



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y
ECONOMICO ADMINISTRATIVAS**

**LA NORMATIVIDAD EN MATERIA DE USO DE SUELO Y
OBSERVANCIA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO**

**TRABAJO MONOGRAFICO
PARA OBTENER EL GRADO DE**

LICENCIADA EN DERECHO

**PRESENTA
MARIANA CERVERA ROMERO**

**LIC. SALVADOR BRINGAS ESTRADA
LIC. JAVIER OMAR ESPAÑA NOVELO
LIC. YUNITZILIM RODRIGUEZ PEDRAZA**

CHETUMAL, QUINTANA ROO, SEPTIEMBRE 2012



Ø65003



Trabajo Monográfico elaborado bajo la supervisión de los asesores y aprobado como requisito parcial para obtener el grado de:

Licenciado en Derecho

ASESORES

ASESOR: _____

Lic. Salvador Bringas Estrada

ASESOR: _____

Lic. Javier Omar España Novelo

ASESOR: _____

Lic. Yunitzilim Rodríguez Pedraza



Agradecimientos

Agradezco a Dios que día a día me llena de bendiciones y me ha permitido alcanzar mis metas.

A mi Familia

Papá, mamá, nombres tan sencillos de pronunciar pero que siempre llena de orgullo mi hablar por la fortuna de ser hija suya, quienes gracias a su esfuerzo, su paciencia y sus consejos, sirvieron para que siga adelante, me apoyaron incondicionalmente todo el tiempo para que terminara con mi licenciatura.

Les agradezco por amarme aún en los momentos más difíciles. Aunque no lo demuestre, ustedes significan mucho para mí, y espero que algún día se sientan orgullosos de mí, como yo de ustedes.

Hoy mi éxito es su éxito. Gracias por dejarme esta herencia tan bonita en la vida.

A mi hermanito

Jandro, tu fuiste el impulso para terminar esta carrera, darte un ejemplo, que aunque por muy difícil que sea con dedicación y esfuerzo se logra, gracias por apoyarme y ser entusiasta en todo momento.

A mis Profesores

Lic. Salvador y Lic. Javier, quienes gracias a sus enseñanzas y consejos me guiaron por la recta del estudio y a la culminación de este trabajo así como también me brindaron su tiempo y apoyo para lograr concretar este éxito.

A mi Prima

Yuni, mil gracias por tus consejos y tus palabras a lo largo de este proyecto, sin duda alguna un gran ejemplo para mí. Te quiero mucho.

Al Lic. Octavio Asencio

Mi motivación. Quien acepto iniciar este reto conmigo y del cual me llevo un gran aprendizaje, gracias a su amor y a su paciencia en el tiempo que llevo terminar este trabajo, jamás encontraré la forma de agradecer su apoyo, comprensión y confianza, esperando que comprenda que mis logros son también suyos, estuvo siempre alentándome para así concluirlo, confiando en mis decisiones, apoyándome en mis metas y siendo mi motor para seguir adelante, hago de este un triunfo y quiero compartirlo contigo siempre.

A mi gran amiga Natalia

Quien me brindo su amistad en los buenos y malos momentos, por su apoyo incondicional, por el optimismo y por la alegría que transmite, quien siempre respeto mi forma de ser y de pensar, formas parte de mis vivencias.

Agradezco a todas aquellas personas que han aportado algo en mi formación académica, como personal, compañeros de generación amigos y maestros, MUCHAS GRACIAS!

INDICE

TEMA	PÁGINA
Planteamiento del problema.....	1
Justificación.....	2
Objetivo General.....	3
Objetivos particulares.....	3
Hipótesis general.....	4
Hipótesis específicas.....	4
Antecedentes.....	4
Metodología.....	7
Contribución.....	8

Capítulo I. El suelo y sus Generalidades.

Conceptos de suelo.....	10
Origen y génesis de los suelos.....	11
Componentes del suelo.....	11
Estructura del suelo.....	13

Propiedades físicas.....	14
Propiedades químicas.....	19
Clasificación de los suelos.....	20
La degradación de los suelos.....	21
Impermeabilización.....	24
Salinización.....	24
Contaminación.....	25
Desertificación.....	26
Acidificación.....	26
Erosión.....	27
Importancia de la erosión.....	29
Tipos de erosión.....	31

Capítulo II. Normatividad en materia de suelo.

La convención internacional de la lucha contra la Desertificación en los Países afectados por la sequía.....	34
Los problemas de la protección de los suelos en México.....	35
Tutela de los suelos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente.....	39
Ejemplo de contaminación de suelos en México.....	42
Protección de los suelos en la Ley Agraria.....	44
Bibliografía.....	46

Planteamiento del problema

En la actualidad es muy común escuchar en los medios de comunicación acerca del deterioro que esta sufriendo el medio ambiente y sobre todo al relacionarlo con el calentamiento global.

Hoy en día existen muchas campañas e instituciones que promueven la protección a los recursos naturales a nivel internacional, federal y estatal. Uno de los recursos naturales que esta sufriendo mas daños y al cual no se le da la importancia que se debe es al suelo.

El suelo no sólo constituye la base del 90% de los alimentos humanos, forraje, fibra y combustible, sino que ofrece también servicios que van más allá de las funciones productivas. El suelo constituye la dimensión espacial del desarrollo de los asentamientos humanos: la construcción de viviendas e infraestructuras, instalaciones recreativas y enclaves para la eliminación de residuos. Proporciona materias primas, incluidos el agua, los minerales y los materiales de construcción.

El suelo es una parte esencial del paisaje, conserva los restos de nuestro pasado y es en sí mismo un elemento fundamental de nuestro patrimonio cultural.

El hombre contribuye al daño, afectando los suelos, cuando el exceso de población obliga a ocupar el área que antes ocupaba la capa vegetal, o cuando somete las tierras a un cultivo intenso y estos pierden su firmeza sufriendo desgaste.

El Suelo está expuesto a la acción paulatina e imperceptible de factores que modifican sus características físicas. Dado que el suelo tiene múltiples usos, debe tenerse en consideración de forma integrada en los distintos niveles, Estatal, federal e internacional.

De acuerdo con la clasificación hecha por la FAO/UNESCO en 1988 en México existen 24 de los 28 tipos de suelo de esa clasificación, sin embargo desde hace tiempo se viene señalando que la erosión de los suelos es el problema ecológico mas severo que sufren los recursos naturales renovables de México, la erosión afecta entre un 30% y un 40% del territorio nacional con grados severos a muy severos de erosión, es decir entre 60 y 80 millones de hectáreas.

Justificación

El suelo es un recurso natural que corresponde a la capa superior de la corteza terrestre. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. El suelo es vital, ya que el ser humano depende de él para la producción de alimentos, la crianza de animales, la plantación de árboles, la obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo del ecosistema.

Dado que el suelo tiene múltiples usos, debe tenérselo en consideración de forma integra en los distintos niveles. Es preciso alcanzar una integración administrativa (desde aspecto local, estatal, nacional y porque no decirlo mundial), sectorial (principales sectores y demás problemas medioambientales) y geográfica (paisajes, zonas urbanas, rurales, de montañosa y costeras) en las evaluaciones del suelo y en las políticas de protección del mismo.

Esta investigación la realizaremos con el fin de mejorar a nivel de conocimientos acerca del recurso natural suelo, esto para implementar acciones adecuadas en todos los niveles, poner en marcha políticas ambientales así como mejorar la legislación existente.

Debido a que el suelo tiene muchos usuarios, los datos al respecto han sido recopilados por diferentes organizaciones con distintos fines. Son pocos los datos que se utilizan directamente en la elaboración de medidas de intervención y casi siempre se refieren a zonas geográficas pequeñas, es en ello en lo que radica la trascendencia de esta investigación para crear conciencia en la población en general del daño paulatino que esta sufriendo este recurso y de la poca importancia que se le está dando.

Objetivo General

Analizar el marco jurídico existente en materia de uso de suelo para mejorar su aplicación.

Objetivos Particulares

- Describir que factores son los que dañan el uso de suelo en el Estado
- Identificar el marco jurídico en materia de uso de suelo para mejorar su aplicación.
- Distinguir los puntos que seria de utilidad agregar al marco jurídico existente para que haya un mejor control en el manejo de uso de suelo

Hipótesis General

La falta de regulación en materia de uso de suelo en el Estado define la necesidad de crear nuevos lineamientos jurídicos que regulen las actividades que permitan el desarrollo óptimo del suelo para evitar su degradación.

Hipótesis Específicas

La dispersión del marco jurídico en materia de uso de suelo obstaculiza la aplicación de las normas existentes.

En el Estado de Quintana Roo existe una deficiencia de legislación en materia de suelo.

Sanciones más severas mejoraría la observancia de la ley existente.

Antecedentes

Como ya se ha indicado, el suelo constituye un recurso de primer orden que ha de ser protegido puesto que supone el sostén de la actividad humana y de la vida en el planeta. La preocupación explícita por su degradación y conservación por parte de organismos internacionales se remonta a unos 30 años atrás.

La Carta Europea de los Suelos, aprobada por el Consejo de Europa en 1972, y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (1ª Conferencia del PNUMA, Estocolmo 1972) empiezan a poner de manifiesto la preocupación por la degradación y contaminación del suelo como consecuencia del desarrollo humano.

La Carta Mundial de los Suelos de la FAO (1981) y la Política Mundial del Suelo del PNUMA (1982) persiguen el fomento de la cooperación internacional para el uso racional del recurso suelo y reflejan la preocupación por su degradación. En ellas se establecen los principios de actuación para la explotación de los suelos de forma sostenible y las directrices para la formulación de políticas nacionales.

Por otro lado, la Cumbre de Río de Janeiro de 1992 ha marcado un hito histórico en cuanto al compromiso internacional en el ámbito de la protección del medio ambiente. En el marco de la misma se desarrolló el Convenio sobre la Diversidad Biológica, estableciendo un compromiso de conservación de la diversidad biológica y de la utilización sostenible de sus componentes (entre los que se encuentra el suelo) y de los recursos genéticos.

La importancia de los ecosistemas terrestres queda recogida en la Convención Marco sobre el Cambio Climático de 1992, en la que se reconoce su papel como sumideros de gases de efecto invernadero y se señala que la degradación del suelo y sus cambios de uso inciden negativamente en el aumento global de las emisiones de gases de efecto invernadero. En esa misma línea, el Protocolo de Kioto (1997) promueve el desarrollo sostenible e invita a todas las partes a aplicar políticas y medidas de protección y aumento de los sumideros de gases de efecto invernadero.

En cuanto a la problemáticas específicas de la erosión de los suelos y de la pérdida de suelo agrícola a nivel mundial, la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (1994) marcó como objetivo prevenir y reducir la

degradación del suelo, rehabilitar las zonas que están parcialmente degradadas y recuperar las que se hayan desertificado.

La conciencia de la comunidad internacional respecto a la necesidad de proteger el suelo es cada vez más evidente, como lo ponen de manifiesto las recientes iniciativas y compromisos políticos y legales para la protección de los recursos y del medio ambiente (Nairobi 1997, Malmö 2000, Johannesburgo 2002).

. En el ámbito de la Unión Europea (UE), aunque muchas de sus políticas afectan al suelo y algunas de ellas velan por su protección (aún no siendo éste su objetivo principal), todavía no existe legislación europea específica para la protección del mismo. A este respecto las políticas más importantes son, entre otras, las de medio ambiente, agricultura, desarrollo regional, transporte, investigación y desarrollo. Por su relevancia cabe mencionar las Comunicaciones de la Comisión COM (1998) 42, sobre una estrategia comunitaria en materia de biodiversidad, y COM (2002) 88, sobre políticas y medidas de la UE para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: hacia un Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC).

También cabe resaltar que el Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente (Decisión 1600/2002/CEE) incluye una estrategia temática para la protección del suelo, la cual hace especial hincapié en prevenir la contaminación, la erosión, la desertización, la degradación del suelo, la ocupación de terrenos y los riesgos hidrogeológicos.

La Comunicación de la Comisión Europea COM (2002) 179, "Hacia una estrategia temática para la protección del suelo", es la primera que aborda de forma específica esta cuestión. Trata, entre otros temas, de la erosión, la pérdida de materia orgánica del suelo y la prevención de la contaminación. Con objeto de garantizar su adecuada protección, la Comisión de la Unión Europea

va a proponer a partir de 2002 una serie de medidas dirigidas a evitar la contaminación del suelo y procurará integrar la protección del suelo en las principales políticas de la UE. Por otra parte, la Comisión llevará a cabo los preparativos para una propuesta legislativa sobre la vigilancia del suelo.

Metodología

Para llevar a cabo este trabajo de investigación como primer paso identificaremos lugares en los cuales pueda haber fuentes de información bibliográfica, como son la biblioteca de la Universidad de Quintana Roo, la biblioteca del colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), También se pretende visitar instituciones en las cuales se hagan estudios ambientales en el estado como el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEGI), en los cuales cuentan con de mapas y fotos u otros documentos que sean de utilidad para este trabajo.

En esta institución también concertaremos alguna cita con expertos en la materia para que nos proporcionen su punto de vista en la materia así como nos oriente, a que otras instituciones podemos asistir para obtener más información.

También llevaremos a cabo investigación en páginas electrónicas, ya que al ser un tema científico será de gran utilidad esta herramienta para obtener información actualizada y de índole internacional.

Otro paso muy importante será la búsqueda de textos jurídicos en los cuales se tenga contemplado la protección del recurso natural suelo, tanto a nivel federal como estatal y hacer una comparación entre ambos, analizando las deficiencias que puedan tener para así poder hacer una propuesta sustentada y capaz de ser llevada a cabo.

Contribución

Con este trabajo de investigación pretendemos tener un acercamiento con la materia de derecho ambiental y que mejor que haciendo un estudio del recurso natural suelo que es de gran importancia para el desarrollo de los seres vivos. Además al suelo no se le tiene contemplado como uno de los factores que están sufriendo daños considerables en la actualidad, los cuales se vienen generando de años anteriores.

Haciendo un estudio de este tema podremos identificar las deficiencias legislativas con que cuenta el estado en caso de que estas existan para así poder implementar medidas más eficaces que permitan un mejor cuidado del suelo.

Proponer sanciones más severas para crear conciencia en todas aquellas personas que ignoran el valor del suelo.

Capítulo I

El suelo y sus generalidades.

Conceptos de suelo

El suelo es un cuerpo natural, tridimensional trifásico, que ocupa un lugar en el espacio, con características únicas, producto de la transformación del material originario o parental, a través de procesos destructivos y de síntesis provocado por una determinada combinación de factores ambientales que se expresan en un perfil con horizontes (Hudson,1982: 15).

Una definición mas completa es aquella que menciona que el suelo puede definirse como el material que sirve de soporte al crecimiento de las plantas. Contiene materia orgánica y mineral en diversas proporciones y se extiende desde la superficie hasta el límite inferior alcanzado por las raíces. Se origina por la interacción de procesos complejos que incluyen la meteorización física y química de la roca madre, la cual suministra el sustrato mineral, la destrucción e incorporación de materia orgánica, principalmente en forma de plantas que descomponen los microorganismos del suelo y el movimiento de materiales suspendidos o disueltos en el agua de difusión o percolación. Estos procesos se hayan condicionados por la persistencia de la superficie del suelo y su cobertura vegetal asociada (Burges, 1971: 15).

De manera mas sintetizada puede decirse que el suelo es una entidad que evoluciona, conservada en un flujo de materiales biológicos, geológicos, hidrológicos y meteorológicos (Boul, 1990: 24).

Desde el punto de vista técnico suelo puede delimitarse como un cuerpo natural que se encuentra sobre la superficie de la corteza terrestre, conteniendo materia viva y soportando o siendo capaz de soportar plantas.

El concepto anterior contiene tres puntos fundamentales; en primer término es un cuerpo natural, es decir es un ente dentro de la naturaleza y como tal posee la propiedad de singularidad: por lo tanto tiene características propias y esta sujeto a leyes específicas. En segundo lugar contiene materia viva es decir, posee propiedades de los organismos vivientes y finalmente, soporta o

es capaz de soportar plantas, esto es que su estudio siempre estará relacionado con los requerimientos de las plantas que sobre él se desarrollan.

Los suelos a diferencia de plantas y animales, con frecuencia no muestran límites bien definidos sino que en muchos casos se aprecia una variación continua y sus límites son establecidos por una definición que resulta útil desde el punto de vista de su uso y manejo (Cuanaloa, 1981: 21).

Origen y Génesis de los suelos

La formación y evolución del suelo bajo la influencia de los factores ecológicos conduce al desarrollo de los horizontes y del perfil del suelo. El sustrato geológico, la roca madre o material original, proporciona por su descomposición, los constituyentes minerales del perfil, mientras que la vegetación da origen a la materia orgánica. Los factores climáticos y biológicos provocan por su parte una transformación y una mezcla más o menos completa de estos elementos; algunos constituyentes migran en el perfil, enriqueciendo o empobreciendo las estratas. El conjunto de estos procesos conduce a la diferenciación de los horizontes y al desarrollo del perfil (Ortiz, 1990: 26).

Componentes del suelo

El suelo es un sistema de tres fases: sólida líquida y gaseosa y los diferentes suelos presentan distintas proporciones de estos componentes, que dependen de las condiciones de su formación. Estos componentes se encuentran interrelacionados, de manera que la organización de los componentes sólidos entre sí, determinan la cantidad de espacio poroso destinado al aire y agua. La

proporción de agua y de aire esta sujeta a grandes fluctuaciones, dentro de un mismo suelo, por influencia del clima y del manejo.

Fase sólida: es la responsable del comportamiento del suelo al ser la única permanente y dentro de ella se distinguen dos tipos de componentes o fracciones: la fracción mineral derivada del material original y la fracción orgánica procedente de los restos de los seres vivos que se depositan en la superficie del suelo y de los que habitan en su interior.

Dentro de la fase sólida mineral se han de considerar las sustancias de carácter salino, más o menos solubles y que por tanto presentan una menor estabilidad que los silicatos, que son los constituyentes primordiales.

Fase líquida: se conoce como "agua del suelo" y si, en principio, es así por su procedencia de las lluvias o de mantos freáticos elevados, una vez en contacto con la fase sólida se incorporan a ella sustancias en solución y en suspensión procedentes de aquella. Es en la fase líquida en la que se desarrollan los procesos de formación y evolución del suelo, siendo de especial importancia los relativos a la interface sólido-líquido. También actúa como vehículo de transporte de sustancias ya sea dentro del suelo como desde él al exterior.

También el suelo se comporta como una esponja capaz de retener una importante cantidad de agua con una fuerza de succión tal que teóricamente permanecería en él de forma indefinida.

Fase gaseosa: o "atmósfera del suelo" está constituida por un gas de composición parecida al aire cualitativamente pero con proporciones diferentes de sus componentes. Ella permite la respiración de los organismos del suelo y

de las raíces de las plantas que cubren su superficie. También ejerce un papel de primer orden en los procesos de oxido-reducción que tienen lugar en el suelo (Honorato, 2000: 18).

Estructura del suelo

La estructura del suelo es muy difícil de definir esta puede describirse como el tamaño y la forma de los fragmentos en los que se desintegra un suelo cuando se desmenuza ligeramente. En algunos suelos estos fragmentos pueden ser laminas, prismas o bloques que al secarse y contraerse dejan espacios vacíos entre si, pero que se ajustan casi perfectamente cuando el suelo esta húmedo. En otros casos los fragmentos son granulares y producen una estructura desmenuzada abierta que permite la fácil circulación del agua y del aire. No se conoce el modo totalmente exacto de formación de los fragmentos. La textura del suelo interviene en parte, así como agentes cementantes coloidales tales como hidróxidos de hierro y aluminio. La materia orgánica también es importante, en particular el material humificado que ha experimentado una descomposición microbial considerable, pierde toda clase de estructura presentándose como un complejo amorfo muy resistente a una descomposición posterior. La formación de una estructura granular, característica de los suelos de pradera, se asocia particularmente con la presencia de raíces vegetales y al incremento de la materia orgánica humificada.

Propiedades físicas

Las propiedades físicas son aquellas relacionadas con la organización estructural de un suelo, que son utilizadas en su descripción o determinadas en el laboratorio y que equivalen a su arquitectura.

Textura: La textura de un suelo es la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y está relacionada con el tamaño de las partículas de los minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de las plantas.

Para el estudio de la textura del suelo, éste se considera formado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida constituye cerca del 50 % del volumen de la mayor parte de los suelos superficiales y consta de una mezcla de partículas inorgánicas y orgánicas cuyo tamaño y forma varían considerablemente. La distribución proporcional de los diferentes tamaños de partículas minerales determina la textura de un determinado suelo. La textura del suelo se considera una propiedad básica porque los tamaños de las partículas minerales y la proporción relativa de los grupos por tamaños varían considerablemente entre los suelos, pero no se alteran fácilmente en un determinado suelo.

En los suelos de textura fina predomina la arcilla, tiene una mayor superficie activa que los suelos arenosos poseen mayor capacidad de absorción de nutrientes, usualmente son mas fértiles.

Los suelos arenosos son más porosos y permiten una más rápida infiltración de agua. Sin embargo los suelos arcillosos son de mayor capacidad de retención de agua debido a su mayor área superficial: tiene un mayor espacio poroso total que los suelos arenosos. (Gallegos. 1997: Pág. 147).

La consistencia: se refiere a la resistencia para la deformación o ruptura. Según la resistencia el suelo puede ser suelto, suave, duro, muy duro, etc. Esta característica tiene relación con la labranza del suelo y los instrumentos a usarse. A mayor dureza será mayor la energía (animal, humana o de maquinaria) a usarse para la labranza.

La consistencia se describe bajo tres condiciones de humedad del suelo: mojado, húmedo y seco, según se presente en el campo:

Consistencia del suelo mojado: Se refiere a contenidos de humedad en el suelo algo mayores a la capacidad de campo. En estas condiciones el suelo se caracteriza por sus propiedades de adherencia y plasticidad.

Los grados de adherencia se describen por los términos: no adherente, ligeramente adherente, adherente y muy adherente.

La plasticidad es la propiedad del suelo que se refiere a las posibilidades de cambiar de forma en su masa cuando se le somete a una determinada presión y la de retener esa forma adquirida al eliminar la presión.

Consistencia del suelo húmedo: El contenido de humedad esta aproximadamente entre el suelo secado al aire y la capacidad de campo. La mayoría de los suelos en estas condiciones tienen una consistencia que se caracteriza por:

- 1) Una tendencia a desmenuzarse en fracciones pequeñas mas bien que en polvo
- 2) Alguna malformación precede a la ruptura
- 3) Ausencia de friabilidad

- 4) Capacidad del material a permanecer en su forma original cuando esta presionado en conjunto.

La resistencia del material del suelo decrece con el contenido de humedad. Esta consistencia se define por los términos: suelta, muy friable, friable, firme muy firme, extremadamente firme.

El término compacta podría usarse solamente para denotar una combinación de consistencia firme y una condición sólida de las partículas.

Consistencia en suelo seco: Se caracteriza por las propiedades de rigidez friabilidad, resistencia máxima a la presión, mayor o menor tendencia a romperse en fragmentos y la capacidad del material fragmentado de adherirse otra vez cuando se le presiona en conjunto (Ortiz, 1990: 93).

Porosidad: La porosidad del suelo viene representada por el porcentaje de huecos existentes en el mismo frente al volumen total.

La porosidad depende de la textura, de la estructura y de la actividad biológica del suelo. Cuanto más gruesos son los elementos de la textura mayores son los huecos entre ellos, salvo si las partículas más finas se colocan dentro de esos huecos o si los cementos coloidales los obturan. No obstante lo más corriente es que los suelos con elementos gruesos presenten poros también gruesos y los suelos limosos y arcillosos, huecos muy numerosos pero de pequeño tamaño. La materia orgánica contribuye a aumentar sensiblemente la porosidad. Son por tanto los suelos coloidales los que tienen la mayor porosidad (Thompson, 1988:33).

La densidad: se refiere al peso por volumen del suelo, y está en relación a la porosidad. Un suelo muy poroso será menos denso; un suelo poco poroso será más denso. A mayor contenido de materia orgánica, más poroso y menos denso será el suelo (Schwab, 1990: 17).

Permeabilidad: facilidad que tiene el suelo para dejarse penetrar por los fluidos. No solo los valores absolutos de porosidad bastan para estimar la permeabilidad del suelo sino algunos otros factores como la geometría del sistema poroso. Así una estructura hojosa deja una gran porosidad pero dificulta notablemente la circulación del agua, al igual que sucede cuando no existe una buena interconexión entre los componentes de la macro porosidad (Ortiz, 1990: 93).

La aireación se refiere al contenido de aire del suelo y es importante para el abastecimiento de oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono en el suelo. La aireación es crítica en los suelos anegados. Se mejora con la labranza, la rotación de cultivos, el drenaje, y la incorporación de materia orgánica. El volumen de aire del suelo viene determinado por el espacio poroso y la cantidad de agua existente. En suelos arcillosos pesados, con una textura fina capaz de retener mucha agua, solo una pequeña proporción del volumen total del suelo puede quedar llena de aire. Por el contrario en suelos antiguos de pradera son una buena estructura granular, alrededor del un 20 % del volumen total del suelo puede estar ocupado por aire, incluso cuando el suelo esta a capacidad de campo. Por termino medio no hay gran diferencia entre la composición del aire del suelo y el de la atmosfera, ya que la difusión gaseosa es bastante rápida. No obstante pueden haber considerables diferencias locales en el suelo debidas a la respiración de animales y plantas que incrementan localmente la concentración de dióxido de carbono y disminuyen la de oxígeno. El aire de las capas del suelo más profundas contiene, de ordinario, más dióxido de carbono que la atmosfera. La diferencia entre la humedad relativa del aire en el suelo y en la atmosfera es de gran importancia para los organismos del suelo. El aire en el suelo esta generalmente saturado, excepto en la capa superficial removida de los suelos cultivados o desnudos o en condiciones de extrema sequía. Por lo tanto el suelo constituye un medio ambiente existente tanto para aquellos organismos que necesitan una atmosfera saturada como para los que precisan agua libre (Ortiz, 1990:96)

La temperatura del suelo es importante porque determina la distribución de las plantas e influye en los procesos bióticos y químicos. El calor del suelo influye en la intensidad de una serie de procesos de acuerdo a sus rasgos óptimos.

La temperatura en la superficie de un suelo desnudo sigue estrechamente las variaciones de temperatura en el aire, pero una cobertura vegetal atenúa las variaciones diarias y estacionales de la temperatura del suelo, la cual cada vez es menos variable al aumentar la profundidad. Por debajo de unos 20 cm. Casi no hay variación diurna en la temperatura y la variación estacional es mucho menor que cerca de la superficie del suelo. Las temperaturas del suelo fluctúan menos en suelos arcillosos y suelos húmedos que en los suelos arenosos o secos (Honorato, 2000: 123).

El color del suelo depende de sus componentes y puede usarse como una medida indirecta de ciertas propiedades. El color varía con el contenido de humedad. El color rojo indica contenido de óxidos de fierro y manganeso; el amarillo indica óxidos de fierro hidratado; el blanco y el gris indican presencia de cuarzo, yeso y caolín; y el negro y marrón indican materia orgánica. Cuanto más negro es un suelo, más productivo será, por los beneficios de la materia orgánica.

El color puede ser heredado de la roca madre de donde procede el suelo o es el resultado de cambios importantes en el perfil. Tiene relaciones importantes con el clima y contenido de materia orgánica (Honorato, 2000: 123).

La materia orgánica es el producto de raíces, residuos de plantas y organismos vivientes o muertos del suelo. La acumulación de materia orgánica es favorecida en áreas de precipitación abundante o drenaje deficiente, baja temperatura y vegetación nativa de pastos. La materia orgánica hace más fuerte la estructura en los suelos arenosos y aumenta su capacidad de

retención de agua, también afloja la estructura de los arcillosos por su bajo grado de cohesión y plasticidad.

Los residuos orgánicos en la superficie del suelo reducen la erosión hídrica y el escurrimiento superficial pues favorece la infiltración lenta del agua en el suelo.

La valoración más aproximada del promedio de materia orgánica puede realizarse por métodos estadísticos aplicados a cada subtipo de suelo (Thompson, 1988: 139).

Propiedades químicas

Salinidad: Es la consecuencia de la presencia en el suelo de sales más solubles que el yeso. Por sus propias características se encuentran tanto en la fase sólida como en la fase líquida, por lo que tienen una extraordinaria movilidad.

La salinización natural del suelo es un fenómeno asociado a condiciones climáticas de aridez y a la presencia de materiales originales ricos en sales, como sucede con ciertas margas y molazas. No obstante, existe una salinidad adquirida por el riego prolongado con aguas de elevado contenido salino, en suelos de baja permeabilidad y bajo climas secos subhúmedos o más secos.

El contenido salino del suelo suele medirse de forma indirecta, dado que la presencia de iones en el agua la hace conductora de la electricidad, se utiliza la conductividad del extracto de saturación para estimar el contenido en sales solubles. Se entiende por extracto de saturación la solución extraída del suelo después de saturarlo con agua, buscando ponerlo en un punto cercano a su capacidad de campo, dada que esta es la situación más perdurable con una concentración mínima de sales. Un estado de mayor humedad presentaría una solución más diluida pero de escasa duración temporal; un estado más seco

elevaría la concentración pero sería muy variable en el tiempo (Domenech, 1995:13).

Clasificación de los suelos

Los suelos se dividen en clases según sus características generales. La clasificación se suele basar en la morfología y la composición del suelo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir por ejemplo, la profundidad, el color, la textura, la estructura y la composición química. La mayoría de los suelos tienen capas características, llamadas horizontes; la naturaleza, el número, el grosor y la disposición de éstas también es importante en la identificación y clasificación de los suelos.

Las propiedades de un suelo reflejan la interacción de varios procesos de formación que suceden de forma simultánea tras la acumulación del material primigenio. Algunas sustancias se añaden al terreno y otras desaparecen. La transferencia de materia entre horizontes es muy corriente. Algunos materiales se transforman. Todos estos procesos se producen a velocidades diversas y en direcciones diferentes, por lo que aparecen suelos con distintos tipos de horizontes o con varios aspectos dentro de un mismo tipo de horizonte.

Los suelos que comparten muchas características comunes se agrupan en series y éstas en familias. Del mismo modo, las familias se combinan en grupos, y éstos en subórdenes que se agrupan a su vez en órdenes.

Los nombres dados a los órdenes, subórdenes, grupos principales y subgrupos se basan, sobre todo, en raíces griegas y latinas. Cada nombre se elige tratando de indicar las relaciones entre una clase y las otras categorías y de hacer visibles algunas de las características de los suelos de cada grupo. Los suelos de muchos lugares del mundo se están clasificando según sus características lo cual permite elaborar mapas con su distribución.

La degradación de los suelos

El suelo es la capa de tierra blanda que cubre una gran parte de los continentes. De alguna manera, es la "epidermis" de las tierras emergidas, cuya profundidad no es mayor de varios centímetros en las regiones montañosas y de varios metros en las llanuras. La vida sobre la tierra está íntimamente vinculada a esta capa. Caminamos sobre el suelo, de él se alimentan las plantas, muchos animales viven sobre él, en él las aguas se transforman y del suelo dependen la composición y la temperatura de la atmósfera. Por naturaleza, el suelo, evoluciona constantemente. En varios millones el suelo, o más bien "los suelos", teniendo en cuenta su diversidad en la superficie del planeta, nacen, se enriquecen y finalmente se empobrecen.

Su explotación es indisociable del desarrollo de las sociedades: agricultura, ganadería, bosques, extracción de minerales, materiales de construcción, cimientos y bajos de casas y carreteras, esparcimientos de diversos residuos son las múltiples utilidades tradicionales que hacen los hombres del suelo. Todos sabemos, desde pequeños reconocer, describir, comprender una planta o un animal, pero raros son aquellos, que saben hacer lo mismo con el suelo. Este desconocimiento explica, en gran parte la acelerada degradación de los suelos.

Por degradación de los suelos se entiende el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas, ya sea aisladamente o de forma combinada, que impide o limita el buen desarrollo de los cultivos. En realidad, no se trata de algo nuevo, puesto que existen documentos de la época greco-romana que hablan de este problema. A pesar de ello, la escasa densidad de las poblaciones antiguas y que éstas se establecían en las llanuras próximas a los ríos, con suelos fértiles, abundante agua y fáciles comunicaciones, minimizaban sus consecuencias.

Sin embargo, las actividades humanas que se desarrollan en estos momentos hacen que se estén produciendo fenómenos graves de degradación. Entre ellos

cabe destacar la **erosión**, mediante la cual el agua y el viento despojan al suelo de las capas fértiles, dejándolo improductivo. El ser humano acelera la pérdida de suelos fértiles por la destrucción de la cubierta vegetal, producto de malas técnicas de cultivo, el sobre pastoreo, la quema de vegetación o la tala del bosque. La erosión también puede afectar a la vida marina, puesto que el suelo arrastrado al mar se deposita como sedimento y cambia la composición del fondo marino.

Por todo el mundo, en efecto, el hombre tiende a destruir los suelos. En numerosas regiones, la presión demográfica es tal que se acaba por cultivar de cualquier forma, agotando rápidamente la tierra que a menudo llega el empobrecimiento.

Según la FAO - UNESCO la degradación es el proceso que rebaja la capacidad actual y potencial del suelo para producir, cuantitativa y cualitativamente, bienes y servicios, la erosión del suelo y otras formas de degradación de las tierras se están acelerando en todos los continentes y cada año provocan una pérdida de entre 5 y 7 millones de hectáreas de tierras cultivables. La erosión del suelo y otras formas de degradación de las tierras se están acelerando en todos los continentes y cada año provocan una pérdida de entre 5 y 7 millones de hectáreas de tierras cultivables, lo que representa una seria amenaza para el abastecimiento global de víveres.

Otros tipos de degradación provocados por la acción humana son: la desertificación, o intensificación de la aridez; la contaminación, como consecuencia de la mala eliminación y ausencia de tratamiento de los residuos; la pérdida de fertilidad por monocultivo; la salinización, que consiste en la acumulación de sales provenientes del agua de regadío y de los fertilizantes usados; el avance y crecimiento de las ciudades sobre suelo fértil; la compactación, que provoca la desaparición del espacio entre las partículas del suelo como producto del paso de personas, animales y vehículos en forma repetida por el mismo lugar, lo cual conlleva la disminución de la microflora y microfauna.

La función del suelo es una cuestión transversal, y así debe reconocerse, ya que son muchos los sectores económicos que lo utilizan y participan en su deterioro a distintos niveles. La reducción de la funcionalidad consiguiente del suelo tiene un efecto en el conjunto del medio ambiente.

El suelo es un medio multifuncional. No sólo constituye la base del 90% de los alimentos humanos, forraje, fibra y combustible, sino que ofrece también servicios que van más allá de las funciones productivas. El suelo constituye la dimensión espacial del desarrollo de los asentamientos humanos: la construcción de viviendas e infraestructuras, instalaciones recreativas y enclaves para la eliminación de residuos. Proporciona materias primas, incluidos el agua, los minerales y los materiales de construcción. El suelo es una parte esencial del paisaje. Cada suelo desempeña una serie diferente de funciones y presenta un grado distinto de vulnerabilidad a las diversas presiones. En cualquier caso, el suelo es un recurso limitado, y aunque se pueden recuperar algunas de sus funciones, no es un medio renovable en el lapso de tiempo necesario para su regeneración.

Los principales organismos internacionales dedicados al medio ambiente llevan años preocupándose por este problema, que han calificado de extrema gravedad, y a lo largo de los años han desarrollado una serie de directrices de uso recomendado para las distintas naciones. Por ejemplo, el proyecto internacional "Valoración Global de la Degradación del Suelo" (GLASOD en sus siglas en inglés) ha puesto de manifiesto el grave estado de degradación en que se encuentran actualmente los suelos en todo el mundo, destacando la erosión del suelo como el proceso que afecta al mayor número de hectáreas, representando más del 80% de toda la degradación. En el informe se identifican cinco intervenciones humanas que han provocado la degradación de los suelos: deforestación y explotación de bosques, sobre pastoreo, manejo impropio de suelos agrícolas, sobreexplotación de la vegetación para usos domésticos y actividades industriales (Domenech, 1995: 45).

Impermeabilización.

Las tasas de pérdida real de suelo debido a la impermeabilización de la superficie por el incremento de la urbanización y la infraestructura de transportes son elevadas y similares en varios países de la UE, como Bélgica, Países Bajos, Luxemburgo, Alemania y Suiza. La urbanización de estos países es ya tan intensa que queda muy poco espacio para una mayor expansión.

En los países mediterráneos, la urbanización ha sido especialmente rápida en las zonas costeras del sur de España, las islas del Mediterráneo, el sur de Francia e

Italia, y este proceso se relaciona con el desarrollo del turismo. Es probable que en los años venideros sigan ejerciéndose estas presiones e incluso que aumenten.

Asimismo, se prevé que la impermeabilización del suelo se intensifique en países en los que de momento la urbanización es relativamente escasa, como Portugal, Finlandia e Irlanda, y en Europa central y oriental (Stallings, 1985:41).

Salinización

Es el proceso de acumulación en el mismo, de las sales disueltas en el agua. Esta puede darse en forma natural, cuando se trata de suelos bajos y planos, que son periódicamente inundados por ríos o arroyos; o si el nivel de las aguas subterráneas es poco profundo y el agua que asciende por capilaridad contiene sales disueltas. Las consecuencias de la salinización del suelo son la pérdida de su fertilidad. Es un proceso reversible, aunque costoso, mediante el "lavado" de los suelos (Stallings, 1985:41).

Contaminación.

Si se exceptúa la acidificación, no existe una contaminación difusa que afecte de manera extendida a los suelos europeos. No obstante, en determinadas zonas restringidas, la contaminación es elevada (en las zonas urbanas y en los complejos industriales), originada tanto por fuentes difusas como por otras localizadas. Aunque se han reducido las emisiones y se ha limitado el uso de algunas sustancias peligrosas, gracias principalmente a la aplicación de medidas políticas, los beneficios se ven contrarrestados por un aumento general de la actividad económica. Las fugas procedentes de las actividades industriales y de antiguos vertederos son la principal causa de contaminación local en la mayoría de productos químicos con fines agrícolas es más intenso en las tierras bajas de Europa occidental: Dinamarca, Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo y el norte de Francia. En la región oriental de Europa, los problemas de la contaminación difusa del suelo son más marcados en Azerbaiyán, Bielorrusia, Moldavia, Rusia y Ucrania.

Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Se trata pues de una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

Las causas más frecuentes de contaminación son debidas a la actuación antrópicas, que al desarrollarse sin la necesaria planificación producen un cambio negativo de las propiedades del suelo (Hudson, 1982: 312).

Desertificación

La desertificación consiste en una degradación persistente de los ecosistemas de las tierras secas producida por las variaciones climáticas y la actividad del hombre. La desertificación se produce como resultado de un desequilibrio a largo plazo entre la demanda de servicios de los ecosistemas por parte del hombre y lo que los ecosistemas pueden proporcionar. En la actualidad, existe una presión creciente sobre los ecosistemas de las tierras secas en cuanto al suministro de servicios como la alimentación, el forraje, el combustible, los materiales de construcción y el agua, que es necesaria para el hombre, el ganado, el riego y el saneamiento. Este incremento se atribuye a una combinación de factores humanos (como la presión demográfica y el modelo de uso del suelo) y climáticos (como las sequías).

Aproximadamente entre el 10 y el 20% de las tierras secas se encuentran ya degradadas y, de no tomarse medidas al respecto, la desertificación pondrá en peligro futuros avances en el bienestar humano y posiblemente hará perder el bienestar ganado en algunas regiones. Por todo ello, la desertificación es en la actualidad uno de los mayores desafíos medioambientales y un obstáculo de primer orden a la hora de satisfacer las necesidades básicas del hombre en las tierras secas (Hudson, 1982: 313).

Acidificación

La acidificación por deposición atmosférica sigue siendo un problema, aunque previsiblemente no aumentará en Europa occidental gracias al éxito de las políticas aplicadas en los últimos treinta años. No obstante, es difícil, si no imposible, recuperar los suelos con un mayor grado de acidificación. En los países de Europa central y oriental, es probable que el problema empeore

antes de que empiece a mejorar. La acidificación tiene lugar principalmente en Europa noroccidental y central (Hudson, 1982: 314).

Erosión

La erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del agua o del viento los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua se habla de erosión hídrica y para el caso del viento se denomina erosión eólica.

El concepto de erosión del suelo también puede referirse a la erosión antrópica, que es de desarrollo rápido. Frente a ella está la erosión natural o geológica, de evolución muy lenta.

La erosión geológica se ha desarrollado desde siempre en la Tierra, es la responsable del modelado de los continentes y sus efectos se compensan en el suelo, ya que actúan con la suficiente lentitud como para que sus consecuencias sean contrarrestadas por la velocidad de formación del suelo. Así en los suelos de las superficies estables se reproduce el suelo, como mínimo, a la misma velocidad con que se erosiona.

Es más, es muy importante destacar que la erosión natural es un fenómeno muy beneficioso para la fertilidad de los suelos.

Efectivamente, como es sabido, todas las propiedades del suelo, y por tanto su profundidad, son consecuencia de una determinada combinación de los factores formadores. En una determinada región aparecerá un suelo cuya profundidad será el resultado de un clima concreto (temperatura y precipitaciones), sometido a la actividad de unos determinados organismos, en un tipo de relieve, que actúan sobre una clase de roca durante un tiempo. Si no actuase la erosión natural esa profundidad de material edafizado se iría

alterando progresivamente cada vez más conforme el suelo se fuese volviendo más antiguo y llegaría un momento que todos los minerales originales se habrían transformado totalmente, ya no aportarían ningún nutriente nuevo al suelo y este quedaría constituido por un residuo totalmente infértil. Prácticamente toda la Tierra estaría recubierta de una capa inerte, sin posibilidad de soportar vida alguna.

Afortunadamente este panorama aterrador no se presenta precisamente debido a la erosión geológica. Esta lenta erosión va decapitando lentamente las capas superiores de los suelos con lo que va disminuyendo el espesor del suelo y este se va progresivamente profundizando hacia capas más internas donde se encuentra el material original sin transformar (para mantener su profundidad de equilibrio con las condiciones ambientales). Así, de esta manera se van incorporando continuamente nuevos materiales al suelo (materiales frescos, no alterados, con abundantes minerales que al alterarse aportan nutrientes a los suelos) (Honorato, 2000: 239).

Existen tres fases en este proceso

1. Desprendimiento de las partículas individuales de la masa del suelo por efecto del impacto de la gota de lluvia en la superficie desnuda del suelo, que pueden ser lanzadas a una distancia de varios centímetros, o por efecto de la fuerza del viento sobre la superficie previamente desecada del suelo.
2. Transporte de las partículas dispersas por el agua o el viento hacia otro sitio, ya sea por arrastre o por saltación y suspensión en el caso del viento.
3. Una vez reducida la energía de transporte, se alcanza la tercera fase, la de deposición de las partículas arrastradas o mantenidas en suspensión.

En el proceso erosivo están involucrados varios factores de sitio, el suelo mismo con sus propiedades, la lluvia en cuanto intensidad y frecuencia, la cubierta vegetal y el manejo del suelo.

La erodabilidad es la predisposición natural de los suelos a la erosión debido a sus propiedades intrínsecas, son considerar variables climáticas o la cobertura vegetal. En este sentido es diferente la noción de erosividad, que esta relacionada con el concepto de sitio, en que intervienen los agentes erosivos tales como la lluvia y el viento, que son considerados en los modelos para estimar la erosión potencial. A estos agentes se suma la cobertura vegetal y el manejo.

La erosión es un proceso que ocurre en forma espontánea en la naturaleza y por ello se habla de erosión normal, pero la intervención del hombre incrementa este proceso al producir una alteración de equilibrio natural del sistema, al realizar un uso inadecuado de los suelos o al realizar practicas de manejo que favorezcan la erosión, tales como quema de praderas envejecidas (Honorato, 2000:241).

Importancia de la erosión

El Suelo está expuesto a la acción paulatina e imperceptible de factores que modifican sus características físicas. La erosión es resultado de esos procesos y sólo el paso del tiempo revela los estragos que causa. Las aguas, los vientos, las precipitaciones, las heladas, la misma gravitación terrestre son agentes naturales que producen erosión.

El hombre contribuye al daño, afectando los suelos, por ejemplo, cuando el exceso de población obliga a ocupar el área que antes ocupaba la capa vegetal, o cuando somete las tierras a un cultivo intenso y estos pierden su firmeza sufriendo desgaste.

En un suelo aplastado, la porosidad es débil, las raíces y las aguas penetran mal, los circuitos hidrológicos están transformados el poder de filtro y

depurador disminuye. Como resultado se genera un potencial nutritivo reducido, una alimentación menor de los estratos freáticos y crecidas de los ríos mas intensas y mas frecuentes.

El aplastamiento es un fenómeno que afecta o amenaza todos los suelos cultivados y pastos del mundo. La utilización de instrumentos agrícolas demasiado pesados sobre suelos demasiado húmedos, o al contrario demasiado secos, animales dejados mucho tiempo en los pastos, demasiado húmedos o demasiado secos, abonos mal adaptados que modifican el PH de los suelos, irrigaciones mal conducidas que provocan un exceso de humedad o de sequía, descubrir mucho tiempo los suelos expuestos a la sequía y al impacto de las lluvias, son otros factores que favorecen a la erosión. Este fenómeno se ha agravado con el desarrollo de la agricultura moderna.

La erosión es un fenómeno natural y útil. En efecto es debido a un buen equilibrio entre la formación del suelo, a partir de la roca y a la erosión, que los suelos no acaban siendo demasiado gruesos: por eso el suelo es naturalmente fértil ya que esta regularmente alimentado en la superficie, por medio de actividades biológicas y a partir de elementos liberados en profundidad por la alteración de las rocas. En regiones tropicales el suelo es químicamente pobre a causa sobre todo de su espesor.

Pero cuando la erosión va más deprisa que la formación del suelo, esta puede ser peligrosa: las capas superficiales son arrastradas por el viento o el agua, que ya no penetran en el suelo y se agotan.

El uso de fertilizantes químicos puede mitigar esos efectos pero no detiene ni mejora la; por el contrario, el exceso suele causar más daños ecológicos.

La lucha contra la erosión es una prioridad que no ha sido todavía tenida en cuenta en muchas sociedades. Las estrategias y las técnicas de lucha son numerosas: cultivos de bancales, trabajos agrícolas según las curvas de niveles, plantaciones de hileras de árboles, arreglo de acequias naturales de riego de aguas, recortes parcelarios etc. Dichas estrategias no se aplican a

menudo y cuando se aplican no siempre se hace adecuadamente (Stallings, 1985: 41).

En estudios realizados se afirma que la producción per cápita de alimentos ha declinado en unos ochenta países en vías de desarrollo, el nuestro es uno de ellos, en donde la degradación del suelos puede todavía seguir agravándose, con el consiguiente perjuicio de una creciente población que, según datos y estimados, del mismo INEGI va en aumento.

Tipos de erosión

Erosión Natural: O geológica es ocasionada por la acción permanente de los diversos fenómenos del intemperismo natural, y es tan lenta que requiere miles de años para producir cambios importantes en la configuración de la superficie terrestre. El suelo en estos casos se pierde tan lentamente que suele ser repuesto, en los climas áridos es el calor que agrieta el suelo (pues este se expande) y el viento lleva granos de arena formando dunas y montes de baja altura. En este tipo de erosión los factores moldean perfectamente el paisaje, creando algo considerado hasta ahora bello e impresionante. (Stallings, 1985:39)

Erosión eólica: Se define como el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo ocasionado por el viento. Este fenómeno se presenta de manera predominante en las zonas áridas y semiáridas, aunque también se presenta en las regiones con escasa o nula vegetación durante la estación seca.

El viento es un elemento del clima muy importante y un agente externo modificador del relieve terrestre. La acción destructora del viento sobre las rocas es muy rápida y llega a grandes profundidades principalmente en las

rocas calizas poco compactas; el gas carbónico contenido en el aire tiene la propiedad de descomponer diferentes tipos de rocas (Hudson, 1982: 28).

Erosión Hídrica: Es el proceso de separación y transporte de las partículas del suelo por acción del agua de lluvia; es un proceso que destruye los suelos, ya que hace desaparecer el suelo superficial, a veces hasta dejar al descubierto la roca madre. Puede ser un proceso natural o acelerado. En las zonas empinadas, si el suelo está descubierto (sin plantas), las gotas de lluvia arrastran las partículas formando zanjas o cárcavas. Los ríos, cuando las orillas están sin árboles, van carcomiendo el suelo y lo arrastran en las épocas de creciente. El mar, por la fuerza de las olas va erosionando las orillas. (Hudson, 1982: 47).

Capítulo II

Normatividad en materia de suelo.

La convención Internacional de Lucha contra la Desertificación en los países afectados por la sequía grave.

Durante la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro 1992) se planteo nuevamente el problema de la desertificación y la sequía que afecta a muchos países. Diversos estudios mundiales de la situación y el ritmo de avance de la desertificación realizados por el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1977, 1984 y 1991 ya habrían alertado a la opinión pública.

La Agenda 21 recogió esta preocupación en su capítulo 12, donde además de destacar que la desertificación es la degradación de los suelos de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, entre ellos las variaciones climáticas y las actividades humanas, subrayo que la desertificación afecta a la sexta parte, aproximadamente de la población mundial 70 % de todas las tierras secas, equivalente a 360 millones de hectáreas y a la cuarta parte de la superficie total de tierras del mundo. Allí se consigno que los efectos mas visibles de la desertificación, aparte de la pobreza generalizada, son la degradación de 3300 millones de hectáreas de pastizales que constituyen 73% de la superficie total de estas tierras y tiene poca capacidad de sustento; la perdida de fertilidad de los suelos y la degradación de su estructura en cerca de 47% de las tierras secas, que constituyen tierras marginales de cultivo de secano; y la degradación de 30 % de las tierras de cultivo de regadío en tierras secas con una gran densidad de población y un gran potencial agrícola.

En respuesta a esta dramática situación, con posterioridad a la cumbre de la tierra negociaron más de 100 gobiernos una Convención Internacional de Lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. Esta negociación concluyo en junio de 1994 y la convención fue abierta a la firma de todos los países del mundo en Paris los días 14 y 15 de octubre de 1994. México suscribió y, prontamente

ratifico la convención, publicándose el decreto de aprobación de la Convención en el Diario Oficial de la Federación del 12 de enero de 1995.

La convención define la lucha contra la desertificación como el conjunto de las actividades que forman parte de un aprovechamiento integrado de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas para el desarrollo sostenible y que tiene por objeto prevenir o reducir la degradación de las tierras, rehabilitar tierras parcialmente degradadas y recuperar tierras desertificadas (Brañes, 2000: 397)

Los problemas de la protección de los suelos en México.

México Presenta un panorama muy complicado en materia de suelo, en general la erosión de los suelos tiene que ver, primero con el hecho de que estos no son utilizados de acuerdo con sus aptitudes naturales y segundo de que su manejo no es el adecuado.

En México la erosión de los suelos tiene que ver básicamente con las actividades agrícolas y ganaderas, especialmente con las desarrolladas en la segunda parte del siglo XX, sobre todo en aéreas tropicales, áridas y semiáridas, como lo puntualiza el Diagnostico oficial que contiene el programa de medio ambiente 19995-2000. Estas actividades que han influido en la deforestación y en la destrucción de los ecosistemas, han sido determinantes en la generación de muchos problemas entre ellos la erosión.

De los 200 millones de hectáreas que componen el territorio nacional, 20 millones están destinados a la agricultura y 130 millones a la ganadería. La superficie destinada a la agricultura se mantiene igual, desde hace casi dos décadas, aunque con variaciones anuales. Pero estas hectáreas no son las mismas, ya que periódicamente algunas se abandonan por erosión u otros

fenómenos y otras se abren al cultivo, en términos tales que parece que el país se encuentra en el límite de su potencial agrícola.

El diagnóstico oficial respecto de las actividades agrícolas del sector moderno y del sector tradicional es claro la agricultura comercial y altamente tecnificada presenta problemas en cuanto al uso eficiente de la energía y de los suelos y es vulnerable al ataque de plagas, mientras que la agricultura tradicional campesina presenta graves tendencias de erosión y es muy dependiente de las variaciones del clima.

En el caso de la agricultura moderna ha llamado la atención sobre su decidida orientación hacia el monocultivo. Este modelo modifica las condiciones las condiciones naturales con el objeto de implantar ecosistemas artificiales basados en una sola especie y sobre superficies extensas que se mantienen mediante grandes insumos energéticos y económicos.

En efecto el modelo tecnológico especializado en la agricultura resulta ecológicamente inadecuado porque entre otras cosas produce la erosión de suelo y el abatimiento de su fertilidad, la salinización y el agotamiento de los mantos acuíferos en las áreas de riesgo, la contaminación a partir de los fertilizantes y plaguicidas químicos que utiliza la disminución de la diversidad genética de las especies cultivadas, el aumento de vulnerabilidad a nuevas plagas y enfermedades de monocultivos extensos, o el uso cada vez mayor de insumos energéticos no renovables (petróleo y gas natural).

En México, aunque se sabe poco de los efectos ecológicos de la agricultura moderna, existen algunos indicios preocupantes sobre el nivel de la erosión, como consecuencia, entre otros factores, de este tipo de agricultura que en las áreas de temporal y de pendiente por ejemplo obliga a dejar los terrenos agrícolas desprovistos de cubierta vegetal durante un periodo del año, lo que los hace muy vulnerables (Toledo, 1985:22).

En el caso de la agricultura tradicional, es frecuente el sobre cultivo que también influye en la pérdida de la fertilidad y en la erosión generando una

cadena que va de la disminución del rendimiento de los cultivos y de la superficie cultivada pasando por cambios en la estructura en los cultivos, hasta la intensificación del sobreuso del suelo.

En términos generales la estructura de la tenencia de la tierra influye de una manera importante en el uso de los suelos. El complejo latifundio- minifundio que ha prevalecido en América latina, ha dado lugar simultáneamente a un uso excesivo del suelo y a una subutilización del mismo.

El uso excesivo se ha llevado a cabo, dentro de los latifundios, en las áreas de la frontera agrícola causando un deterioro muy superior al que han generado los minifundios. En estos últimos por su parte, han predominado los cultivos superiores a la capacidad del suelo, por razones de sobrevivencia de los minifundistas. De otro lado la subutilización del suelo ha sido una de las características de los latifundios tradicionales, en los que la productividad ha estado por debajo de los niveles potenciales que teóricamente podrían alcanzarse sin degradar los recursos.

Otro de los problemas serios de los que presentan los suelos en México es su contaminación por residuos. El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990- 1994 ofrecía una visión de la contaminación de los suelos por residuos, hacia esa época, en los siguientes términos: "Si se consideran todas las fuentes, en México se producen diariamente 52 mil toneladas de desechos sólidos municipales y 370 mil toneladas de residuos industriales" . De los primeros se recolectaban únicamente 75 % y de las cantidades recolectadas solo 16 mil toneladas se colocaban adecuadamente en rellenos sanitarios controlados. Por su parte, el control de los residuos sólidos industriales representaba igualmente un problema a de proporciones: de las 370 mil toneladas que diariamente se generaban, 13 mil correspondían a materiales que tenían características peligrosas. Tradicionalmente, los residuos industriales se depositan en terrenos baldíos y en forma clandestina. La infraestructura para el tratamiento estaba constituida por tres plantas y 10 confinamientos controlados, que tenía una capacidad para procesar y disponer

finalmente solo 30 % del total de residuos industriales peligrosos (Brañes, 2000:377).

Hay que señalar, además, que la explotación minera genera grandes cantidades de residuos, algunos de ellos peligrosos, que el Programa para el Medio Ambiente 1995- 2000 estima entre 300 mil y 500 mil toneladas diarias. Por su parte, la industria petrolera en sus procesos de refinación y petroquímica generan anualmente 1.7 millones de toneladas de residuos. Los desechos de la industria agrícola revisten también importancia, pero se carece de un inventario de sus fuentes y de sus volúmenes.

De acuerdo con las modificaciones introducidas en 1994 la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal corresponde a la Secretaría fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, formular y conducir la política nacional en materia de recursos naturales y administrar y regular el uso y promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que corresponden a la federación.

Eso significa que, en principio, toca a la Secretaría el ejercicio de todas las atribuciones que pudieran corresponderle al Gobierno Federal para proteger entre otros recursos naturales, en materia de suelos. El artículo 35 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, modificado en 1994 establece sin embargo que corresponde a la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural participar junto con la Secretaría de Desarrollo y Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en la conservación de los suelos agrícolas, así como aplicar las técnicas y procedimientos conducentes.

Tutela de los Suelos en la ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente

La LGEEPA destina su Título Tercero al tema del aprovechamiento sostenible de los elementos naturales agua suelo y recursos naturales no renovables, y en su Capítulo II se refiere básicamente a los criterios para la preservación y aprovechamiento sostenible del suelo.

En el artículo 98 de la LGEEPA, modificado en 1996 en el cual establece:

- I.- El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;*
- II.- El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;*
- III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;*
- IV.- En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;*
- V.- En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y*
- VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.*

Además de lo anterior el artículo 99 modificado al igual en 1996, establece una vinculación precisa entre las políticas específicas sobre suelos y un conjunto de actos de las autoridades que tienen que ver con los suelos.

La mera enunciación de los actos de las autoridades que quedan vinculados a los criterios ecológicos para el aprovechamiento racional del suelo, pone de manifiesto la importancia de estas políticas. Piénsese solamente en la trascendencia que presenta el hecho de que los apoyos a las actividades agrícolas que otorga el Gobierno Federal queden condicionados a que el uso

que se haga del suelo sea compatible con su vocación natural y a que dichos usos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.

Las zonas áridas son materia de especial preocupación de la LGEEPA, que destina dos preceptos a este tema. El primero de ellos dispone que en la realización de actividades en zonas áridas, deberán observarse los criterios que para la preservación a aprovechamiento sostenible del suelo se establecen en la propia LGEEPA y las demás disposiciones que resulten aplicables. Y el segundo que todas las autorizaciones que afecten el uso de suelo en las zonas áridas, así como el equilibrio ecológico de sus sistemas quedan sujetas a los criterios y disposiciones que establecen la misma LGEEPA y demás aplicables

La regla fundamental para la protección de los suelos consiste en que se utilicen de acuerdo con sus aptitudes naturales y con una técnica adecuada. En consecuencia, un sistema jurídico de protección de los suelos frente a las prácticas agrícolas y ganaderas debe establecer que esas actividades se lleven a cabo en terrenos que tengan dicha vocación y que se tome en cuenta la necesidad de su conservación. Sin embargo, no es frecuente que las actividades agropecuarias sean reguladas jurídicamente desde la perspectiva de la protección de los suelos, ni desde ninguna otra que no sea la relativa a régimen de dominio de las tierras.

Antes de la LGEEPA no existían normas jurídicas encaminadas a regular de una manera integral el manejo de las tierras agrícolas y ganaderas teniendo en cuenta la necesidad de su conservación, salvo excepciones como por ejemplo las reglas de la Ley Forestal de 1986 que protegía los terrenos forestales frente al pastoreo y algunas normas de las entonces vigentes Ley Federal de la Reforma Agraria y Ley de Fomento Agropecuario.

En términos generales no existían normas que, desde la perspectiva de la protección, prohibieran de una manera sistemática las prácticas relacionadas con la sobre utilización o subutilización de los suelos. Dicho también en términos muy generales el principio de libertad económica prevalecía de esta

materia como en muchas, sobre cualquier otra norma. La LGEEPA vino llenar muchas de estos vacíos.

La protección de los suelos frente a las prácticas agropecuarias tiene una base constitucional mas específica aun con la reforma de 1983 al artículo 27 constitucional que le adiciono una fracción XX a ese precepto e introdujo la idea del " desarrollo rural integral " , estableciendo entre otras cosas que el Estado "fomentara la actividad agropecuaria y forestal para el optimo curso de la tierra optimo, lo que significa considerar el optimo uso de la tierra como uno de los componentes esenciales de la política para el desarrollo rural integral.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente vino a definir un sistema jurídico de protección de los suelos frente a dichas prácticas agropecuarias mediante normas que son el núcleo de dicho sistema. Tales normas establecen los principios para una política ecológica general en materia de protección de los suelos y vinculan dichos principios aun conjunto de actividades de las autoridades que tienen que ver con los suelos al disponer que en esas actividades deberá tenerse en cuenta los criterios ecológicos definidos por la propia ley.

La mismas normas contemplan también mecanismos específicos para la protección de los suelos frente a las actividades agropecuarias entre, los que destacan las declaratorias para regular el uso de los suelos, el aprovechamiento de los recursos y la realización de actividades.

La LGEEPA considera también el problema de la prevención y control de contaminación del suelo en los artículos 134 a 144 y lo hace desde la perspectiva por una parte de los residuos y por otra de los plaguicidas, fertilizantes y demás materiales peligrosos.

Los residuos peligrosos están refutados en un capítulo especial de la propia LGEEPA junto con los materiales peligrosos y dentro de las normas sobre protección al ambiente pero la LGGEPA también regula los residuos en general (peligrosos o no peligrosos), en los ya mencionados artículos 134 a 142, desde

la perspectiva de la prevención y control de la contaminación de los suelos. Esto pudiera parecer una contradicción con la división de competencias que establece la propia LGEEPA, por que no lo es porque la protección es un asunto de orden federal, sea que esta contaminación se genere por residuos, peligrosos o no, o por otras sustancias.

Las reglas básicas sobre prevención y control de la contaminación de los suelos se encuentran en los artículos 139 y 136 de la LGEEPA, modificados en 1996. El primero de ellos establece el deber de que toda descarga, depósito o infiltración de sustancias o materiales contaminantes se sujete a las disposiciones jurídicas sobre la materia. El segundo establece que los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar la contaminación de los suelos, las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos, las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación y riesgos y problemas de salud. A estas reglas se agrega la contenida en el artículo 140 de la LGEEPA que se refiere al caso específico de los residuos de lenta degradación, prescribiendo su generación, manejo y disposición final deberá sujetarse a lo que establezca en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Ejemplo de contaminación de suelos en México.

La mayor fuente de contaminación del suelo mexicano son los hidrocarburos

“El mayor factor o fuente de contaminación del suelo en México son los hidrocarburos”, afirmó el doctor Luis G. Torres, investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),

México es un país eminentemente petrolero lo que hace que una muy buena proporción de los suelos estén contaminados por el petróleo y sus derivados, como la gasolina y el diesel, entre otros. Las estadísticas de las emergencias ambientales demuestran que el 75 por ciento de la contaminación del suelo proviene de los hidrocarburos. Curiosamente, Veracruz y Tabasco, que son las zonas más petroleras, muestran el mayor índice de contaminación.

Hoy en día la contaminación del suelo por petróleo se da en cualquier sitio en donde se utilice este líquido, como por ejemplo en la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento e inclusive donde se ubican las gasolineras.

Los principales casos de contaminación del suelo por hidrocarburos se deben a problemas de operación y accidentes en los ductos. De todos los accidentes que ocurren en esta área, el 80 por ciento son por robos, ya que por extraer el líquido perforan los conductos y eso hace que se dañe el sistema, haya una gran liberación de hidrocarburos en el ambiente y, como consecuencia, se genere una fuerte contaminación.

La contaminación del suelo es un tema que se debe tomar muy en serio ya que vivimos y construimos sobre él, y en él crecen las plantas que nos alimentan, por lo que se debe tener muy presente que si se contamina el suelo, esa contaminación llegará directamente al hombre dañándolo.

En México se está un poco atrasados en el desarrollo de la ingeniería ambiental. Recientemente se iniciaron acciones para resolver el problema del agua pero, debido a los altos índices de contaminación que se presentan en el suelo, es necesario hacer un esfuerzo para irlos solucionando y que la situación en esta área vaya cambiando poco a poco. Universidad de las Américas Puebla (2007). La mayor fuente de contaminación del suelo mexicano son los hidrocarburos.

Protección de los suelos en la Ley Agraria.

La ley agraria publicada en el Diario Oficial de la Federación del 26 de febrero de 1992 es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia agraria.

El artículo 2 de la ley establece que el ejercicio de los derechos de propiedad agraria en lo relacionado con el aprovechamiento urbano y el equilibrio ecológico se ajustara a lo dispuesto en la Ley General de Asentamientos Humanos y la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección del ambiente. De esta manera la ley agraria condiciona el ejercicio de esos derechos a las disposiciones ambientales que se refieran, entre otras materias a la protección de los suelos. Sin embargo la ley agraria también contiene un conjunto de disposiciones de relevancia ambiental como por ejemplo el artículo 5 que dispone que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal fomentaran el cuidado y conservación de los recursos naturales y promoverán su aprovechamiento racional y sostenido para preservar el equilibrio ecológico, o cuando menciona que los núcleos de población que cuentan con tierras ubicadas en el área de crecimiento de un centro de población pueden beneficiarse de urbanización de sus tierras; pero esta prohibida la urbanización de las tierras ejidales que se ubiquen en áreas naturales protegidas, incluidas las zonas de preservación ecológica de los centros de población cuando se contraponga a lo previsto en la respectiva declaratoria.

Un aspecto especial del sistema jurídico de protección de los suelos respecto de sus usos agrícolas se encuentra constituido por las normas que tienen por objeto combatir los minifundios, los latifundios y la existencia de tierras ociosas, que favorecen tanto la sobre utilización como la subutilización de los suelos.

El tema de las tierras sin explotación y también aquellas subexplotadas es muy importante para el derecho ambiental, en tanto esa situación, si bien puede favorecer la conservación de los suelos y de los ecosistemas que se sustentan

en los mismos, puede también ser un factor determinante de la sobreexplotación de otros suelos y en algunos casos permitir una degradación de las tierras sin explotar que de otra manera podría evitarse.

La idea de tierras ociosas fue eliminada de la legislación mexicana por la ley agraria que se limita a regular la situación de los terrenos baldíos y nacionales. Son baldíos los terrenos de la Nación que no han salido de su dominio por título legalmente expedido y que no han sido deslindados o medidos. Estos terrenos deben deslindarse y medirse en los términos de la Ley Agraria.

Bibliografía

- ☞ Gallegos A. (1997). *La aptitud agrícola de los suelos*. Mexico DF.: Trillas.
- ☞ Ortiz Villanueva B.y Ortiz Solorio C. (1990) *Edafología*. México. Universidad Autónoma de Chapingo.
- ☞ Hudson N. (1982) *Conservación del suelo*. España. Reverte
- ☞ Stalling J. H. (1985) *El suelo su uso y mejoramiento*. España. Continental.
- ☞ Schwab Glenn o. (1990) *Ingeniería de conservación de suelos y aguas*. España Límusa.
- ☞ Sánchez Gómez N. (2004) *Derecho ambiental*. México. Porrúa.
- ☞ Honorato R. (2001) *Manual de edafología*. México. Alfaomega
- ☞ Buol S. W.Hole F.D. McCracken R.J. (1990). *Génesis y clasificación de suelos*. Mexico Trillas
- ☞ Burges A. y Raw Frak, (1971). *Biología del suelo*. España. Omega
- ☞ Domenech X. (1997) *Química del suelo, el impacto de los contaminantes*. Argentina. Miraguano.
- ☞ Krebs Charles (1985). *Ecología*. México. Harla
- ☞ Figueroa Neri A. (2000) *Fiscalidad y medio ambiente en México*. México. Porrúa.
- ☞ Zarkin Cortes S. (2000) *Derecho de protección al ambiente*. México. Porrúa.

☞ Brañes Raúl (2000) *Manual de derecho ambiental mexicano*. México.
Fondo de Cultura Económica.