastoriles. Lo anterior evita los cambios de usos de suelo consistentes en eliminar totalmente las cubiertas vegetales de los suelos para la práctica de la agricultura y la ganadería.

Cada día se extiende en varias ciudades del mundo la práctica de producir alimentos al interior de las mismas o en sus áreas circundantes, en lo que se llama agricultura urbana y periurbana, la cual implica recuperar suelos o generar sustratos fértiles en donde se realice el cultivo de plantas. Lo anterior muestra la compatibilidad de la urbanización con la agricultura, al menos parcialmente.

También existen propuestas de reordenamiento ecológicos de los territorios de los que forman parte los núcleos urbanos, para garantizar que en su crecimiento no se afecten áreas forestales o de cultivo, que prestan invaluable servicios ambientales. Por otra parte, los residuos urbanos correctamente manejados y procesados, se pueden convertir en abonos para la recuperación de la materia orgánica y fertilidad de los suelos.

Las actividades de alto impacto en los suelos y en el medio ambiente, como son la minería y otras actividades extractivas, también tienen alternativas para minimizar los efectos negativos y para compensar las afectaciones ambientales, con acciones de conservación y restauración en áreas mayores las que afecten.

Lo anterior indica que hay opciones para un uso sustentable del suelo, lo que se requiere es lograr que se conozcan y se sigan multiplicando, pero lo más importante, es que se lleven a la práctica.

8. REFLEXIONES PARA PERFILAR UNA POLÍTICA PÚBLICA² PARA LA CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y MEJORAMIENTO DE SUELOS EN MÉXICO.

La cuantía de la superficie sujeta a procesos de degradación provocada por las actividades humanas, que equivale a casi la mitad del territorio, exigen a la sociedad y a los poderes públicos, el que se emprendan acciones para detener los procesos de degradación y restaurar el máximo posible de suelos degradados. El no hacerlo, provocará que los beneficios que se obtienen del uso suelo, principalmente los agrícolas y ganaderos, cada vez se vean reducidos, lo que significa que las posibilidades de obtención de alimentos por la agricultura y ganadería, se reducirán. También provocará, que sus funciones esenciales en el ciclo del agua tiendan a desaparecer y con ello, por un lado se limite la recarga de los acuíferos y por otro, no se contribuya a retener el agua de las lluvias torrenciales que generan inundaciones.

En cuanto a qué hacer para conservar y restaurar los suelos, existen conocimientos edafológicos de cómo hacerlo, tanto en los agricultores como en los profesionales en la materia, por lo que en principio, el problema no es que no se conozca cómo evitar la degradación y la manera de recuperar suelos, sino el lograr, que todo aquel que use el suelo, los ponga en práctica. Para ello se requiere que:

1. El usuario del suelo tenga conciencia de los beneficios de un manejo adecuado de los suelos y de los efectos negativos que genera la degradación del suelo para la actividad que realiza en el mismo, para el medio ambiente y para la humanidad.
2. El usuario tenga conocimiento de las opciones que existen para la conservación y restauración de los suelos, acordes a las características de los suelos que usa y las actividades que realiza.
3. El usuario disponga de los recursos que se requieren para poner en práctica las acciones de conservación y restauración de suelos.

² Cabe aclarar que lo expresado en este apartado con respecto a la Política de Estado, se hace en carácter de propuesta y con la finalidad de promover la discusión sobre la problemática señalada en materia de suelos y de las alternativas para su atención.

4. Las acciones de conservación y restauración de suelos se realicen permanentemente y por generaciones, pues en particular las de restauración, implican tiempo y constancia para obtener resultados.
5. Las acciones de conservación y restauración de suelos, para que sean eficaces, requiere se apliquen de manera colectiva en un espacio territorial medido por cientos o miles de hectáreas, que en el caso de México, rebasan las dimensiones de la mayoría de los predios individuales.
6. Establecer en ordenamientos jurídicos que los derechos de uso individual y colectivo de un bien común y no renovable, como es el suelo, implican también la obligación individual y colectiva de conservarlo y cuando se dañe, de restaurarlo.

Es evidente que no es factible cumplir con lo anterior en corto de tiempo ni por un solo orden de gobierno, pues se requiere de entidades o dependencias que generen conocimientos sobre el estado de los suelos y de las técnicas para resolver, las problemáticas de erosión o pérdida de fertilidad de los suelos. Además es necesario transmitir esos conocimientos para conseguir prácticas permanentes de uso adecuado del suelo.

En especial tendrá que haber especialización en la organización de usuarios del suelo, para lograr las acciones de carácter colectivo. Tampoco se puede dejar de lado, que debe haber instancias públicas para la vigilancia de que se cumplan con las disposiciones para la conservación y restauración de suelos.

Lo expuesto señala que se tiene que generar una política de Estado para la conservación y restauración de suelos, la cual debe garantizar continuidad en el mediano y largo plazo de las acciones públicas necesarias, para que los usuarios, en lo individual y colectivamente, apliquen las medidas de conservación y restauración de suelos.

Se requiere esta política de Estado para lograr la acción concertada y coordinada de los tres órdenes de gobierno, así como de las dependencias y entidades públicas que los conforman, en especial las que tengan facultades y obligaciones en materia de conservación y restauración de suelos.

Como se mencionó, la política de Estado debe tener el propósito de lograr que los usuarios de los suelos asuman la responsabilidad de su conservación y restauración y, para la ciudadanía en general, se debe lograr que tenga conciencia de la importancia de contar con suelos sanos, para que participe en apoyo a las acciones públicas que se decidan para tal fin.

En los usuarios del suelo, es necesario que se consideren todas las actividades, pues si bien los mayores usuarios en cuanto a superficie son los agricultores y ganaderos, por la gravedad de la afectación, hay otros usos del suelo como el minero, que es indispensable sean considerados, ya que esta actividad provoca en los suelos una afectación aún más grave que las anteriores, si bien en extensiones menores.

La política de Estado se puede concebir como el camino principal a construir y a seguir, por la ciudadanía y los poderes públicos, para llegar a un destino deseado, en que se evite o minimice la degradación de los suelos por las actividades humanas y, en el caso de los suelos degradados, donde se realicen acciones para restaurarlos, con la finalidad de que el suelo pueda cumplir a cabalidad sus funciones ambientales y productivas, que son esenciales para el sostenimiento y reproducción de la vida.

La estrategia que se vislumbra se centra en lograr que los usuarios del suelo realicen prácticas de conservación y restauración de suelos, para lo cual se considera fundamental que por ejido, comunidad, áreas naturales protegidas, distritos de riego, cuencas hidrológicas y, asociaciones agrícolas y ganaderas, se cuente con diagnósticos del estado del suelo de las áreas que las integran, para con base en ello, se establezcan programas de manejo de suelos, en los que se comprometan las prácticas necesarias para la conservación y restauración del suelo, según sea el caso.

En la elaboración de los diagnósticos del estado de los suelos y los programas de manejo, deben tener participación directa los sujetos que integran, administran o dirigen, los conglomerados territoriales mencionados en el párrafo anterior.

Al Estado correspondería emitir las normas jurídicas para la elaboración de los diagnósticos y programas mencionados. También le correspondería apoyar la elaboración de los diagnósticos y la ejecución de los programas o realizarlos por sí mismo.

Para lo anterior se consideran fundamentales las siguientes acciones a realizar por dependencias y entidades públicas:

1. Generar cartografía básica para la elaboración de los diagnósticos y programas de manejo de suelos.
2. Realizar investigaciones sobre el estado de los suelos y técnicas para su conservación y restauración. En estas investigaciones se recuperarán y sistematizarán conocimientos y prácticas que generan y conservan los usuarios de los suelos, sobre las características y clasificación de los suelos, así como de su manejo sustentable.

3. Capacitar y asesorar a los usuarios de suelos en la elaboración de los diagnósticos y programas de manejo de suelos o bien realizarlos por las propias entidades públicas.
4. Organizar una red de laboratorios (públicos y privados) especializados en el análisis de suelo, que aporten elementos para los diagnósticos del estado de los suelos, así como recomendaciones para su restauración, mejoramiento y posibilidades de uso productivo de los mismos.
5. Apoyar con la asignación de recursos a los usuarios de los suelos, cuando las acciones de manejo de suelo necesarias, rebasen sus capacidades para realizarlas con sus propios medios y el interés público así lo justifique, todo esto encuadrado en programas públicos.
6. Vigilar que se cumpla con las disposiciones legales que se establezcan para la conservación y restauración de suelos.
7. Contribuir a generar conciencia en la población de la importancia de la conservación y restauración de los suelos con información en los programas educativos de todos los niveles, de igual manera formar conciencia en ese sentido a través de los medios de comunicación.
8. Establecer una instancia que defina la política nacional de conservación y restauración de suelos y que apruebe los programas nacionales en la materia.
9. Crear condiciones efectivas para la coordinación entre las dependencias y entidades públicas relacionadas con los aprovechamientos forestales, mineros, de hidrocarburos, agua, agricultura, ganadería, turísticos y de infraestructura de caminos y transmisión de electricidad, para que en lo que les correspondan, consideren la conservación y restauración de suelos. Esto incluye los tres órdenes de gobierno.

Para este conjunto de tareas es necesario contar con una instancia de concertación política de los gobiernos federal y de las entidades federativas, con la participación de productores y académicos. De esta manera se puede dar forma y legitimidad social a las políticas y programas de Estado necesarios.

Por otro lado, es necesario crear una entidad federal que en primer lugar funcione como secretaría técnica de la instancia anterior, para articular las propuestas de políticas y programas a considerar. Además, hace falta contar con la capacidad operativa para el desarrollo de programas específicos, incorporando en su caso a la comunidad académica en la planeación y ejecución de los mismos.

Es fundamental que las acciones de esta entidad federal sean en lo posible solo complementarias de las acciones de conservación, restauración y mejoramiento. Debe privilegiarse la participación inicial de los usuarios del suelo, en lo individual o en formas colectivas. Asimismo, hay que preservar las facultades de las dependencias públicas en materia ambiental y productiva, con el apoyo de la consulta, dictamen o propuesta de la nueva entidad federal. También es conveniente que las dependencias públicas puedan asumir directamente la ejecución de programas en áreas de su competencia, con el apoyo en su caso de la entidad pública especializada en suelos.

Se considera que la definición de la acción pública en la materia, así como los derechos y obligaciones de los usuarios, se hagan con la emisión de una *Ley General de Conservación y Restauración de Suelos*, para la cual existen bases constitucionales sólidas para fundamentarla, como son las siguientes:

- ✓ Lo establecido en los Artículos 1º y 4º de la Constitución en materia de garantía de los derechos humanos y la especificación de que todas las personas tienen derecho a la alimentación, el agua potable y el medio ambiente sanos; derechos que sólo se pueden garantizar si se conservan los suelos íntegros y sanos.
- ✓ Lo señalado en el párrafo tercero del Artículo 27, que entre otras disposiciones en materia del medio ambiente, establece el derecho de la nación de regular en beneficio social los elementos naturales con la finalidad de cuidar su conservación.
- ✓ Lo establecido en la fracción XX también del Artículo 27, en el sentido de que se *fomentará la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra.*
- ✓ Lo establecido en la fracción XXIX-G del Artículo 73, que faculta al Congreso para *expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.*

